

ゲームグラフィックス特論

構築: Doxygen 1.9.1

1	ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版	1
2	ggsample01	3
2.1	ゲームグラフィックス特論A 第1回 宿題	3
2.2	宿題プログラムの作成に必要な環境	3
2.3	補足	3
2.4	宿題プログラム用補助プログラムについて	4
2.4.1	補助プログラムのドキュメント	4
2.4.2	補助プログラムの使い方	4
2.4.3	Oculus Rift を使う場合	5
2.4.4	Dear ImGui を使う場合	5
2.4.4.1	imconfig.h の変更点	6
3	名前空間索引	7
3.1	名前空間一覧	7
4	階層索引	9
4.1	クラス階層	9
5	クラス索引	11
5.1	クラス一覧	11
6	ファイル索引	13
6.1	ファイル一覧	13
7	名前空間詳解	15
7.1	gg 名前空間	15
7.1.1	詳解	19
7.1.2	型定義詳解	20
7.1.2.1	GgVector	20
7.1.3	列挙型詳解	20
7.1.3.1	BindingPoints	20
7.1.4	関数詳解	20
7.1.4.1	_ggError()	20
7.1.4.2	_ggFBOError()	21
7.1.4.3	ggArraysObj()	21
7.1.4.4	ggConjugate()	22
7.1.4.5	ggCreateComputeShader()	22
7.1.4.6	ggCreateNormalMap()	23
7.1.4.7	ggCreateShader()	24
7.1.4.8	ggCross()	25
7.1.4.9	ggDot3()	25
7.1.4.10	ggDot4() [1/2]	26
7.1.4.11	ggDot4() [2/2]	26

7.1.4.12 ggElementsMesh()	26
7.1.4.13 ggElementsObj()	27
7.1.4.14 ggElementsSphere()	28
7.1.4.15 ggEllipse()	29
7.1.4.16 ggEulerQuaternion() [1/2]	29
7.1.4.17 ggEulerQuaternion() [2/2]	30
7.1.4.18 ggFrustum()	31
7.1.4.19 ggIdentity()	31
7.1.4.20 ggIdentityQuaternion()	32
7.1.4.21 ggInit()	33
7.1.4.22 ggInvert() [1/2]	33
7.1.4.23 ggInvert() [2/2]	34
7.1.4.24 ggLength3()	34
7.1.4.25 ggLength4() [1/2]	35
7.1.4.26 ggLength4() [2/2]	36
7.1.4.27 ggLoadComputeShader()	36
7.1.4.28 ggLoadHeight()	37
7.1.4.29 ggLoadImage()	38
7.1.4.30 ggLoadShader()	38
7.1.4.31 ggLoadSimpleObj() [1/2]	39
7.1.4.32 ggLoadSimpleObj() [2/2]	40
7.1.4.33 ggLoadTexture()	41
7.1.4.34 ggLookat() [1/3]	41
7.1.4.35 ggLookat() [2/3]	42
7.1.4.36 ggLookat() [3/3]	43
7.1.4.37 ggMatrixQuaternion() [1/2]	44
7.1.4.38 ggMatrixQuaternion() [2/2]	45
7.1.4.39 ggNorm()	45
7.1.4.40 ggNormal()	46
7.1.4.41 ggNormalize()	47
7.1.4.42 ggNormalize3()	47
7.1.4.43 ggNormalize4() [1/2]	48
7.1.4.44 ggNormalize4() [2/2]	48
7.1.4.45 ggOrthogonal()	49
7.1.4.46 ggPerspective()	50
7.1.4.47 ggPointsCube()	51
7.1.4.48 ggPointsSphere()	52
7.1.4.49 ggQuaternion() [1/2]	52
7.1.4.50 ggQuaternion() [2/2]	53
7.1.4.51 ggQuaternionMatrix()	54
7.1.4.52 ggQuaternionTransposeMatrix()	54
7.1.4.53 ggReadImage()	55

7.1.4.54 ggRectangle()	56
7.1.4.55 ggRotate() [1/5]	56
7.1.4.56 ggRotate() [2/5]	57
7.1.4.57 ggRotate() [3/5]	58
7.1.4.58 ggRotate() [4/5]	58
7.1.4.59 ggRotate() [5/5]	59
7.1.4.60 ggRotateQuaternion() [1/3]	60
7.1.4.61 ggRotateQuaternion() [2/3]	60
7.1.4.62 ggRotateQuaternion() [3/3]	61
7.1.4.63 ggRotateX()	62
7.1.4.64 ggRotateY()	63
7.1.4.65 ggRotateZ()	63
7.1.4.66 ggSaveColor()	64
7.1.4.67 ggSaveDepth()	65
7.1.4.68 ggSaveTga()	65
7.1.4.69 ggScale() [1/3]	66
7.1.4.70 ggScale() [2/3]	67
7.1.4.71 ggScale() [3/3]	67
7.1.4.72 ggSlerp() [1/4]	68
7.1.4.73 ggSlerp() [2/4]	69
7.1.4.74 ggSlerp() [3/4]	69
7.1.4.75 ggSlerp() [4/4]	70
7.1.4.76 ggTranslate() [1/3]	71
7.1.4.77 ggTranslate() [2/3]	71
7.1.4.78 ggTranslate() [3/3]	72
7.1.4.79 ggTranspose()	73
7.1.5 変数詳解	74
7.1.5.1 ggBufferAlignment	74
8 クラス詳解	75
8.1 gg::GgBuffer< T > クラステンプレート	75
8.1.1 詳解	76
8.1.2 構築子と解体子	76
8.1.2.1 GgBuffer() [1/2]	76
8.1.2.2 ~GgBuffer()	77
8.1.2.3 GgBuffer() [2/2]	77
8.1.3 関数詳解	77
8.1.3.1 bind()	77
8.1.3.2 copy()	77
8.1.3.3 getBuffer()	78
8.1.3.4 getCount()	78
8.1.3.5 getStride()	79

8.1.3.6 <code>getTarget()</code>	80
8.1.3.7 <code>map()</code> [1/2]	80
8.1.3.8 <code>map()</code> [2/2]	81
8.1.3.9 <code>operator=()</code>	82
8.1.3.10 <code>read()</code>	82
8.1.3.11 <code>send()</code>	83
8.1.3.12 <code>unbind()</code>	84
8.1.3.13 <code>unmap()</code>	84
8.2 <code>gg::GgColorTexture</code> クラス	84
8.2.1 詳解	85
8.2.2 構築子と解体子	85
8.2.2.1 <code>GgColorTexture()</code> [1/3]	85
8.2.2.2 <code>GgColorTexture()</code> [2/3]	85
8.2.2.3 <code>GgColorTexture()</code> [3/3]	86
8.2.2.4 <code>~GgColorTexture()</code>	87
8.2.3 関数詳解	87
8.2.3.1 <code>load()</code> [1/2]	87
8.2.3.2 <code>load()</code> [2/2]	88
8.3 <code>gg::GgElements</code> クラス	89
8.3.1 詳解	90
8.3.2 構築子と解体子	90
8.3.2.1 <code>GgElements()</code> [1/2]	91
8.3.2.2 <code>GgElements()</code> [2/2]	91
8.3.2.3 <code>~GgElements()</code>	92
8.3.3 関数詳解	92
8.3.3.1 <code>draw()</code>	92
8.3.3.2 <code>getIndexBuffer()</code>	92
8.3.3.3 <code>getIndexCount()</code>	93
8.3.3.4 <code>load()</code>	93
8.3.3.5 <code>send()</code>	94
8.4 <code>gg::GgMatrix</code> クラス	95
8.4.1 詳解	99
8.4.2 構築子と解体子	99
8.4.2.1 <code>GgMatrix()</code> [1/3]	99
8.4.2.2 <code>GgMatrix()</code> [2/3]	99
8.4.2.3 <code>GgMatrix()</code> [3/3]	100
8.4.2.4 <code>~GgMatrix()</code>	100
8.4.3 関数詳解	101
8.4.3.1 <code>add()</code> [1/2]	101
8.4.3.2 <code>add()</code> [2/2]	101
8.4.3.3 <code>divide()</code> [1/2]	102
8.4.3.4 <code>divide()</code> [2/2]	103

8.4.3.5 frustum()	104
8.4.3.6 get() [1/3]	104
8.4.3.7 get() [2/3]	105
8.4.3.8 get() [3/3]	106
8.4.3.9 invert()	106
8.4.3.10 load() [1/2]	107
8.4.3.11 load() [2/2]	107
8.4.3.12 loadAdd() [1/2]	108
8.4.3.13 loadAdd() [2/2]	109
8.4.3.14 loadDivide() [1/2]	109
8.4.3.15 loadDivide() [2/2]	110
8.4.3.16 loadFrustum()	111
8.4.3.17 loadIdentity()	111
8.4.3.18 loadInvert() [1/2]	112
8.4.3.19 loadInvert() [2/2]	112
8.4.3.20 loadLookat() [1/3]	113
8.4.3.21 loadLookat() [2/3]	114
8.4.3.22 loadLookat() [3/3]	115
8.4.3.23 loadMultiply() [1/2]	115
8.4.3.24 loadMultiply() [2/2]	116
8.4.3.25 loadNormal() [1/2]	117
8.4.3.26 loadNormal() [2/2]	117
8.4.3.27 loadOrthogonal()	118
8.4.3.28 loadPerspective()	119
8.4.3.29 loadRotate() [1/5]	120
8.4.3.30 loadRotate() [2/5]	120
8.4.3.31 loadRotate() [3/5]	121
8.4.3.32 loadRotate() [4/5]	122
8.4.3.33 loadRotate() [5/5]	123
8.4.3.34 loadRotateX()	123
8.4.3.35 loadRotateY()	124
8.4.3.36 loadRotateZ()	125
8.4.3.37 loadScale() [1/3]	125
8.4.3.38 loadScale() [2/3]	126
8.4.3.39 loadScale() [3/3]	126
8.4.3.40 loadSubtract() [1/2]	127
8.4.3.41 loadSubtract() [2/2]	128
8.4.3.42 loadTranslate() [1/3]	128
8.4.3.43 loadTranslate() [2/3]	129
8.4.3.44 loadTranslate() [3/3]	130
8.4.3.45 loadTranspose() [1/2]	130
8.4.3.46 loadTranspose() [2/2]	131

8.4.3.47 lookat()	[1/3]	132
8.4.3.48 lookat()	[2/3]	133
8.4.3.49 lookat()	[3/3]	133
8.4.3.50 multiply()	[1/2]	134
8.4.3.51 multiply()	[2/2]	135
8.4.3.52 normal()		135
8.4.3.53 operator*()	[1/3]	136
8.4.3.54 operator*()	[2/3]	137
8.4.3.55 operator*()	[3/3]	137
8.4.3.56 operator*=()	[1/2]	137
8.4.3.57 operator*=()	[2/2]	138
8.4.3.58 operator+()	[1/2]	138
8.4.3.59 operator+()	[2/2]	139
8.4.3.60 operator+=()	[1/2]	139
8.4.3.61 operator+=()	[2/2]	140
8.4.3.62 operator-()	[1/2]	140
8.4.3.63 operator-()	[2/2]	141
8.4.3.64 operator-=()	[1/2]	141
8.4.3.65 operator-=()	[2/2]	142
8.4.3.66 operator/()	[1/2]	142
8.4.3.67 operator/()	[2/2]	143
8.4.3.68 operator/=()	[1/2]	143
8.4.3.69 operator/=()	[2/2]	144
8.4.3.70 operator=()	[1/2]	144
8.4.3.71 operator=()	[2/2]	145
8.4.3.72 operator[]()	[1/2]	145
8.4.3.73 operator[]()	[2/2]	146
8.4.3.74 orthogonal()		146
8.4.3.75 perspective()		147
8.4.3.76 projection()	[1/4]	147
8.4.3.77 projection()	[2/4]	148
8.4.3.78 projection()	[3/4]	148
8.4.3.79 projection()	[4/4]	148
8.4.3.80 rotate()	[1/5]	149
8.4.3.81 rotate()	[2/5]	149
8.4.3.82 rotate()	[3/5]	150
8.4.3.83 rotate()	[4/5]	151
8.4.3.84 rotate()	[5/5]	151
8.4.3.85 rotateX()		152
8.4.3.86 rotateY()		153
8.4.3.87 rotateZ()		154
8.4.3.88 scale()	[1/3]	155

8.4.3.89 scale() [2/3]	155
8.4.3.90 scale() [3/3]	156
8.4.3.91 subtract() [1/2]	157
8.4.3.92 subtract() [2/2]	157
8.4.3.93 translate() [1/3]	158
8.4.3.94 translate() [2/3]	159
8.4.3.95 translate() [3/3]	160
8.4.3.96 transpose()	161
8.4.4 フレンドと関連関数の詳解	162
8.4.4.1 GgQuaternion	162
8.5 gg::GgNormalTexture クラス	162
8.5.1 詳解	163
8.5.2 構築子と解体子	163
8.5.2.1 GgNormalTexture() [1/3]	163
8.5.2.2 GgNormalTexture() [2/3]	163
8.5.2.3 GgNormalTexture() [3/3]	164
8.5.2.4 ~GgNormalTexture()	165
8.5.3 関数詳解	165
8.5.3.1 load() [1/2]	165
8.5.3.2 load() [2/2]	165
8.6 gg::GgPoints クラス	166
8.6.1 詳解	168
8.6.2 構築子と解体子	168
8.6.2.1 GgPoints() [1/2]	168
8.6.2.2 GgPoints() [2/2]	168
8.6.2.3 ~GgPoints()	169
8.6.3 関数詳解	169
8.6.3.1 draw()	169
8.6.3.2 getBuffer()	170
8.6.3.3 getCount()	170
8.6.3.4 load()	170
8.6.3.5 send()	171
8.7 gg::GgPointShader クラス	171
8.7.1 詳解	173
8.7.2 構築子と解体子	173
8.7.2.1 GgPointShader() [1/2]	173
8.7.2.2 GgPointShader() [2/2]	173
8.7.2.3 ~GgPointShader()	174
8.7.3 関数詳解	174
8.7.3.1 get()	174
8.7.3.2 load()	175
8.7.3.3 loadMatrix() [1/2]	175

8.7.3.4 loadMatrix() [2/2]	176
8.7.3.5 loadModelviewMatrix() [1/2]	177
8.7.3.6 loadModelviewMatrix() [2/2]	178
8.7.3.7 loadProjectionMatrix() [1/2]	179
8.7.3.8 loadProjectionMatrix() [2/2]	180
8.7.3.9 unuse()	180
8.7.3.10 use() [1/5]	181
8.7.3.11 use() [2/5]	181
8.7.3.12 use() [3/5]	182
8.7.3.13 use() [4/5]	183
8.7.3.14 use() [5/5]	183
8.8 gg::GgQuaternion クラス	184
8.8.1 詳解	188
8.8.2 構築子と解体子	188
8.8.2.1 GgQuaternion() [1/5]	188
8.8.2.2 GgQuaternion() [2/5]	188
8.8.2.3 GgQuaternion() [3/5]	189
8.8.2.4 GgQuaternion() [4/5]	189
8.8.2.5 GgQuaternion() [5/5]	190
8.8.2.6 ~GgQuaternion()	190
8.8.3 関数詳解	191
8.8.3.1 add() [1/4]	191
8.8.3.2 add() [2/4]	191
8.8.3.3 add() [3/4]	192
8.8.3.4 add() [4/4]	193
8.8.3.5 conjugate()	193
8.8.3.6 divide() [1/4]	194
8.8.3.7 divide() [2/4]	195
8.8.3.8 divide() [3/4]	195
8.8.3.9 divide() [4/4]	196
8.8.3.10 euler() [1/2]	197
8.8.3.11 euler() [2/2]	197
8.8.3.12 get() [1/2]	198
8.8.3.13 get() [2/2]	199
8.8.3.14 getConjugateMatrix() [1/3]	199
8.8.3.15 getConjugateMatrix() [2/3]	200
8.8.3.16 getConjugateMatrix() [3/3]	200
8.8.3.17 getMatrix() [1/3]	201
8.8.3.18 getMatrix() [2/3]	201
8.8.3.19 getMatrix() [3/3]	202
8.8.3.20 invert()	203
8.8.3.21 load() [1/4]	203

8.8.3.22 load() [2/4]	204
8.8.3.23 load() [3/4]	204
8.8.3.24 load() [4/4]	205
8.8.3.25 loadAdd() [1/4]	206
8.8.3.26 loadAdd() [2/4]	207
8.8.3.27 loadAdd() [3/4]	207
8.8.3.28 loadAdd() [4/4]	208
8.8.3.29 loadConjugate() [1/2]	209
8.8.3.30 loadConjugate() [2/2]	209
8.8.3.31 loadDivide() [1/4]	210
8.8.3.32 loadDivide() [2/4]	211
8.8.3.33 loadDivide() [3/4]	211
8.8.3.34 loadDivide() [4/4]	212
8.8.3.35 loadEuler() [1/2]	213
8.8.3.36 loadEuler() [2/2]	213
8.8.3.37 loadIdentity()	214
8.8.3.38 loadInvert() [1/2]	215
8.8.3.39 loadInvert() [2/2]	216
8.8.3.40 loadMatrix() [1/2]	217
8.8.3.41 loadMatrix() [2/2]	218
8.8.3.42 loadMultiply() [1/4]	219
8.8.3.43 loadMultiply() [2/4]	220
8.8.3.44 loadMultiply() [3/4]	220
8.8.3.45 loadMultiply() [4/4]	221
8.8.3.46 loadNormalize() [1/2]	222
8.8.3.47 loadNormalize() [2/2]	222
8.8.3.48 loadRotate() [1/3]	223
8.8.3.49 loadRotate() [2/3]	223
8.8.3.50 loadRotate() [3/3]	224
8.8.3.51 loadRotateX()	225
8.8.3.52 loadRotateY()	226
8.8.3.53 loadRotateZ()	226
8.8.3.54 loadSlerp() [1/4]	227
8.8.3.55 loadSlerp() [2/4]	228
8.8.3.56 loadSlerp() [3/4]	228
8.8.3.57 loadSlerp() [4/4]	229
8.8.3.58 loadSubtract() [1/4]	230
8.8.3.59 loadSubtract() [2/4]	230
8.8.3.60 loadSubtract() [3/4]	231
8.8.3.61 loadSubtract() [4/4]	231
8.8.3.62 multiply() [1/4]	232
8.8.3.63 multiply() [2/4]	232

8.8.3.64 multiply() [3/4]	233
8.8.3.65 multiply() [4/4]	233
8.8.3.66 norm()	234
8.8.3.67 normalize()	235
8.8.3.68 operator*() [1/2]	235
8.8.3.69 operator*() [2/2]	236
8.8.3.70 operator*=() [1/2]	236
8.8.3.71 operator*=() [2/2]	236
8.8.3.72 operator+() [1/2]	237
8.8.3.73 operator+() [2/2]	237
8.8.3.74 operator+=() [1/2]	238
8.8.3.75 operator+=() [2/2]	238
8.8.3.76 operator-() [1/2]	239
8.8.3.77 operator-() [2/2]	239
8.8.3.78 operator-=() [1/2]	240
8.8.3.79 operator-=() [2/2]	240
8.8.3.80 operator/() [1/2]	241
8.8.3.81 operator/() [2/2]	241
8.8.3.82 operator/=() [1/2]	242
8.8.3.83 operator/=() [2/2]	242
8.8.3.84 operator=() [1/2]	243
8.8.3.85 operator=() [2/2]	243
8.8.3.86 rotate() [1/3]	244
8.8.3.87 rotate() [2/3]	244
8.8.3.88 rotate() [3/3]	245
8.8.3.89 rotateX()	246
8.8.3.90 rotateY()	247
8.8.3.91 rotateZ()	247
8.8.3.92 slerp() [1/2]	248
8.8.3.93 slerp() [2/2]	248
8.8.3.94 subtract() [1/4]	249
8.8.3.95 subtract() [2/4]	249
8.8.3.96 subtract() [3/4]	250
8.8.3.97 subtract() [4/4]	251
8.9 gg::GgShader クラス	251
8.9.1 詳解	252
8.9.2 構築子と解体子	252
8.9.2.1 GgShader() [1/2]	252
8.9.2.2 ~GgShader()	253
8.9.2.3 GgShader() [2/2]	253
8.9.3 関数詳解	253
8.9.3.1 get()	253

8.9.3.2 operator=()	253
8.9.3.3 unuse()	254
8.9.3.4 use()	254
8.10 gg::GgShape クラス	254
8.10.1 詳解	255
8.10.2 構築子と解体子	255
8.10.2.1 GgShape() [1/2]	255
8.10.2.2 ~GgShape()	256
8.10.2.3 GgShape() [2/2]	256
8.10.3 関数詳解	256
8.10.3.1 draw()	256
8.10.3.2 get()	257
8.10.3.3 getMode()	257
8.10.3.4 operator=()	258
8.10.3.5 setMode()	258
8.11 gg::GgSimpleObj クラス	258
8.11.1 詳解	258
8.11.2 構築子と解体子	259
8.11.2.1 GgSimpleObj()	259
8.11.2.2 ~GgSimpleObj()	259
8.11.3 関数詳解	259
8.11.3.1 draw()	259
8.11.3.2 get()	260
8.12 gg::GgSimpleShader クラス	260
8.12.1 詳解	263
8.12.2 構築子と解体子	263
8.12.2.1 GgSimpleShader() [1/3]	263
8.12.2.2 GgSimpleShader() [2/3]	263
8.12.2.3 GgSimpleShader() [3/3]	264
8.12.2.4 ~GgSimpleShader()	264
8.12.3 関数詳解	264
8.12.3.1 load()	265
8.12.3.2 loadMatrix() [1/4]	265
8.12.3.3 loadMatrix() [2/4]	266
8.12.3.4 loadMatrix() [3/4]	267
8.12.3.5 loadMatrix() [4/4]	267
8.12.3.6 loadModelviewMatrix() [1/4]	268
8.12.3.7 loadModelviewMatrix() [2/4]	269
8.12.3.8 loadModelviewMatrix() [3/4]	269
8.12.3.9 loadModelviewMatrix() [4/4]	270
8.12.3.10 operator=()	271
8.12.3.11 use() [1/13]	271

8.12.3.12 use() [2/13]	272
8.12.3.13 use() [3/13]	272
8.12.3.14 use() [4/13]	273
8.12.3.15 use() [5/13]	274
8.12.3.16 use() [6/13]	274
8.12.3.17 use() [7/13]	275
8.12.3.18 use() [8/13]	276
8.12.3.19 use() [9/13]	276
8.12.3.20 use() [10/13]	277
8.12.3.21 use() [11/13]	278
8.12.3.22 use() [12/13]	278
8.12.3.23 use() [13/13]	279
8.13 gg::GgTexture クラス	280
8.13.1 詳解	280
8.13.2 構築子と解体子	280
8.13.2.1 GgTexture() [1/2]	280
8.13.2.2 ~GgTexture()	281
8.13.2.3 GgTexture() [2/2]	281
8.13.3 関数詳解	281
8.13.3.1 bind()	281
8.13.3.2 getHeight()	282
8.13.3.3 getSize() [1/2]	282
8.13.3.4 getSize() [2/2]	282
8.13.3.5 getTexture()	283
8.13.3.6 getWidth()	283
8.13.3.7 operator=()	284
8.13.3.8 unbind()	284
8.14 gg::GgTrackball クラス	284
8.14.1 詳解	285
8.14.2 構築子と解体子	285
8.14.2.1 GgTrackball()	285
8.14.2.2 ~GgTrackball()	286
8.14.3 関数詳解	286
8.14.3.1 begin()	286
8.14.3.2 end()	286
8.14.3.3 get()	287
8.14.3.4 getMatrix()	287
8.14.3.5 getQuaternion()	287
8.14.3.6 getScale() [1/3]	288
8.14.3.7 getScale() [2/3]	288
8.14.3.8 getScale() [3/3]	288
8.14.3.9 getStart() [1/3]	288

8.14.3.10	getStart() [2/3]	289
8.14.3.11	getStart() [3/3]	289
8.14.3.12	motion()	289
8.14.3.13	region() [1/2]	290
8.14.3.14	region() [2/2]	291
8.14.3.15	reset()	291
8.14.3.16	rotate()	292
8.15	gg::GgTriangles クラス	292
8.15.1	詳解	293
8.15.2	構築子と解体子	293
8.15.2.1	GgTriangles() [1/2]	293
8.15.2.2	GgTriangles() [2/2]	294
8.15.2.3	~GgTriangles()	294
8.15.3	関数詳解	295
8.15.3.1	draw()	295
8.15.3.2	getBuffer()	295
8.15.3.3	getCount()	296
8.15.3.4	load()	296
8.15.3.5	send()	296
8.16	gg::GgUniformBuffer< T > クラステンプレート	297
8.16.1	詳解	298
8.16.2	構築子と解体子	298
8.16.2.1	GgUniformBuffer() [1/3]	298
8.16.2.2	GgUniformBuffer() [2/3]	299
8.16.2.3	GgUniformBuffer() [3/3]	299
8.16.2.4	~GgUniformBuffer()	299
8.16.3	関数詳解	300
8.16.3.1	bind()	300
8.16.3.2	copy()	300
8.16.3.3	fill()	301
8.16.3.4	getBuffer()	302
8.16.3.5	getCount()	303
8.16.3.6	getStride()	304
8.16.3.7	getTarget()	304
8.16.3.8	load() [1/2]	305
8.16.3.9	load() [2/2]	306
8.16.3.10	map() [1/2]	307
8.16.3.11	map() [2/2]	307
8.16.3.12	read()	308
8.16.3.13	send()	309
8.16.3.14	unbind()	310
8.16.3.15	unmap()	311

8.17 gg::GgVertex 構造体	311
8.17.1 詳解	311
8.17.2 構築子と解体子	311
8.17.2.1 GgVertex() [1/4]	312
8.17.2.2 GgVertex() [2/4]	312
8.17.2.3 GgVertex() [3/4]	312
8.17.2.4 GgVertex() [4/4]	313
8.17.3 メンバ詳解	313
8.17.3.1 normal	313
8.17.3.2 position	313
8.18 gg::GgSimpleShader::Light 構造体	313
8.18.1 詳解	314
8.18.2 メンバ詳解	314
8.18.2.1 ambient	314
8.18.2.2 diffuse	314
8.18.2.3 position	314
8.18.2.4 specular	315
8.19 gg::GgSimpleShader::LightBuffer クラス	315
8.19.1 詳解	316
8.19.2 構築子と解体子	316
8.19.2.1 LightBuffer() [1/2]	316
8.19.2.2 LightBuffer() [2/2]	317
8.19.2.3 ~LightBuffer()	317
8.19.3 関数詳解	317
8.19.3.1 load() [1/2]	317
8.19.3.2 load() [2/2]	318
8.19.3.3 loadAmbient() [1/2]	319
8.19.3.4 loadAmbient() [2/2]	319
8.19.3.5 loadColor()	320
8.19.3.6 loadDiffuse() [1/2]	320
8.19.3.7 loadDiffuse() [2/2]	321
8.19.3.8 loadPosition() [1/4]	322
8.19.3.9 loadPosition() [2/4]	322
8.19.3.10 loadPosition() [3/4]	323
8.19.3.11 loadPosition() [4/4]	323
8.19.3.12 loadSpecular() [1/2]	324
8.19.3.13 loadSpecular() [2/2]	325
8.19.3.14 select()	325
8.20 gg::GgSimpleShader::Material 構造体	326
8.20.1 詳解	326
8.20.2 メンバ詳解	327
8.20.2.1 ambient	327

8.20.2.2 diffuse	327
8.20.2.3 shininess	327
8.20.2.4 specular	327
8.21 gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer クラス	328
8.21.1 詳解	329
8.21.2 構築子と解体子	329
8.21.2.1 MaterialBuffer() [1/2]	329
8.21.2.2 MaterialBuffer() [2/2]	330
8.21.2.3 ~MaterialBuffer()	330
8.21.3 関数詳解	330
8.21.3.1 load() [1/2]	330
8.21.3.2 load() [2/2]	331
8.21.3.3 loadAmbient() [1/2]	332
8.21.3.4 loadAmbient() [2/2]	332
8.21.3.5 loadAmbientAndDiffuse() [1/2]	333
8.21.3.6 loadAmbientAndDiffuse() [2/2]	333
8.21.3.7 loadDiffuse() [1/2]	334
8.21.3.8 loadDiffuse() [2/2]	334
8.21.3.9 loadShininess() [1/2]	335
8.21.3.10 loadShininess() [2/2]	335
8.21.3.11 loadSpecular() [1/2]	336
8.21.3.12 loadSpecular() [2/2]	336
8.21.3.13 select()	338
8.22 Window クラス	339
8.22.1 詳解	341
8.22.2 構築子と解体子	341
8.22.2.1 Window() [1/2]	341
8.22.2.2 Window() [2/2]	342
8.22.2.3 ~Window()	342
8.22.3 関数詳解	342
8.22.3.1 get()	343
8.22.3.2 getAltArrowX()	343
8.22.3.3 getAltArrowY()	343
8.22.3.4 getAltIArrow()	343
8.22.3.5 getArrow() [1/2]	344
8.22.3.6 getArrow() [2/2]	344
8.22.3.7 getArrowX()	345
8.22.3.8 getArrowY()	345
8.22.3.9 getAspect()	345
8.22.3.10 getControlArrow()	346
8.22.3.11 getControlArrowX()	346
8.22.3.12 getControlArrowY()	347

8.22.3.13	getHeight()	347
8.22.3.14	getKey()	347
8.22.3.15	getLocation()	347
8.22.3.16	getMouse() [1/3]	348
8.22.3.17	getMouse() [2/3]	348
8.22.3.18	getMouse() [3/3]	349
8.22.3.19	getMouseX()	349
8.22.3.20	getMouseY()	349
8.22.3.21	getShiftArrow()	349
8.22.3.22	getShiftArrowX()	350
8.22.3.23	getShiftArrowY()	350
8.22.3.24	getSize() [1/2]	350
8.22.3.25	getSize() [2/2]	350
8.22.3.26	getTrackball()	351
8.22.3.27	getTrackballData()	352
8.22.3.28	getTranslation()	352
8.22.3.29	getUserPointer()	353
8.22.3.30	getWheel() [1/3]	353
8.22.3.31	getWheel() [2/3]	353
8.22.3.32	getWheel() [3/3]	354
8.22.3.33	getWheelX()	354
8.22.3.34	getWheelY()	354
8.22.3.35	getWidth()	355
8.22.3.36	init()	355
8.22.3.37	operator bool()	355
8.22.3.38	operator=()	356
8.22.3.39	reset()	356
8.22.3.40	reset_trackball()	356
8.22.3.41	reset_translation()	357
8.22.3.42	restoreViewport()	357
8.22.3.43	selectInterface()	357
8.22.3.44	setClose()	357
8.22.3.45	setKeyboardFunc()	358
8.22.3.46	setMouseFunc()	358
8.22.3.47	setResizeFunc() [1/2]	358
8.22.3.48	setResizeFunc() [2/2]	360
8.22.3.49	setUserPointer()	360
8.22.3.50	setVelocity()	360
8.22.3.51	shouldClose()	361
8.22.3.52	swapBuffers()	361
8.22.4	メンバ詳解	361
8.22.4.1	eyeCount	361

9 ファイル詳解	363
9.1 gg.cpp ファイル	363
9.1.1 詳解	363
9.2 gg.h ファイル	364
9.2.1 詳解	369
9.3 ggsample01.cpp ファイル	369
9.3.1 マクロ定義詳解	370
9.3.1.1 USE_IMGUI	370
9.3.2 関数詳解	370
9.3.2.1 app()	370
9.3.3 変数詳解	371
9.3.3.1 light	371
9.4 main.cpp ファイル	371
9.4.1 マクロ定義詳解	372
9.4.1.1 HEADER_STR	372
9.4.1.2 USE_IMGUI	372
9.4.2 関数詳解	372
9.4.2.1 app()	372
9.4.2.2 main()	373
9.5 README.md ファイル	374
9.6 Window.h ファイル	374
9.6.1 詳解	375
9.6.2 マクロ定義詳解	375
9.6.2.1 USE_IMGUI	376
9.6.3 関数詳解	376
9.6.3.1 BUTTON_COUNT()	376
9.6.3.2 INTERFACE_COUNT()	376
Index	377

Chapter 1

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助 プログラム **GLFW3** 版

Copyright (c) 2011-2021 Kohe Tokoi. All Rights Reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies or substantial portions of the Software.

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL KOHE TOKOI BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

Chapter 2

ggsample01

2.1 ゲームグラフィックス特論A 第1回 宿題

OpenGL の開発環境を整備してください。

- 宿題のひな形は [GitHub](#) にあります (宿題のひな形で使っている [補助プログラムの解説](#))。
- 詳しくは [講義のスライド](#) を参照してください。

2.2 宿題プログラムの作成に必要な環境

- Linux Mint 18.3 / Windows 10 (Visual Studio 2017) / macOS 10.15 (Xcode 11) 以降に対応しています。
- OpenGL 4.1 以降が実行できる環境 (対応した GPU を搭載したビデオカード や CPU) が必要です。
- macOS では M1 Mac (Apple Silicon) に対応した Universal Binary を作成するようにしています。

2.3 補足

このプログラムを実行すると、次のような図形が表示されます。

- 今回はソースプログラムを修正していないので送る必要はありません。
- ひな形プログラムがコンパイル／実行できなかつたら知らせてください。
- fork 推奨ですが解答をプルリクで受け取る気力はないと思います。

2.4 宿題プログラム用補助プログラムについて

ゲームグラフィックス特論 A/B で課す宿題プログラムでは、専用の補助プログラムを用意しています。これは以下の 3 つのファイルで構成されています。

- [gg.h / gg.cpp](#)
 - GLFW での利用を想定した OpenGL のローダとユーティリティ
- [Window.h](#)
 - ウィンドウやマウス関連のユーザインタフェースを管理する GLFW のラッパー

GLFW は OpenGL や、その後継の Vulkan を使用したアプリケーションを作成するための、非常にコンパクトなフレームワークです。本当はこれだけで簡単にアプリケーションが作れるのですが、授業内容とはあまり関係のない処理を分離するために、屋上屋ながら**この授業専用の**フレームワークを用意しました。なお、[gg.h / gg.cpp](#) には OpenGL の拡張機能を使用可能にする機能を含んでいるので、別に GLEW や glad、GL3W などを導入する必要はありません。また [Window.h](#) には、Dear ImGui をサポートする機能と、Oculus Rift (DK1, DK2, CV1, S) をサポートする機能を組み込んでいます。これを使って、C++ だけで VR アプリケーション () が作れます。

2.4.1 補助プログラムのドキュメント

Doxygen で生成したドキュメントの [HTML 版](#)を html フォルダに、[PDF 版](#)を pdf フォルダに置いています。

2.4.2 補助プログラムの使い方

補助プログラムを使用するには、最小限、GLFW が使える環境が必要です。ゲームグラフィックス特論 A/B の宿題のリポジトリには Windows 用、macOS 用、および Linux 用にコンパイルしたライブラリファイル一式を含めていますので、宿題のために別に用意する必要はありません。[gg.h](#), [gg.cpp](#), [Window.h](#) だけを使うときは、それぞれの環境で GLFW をインストールしておいてください。この補助プログラムを使用した最小のプログラムは、多分こんな感じになります。このソースファイルと同じところに [gg.h](#), [gg.cpp](#), [Window.h](#) を置き、[gg.cpp](#) と一緒にコンパイルして、GLFW のライブラリファイルをリンクしてください。

```
#include "Window.h"
int main()
{
    Window::init();
    Window window;
    while (window)
    {
        //
        //   ここで OpenGL による描画を行う
        //
    }
}
```

使用する OpenGL のバージョンは、`Window::init(major, minor)` の major と minor で指定できます。major を 0 にするか省略すると、OpenGL のバージョンの指定を行いません。その場合は、macOS 以外では恐らく OpenGL のハードウェアもしくはドライバで対応可能な最大のバージョンが使用されます。なお、3.2 以降を指定したときは macOS 対応の都合で forward compatible プロファイルと core プロファイルを有効にします。macOS の場合は `Window::init(3, 2)` もしくは `Window::init(4, 1)` を指定してください。

```
// for macOS
Window::init(4, 1);
```


2.4.3 Oculus Rift を使う場合

#include "Window.h" の前に #define USE_OCULUS_RIFT を置いてください。DK1 / DK2 用か CV1 / S 用かは、使用する LibOVR のバージョンが 1.0 以前か以降かで判断しています。ただし DK1 / DK2 用 (LibOVR 0.8) のサポートは、今後は継続しない可能性があります。

```
// ウィンドウ関連の処理
#define USE_OCULUS_RIFT
#include "Window.h"
```

あるいは、Window.h の中に #define USE_OCULUS_RIFT を置いてください。

```
// Oculus Rift を使うなら
#define USE_OCULUS_RIFT
```

実際の使い方は、「[Oculus Rift に図形を表示するプログラムを C++ で作る](#)」を参考にしてください。この記事では以前の補助プログラムを使って解説していますが、Window クラスの使い方は変わりません (以前の補助プログラムでは GgApplication クラス内に置いていました)。

2.4.4 Dear ImGui を使う場合

すべての #include "Window.h" の前に、#define USE_IMGUI を置いてください。

```
// ウィンドウ関連の処理
#define USE_IMGUI
#include "Window.h"
```

あるいは、Window.h の中に #define USE_IMGUI を置いてください。

```
// Dear ImGui を使うなら
#define USE_IMGUI
```

そして、OpenGL の描画ループの中で ImGui::NewFrame(); と ImGui::Render(); の間に Dear ImGui の API を置いてください。Dear ImGui のウィンドウの実際のレンダリング (ImGui_ImplOpenGL3_RenderDrawData(); の呼び出し) は window.swapbuffers() の中で行っているので、Dear ImGui の API と OpenGL の API は描画ループの中で混在していても構いません。

なお、Dear ImGui を有効にした場合は、マウスカーソルが Dear ImGui のウィンドウ上にあるとき (IsAnyWindowHovered() == true) に、Window クラスが保持しているマウスカーソルの位置を更新しないようにしています。また、Dear ImGui のいずれかのウィンドウが選択されているとき (IsAnyWindowFocused() == true) には、Window クラスはキーボードのイベントを処理しないようにしています。

```
// ウィンドウ関連の処理
#define USE_IMGUI
#include "Window.h"
int main()
{
    // ウィンドウ関連の初期設定
    Window::init(4, 1);
    // ウィンドウを作成する
    Window window("Window Title", 1280, 720);
    // ImGui の初期設定
    ImGui::StyleColorsDark();
    // 背景色を指定する
    glClearColor(1.0f, 1.0f, 1.0f, 0.0f);
    // ウィンドウが開いている間繰り返す
    while (window)
    {
        // ImGui のフレームを準備する
        ImGui::NewFrame();
        // ImGui のフレームに一つ目の ImGui のウィンドウを描く
        ImGui::Begin("Control panel");
        ImGui::Text("Frame rate: %6.2f fps", ImGui::GetIO().Framerate);
        if (ImGui::Button("Quit")) window.setClose();
        ImGui::End();
        // ウィンドウを消去する
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
        //
        // ここで OpenGL による描画を行う
        //
        // ImGui のフレームに描画する
        ImGui::Render();
        // カラーバッファを入れ替えてイベントを取り出す
        window.swapBuffers();
    }
}
```

```
}  
}
```

このソースファイルと Dear ImGui に含まれる以下のファイル、および [gg.h](#), [gg.cpp](#), [Window.h](#) を同じところに置き、[gg.cpp](#) と以下のうちの *.cpp ファイルと一緒にコンパイルして、GLFW のライブラリファイルをリンクしてください。

```
imconfig.h  
imgui.h  
imgui_impl_glfw.h  
imgui_impl_opengl3.h  
imgui_internal.h  
imstb_rectpack.h  
imstb_textedit.h  
imstb_truetype.h
```

```
imgui.cpp  
imgui_draw.cpp  
imgui_impl_glfw.cpp  
imgui_impl_opengl3.cpp  
imgui_tables.cpp  
imgui_widgets.cpp
```

2.4.4.1 imconfig.h の変更点

Dear ImGui は使用している OpenGL のローダを自動判別するのですが、この授業オリジナルの [gg.h](#) / [gg.cpp](#) は見つけてくれません。そこで、この中の `imconfig.h` の**最後**に、以下の定義を追加しています。

```
// My custom OpenGL loader  
#define IMGUI_IMPL_OPENGL_LOADER_CUSTOM "../gg.h"
```

Chapter 3

名前空間索引

3.1 名前空間一覧

全名前空間の一覧です。

99	ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムの名前空間	15
----	--	----

Chapter 4

階層索引

4.1 クラス階層

クラス階層一覧です。大雑把に文字符号順で並べられています。

gg::GgBuffer< T >	75
gg::GgColorTexture	84
gg::GgMatrix	95
gg::GgNormalTexture	162
gg::GgPointShader	171
gg::GgSimpleShader	260
gg::GgQuaternion	184
gg::GgShader	251
gg::GgShape	254
gg::GgPoints	166
gg::GgTriangles	292
gg::GgElements	89
gg::GgSimpleObj	258
gg::GgTexture	280
gg::GgTrackball	284
gg::GgUniformBuffer< T >	297
gg::GgUniformBuffer< Light >	297
gg::GgSimpleShader::LightBuffer	315
gg::GgUniformBuffer< Material >	297
gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer	328
gg::GgVertex	311
gg::GgSimpleShader::Light	313
gg::GgSimpleShader::Material	326
Window	339

Chapter 5

クラス索引

5.1 クラス一覧

クラス・構造体・共用体・インターフェースの一覧です。

gg::GgBuffer< T >	バッファオブジェクト	75
gg::GgColorTexture	カラーマップ	84
gg::GgElements	三角形で表した形状データ (Elements 形式)	89
gg::GgMatrix	変換行列	95
gg::GgNormalTexture	法線マップ	162
gg::GgPoints	点	166
gg::GgPointShader	点のシェーダ	171
gg::GgQuaternion	四元数	184
gg::GgShader	シェーダの基底クラス	251
gg::GgShape	形状データの基底クラス	254
gg::GgSimpleObj	Wavefront OBJ 形式のファイル (Arrays 形式)	258
gg::GgSimpleShader	三角形に単純な陰影付けを行うシェーダ	260
gg::GgTexture	テクスチャ	280
gg::GgTrackball	簡易トラックボール処理	284
gg::GgTriangles	三角形で表した形状データ (Arrays 形式)	292
gg::GgUniformBuffer< T >	ユニフォームバッファオブジェクト	297
gg::GgVertex	三角形の頂点データ	311
gg::GgSimpleShader::Light	三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データ	313

gg::GgSimpleShader::LightBuffer	
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データのユニフォームバッ ファオブジェクト	315
gg::GgSimpleShader::Material	
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データ	326
gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer	
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データのユニフォームバッ ファオブジェクト	328
Window	
ウィンドウ関連の処理	339

Chapter 6

ファイル索引

6.1 ファイル一覧

ファイル一覧です。

gg.cpp	ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の定義	363
gg.h	ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の宣言	364
ggsample01.cpp		369
main.cpp		371
Window.h	ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムのウィンドウ関連の処理	374

Chapter 7

名前空間詳解

7.1 gg 名前空間

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムの名前空間

クラス

- class `GgMatrix`
変換行列.
- class `GgQuaternion`
四元数.
- class `GgTrackball`
簡易トラックボール処理.
- class `GgTexture`
テクスチャ.
- class `GgColorTexture`
カラーマップ.
- class `GgNormalTexture`
法線マップ.
- class `GgBuffer`
バッファオブジェクト.
- class `GgUniformBuffer`
ユニフォームバッファオブジェクト.
- class `GgShape`
形状データの基底クラス.
- class `GgPoints`
点.
- struct `GgVertex`
三角形の頂点データ.
- class `GgTriangles`
三角形で表した形状データ (*Arrays* 形式).
- class `GgElements`
三角形で表した形状データ (*Elements* 形式).
- class `GgShader`
シェーダの基底クラス.

- class `GgPointShader`
点のシェーダ.
- class `GgSimpleShader`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダ.
- class `GgSimpleObj`
Wavefront OBJ 形式のファイル (*Arrays* 形式).

型定義

- using `GgVector` = `std::array< GLfloat, 4 >`
4 要素の単精度実数の配列.

列挙型

- enum `BindingPoints` { `LightBindingPoint` = 0 , `MaterialBindingPoint` }
- 光源と材質の *uniform buffer object* の結合ポイント.

関数

- void `ggInit` ()
ゲームグラフィックス特論の都合にもとづく初期化を行う.
- void `_ggError` (const char *name=NULLptr, unsigned int line=0)
OpenGL のエラーをチェックする.
- void `_ggFBOError` (const char *name=NULLptr, unsigned int line=0)
FBO のエラーをチェックする.
- bool `ggSaveTga` (const char *name, const void *buffer, unsigned int width, unsigned int height, unsigned int depth)
配列の内容を *TGA* ファイルに保存する.
- bool `ggSaveColor` (const char *name)
カラーバッファの内容を *TGA* ファイルに保存する.
- bool `ggSaveDepth` (const char *name)
デプスバッファの内容を *TGA* ファイルに保存する.
- bool `ggReadImage` (const char *name, std::vector< GLubyte > &image, GLsizei *pWidth, GLsizei *pHeight, GLenum *pFormat)
TGA ファイル (*8/16/24/32bit*) をメモリに読み込む.
- GLuint `ggLoadTexture` (const GLvoid *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_BGR, GLenum type=GL_UNSIGNED_BYTE, GLenum internal=GL_RGB, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)
テクスチャメモリを確保して画像データをテクスチャとして読み込む.
- GLuint `ggLoadImage` (const char *name, GLsizei *pWidth=NULLptr, GLsizei *pHeight=NULLptr, GLenum internal=0, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)
テクスチャメモリを確保して *TGA* 画像ファイルを読み込む.
- void `ggCreateNormalMap` (const GLubyte *hmap, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format, GLfloat nz, GLenum internal, std::vector< GgVector > &nmap)
グレースケール画像 (*8bit*) から法線マップのデータを作成する.
- GLuint `ggLoadHeight` (const char *name, float nz, GLsizei *pWidth=NULLptr, GLsizei *pHeight=NULLptr, GLenum internal=GL_RGBA)
テクスチャメモリを確保して *TGA* 画像ファイルを読み込み法線マップを作成する.
- GLuint `ggCreateShader` (const char *vsrc, const char *fsrc=NULLptr, const char *gsrc=NULLptr, GLint nvarying=0, const char *const varyings[]=NULLptr, const char *vtext="vertex shader", const char *ftext="fragment shader", const char *gtext="geometry shader")

シェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。

- GLuint **ggLoadShader** (const char *vert, const char *frag=NULLptr, const char *geom=NULLptr, GLint nvarying=0, const char *const varyings[]=NULLptr)

シェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。

- GLuint **ggCreateComputeShader** (const char *csrc, const char *ctext="compute shader")
コンピュートシェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。
- GLuint **ggLoadComputeShader** (const char *comp)
コンピュートシェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。

- GLfloat **ggLength3** (const GLfloat *a)
3要素の長さ。
- void **ggNormalize3** (GLfloat *a)
3要素の正規化。
- GLfloat **ggDot3** (const GLfloat *a, const GLfloat *b)
3要素の内積。
- void **ggCross** (GLfloat *c, const GLfloat *a, const GLfloat *b)
3要素の外積。
- GLfloat **ggLength4** (const GLfloat *a)
4要素の長さ。
- GLfloat **ggLength4** (const GgVector &a)
GgVector型の長さ。
- void **ggNormalize4** (GLfloat *a)
4要素の正規化。
- void **ggNormalize4** (GgVector &a)
GgVector型の正規化。
- GLfloat **ggDot4** (const GLfloat *a, const GLfloat *b)
4要素の内積
- GLfloat **ggDot4** (const GgVector &a, const GgVector &b)
GgVector型の内積
- GgMatrix **ggIdentity** ()
単位行列を返す。
- GgMatrix **ggTranslate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
平行移動の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggTranslate** (const GLfloat *t)
平行移動の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggTranslate** (const GgVector &t)
平行移動の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggScale** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
拡大縮小の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggScale** (const GLfloat *s)
拡大縮小の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggScale** (const GgVector &s)
拡大縮小の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggRotateX** (GLfloat a)
x軸中心の回転の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggRotateY** (GLfloat a)
y軸中心の回転の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggRotateZ** (GLfloat a)
z軸中心の回転の変換行列を返す。
- GgMatrix **ggRotate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す。
- GgMatrix **ggRotate** (const GLfloat *r, GLfloat a)

- r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix ggRotate** (const **GgVector** &r, GLfloat a)
 - r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix ggRotate** (const GLfloat *r)
 - r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix ggRotate** (const **GgVector** &r)
 - r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix ggLookat** (GLfloat ex, GLfloat ey, GLfloat ez, GLfloat tx, GLfloat ty, GLfloat tz, GLfloat ux, GLfloat uy, GLfloat uz)
 - ビュー変換行列を返す.
- **GgMatrix ggLookat** (const GLfloat *e, const GLfloat *t, const GLfloat *u)
 - ビュー変換行列を返す.
- **GgMatrix ggLookat** (const **GgVector** &e, const **GgVector** &t, const **GgVector** &u)
 - ビュー変換行列を返す.
- **GgMatrix ggOrthogonal** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
 - 直交投影変換行列を返す.
- **GgMatrix ggFrustum** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
 - 透視透視投影変換行列を返す.
- **GgMatrix ggPerspective** (GLfloat fovy, GLfloat aspect, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
 - 画角を指定して透視投影変換行列を返す.
- **GgMatrix ggTranspose** (const **GgMatrix** &m)
 - 転置行列を返す.
- **GgMatrix ggInvert** (const **GgMatrix** &m)
 - 逆行列を返す.
- **GgMatrix ggNormal** (const **GgMatrix** &m)
 - 法線変換行列を返す.
- **GgQuaternion ggQuaternion** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)
 - 四元数を返す
- **GgQuaternion ggQuaternion** (const GLfloat *a)
 - 四元数を返す
- **GgQuaternion ggIdentityQuaternion** ()
 - 単位四元数を返す
- **GgQuaternion ggMatrixQuaternion** (const GLfloat *a)
 - 回転の変換行列 m を表す四元数を返す.
- **GgQuaternion ggMatrixQuaternion** (const **GgMatrix** &m)
 - 回転の変換行列 m を表す四元数を返す.
- **GgMatrix ggQuaternionMatrix** (const **GgQuaternion** &q)
 - 四元数 q の回転の変換行列を返す.
- **GgMatrix ggQuaternionTransposeMatrix** (const **GgQuaternion** &q)
 - 四元数 q の回転の転置した変換行列を返す.
- **GgQuaternion ggRotateQuaternion** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
 - (x, y, z) を軸として角度 a 回転する四元数を返す.
- **GgQuaternion ggRotateQuaternion** (const GLfloat *v, GLfloat a)
 - $(v[0], v[1], v[2])$ を軸として角度 a 回転する四元数を返す.
- **GgQuaternion ggRotateQuaternion** (const GLfloat *v)
 - $(v[0], v[1], v[2])$ を軸として角度 $v[3]$ 回転する四元数を返す.
- **GgQuaternion ggEulerQuaternion** (GLfloat heading, GLfloat pitch, GLfloat roll)
 - オイラー角 (*heading, pitch, roll*) で与えられた回転を表す四元数を返す.
- **GgQuaternion ggEulerQuaternion** (const GLfloat *e)
 - オイラー角 $(e[0], e[1], e[2])$ で与えられた回転を表す四元数を返す.
- **GgQuaternion ggSlerp** (const GLfloat *a, const GLfloat *b, GLfloat t)

- 二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- `GgQuaternion ggSlerp (const GgQuaternion &q, const GgQuaternion &r, GLfloat t)`
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- `GgQuaternion ggSlerp (const GgQuaternion &q, const GLfloat *a, GLfloat t)`
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- `GgQuaternion ggSlerp (const GLfloat *a, const GgQuaternion &q, GLfloat t)`
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- `GLfloat ggNorm (const GgQuaternion &q)`
四元数のノルムを返す.
- `GgQuaternion ggNormalize (const GgQuaternion &q)`
正規化した四元数を返す.
- `GgQuaternion ggConjugate (const GgQuaternion &q)`
共役四元数を返す.
- `GgQuaternion ggInvert (const GgQuaternion &q)`
四元数の逆元を求める.
- `GgPoints * ggPointsCube (GLsizei countv, GLfloat length=1.0f, GLfloat cx=0.0f, GLfloat cy=0.0f, GLfloat cz=0.0f)`
点群を立方体状に生成する.
- `GgPoints * ggPointsSphere (GLsizei countv, GLfloat radius=0.5f, GLfloat cx=0.0f, GLfloat cy=0.0f, GLfloat cz=0.0f)`
点群を球状に生成する.
- `GgTriangles * ggRectangle (GLfloat width=1.0f, GLfloat height=1.0f)`
矩形状に 2 枚の三角形を生成する.
- `GgTriangles * ggEllipse (GLfloat width=1.0f, GLfloat height=1.0f, GLuint slices=16)`
楕円状に三角形を生成する.
- `GgTriangles * ggArraysObj (const char *name, bool normalize=false)`
Wavefront OBJ ファイルを読み込む (*Arrays* 形式)
- `GgElements * ggElementsObj (const char *name, bool normalize=false)`
Wavefront OBJ ファイルを読み込む (*Elements* 形式).
- `GgElements * ggElementsMesh (GLuint slices, GLuint stacks, const GLfloat(*pos)[3], const GLfloat(*norm)[3]=nullptr)`
メッシュ形状を作成する (*Elements* 形式).
- `GgElements * ggElementsSphere (GLfloat radius=1.0f, int slices=16, int stacks=8)`
- `bool ggLoadSimpleObj (const char *name, std::vector< std::array< GLuint, 3 >> &group, std::vector< GgSimpleShader::Material > &material, std::vector< GgVertex > &vert, bool normalize=false)`
三角形分割された *OBJ* ファイルと *MTL* ファイルを読み込む (*Arrays* 形式)
- `bool ggLoadSimpleObj (const char *name, std::vector< std::array< GLuint, 3 >> &group, std::vector< GgSimpleShader::Material > &material, std::vector< GgVertex > &vert, std::vector< GLuint > &face, bool normalize=false)`
三角形分割された *OBJ* ファイルを読み込む (*Elements* 形式).

変数

- `GLint ggBufferAlignment`
使用している *GPU* のバッファオブジェクトのアライメント, 初期化に取得される.

7.1.1 詳解

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムの名前空間

7.1.2 型定義詳解

7.1.2.1 GgVector

```
using gg::GgVector = typedef std::array<GLfloat, 4>
```

4 要素の単精度実数の配列.

gg.h の 1325 行目に定義があります。

7.1.3 列挙型詳解

7.1.3.1 BindingPoints

```
enum gg::BindingPoints
```

光源と材質の uniform buffer object の結合ポイント.

列挙値

LightBindingPoint	光源の uniform buffer object の結合ポイント
MaterialBindingPoint	材質の uniform buffer object の結合ポイント

gg.h の 1311 行目に定義があります。

7.1.4 関数詳解

7.1.4.1 _ggError()

```
void gg::_ggError (
    const char * name = nullptr,
    unsigned int line = 0 )
```

OpenGL のエラーをチェックする.

OpenGL の API を呼び出し直後に実行すればエラーのあるときにメッセージを表示する.

引数

<i>name</i>	エラー発生時に標準エラー出力に出力する文字列, <code>nullptr</code> なら何も出力しない.
<i>line</i>	エラー発生時に標準エラー出力に出力する数値, 0 なら何も出力しない.

gg.cpp の 2574 行目に定義があります。

7.1.4.2 _ggFBOError()

```
void gg::_ggFBOError (
    const char * name = nullptr,
    unsigned int line = 0 )
```

FBO のエラーをチェックする.

FBO の API を呼び出し直後に実行すればエラーのあるときにメッセージを表示する.

引数

<i>name</i>	エラー発生時に標準エラー出力に出力する文字列, <code>nullptr</code> なら何も出力しない.
<i>line</i>	エラー発生時に標準エラー出力に出力する数値, 0 なら何も出力しない.

gg.cpp の 2618 行目に定義があります。

7.1.4.3 ggArraysObj()

```
gg::GgTriangles * gg::ggArraysObj (
    const char * name,
    bool normalize = false )
```

Wavefront OBJ ファイルを読み込む (Arrays 形式)

三角形分割された Wavefront OBJ ファイルを読み込んで GgArrays 形式の三角形データを生成する.

引数

<i>name</i>	ファイル名.
<i>normalize</i>	true なら大きさを正規化.

gg.cpp の 5124 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.4 ggConjugate()

```
GgQuaternion gg::ggConjugate (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

共役四元数を返す.

引数

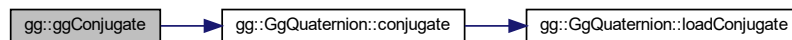
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

四元数 *q* の共役四元数.

gg.h の 3721 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.5 ggCreateComputeShader()

```
GLuint gg::ggCreateComputeShader (
    const char * csrc,
    const char * ctext = "compute shader" )
```

コンピュータシェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する.

引数

<i>csrc</i>	コンピュートシェーダのソースプログラムの文字列.
<i>ctext</i>	コンピュートシェーダのコンパイル時のメッセージに追加する文字列.

戻り値

プログラムオブジェクトのプログラム名 (作成できなければ 0).

gg.cpp の 4150 行目に定義があります。

7.1.4.6 ggCreateNormalMap()

```
void gg::ggCreateNormalMap (
    const GLubyte * hmap,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format,
    GLfloat nz,
    GLenum internal,
    std::vector< GgVector > & nmap )
```

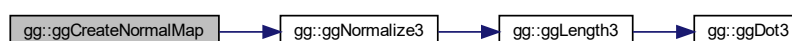
グレースケール画像 (8bit) から法線マップのデータを作成する.

引数

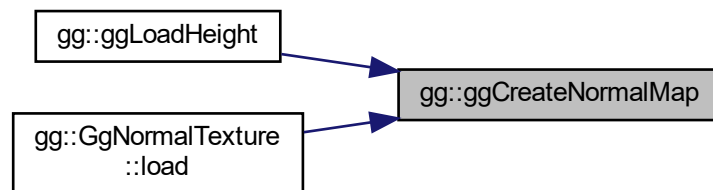
<i>hmap</i>	グレースケール画像のデータ.
<i>width</i>	高さマップのグレースケール画像 <i>hmap</i> の横の画素数.
<i>height</i>	高さマップのグレースケール画像 <i>hmap</i> の縦の画素数.
<i>format</i>	データの書式 (GL_RED, GL_RG, GL_RGB, GL_BGR, GL_RGBA, GL_BGRA).
<i>nz</i>	法線の z 成分の割合.
<i>internal</i>	法線マップを格納するテクスチャの内部フォーマット.
<i>nmap</i>	法線マップを格納する vector.

gg.cpp の 3005 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.7 ggCreateShader()

```

GLuint gg::ggCreateShader (
    const char * vsrc,
    const char * fsrc = nullptr,
    const char * gsrc = nullptr,
    GLint nvarying = 0,
    const char *const varyings[] = nullptr,
    const char * vtext = "vertex shader",
    const char * ftext = "fragment shader",
    const char * gtext = "geometry shader" )
  
```

シェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。

引数

<i>vsrc</i>	バーテックスシェーダのソースプログラムの文字列.
<i>fsrc</i>	フラグメントシェーダのソースプログラムの文字列 (nullptr なら不使用).
<i>gsrc</i>	ジオメトリシェーダのソースプログラムの文字列 (nullptr なら不使用).
<i>nvarying</i>	フィードバックする varying 変数の数 (0 なら不使用).
<i>varyings</i>	フィードバックする varying 変数のリスト (nullptr なら不使用).
<i>vtext</i>	バーテックスシェーダのコンパイル時のメッセージに追加する文字列.
<i>ftext</i>	フラグメントシェーダのコンパイル時のメッセージに追加する文字列.
<i>gtext</i>	ジオメトリシェーダのコンパイル時のメッセージに追加する文字列.

戻り値

プログラムオブジェクトのプログラム名 (作成できなければ 0).

gg.cpp の 3993 行目に定義があります。

7.1.4.8 ggCross()

```
void gg::ggCross (
    GLfloat * c,
    const GLfloat * a,
    const GLfloat * b ) [inline]
```

3 要素の外積.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>b</i>	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>c</i>	結果を格納する GLfloat 型の 3 要素の配列変数.

gg.h の 1571 行目に定義があります。

7.1.4.9 ggDot3()

```
GLfloat gg::ggDot3 (
    const GLfloat * a,
    const GLfloat * b ) [inline]
```

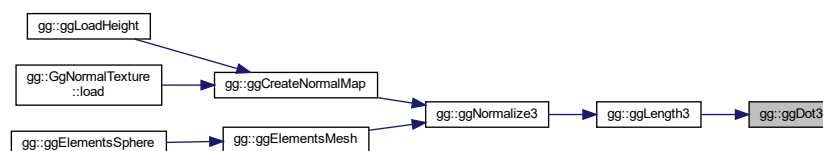
3 要素の内積.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>b</i>	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.

gg.h の 1559 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.10 ggDot4() [1/2]

```
GLfloat gg::ggDot4 (
    const GgVector & a,
    const GgVector & b ) [inline]
```

GgVector 型の内積

引数

<i>a</i>	GgVector 型の変数.
<i>b</i>	GgVector 型の変数.

gg.h の 1646 行目に定義があります。

7.1.4.11 ggDot4() [2/2]

```
GLfloat gg::ggDot4 (
    const GLfloat * a,
    const GLfloat * b ) [inline]
```

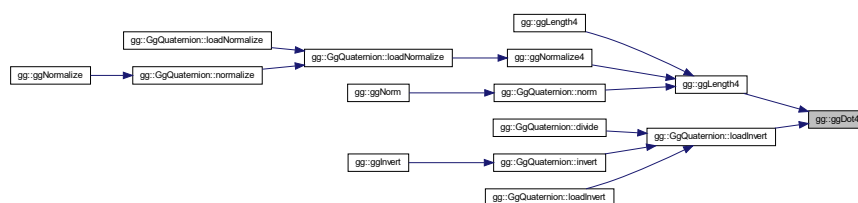
4 要素の内積

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>b</i>	GLfloat 型の 4 要素の配列変数.

gg.h の 1635 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.12 ggElementsMesh()

```
gg::GgElements * gg::ggElementsMesh (
    GLuint slices,
```

```
GLuint stacks,
const GLfloat(*) pos[3],
const GLfloat(*) norm[3] = nullptr )
```

メッシュ形状を作成する (Elements 形式).

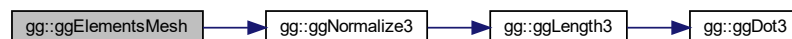
メッシュ状に **GgElements** 形式の三角形データを生成する.

引数

<i>slices</i>	メッシュの横方向の分割数.
<i>stacks</i>	メッシュの縦方向の分割数.
<i>pos</i>	メッシュの頂点の位置.
<i>norm</i>	メッシュの頂点の法線.

gg.cpp の 5158 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.13 ggElementsObj()

```
gg::GgElements * gg::ggElementsObj (
    const char * name,
    bool normalize = false )
```

Wavefront OBJ ファイル を読み込む (Elements 形式).

三角形分割された Wavefront OBJ ファイル を読み込んで **GgElements** 形式の三角形データを生成する.

引数

<i>name</i>	ファイル名.
<i>normalize</i>	true なら大きさを正規化.

gg.cpp の 5140 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.14 ggElementsSphere()

```

gg::GgElements * gg::ggElementsSphere (
    GLfloat radius = 1.0f,
    int slices = 16,
    int stacks = 8 )
  
```

球状に三角形データを生成する (Elements 形式).

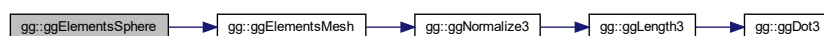
球状に GgElements 形式の三角形データを生成する.

引数

<i>radius</i>	球の半径.
<i>slices</i>	球の経度方向の分割数.
<i>stacks</i>	球の緯度方向の分割数.

gg.cpp の 5254 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.15 ggEllipse()

```
gg::GgTriangles * gg::ggEllipse (
    GLfloat width = 1.0f,
    GLfloat height = 1.0f,
    GLuint slices = 16 )
```

楕円状に三角形を生成する。

引数

<i>width</i>	楕円の横幅.
<i>height</i>	楕円の高さ.
<i>slices</i>	楕円の分割数.

gg.cpp の 5098 行目に定義があります。

7.1.4.16 ggEulerQuaternion() [1/2]

```
GgQuaternion gg::ggEulerQuaternion (
    const GLfloat * e ) [inline]
```

オイラー角 (e[0], e[1], e[2]) で与えられた回転を表す四元数を返す。

引数

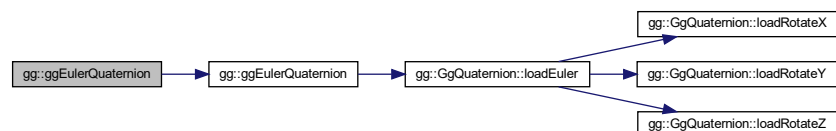
<i>e</i>	オイラー角を表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (heading, pitch, roll).
----------	---

戻り値

回転を表す四元数.

gg.h の 3656 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.17 ggEulerQuaternion() [2/2]

```
GgQuaternion gg::ggEulerQuaternion (
    GLfloat heading,
    GLfloat pitch,
    GLfloat roll ) [inline]
```

オイラー角 (heading, pitch, roll) で与えられた回転を表す四元数を返す.

引数

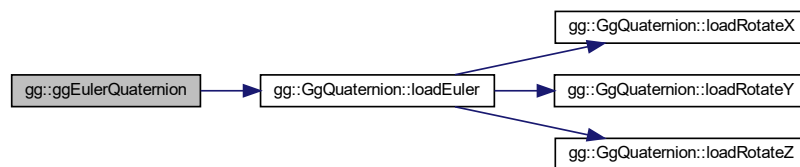
<i>heading</i>	y 軸中心の回転角.
<i>pitch</i>	x 軸中心の回転角.
<i>roll</i>	z 軸中心の回転角.

戻り値

回転を表す四元数.

gg.h の 3647 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.18 ggFrustum()

```
GgMatrix gg::ggFrustum (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) [inline]
```

透視透視投影変換行列を返す.

引数

<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

求めた透視投影変換行列.

gg.h の 2668 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.19 ggIdentity()

```
GgMatrix gg::ggIdentity ( ) [inline]
```

単位行列を返す.

戻り値

単位行列

gg.h の 2450 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.20 ggIdentityQuaternion()

```
GgQuaternion gg::ggIdentityQuaternion ( ) [inline]
```

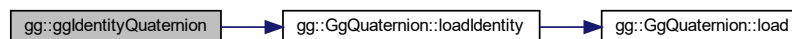
単位四元数を返す

戻り値

単位四元数.

gg.h の 3568 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.21 ggInit()

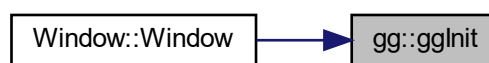
```
void gg::ggInit ( )
```

ゲームグラフィックス特論の都合にもとづく初期化を行う.

Windows において OpenGL 1.2 以降の API を有効化する.

gg.cpp の 1319 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.22 ggInvert() [1/2]

```
GgMatrix gg::ggInvert (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

逆行列を返す.

引数

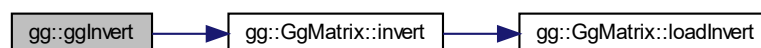
<i>m</i>	元の変換行列.
----------	---------

戻り値

m の逆行列.

gg.h の 2700 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.23 ggInvert() [2/2]

```
GgQuaternion gg::ggInvert (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数の逆元を求める.

引数

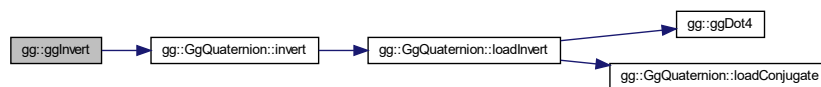
q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

四元数 q の逆元.

gg.h の 3729 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.24 ggLength3()

```
GLfloat gg::ggLength3 (
    const GLfloat * a )
```

3 要素の長さ.

引数

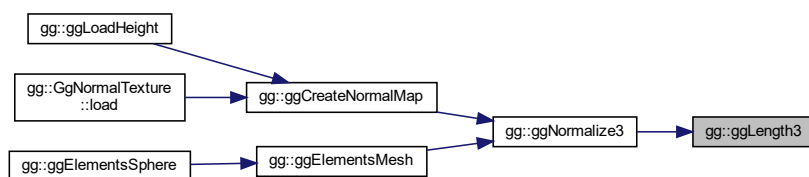
a	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
-----	-----------------------

gg.cpp の 4211 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.25 ggLength4() [1/2]

```

GLfloat gg::ggLength4 (
    const GgVector & a ) [inline]
  
```

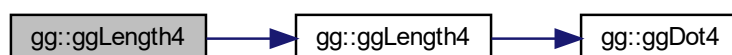
GgVector 型の長さ.

引数

<i>a</i>	GgVector 型の変数.
----------	----------------

gg.h の 1590 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.26 ggLength4() [2/2]

```
GLfloat gg::ggLength4 (
    const GLfloat * a )
```

4 要素の長さ.

引数

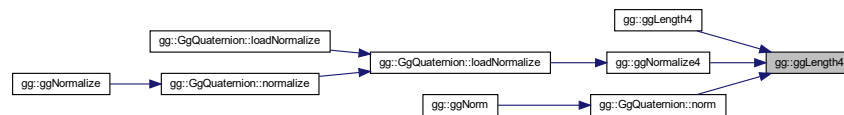
<i>a</i>	GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	-----------------------

gg.cpp の 4221 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.27 ggLoadComputeShader()

```
GLuint gg::ggLoadComputeShader (
    const char * comp )
```

コンピュートシェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する.

引数

<i>comp</i>	コンピュートシェーダのソースファイル名.
-------------	----------------------

戻り値

プログラムオブジェクトのプログラム名 (作成できなければ 0).

gg.cpp の 4191 行目に定義があります。

7.1.4.28 ggLoadHeight()

```
GLuint gg::ggLoadHeight (
    const char * name,
    float nz,
    GLsizei * pWidth = nullptr,
    GLsizei * pHeight = nullptr,
    GLenum internal = GL_RGBA )
```

テクスチャメモリを確保して TGA 画像ファイルを読み込み法線マップを作成する。

引数

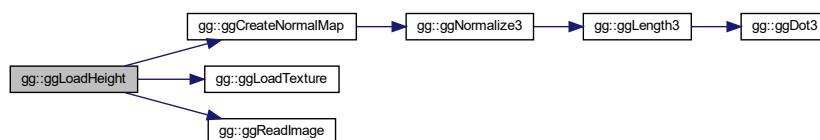
<i>name</i>	読み込むファイル名.
<i>nz</i>	法線の z 成分の割合.
<i>pWidth</i>	読みだした画像ファイルの横の画素数の格納先のポインタ (nullptr なら格納しない). ++
<i>pHeight</i>	読みだした画像ファイルの縦の画素数の格納先のポインタ (nullptr なら格納しない).
<i>internal</i>	glTexImage2D() に指定するテクスチャの内部フォーマット.

戻り値

テクスチャの作成に成功すればテクスチャ名, 失敗すれば 0.

gg.cpp の 3085 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.29 ggLoadImage()

```
GLuint gg::ggLoadImage (
    const char * name,
    GLsizei * pWidth = nullptr,
    GLsizei * pHeight = nullptr,
    GLenum internal = 0,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE )
```

テクスチャメモリを確保して TGA 画像ファイルを読み込む。

引数

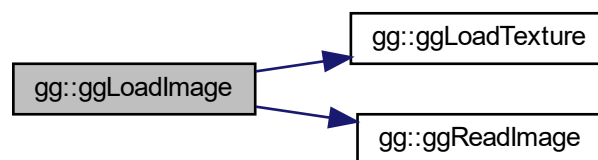
<i>name</i>	読み込むファイル名.
<i>pWidth</i>	読みだした画像ファイルの横の画素数の格納先のポインタ (nullptr なら格納しない). ++
<i>pHeight</i>	読みだした画像ファイルの縦の画素数の格納先のポインタ (nullptr なら格納しない).
<i>internal</i>	glTexImage2D() に指定するテクスチャの内部フォーマット, 0 なら外部フォーマットに合わせる.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード, デフォルトは GL_CLAMP_TO_EDGE.

戻り値

テクスチャの作成に成功すればテクスチャ名, 失敗すれば 0.

gg.cpp の 2949 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.30 ggLoadShader()

```
GLuint gg::ggLoadShader (
    const char * vert,
    const char * frag = nullptr,
    const char * geom = nullptr,
    GLint nvarying = 0,
    const char *const varyings[] = nullptr )
```

シェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。

引数

<i>vert</i>	バーテックスシェーダのソースファイル名.
<i>frag</i>	フラグメントシェーダのソースファイル名 (nullptr なら不使用).
<i>geom</i>	ジオメトリシェーダのソースファイル名 (nullptr なら不使用).
<i>nvarying</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数の数 (0 なら不使用).
<i>varyings</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数のリスト (nullptr なら不使用).

戻り値

プログラムオブジェクトのプログラム名 (作成できなければ 0).

gg.cpp の 4128 行目に定義があります。

7.1.4.31 ggLoadSimpleObj() [1/2]

```
bool gg::ggLoadSimpleObj (
    const char * name,
    std::vector< std::array< GLuint, 3 >> & group,
    std::vector< GgSimpleShader::Material > & material,
    std::vector< GgVertex > & vert,
    bool normalize = false )
```

三角形分割された OBJ ファイルと MTL ファイルを読み込む (Arrays 形式)

引数

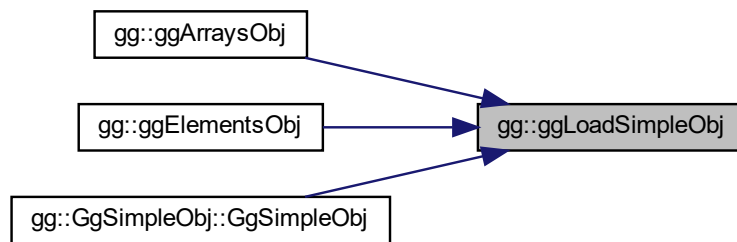
<i>name</i>	読み込む Wavefront OBJ ファイル名.
<i>group</i>	読み込んだデータのポリゴングループごとの最初の三角形の番号と三角形数・材質番号.
<i>material</i>	読み込んだデータのポリゴングループごとの GgSimpleShader::Material 型の材質.
<i>vert</i>	読み込んだデータの頂点属性.
<i>normalize</i>	true なら読み込んだデータの大きさを正規化する.

戻り値

ファイルの読み込みに成功したら true.

gg.cpp の 3738 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.32 ggLoadSimpleObj() [2/2]

```

bool gg::ggLoadSimpleObj (
    const char * name,
    std::vector< std::array< GLuint, 3 >> & group,
    std::vector< GgSimpleShader::Material > & material,
    std::vector< GgVertex > & vert,
    std::vector< GLuint > & face,
    bool normalize = false )
  
```

三角形分割された OBJ ファイルを読み込む (Elements 形式).

引数

<i>name</i>	読み込む Wavefront OBJ ファイル名.
<i>group</i>	読み込んだデータのポリゴングループごとの最初の三角形の番号と三角形数・材質番号.
<i>material</i>	読み込んだデータのポリゴングループごとの材質.
<i>vert</i>	読み込んだデータの頂点属性.
<i>face</i>	読み込んだデータの三角形の頂点インデックス.
<i>normalize</i>	true なら読み込んだデータの大きさを正規化する.

戻り値

ファイルの読み込みに成功したら true.

gg.cpp の 3827 行目に定義があります。

7.1.4.33 ggLoadTexture()

```
GLuint gg::ggLoadTexture (
    const GLvoid * image,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_BGR,
    GLenum type = GL_UNSIGNED_BYTE,
    GLenum internal = GL_RGB,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE )
```

テクスチャメモリを確保して画像データをテクスチャとして読み込む。

引数

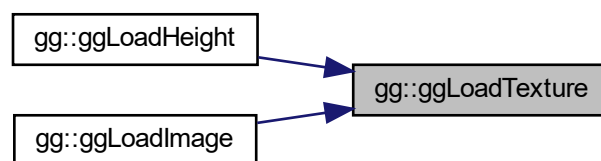
<i>image</i>	テクスチャとして読み込むデータ, nullptr ならテクスチャメモリの確保のみを行う。
<i>width</i>	テクスチャとして読み込むデータ <i>image</i> の横の画素数。
<i>height</i>	テクスチャとして読み込むデータ <i>image</i> の縦の画素数。
<i>format</i>	<i>image</i> のフォーマット。
<i>type</i>	<i>image</i> のデータ型。
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット。
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード, デフォルトは GL_CLAMP_TO_EDGE.

戻り値

テクスチャの作成に成功すればテクスチャ名, 失敗すれば 0.

gg.cpp の 2916 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.34 ggLookat() [1/3]

```
GgMatrix gg::ggLookat (
    const GgVector & e,
    const GgVector & t,
    const GgVector & u ) [inline]
```

ビュー変換行列を返す。

引数

<i>e</i>	視点の位置を格納した <code>GgVector</code> 型の変数.
<i>t</i>	目標点の位置を格納した <code>GgVector</code> 型の変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルを格納した <code>GgVector</code> 型の変数.

戻り値

求めたビュー変換行列.

`gg.h` の 2634 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



7.1.4.35 `ggLookat()` [2/3]

```
GgMatrix gg::ggLookat (  
    const GLfloat * e,  
    const GLfloat * t,  
    const GLfloat * u ) [inline]
```

ビュー変換行列を返す.

引数

<i>e</i>	視点の位置を格納した <code>GLfloat</code> 型の 3 要素の配列変数.
<i>t</i>	目標点の位置を格納した <code>GLfloat</code> 型の 3 要素の配列変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルを格納した <code>GLfloat</code> 型の 3 要素の配列変数.

戻り値

求めたビュー変換行列.

`gg.h` の 2619 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



7.1.4.36 ggLookat() [3/3]

```
GgMatrix gg::ggLookat (
    GLfloat ex,
    GLfloat ey,
    GLfloat ez,
    GLfloat tx,
    GLfloat ty,
    GLfloat tz,
    GLfloat ux,
    GLfloat uy,
    GLfloat uz ) [inline]
```

ビュー変換行列を返す.

引数

<i>ex</i>	視点の位置の x 座標値.
<i>ey</i>	視点の位置の y 座標値.
<i>ez</i>	視点の位置の z 座標値.
<i>tx</i>	目標点の位置の x 座標値.
<i>ty</i>	目標点の位置の y 座標値.
<i>tz</i>	目標点の位置の z 座標値.
<i>ux</i>	上方向のベクトルの x 成分.
<i>uy</i>	上方向のベクトルの y 成分.
<i>uz</i>	上方向のベクトルの z 成分.

戻り値

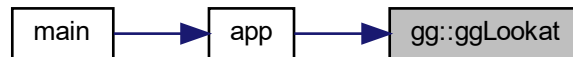
求めたビュー変換行列.

gg.h の 2604 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.37 ggMatrixQuaternion() [1/2]

```
GgQuaternion gg::ggMatrixQuaternion (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

回転の変換行列 m を表す四元数を返す.

引数

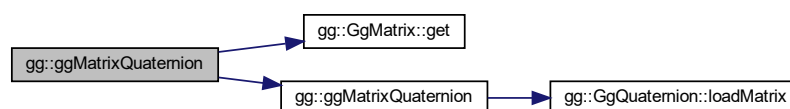
m	<code>GgMatrix</code> 型の変換行列.
-----	-------------------------------

戻り値

m による回転の変換に相当する四元数.

gg.h の 3586 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.38 ggMatrixQuaternion() [2/2]

```
GgQuaternion gg::ggMatrixQuaternion (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

回転の変換行列 m を表す四元数を返す.

引数

a	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
---	------------------------

戻り値

a による回転の変換に相当する四元数.

gg.h の 3577 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.39 ggNorm()

```
GLfloat gg::ggNorm (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数のノルムを返す.

引数

q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

四元数 q のノルム.

gg.h の 3705 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.40 ggNormal()

```
GgMatrix gg::ggNormal (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

法線変換行列を返す.

引数

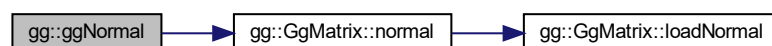
m	元の変換行列.
-----	---------

戻り値

m の法線変換行列.

gg.h の 2708 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.41 ggNormalize()

```
GgQuaternion gg::ggNormalize (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

正規化した四元数を返す.

引数

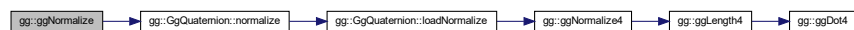
q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

四元数 q を正規化した四元数.

gg.h の 3713 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.42 ggNormalize3()

```
void gg::ggNormalize3 (
    GLfloat * a ) [inline]
```

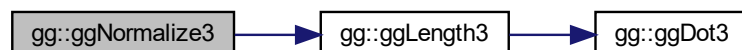
3 要素の正規化.

引数

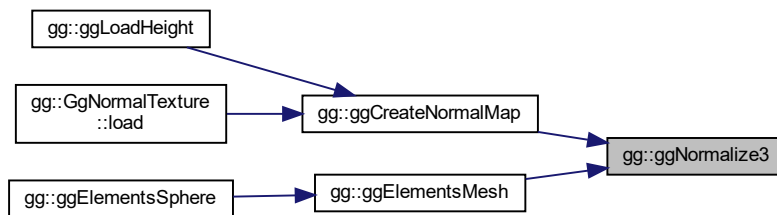
a	GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
-----	-----------------------

gg.h の 1542 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.43 ggNormalize4() [1/2]

```
void gg::ggNormalize4 (
    GgVector & a ) [inline]
```

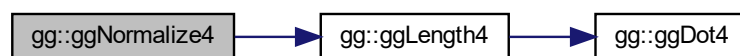
GgVector 型の正規化.

引数

<i>a</i>	GgVector 型の変数
----------	---------------

gg.h の 1617 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.44 ggNormalize4() [2/2]

```
void gg::ggNormalize4 (
    GLfloat * a ) [inline]
```

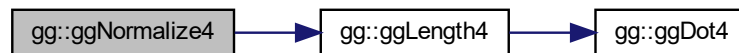
4 要素の正規化.

引数

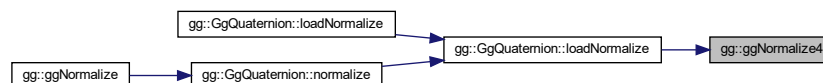
<i>a</i>	GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	-----------------------

gg.h の 1600 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.45 ggOrthogonal()

```

GgMatrix gg::ggOrthogonal (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) [inline]
  
```

直交投影変換行列を返す.

引数

<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

求めた直交投影変換行列.

gg.h の 2652 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.46 ggPerspective()

```
GgMatrix gg::ggPerspective (
    GLfloat fovy,
    GLfloat aspect,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) [inline]
```

画角を指定して透視投影変換行列を返す.

引数

<i>fovy</i>	y 方向の画角.
<i>aspect</i>	縦横比.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

求めた透視投影変換行列.

gg.h の 2682 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.47 ggPointsCube()

```

gg::GgPoints * gg::ggPointsCube (
    GLsizei countv,
    GLfloat length = 1.0f,
    GLfloat cx = 0.0f,
    GLfloat cy = 0.0f,
    GLfloat cz = 0.0f )
  
```

点群を立方体状に生成する.

引数

<i>countv</i>	生成する点の数.
<i>length</i>	点群を生成する立方体の一辺の長さ.
<i>cx</i>	点群の中心の x 座標.
<i>cy</i>	点群の中心の y 座標.
<i>cz</i>	点群の中心の z 座標.

gg.cpp の 5015 行目に定義があります。

7.1.4.48 ggPointsSphere()

```
gg::GgPoints * gg::ggPointsSphere (
    GLsizei countv,
    GLfloat radius = 0.5f,
    GLfloat cx = 0.0f,
    GLfloat cy = 0.0f,
    GLfloat cz = 0.0f )
```

点群を球状に生成する。

引数

<i>countv</i>	生成する点の数.
<i>radius</i>	点群を生成する半径.
<i>cx</i>	点群の中心の x 座標.
<i>cy</i>	点群の中心の y 座標.
<i>cz</i>	点群の中心の z 座標.

gg.cpp の 5045 行目に定義があります。

7.1.4.49 ggQuaternion() [1/2]

```
GgQuaternion gg::ggQuaternion (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元数を返す

引数

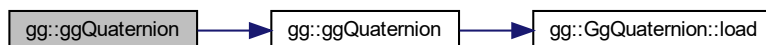
<i>a</i>	GLfloat 型の GLfloat 型の 4 要素の配列変数に格納した四元数.
----------	--

戻り値

四元数.

gg.h の 3561 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.50 ggQuaternion() [2/2]

```

GgQuaternion gg::ggQuaternion (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) [inline]
  
```

四元数を返す

引数

<i>x</i>	四元数の <i>x</i> 要素.
<i>y</i>	四元数の <i>y</i> 要素.
<i>z</i>	四元数の <i>z</i> 要素.
<i>w</i>	四元数の <i>w</i> 要素.

戻り値

四元数.

gg.h の 3552 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.51 ggQuaternionMatrix()

```
GgMatrix gg::ggQuaternionMatrix (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数 q の回転の変換行列を返す.

引数

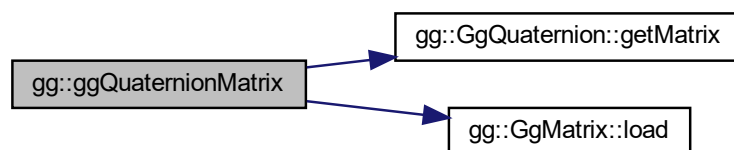
q	元の四元数.
-----	--------

戻り値

四元数 q が表す回転に相当する `GgMatrix` 型の変換行列.

`gg.h` の 3594 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.52 ggQuaternionTransposeMatrix()

```
GgMatrix gg::ggQuaternionTransposeMatrix (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数 q の回転の転置した変換行列を返す.

引数

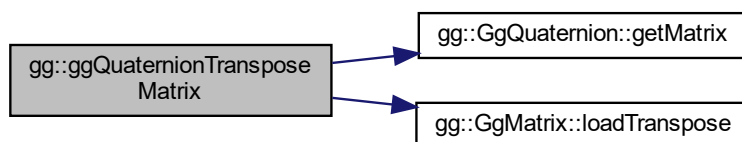
<i>q</i>	元の四元数.
----------	--------

戻り値

四元数 *q* が表す回転に相当する転置した **GgMatrix** 型の変換行列.

gg.h の 3605 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



7.1.4.53 ggReadImage()

```

bool gg::ggReadImage (
    const char * name,
    std::vector< GLubyte > & image,
    GLsizei * pWidth,
    GLsizei * pHeight,
    GLenum * pFormat )
  
```

TGA ファイル (8/16/24/32bit) をメモリに読み込む.

引数

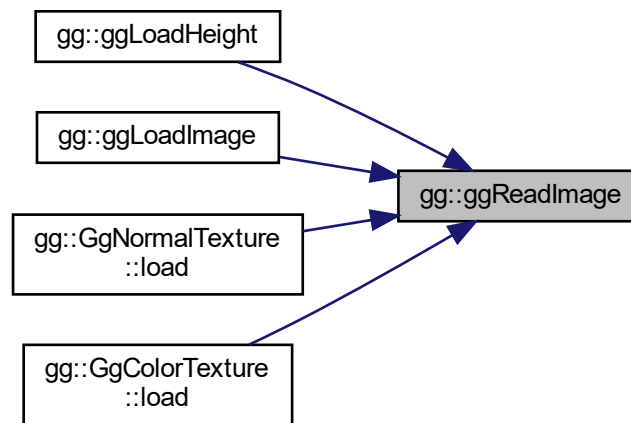
<i>name</i>	読み込むファイル名.
<i>image</i>	読み込んだデータを格納する vector .
<i>pWidth</i>	読み込んだ画像の横の画素数の格納先のポインタ, nullptr なら格納しない.
<i>pHeight</i>	読み込んだ画像の縦の画素数の格納先のポインタ, nullptr なら格納しない.
<i>pFormat</i>	読み込んだファイルの書式 (GL_RED, GL_RG, GL_BGR, GL_RGBA) の格納先のポインタ, nullptr なら格納しない.

戻り値

読み込みに成功すれば **true**, 失敗すれば **false**.

gg.cpp の 2804 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.54 ggRectangle()

```

gg::GgTriangles * gg::ggRectangle (
    GLfloat width = 1.0f,
    GLfloat height = 1.0f )
  
```

矩形状に 2 枚の三角形を生成する。

引数

<i>width</i>	矩形の横幅.
<i>height</i>	矩形の高さ.

gg.cpp の 5077 行目に定義があります。

7.1.4.55 ggRotate() [1/5]

```

GgMatrix gg::ggRotate (
    const GgVector & r ) [inline]
  
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す。

引数

<i>r</i>	回転軸のベクトルと回転角を表す GgVector 型の変数.
----------	---------------------------------------

戻り値

(*r*[0], *r*[1], *r*[2]) を軸に *r*[3] だけ回転する変換行列.

gg.h の 2587 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.56 ggRotate() [2/5]

```

GgMatrix gg::ggRotate (
    const GgVector & r,
    GLfloat a ) [inline]
  
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

<i>r</i>	回転軸のベクトルを表す GgVector 型の変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

r を軸に *a* だけ回転する変換行列.

gg.h の 2569 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.57 ggRotate() [3/5]

```
GgMatrix gg::ggRotate (
    const GLfloat * r ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

r	回転軸のベクトルと回転角を表す GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
-----	---------------------------------------

戻り値

($r[0]$, $r[1]$, $r[2]$) を軸に $r[3]$ だけ回転する変換行列.

gg.h の 2578 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.58 ggRotate() [4/5]

```
GgMatrix gg::ggRotate (
    const GLfloat * r,
    GLfloat a ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

<i>r</i>	回転軸のベクトルを表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

r を軸に *a* だけ回転する変換行列.

gg.h の 2559 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.59 ggRotate() [5/5]

```
GgMatrix gg::ggRotate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a ) [inline]
```

(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

<i>x</i>	回転軸の x 成分.
<i>y</i>	回転軸の y 成分.
<i>z</i>	回転軸の z 成分.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

(x, y, z) を軸にさらに *a* 回転する変換行列.

gg.h の 2549 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.60 ggRotateQuaternion() [1/3]

```
GgQuaternion gg::ggRotateQuaternion (
    const GLfloat * v ) [inline]
```

(v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 v[3] 回転する四元数を返す.

引数

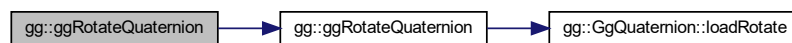
v	軸ベクトルを表す GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
---	--------------------------------

戻り値

回転を表す四元数.

gg.h の 3637 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.61 ggRotateQuaternion() [2/3]

```
GgQuaternion gg::ggRotateQuaternion (
    const GLfloat * v,
    GLfloat a ) [inline]
```

(v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 a 回転する四元数を返す.

引数

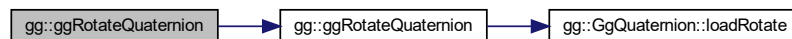
<i>v</i>	軸ベクトルを表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

回転を表す四元数.

gg.h の 3629 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.62 ggRotateQuaternion() [3/3]

```

GgQuaternion gg::ggRotateQuaternion (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a ) [inline]
  
```

(x, y, z) を軸として角度 a 回転する四元数を返す.

引数

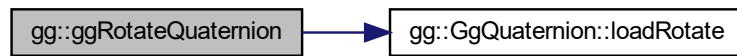
<i>x</i>	軸ベクトルの x 成分.
<i>y</i>	軸ベクトルの y 成分.
<i>z</i>	軸ベクトルの z 成分.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

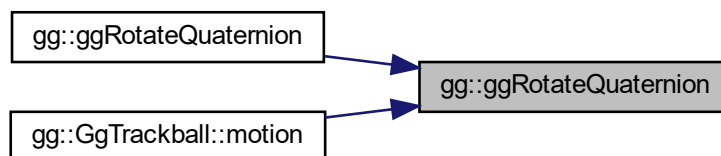
回転を表す四元数.

gg.h の 3619 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.63 ggRotateX()

```
GgMatrix gg::ggRotateX (
    GLfloat a ) [inline]
```

x 軸中心の回転の変換行列を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

x 軸中心に *a* だけ回転する変換行列.

gg.h の 2519 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.64 ggRotateY()

```
GgMatrix gg::ggRotateY (  
    GLfloat a ) [inline]
```

y 軸中心の回転の変換行列を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

y 軸中心に *a* だけ回転する変換行列.

gg.h の 2528 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.65 ggRotateZ()

```
GgMatrix gg::ggRotateZ (  
    GLfloat a ) [inline]
```

z 軸中心の回転の変換行列を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

z 軸中心に *a* だけ回転する変換行列.

gg.h の 2537 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.66 ggSaveColor()

```
bool gg::ggSaveColor (
    const char * name )
```

カラーバッファの内容を TGA ファイルに保存する.

引数

<i>name</i>	保存するファイル名.
-------------	------------

戻り値

保存に成功すれば true, 失敗すれば false.

gg.cpp の 2748 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.67 ggSaveDepth()

```
bool gg::ggSaveDepth (
    const char * name )
```

デブスバッファの内容を TGA ファイルに保存する.

引数

<i>name</i>	保存するファイル名.
-------------	------------

戻り値

保存に成功すれば `true`, 失敗すれば `false`.

gg.cpp の 2774 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.68 ggSaveTga()

```
bool gg::ggSaveTga (
    const char * name,
    const void * buffer,
    unsigned int width,
    unsigned int height,
    unsigned int depth )
```

配列の内容を TGA ファイルに保存する.

引数

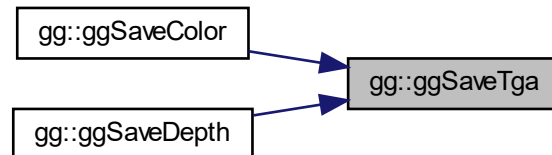
<i>name</i>	保存するファイル名.
<i>buffer</i>	画像データを格納した配列.
<i>width</i>	画像の横の画素数.
<i>height</i>	画像の縦の画素数.
<i>depth</i>	1画素のバイト数.

戻り値

保存に成功すれば `true`, 失敗すれば `false`.

`gg.cpp` の 2665 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



7.1.4.69 ggScale() [1/3]

```
GgMatrix gg::ggScale (  
    const GgVector & s ) [inline]
```

拡大縮小の変換行列を返す.

引数

s	拡大率の <code>GgVector</code> 型の変数.
----------	----------------------------------

戻り値

拡大縮小の変換行列.

`gg.h` の 2510 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.70 ggScale() [2/3]

```
GgMatrix gg::ggScale (
    const GLfloat * s ) [inline]
```

拡大縮小の変換行列を返す.

引数

s	拡大率の GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
---	--------------------------------------

戻り値

拡大縮小の変換行列.

gg.h の 2501 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.71 ggScale() [3/3]

```
GgMatrix gg::ggScale (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f ) [inline]
```

拡大縮小の変換行列を返す.

引数

x	x 方向の拡大率.
y	y 方向の拡大率.
z	z 方向の拡大率.
w	拡大率のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

拡大縮小の変換行列.

gg.h の 2492 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.72 ggSlerp() [1/4]

```

GgQuaternion gg::ggSlerp (
    const GgQuaternion & q,
    const GgQuaternion & r,
    GLfloat t ) [inline]
  
```

二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.

引数

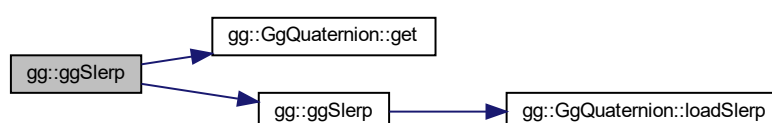
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>r</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

q, *r* を *t* で内分した四元数.

gg.h の 3677 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.73 ggSlerp() [2/4]

```
GgQuaternion gg::ggSlerp (
    const GgQuaternion & q,
    const GLfloat * a,
    GLfloat t ) [inline]
```

二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.

引数

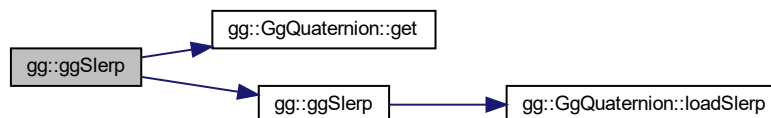
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

q, *a* を *t* で内分した四元数.

gg.h の 3687 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



7.1.4.74 ggSlerp() [3/4]

```
GgQuaternion gg::ggSlerp (
    const GLfloat * a,
    const GgQuaternion & q,
    GLfloat t ) [inline]
```

二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.

引数

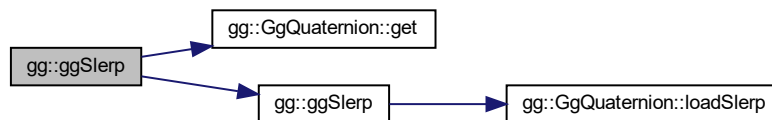
<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
構築子: <i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

a, q を t で内分した四元数.

gg.h の 3697 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.75 ggSlerp() [4/4]

```

GgQuaternion gg::ggSlerp (
    const GLfloat * a,
    const GLfloat * b,
    GLfloat t ) [inline]
  
```

二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.

引数

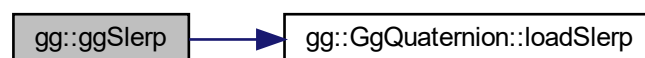
a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
b	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
t	補間パラメータ.

戻り値

a, b を t で内分した四元数.

gg.h の 3666 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.76 ggTranslate() [1/3]

```
GgMatrix gg::ggTranslate (
    const GgVector & t ) [inline]
```

平行移動の変換行列を返す.

引数

<i>t</i>	移動量の GgVector 型の変数.
----------	---------------------

戻り値

平行移動の変換行列

gg.h の 2480 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.77 ggTranslate() [2/3]

```
GgMatrix gg::ggTranslate (
    const GLfloat * t ) [inline]
```

平行移動の変換行列を返す.

引数

<i>t</i>	移動量の GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
----------	--------------------------------------

戻り値

平行移動の変換行列

gg.h の 2471 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.4.78 ggTranslate() [3/3]

```

GgMatrix gg::ggTranslate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f ) [inline]
  
```

平行移動の変換行列を返す。

引数

<i>x</i>	<i>x</i> 方向の移動量.
<i>y</i>	<i>y</i> 方向の移動量.
<i>z</i>	<i>z</i> 方向の移動量.
<i>w</i>	移動量のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

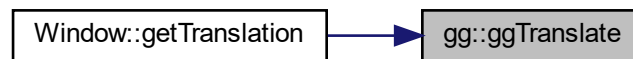
平行移動の変換行列.

gg.h の 2462 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



7.1.4.79 ggTranspose()

```
GgMatrix gg::ggTranspose (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

転置行列を返す.

引数

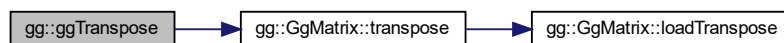
<i>m</i>	元の変換行列.
----------	---------

戻り値

m の転置行列.

gg.h の 2692 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



7.1.5 変数詳解

7.1.5.1 ggBufferAlignment

```
GLint gg::ggBufferAlignment [extern]
```

使用している GPU のバッファオブジェクトのアライメント, 初期化に取得される.

使用している GPU のバッファアライメント

Chapter 8

クラス詳解

8.1 gg::GgBuffer< T > クラステンプレート

バッファオブジェクト.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- **GgBuffer** (GLenum target, const T *data, GLsizei stride, GLsizei count, GLenum usage)
コンストラクタ.
- virtual **~GgBuffer** ()
デストラクタ.
- **GgBuffer** (const **GgBuffer**< T > &o)=delete
コピーコンストラクタは使用禁止.
- **GgBuffer**< T > & **operator=** (const **GgBuffer**< T > &o)=delete
代入演算子は使用禁止.
- GLuint **getTarget** () const
バッファオブジェクトのターゲットを取り出す.
- GLsizeiptr **getStride** () const
バッファオブジェクトのアライメントを考慮したデータの間隔を取り出す.
- GLsizei **getCount** () const
バッファオブジェクトが保持するデータの数を取り出す.
- GLuint **getBuffer** () const
バッファオブジェクト名を取り出す.
- void **bind** () const
バッファオブジェクトを結合する.
- void **unbind** () const
バッファオブジェクトを解放する.
- void * **map** () const
バッファオブジェクトをマップする.
- void * **map** (GLint first, GLsizei count) const
バッファオブジェクトの指定した範囲をマップする.
- void **unmap** () const
バッファオブジェクトをアンマップする.

- void **send** (const T *data, GLint first, GLsizei count) const
すでに確保したバッファオブジェクトにデータを転送する.
- void **read** (T *data, GLint first, GLsizei count) const
バッファオブジェクトのデータから抽出する.
- void **copy** (GLuint src_buffer, GLint src_first=0, GLint dst_first=0, GLsizei count=0) const
別のバッファオブジェクトからデータを複写する.

8.1.1 詳解

```
template<typename T>
class gg::GgBuffer< T >
```

バッファオブジェクト.

頂点属性／頂点インデックス／ユニフォーム変数を格納するバッファオブジェクトの基底クラス.

gg.h の 4095 行目に定義があります。

8.1.2 構築子と解体子

8.1.2.1 GgBuffer() [1/2]

```
template<typename T >
gg::GgBuffer< T >::GgBuffer (
    GLenum target,
    const T * data,
    GLsizei stride,
    GLsizei count,
    GLenum usage ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>target</i>	バッファオブジェクトのターゲット.
<i>data</i>	データが格納されている領域の先頭のポインタ (nullptr ならデータを転送しない).
<i>count</i>	データの数.
<i>stride</i>	データの間隔.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4107 行目に定義があります。

8.1.2.2 ~GgBuffer()

```
template<typename T >
virtual gg::GgBuffer< T >::~~GgBuffer ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4107 行目に定義があります。

8.1.2.3 GgBuffer() [2/2]

```
template<typename T >
gg::GgBuffer< T >::~GgBuffer (
    const GgBuffer< T > & o ) [delete]
```

コピーコンストラクタは使用禁止.

8.1.3 関数詳解

8.1.3.1 bind()

```
template<typename T >
void gg::GgBuffer< T >::bind ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトを結合する.

gg.h の 4171 行目に定義があります。

8.1.3.2 copy()

```
template<typename T >
void gg::GgBuffer< T >::copy (
    GLuint src_buffer,
    GLint src_first = 0,
    GLint dst_first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
```

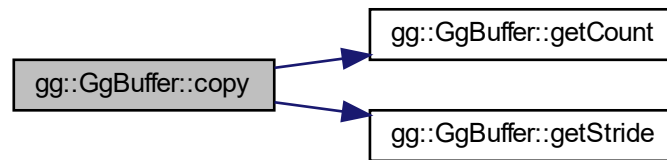
別のバッファオブジェクトからデータを複写する.

引数

<i>src_buffer</i>	複写元のバッファオブジェクト名.
<i>src_first</i>	複写元 (src_buffer) の先頭のデータの位置.
<i>dst_first</i>	複写先 (getBuffer()) の先頭のデータの位置.
<i>count</i>	複写するデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4245 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.1.3.3 getBuffer()

```
template<typename T >  
GLuint gg::GgBuffer< T >::getBuffer ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクト名を取り出す。

戻り値

このバッファオブジェクト名。

gg.h の 4165 行目に定義があります。

8.1.3.4 getCount()

```
template<typename T >  
GLsizei gg::GgBuffer< T >::getCount ( ) const [inline]
```

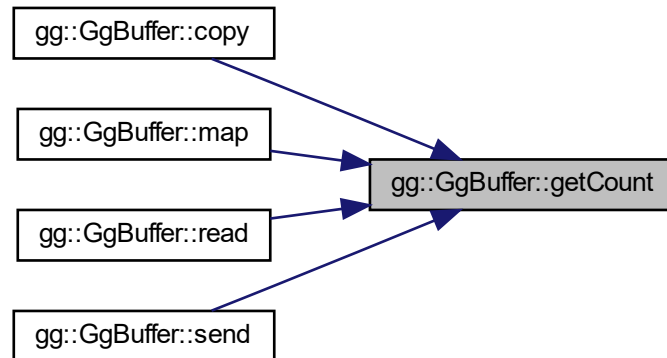
バッファオブジェクトが保持するデータの数を取り出す。

戻り値

このバッファオブジェクトが保持するデータの数.

gg.h の 4158 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.1.3.5 getStride()

```
template<typename T >  
GLsizeiptr gg::GgBuffer< T >::getStride ( ) const [inline]
```

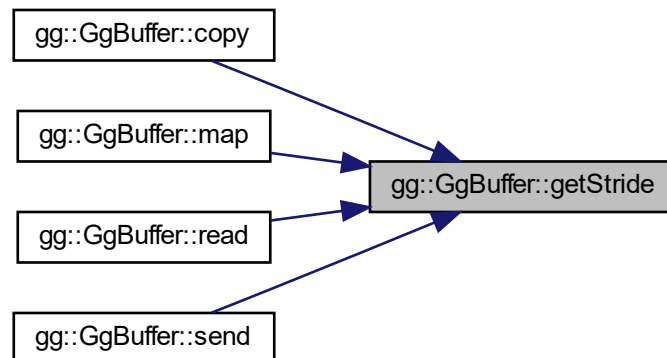
バッファオブジェクトのアライメントを考慮したデータの間隔を取り出す.

戻り値

このバッファオブジェクトのデータの間隔.

gg.h の 4151 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.1.3.6 getTarget()

```
template<typename T >
GLuint gg::GgBuffer< T >::getTarget ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトのターゲットを取り出す.

戻り値

このバッファオブジェクトのターゲット.

gg.h の 4144 行目に定義があります。

8.1.3.7 map() [1/2]

```
template<typename T >
void* gg::GgBuffer< T >::map ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトをマップする.

戻り値

マップしたメモリの先頭のポインタ.

gg.h の 4184 行目に定義があります。

8.1.3.8 map() [2/2]

```
template<typename T >
void* gg::GgBuffer< T >::map (
    GLint first,
    GLsizei count ) const [inline]
```

バッファオブジェクトの指定した範囲をマップする.

引数

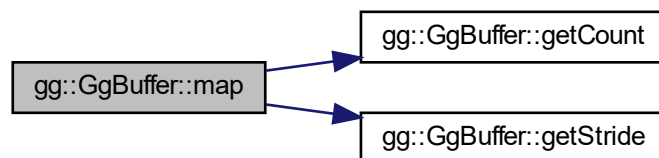
<i>first</i>	マップする範囲のバッファオブジェクトの先頭からの位置.
<i>count</i>	マップするデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

戻り値

マップしたメモリの先頭のポインタ.

gg.h の 4194 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.1.3.9 operator=()

```
template<typename T >
GgBuffer<T>& gg::GgBuffer< T >::operator= (
    const GgBuffer< T > & o ) [delete]
```

代入演算子は使用禁止.

8.1.3.10 read()

```
template<typename T >
void gg::GgBuffer< T >::read (
    T * data,
    GLint first,
    GLsizei count ) const [inline]
```

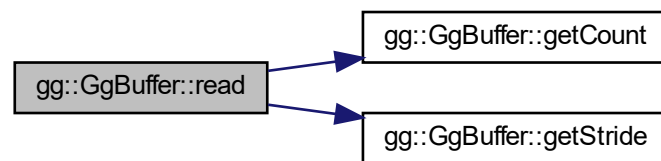
バッファオブジェクトのデータから抽出する.

引数

<i>data</i>	抽出先の領域の先頭のポインタ.
<i>first</i>	抽出元のバッファオブジェクトの取り出すデータの領域の先頭の要素番号.
<i>count</i>	抽出するデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4229 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.1.3.11 send()

```
template<typename T >
void gg::GgBuffer< T >::send (
    const T * data,
    GLint first,
    GLsizei count ) const [inline]
```

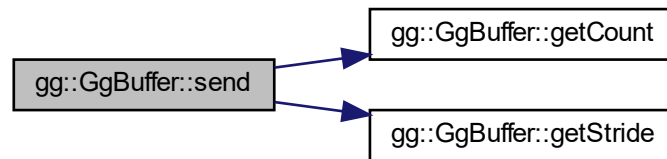
すでに確保したバッファオブジェクトにデータを転送する.

引数

<i>data</i>	転送元のデータが格納されてている領域の先頭のポインタ.
<i>first</i>	転送先のバッファオブジェクトの先頭の要素番号.
<i>count</i>	転送するデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4214 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.1.3.12 unbind()

```
template<typename T >  
void gg::GgBuffer< T >::unbind ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトを解放する.

gg.h の 4177 行目に定義があります。

8.1.3.13 unmap()

```
template<typename T >  
void gg::GgBuffer< T >::unmap ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトをアンマップする.

gg.h の 4205 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)

8.2 gg::GgColorTexture クラス

カラーマップ.

```
#include <gg.h>
```


公開メンバ関数

- `GgColorTexture ()`
コンストラクタ.
- `GgColorTexture (const GLvoid *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_BGR, GLenum type=GL_UNSIGNED_BYTE, GLenum internal=GL_RGB, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)`
メモリ上のデータからテクスチャを作成するコンストラクタ.
- `GgColorTexture (const char *name, GLenum internal=0, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)`
ファイルからデータを読み込んでテクスチャを作成するコンストラクタ.
- `virtual ~GgColorTexture ()`
デストラクタ.
- `void load (const GLvoid *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_BGR, GLenum type=GL_UNSIGNED_BYTE, GLenum internal=GL_RGB, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)`
テクスチャを作成してメモリ上のデータを読み込む.
- `void load (const char *name, GLenum internal=0, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)`
テクスチャを作成してファイルからデータを読み込む.

8.2.1 詳解

カラーマップ.

カラー画像を読み込んでテクスチャを作成する.

gg.h の 3960 行目に定義があります。

8.2.2 構築子と解体子

8.2.2.1 GgColorTexture() [1/3]

```
gg::GgColorTexture::GgColorTexture ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 3968 行目に定義があります。

8.2.2.2 GgColorTexture() [2/3]

```
gg::GgColorTexture::GgColorTexture (
    const GLvoid * image,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_BGR,
    GLenum type = GL_UNSIGNED_BYTE,
    GLenum internal = GL_RGB,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE ) [inline]
```

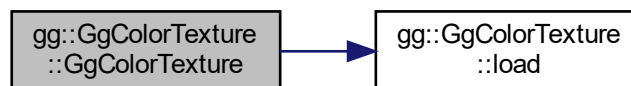
メモリ上のデータからテクスチャを作成するコンストラクタ.

引数

<i>image</i>	テクスチャとして用いる画像データ, nullptr ならデータを読み込まない.
<i>width</i>	読み込む画像の横の画素数.
<i>height</i>	読み込む画像の縦の画素数.
<i>format</i>	読み込む画像のフォーマット.
<i>type</i>	読み込む画像のデータ型.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード.

gg.h の 3978 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.2.2.3 GgColorTexture() [3/3]

```

gg::GgColorTexture::GgColorTexture (
    const char * name,
    GLenum internal = 0,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE ) [inline]
  
```

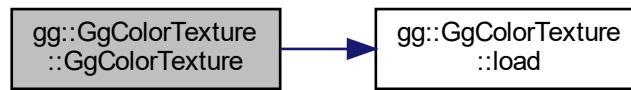
ファイルからデータを読み込んでテクスチャを作成するコンストラクタ。

引数

<i>name</i>	読み込むファイル名.
<i>internal</i>	glTexImage2D() に指定するテクスチャの内部フォーマット, 0 なら外部フォーマットに合わせる.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード, GL_TEXTURE_WRAP_S および GL_TEXTURE_WRAP_T に設定する値.

gg.h の 3989 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.2.2.4 ~GgColorTexture()

```
virtual gg::GgColorTexture::~~GgColorTexture ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 3995 行目に定義があります。

8.2.3 関数詳解

8.2.3.1 load() [1/2]

```
void gg::GgColorTexture::load (
    const char * name,
    GLenum internal = 0,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE )
```

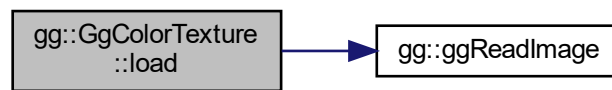
テクスチャを作成してファイルからデータを読み込む.

引数

<i>name</i>	読み込むファイル名.
<i>internal</i>	glTexImage2D() に指定するテクスチャの内部フォーマット, 0 ならファイルの画像フォーマットに合わせる.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード (GL_CLAMP_TO_EDGE, GL_CLAMP_TO_BORDER, GL_REPEAT, GL_MIRRORED_REPEAT).

gg.cpp の 3123 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.2.3.2 load() [2/2]

```

void gg::GgColorTexture::load (
    const GLvoid * image,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_BGR,
    GLenum type = GL_UNSIGNED_BYTE,
    GLenum internal = GL_RGB,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE ) [inline]
  
```

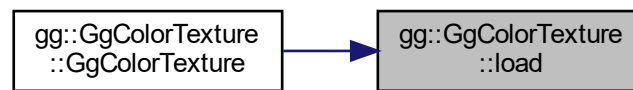
テクスチャを作成してメモリ上のデータを読み込む。

引数

<i>image</i>	テクスチャとして用いる画像データ, nullptr ならデータを読み込まない.
<i>width</i>	テクスチャの横の画素数.
<i>height</i>	テクスチャの縦の画素数.
<i>format</i>	読み込む画像のフォーマット.
<i>type</i>	読み込む画像のデータ型.
<i>internal</i>	glTexImage2D() に指定するテクスチャの内部フォーマット.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード (GL_CLAMP_TO_EDGE, GL_CLAMP_TO_BORDER, GL_REPEAT, GL_MIRRORED_REPEAT).

gg.h の 4005 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

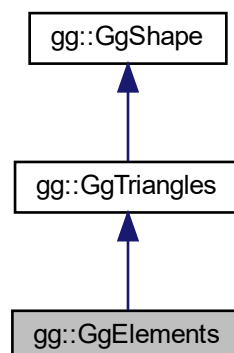
- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.3 gg::GgElements クラス

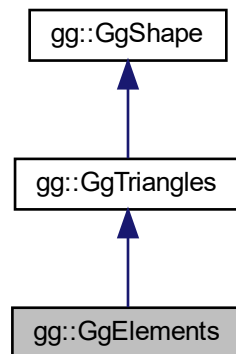
三角形で表した形状データ (Elements 形式).

```
#include <gg.h>
```

gg::GgElements の継承関係図



gg::GgElements 連携図



公開メンバ関数

- **GgElements** (GLenum mode=GL_TRIANGLES)
コンストラクタ.
- **GgElements** (const **GgVertex** *vert, GLsizei countv, const GLuint *face, GLsizei countf, GLenum mode=GL_TRIANGLES, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
コンストラクタ.
- virtual **~GgElements** ()
デストラクタ.
- GLsizei **getIndexCount** () const
データの数を取り出す.
- GLuint **getIndexBuffer** () const
三角形の頂点インデックスデータを格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.
- void **send** (const **GgVertex** *vert, GLuint firstv, GLsizei countv, const GLuint *face=NULLPTR, GLuint firstf=0, GLsizei countf=0) const
既存のバッファオブジェクトに頂点属性と三角形の頂点インデックスデータを転送する.
- void **load** (const **GgVertex** *vert, GLsizei countv, const GLuint *face, GLsizei countf, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
バッファオブジェクトを確保して頂点属性と三角形の頂点インデックスデータを格納する.
- virtual void **draw** (GLuint first=0, GLsizei count=0) const
インデックスを使った三角形の描画.

8.3.1 詳解

三角形で表した形状データ (Elements 形式).

gg.h の 4770 行目に定義があります。

8.3.2 構築子と解体子

8.3.2.1 GgElements() [1/2]

```
gg::GgElements::GgElements (
    GLenum mode = GL_TRIANGLES ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>mode</i>	描画する基本図形の種類.
-------------	--------------

gg.h の 4780 行目に定義があります。

8.3.2.2 GgElements() [2/2]

```
gg::GgElements::GgElements (
    const GgVertex * vert,
    GLsizei countv,
    const GLuint * face,
    GLsizei countf,
    GLenum mode = GL_TRIANGLES,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

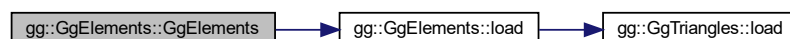
コンストラクタ.

引数

<i>vert</i>	この図形の頂点属性の配列 (nullptr ならデータを転送しない).
<i>countv</i>	頂点数.
<i>face</i>	三角形の頂点インデックス.
<i>countf</i>	三角形の頂点数.
<i>mode</i>	描画する基本図形の種類.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4791 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.3.2.3 ~GgElements()

```
virtual gg::GgElements::~~GgElements ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4799 行目に定義があります。

8.3.3 関数詳解

8.3.3.1 draw()

```
void gg::GgElements::draw (
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [virtual]
```

インデックスを使った三角形の描画.

引数

<i>first</i>	描画を開始する最初の三角形番号.
<i>count</i>	描画する三角形数, 0 なら全部の三角形を描く.

[gg::GgTriangles](#) を再実装しています。

gg.cpp の 5002 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.3.3.2 getIndexBuffer()

```
GLuint gg::GgElements::getIndexBuffer ( ) const [inline]
```

三角形の頂点インデックスデータを格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.

戻り値

この図形の三角形の頂点インデックスデータを格納した頂点バッファオブジェクト名.

gg.h の 4810 行目に定義があります。

8.3.3.3 getIndexCount()

```
GLsizei gg::GgElements::getIndexCount ( ) const [inline]
```

データの数を取り出す.

戻り値

この図形の三角形数.

gg.h の 4803 行目に定義があります。

8.3.3.4 load()

```
void gg::GgElements::load (
    const GgVertex * vert,
    GLsizei countv,
    const GLuint * face,
    GLsizei countf,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

バッファオブジェクトを確保して頂点属性と三角形の頂点インデックスデータを格納する.

引数

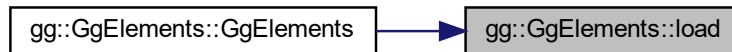
<i>vert</i>	頂点属性が格納されている領域の先頭のポインタ.
<i>countv</i>	頂点のデータの数 (頂点数).
<i>face</i>	三角形の頂点インデックスデータ.
<i>countf</i>	三角形の頂点数.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4835 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.3.3.5 send()

```

void gg::GgElements::send (
    const GgVertex * vert,
    GLuint firstv,
    GLsizei countv,
    const GLuint * face = nullptr,
    GLuint firstf = 0,
    GLsizei countf = 0 ) const [inline]
  
```

既存のバッファオブジェクトに頂点属性と三角形の頂点インデックスデータを転送する.

引数

<i>vert</i>	頂点属性が格納されてている領域の先頭のポインタ.
<i>firstv</i>	頂点属性の転送先のバッファオブジェクトの先頭の要素番号.
<i>countv</i>	頂点のデータの数 (頂点数).
<i>face</i>	三角形の頂点インデックスデータ.
<i>firstf</i>	インデックスの転送先のバッファオブジェクトの先頭の要素番号.
<i>countf</i>	三角形の頂点数.

gg.h の 4822 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.4 gg::GgMatrix クラス

変換行列.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgMatrix \(\)](#)
コンストラクタ.
- [GgMatrix \(const GLfloat *a\)](#)
コンストラクタ.
- [GgMatrix \(const GgMatrix &m\)](#)
コピーコンストラクタ.
- [~GgMatrix \(\)](#)
デストラクタ.
- [GgMatrix & load \(const GLfloat *a\)](#)
配列変数の値を格納する.
- [GgMatrix & load \(const GgMatrix &m\)](#)
別の変換行列の値を格納する.
- [GgMatrix & loadAdd \(const GLfloat *a\)](#)
変換行列に配列に格納した変換行列を加算した結果を格納する.
- [GgMatrix & loadAdd \(const GgMatrix &m\)](#)
変換行列に別の変換行列を加算した結果を格納する.
- [GgMatrix & loadSubtract \(const GLfloat *a\)](#)
変換行列から配列に格納した変換行列を減算した結果を格納する.
- [GgMatrix & loadSubtract \(const GgMatrix &m\)](#)
変換行列から別の変換行列を減算した結果を格納する.
- [GgMatrix & loadMultiply \(const GLfloat *a\)](#)
変換行列に配列に格納した変換行列を乗算した結果を格納する.
- [GgMatrix & loadMultiply \(const GgMatrix &m\)](#)
変換行列に別の変換行列を乗算した結果を格納する.

- **GgMatrix & loadDivide** (const GLfloat *a)
変換行列を配列に格納した変換行列で除算した結果を格納する。
- **GgMatrix & loadDivide** (const GgMatrix &m)
変換行列を別の変換行列で除算した結果を格納する。
- **GgMatrix add** (const GLfloat *a) const
変換行列に配列に格納した変換行列を加算した値を返す。
- **GgMatrix add** (const GgMatrix &m) const
変換行列に別の変換行列を加算した値を返す。
- **GgMatrix subtract** (const GLfloat *a) const
変換行列から配列に格納した変換行列を減算した値を返す。
- **GgMatrix subtract** (const GgMatrix &m) const
変換行列から別の変換行列を減算した値を返す。
- **GgMatrix multiply** (const GLfloat *a) const
変換行列に配列に格納した変換行列を乗算した値を返す。
- **GgMatrix multiply** (const GgMatrix &m) const
変換行列に別の変換行列を乗算した値を返す。
- **GgMatrix divide** (const GLfloat *a) const
変換行列を配列に格納した変換行列で除算した値を返す。
- **GgMatrix divide** (const GgMatrix &m) const
変換行列を配列に格納した変換行列で除算した値を返す。
- **GgMatrix & operator=** (const GLfloat *a)
- **GgMatrix & operator=** (const GgMatrix &m)
- **GgMatrix & operator+=** (const GLfloat *a)
- **GgMatrix & operator+=** (const GgMatrix &m)
- **GgMatrix & operator-=** (const GLfloat *a)
- **GgMatrix & operator-=** (const GgMatrix &m)
- **GgMatrix & operator*=** (const GLfloat *a)
- **GgMatrix & operator*=** (const GgMatrix &m)
- **GgMatrix & operator/=** (const GLfloat *a)
- **GgMatrix & operator/=** (const GgMatrix &m)
- **GgMatrix operator+** (const GLfloat *a) const
- **GgMatrix operator+** (const GgMatrix &m) const
- **GgMatrix operator-** (const GLfloat *a) const
- **GgMatrix operator-** (const GgMatrix &m) const
- **GgMatrix operator*** (const GLfloat *a) const
- **GgMatrix operator*** (const GgMatrix &m) const
- **GgMatrix operator/** (const GLfloat *a) const
- **GgMatrix operator/** (const GgMatrix &m) const
- **GgMatrix & loadIdentity** ()
単位行列を格納する。
- **GgMatrix & loadTranslate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
平行移動の変換行列を格納する。
- **GgMatrix & loadTranslate** (const GLfloat *t)
平行移動の変換行列を格納する。
- **GgMatrix & loadTranslate** (const GgVector &t)
平行移動の変換行列を格納する。
- **GgMatrix & loadScale** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
拡大縮小の変換行列を格納する。
- **GgMatrix & loadScale** (const GLfloat *s)
拡大縮小の変換行列を格納する。
- **GgMatrix & loadScale** (const GgVector &s)
拡大縮小の変換行列を格納する。

- **GgMatrix** & **loadRotateX** (GLfloat a)
x 軸中心の回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotateY** (GLfloat a)
y 軸中心の回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotateZ** (GLfloat a)
z 軸中心の回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotate** (const GLfloat *r, GLfloat a)
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotate** (const **GgVector** &r, GLfloat a)
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotate** (const GLfloat *r)
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadRotate** (const **GgVector** &r)
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadLookat** (GLfloat ex, GLfloat ey, GLfloat ez, GLfloat tx, GLfloat ty, GLfloat tz, GLfloat ux, GLfloat uy, GLfloat uz)
ビュー変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadLookat** (const GLfloat *e, const GLfloat *t, const GLfloat *u)
ビュー変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadLookat** (const **GgVector** &e, const **GgVector** &t, const **GgVector** &u)
ビュー変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadOrthogonal** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
直交投影変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadFrustum** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
透視透視投影変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadPerspective** (GLfloat fovy, GLfloat aspect, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
画角を指定して透視投影変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadTranspose** (const GLfloat *a)
転置行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadTranspose** (const **GgMatrix** &m)
転置行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadInvert** (const GLfloat *a)
逆行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadInvert** (const **GgMatrix** &m)
逆行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadNormal** (const GLfloat *a)
法線変換行列を格納する。
- **GgMatrix** & **loadNormal** (const **GgMatrix** &m)
法線変換行列を格納する。
- **GgMatrix** **translate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f) const
平行移動変換を乗じた結果を返す。
- **GgMatrix** **translate** (const GLfloat *t) const
平行移動変換を乗じた結果を返す。
- **GgMatrix** **translate** (const **GgVector** &t) const
平行移動変換を乗じた結果を返す。
- **GgMatrix** **scale** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f) const
拡大縮小変換を乗じた結果を返す。
- **GgMatrix** **scale** (const GLfloat *s) const

- 拡大縮小変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix scale** (const **GgVector** &s) const
拡大縮小変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotateX** (GLfloat a) const
x 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotateY** (GLfloat a) const
y 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotateZ** (GLfloat a) const
z 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a) const
(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotate** (const GLfloat *r, GLfloat a) const
r 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotate** (const **GgVector** &r, GLfloat a) const
r 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotate** (const GLfloat *r) const
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix rotate** (const **GgVector** &r) const
r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix lookout** (GLfloat ex, GLfloat ey, GLfloat ez, GLfloat tx, GLfloat ty, GLfloat tz, GLfloat ux, GLfloat uy, GLfloat uz) const
ビュー変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix lookout** (const GLfloat *e, const GLfloat *t, const GLfloat *u) const
ビュー変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix lookout** (const **GgVector** &e, const **GgVector** &t, const **GgVector** &u) const
ビュー変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix orthogonal** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar) const
直交投影変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix frustum** (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar) const
透視投影変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix perspective** (GLfloat fovy, GLfloat aspect, GLfloat zNear, GLfloat zFar) const
画角を指定して透視投影変換を乗じた結果を返す.
- **GgMatrix transpose** () const
転置行列を返す.
- **GgMatrix invert** () const
逆行列を返す.
- **GgMatrix normal** () const
法線変換行列を返す.
- void **projection** (GLfloat *c, const GLfloat *v) const
ベクトルに対して投影変換を行う.
- void **projection** (GLfloat *c, const **GgVector** &v) const
ベクトルに対して投影変換を行う.
- void **projection** (**GgVector** &c, const GLfloat *v) const
ベクトルに対して投影変換を行う.
- void **projection** (**GgVector** &c, const **GgVector** &v) const
ベクトルに対して投影変換を行う.
- **GgVector operator*** (const **GgVector** &v) const
ベクトルに対して投影変換を行う.
- const GLfloat * **get** () const
変換行列を取り出す.

- void `get` (GLfloat *a) const
変換行列を取り出す.
- GLfloat `get` (int i) const
変換行列の要素を取り出す.
- const GLfloat & `operator[]` (std::size_t i) const
変換行列の要素にアクセスする.
- GLfloat & `operator[]` (std::size_t i)
変換行列の要素にアクセスする.

フレンド

- class `GgQuaternion`

8.4.1 詳解

変換行列.

gg.h の 1654 行目に定義があります。

8.4.2 構築子と解体子

8.4.2.1 GgMatrix() [1/3]

```
gg::GgMatrix::GgMatrix ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 1671 行目に定義があります。

8.4.2.2 GgMatrix() [2/3]

```
gg::GgMatrix::GgMatrix (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

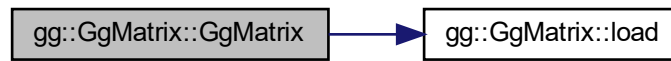
コンストラクタ.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

gg.h の 1675 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.2.3 GgMatrix() [3/3]

```
gg::GgMatrix::GgMatrix (  
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

コピーコンストラクタ.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

gg.h の 1682 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.2.4 ~GgMatrix()

```
gg::GgMatrix::~~GgMatrix ( ) [inline]
```

デストラクタ.

gg.h の 1688 行目に定義があります。

8.4.3 関数詳解

8.4.3.1 add() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::add (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

変換行列に別の変換行列を加算した値を返す.

引数

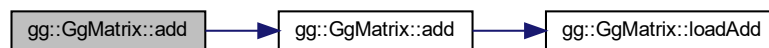
<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に *m* を加えた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1785 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.2 add() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::add (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

変換行列に配列に格納した変換行列を加算した値を返す.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

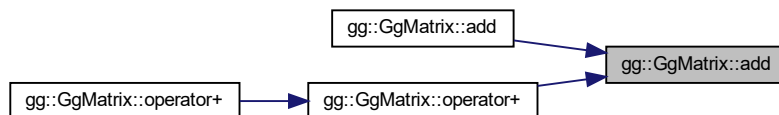
変換行列に *a* を加えた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1776 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.3 divide() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::divide (  
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

変換行列を配列に格納した変換行列で除算した値を返す。

引数

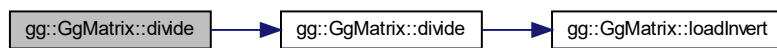
<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列を *m* で割った GgMatrix 型の値.

gg.h の 1839 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.4 divide() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::divide (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

変換行列を配列に格納した変換行列で除算した値を返す.

引数

a	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

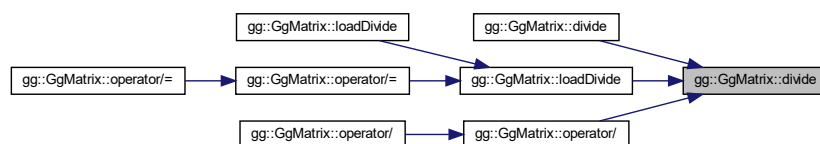
変換行列を a で割った **GgMatrix** 型の値.

gg.h の 1828 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.5 frustum()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::frustum (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) const [inline]
```

透視投影変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

透視投影変換行列を乗じた変換行列.

gg.h の 2325 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.6 get() [1/3]

```
const GLfloat* gg::GgMatrix::get ( ) const [inline]
```

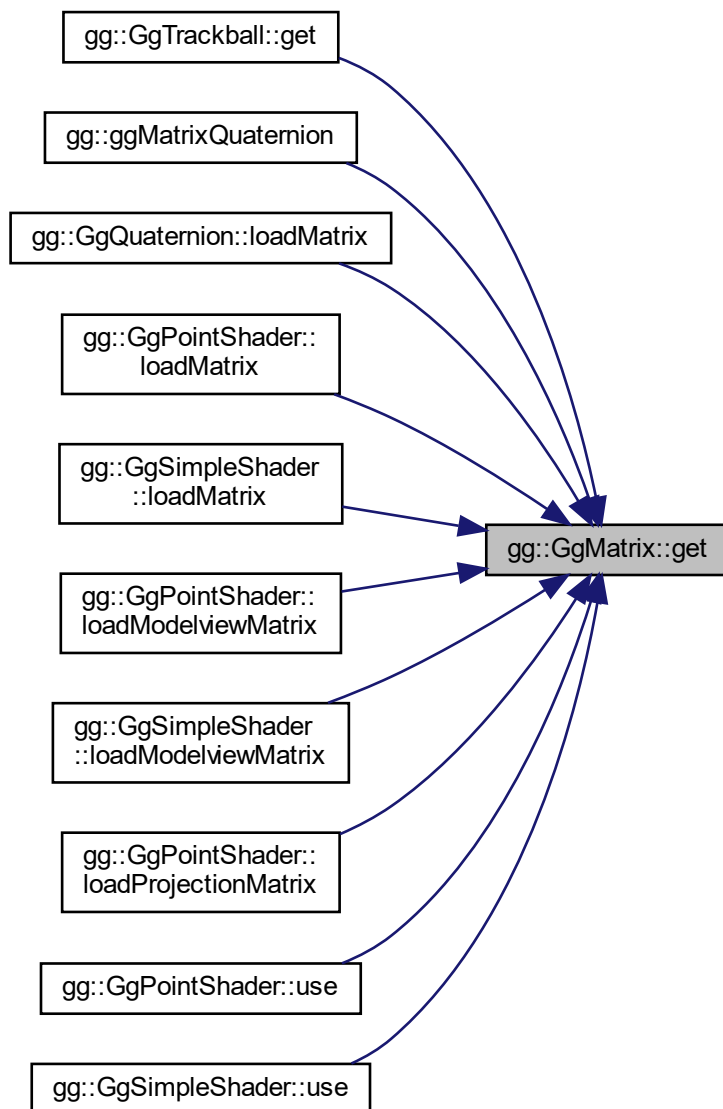
変換行列を取り出す.

戻り値

変換行列を格納した GLfloat 型の 16 要素の配列変数.

gg.h の 2414 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.7 get() [2/3]

```
void gg::GgMatrix::get (
    GLfloat * a ) const [inline]
```

変換行列を取り出す.

引数

a	変換行列を格納する GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	----------------------------------

gg.h の 2421 行目に定義があります。

8.4.3.8 get() [3/3]

```
GLfloat gg::GgMatrix::get (
    int i ) const [inline]
```

変換行列の要素を取り出す.

戻り値

変換行列を格納した GLfloat 型の 16 要素の配列変数 の i 番目の要素.

gg.h の 2428 行目に定義があります。

8.4.3.9 invert()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::invert ( ) const [inline]
```

逆行列を返す.

戻り値

逆行列.

gg.h の 2356 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.10 load() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::load (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

別の変換行列の値を格納する.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

m を代入した GgMatrix 型の値.

gg.h の 1702 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.11 load() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::load (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

配列変数の値を格納する.

引数

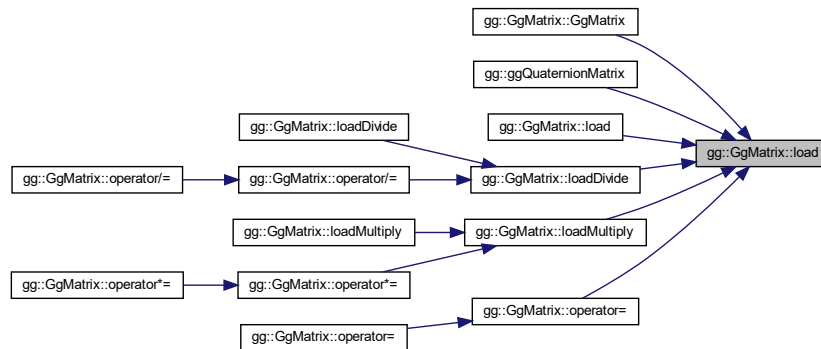
<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

a を代入した GgMatrix 型の値.

gg.h の 1693 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.12 loadAdd() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadAdd (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

変換行列に別の変換行列を加算した結果を格納する.

引数

<i>m</i>	<code>GgMatrix</code> 型の変数.
----------	-----------------------------

戻り値

変換行列に *m* を加えた `GgMatrix` 型の値.

gg.h の 1719 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.13 loadAdd() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadAdd (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

変換行列に配列に格納した変換行列を加算した結果を格納する.

引数

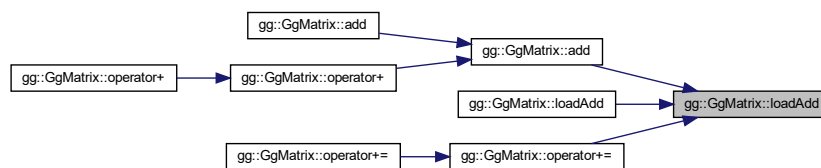
a	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

変換行列に a を加えた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1710 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.14 loadDivide() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadDivide (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

変換行列を別の変換行列で除算した結果を格納する.

引数

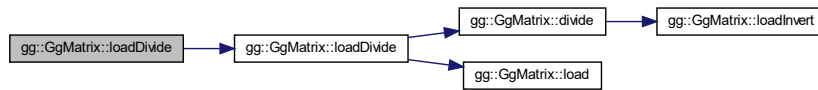
m	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に m を乗じた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1768 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.15 loadDivide() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadDivide (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

変換行列を配列に格納した変換行列で除算した結果を格納する。

引数

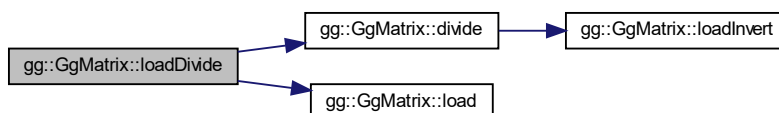
a	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

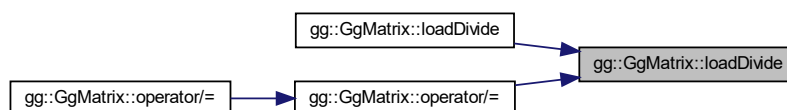
変換行列に a を乗じた **GgMatrix** 型の値.

gg.h の 1760 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.16 loadFrustum()

```

gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadFrustum (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar )

```

透視透視投影変換行列を格納する.

引数

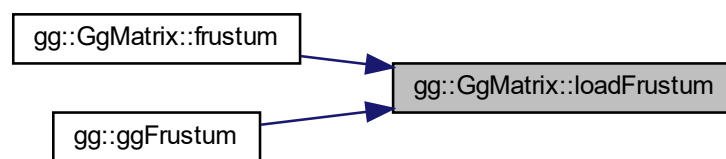
<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

設定した透視投影変換行列.

gg.cpp の 4595 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.17 loadIdentity()

```

gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadIdentity ( )

```

単位行列を格納する.

gg.cpp の 4253 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.18 loadInvert() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadInvert (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

逆行列を格納する.

引数

m	GgMatrix 型の変換行列.
-----	------------------

戻り値

設定した m の逆行列.

gg.h の 2115 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.19 loadInvert() [2/2]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadInvert (
    const GLfloat * a )
```

逆行列を格納する.

引数

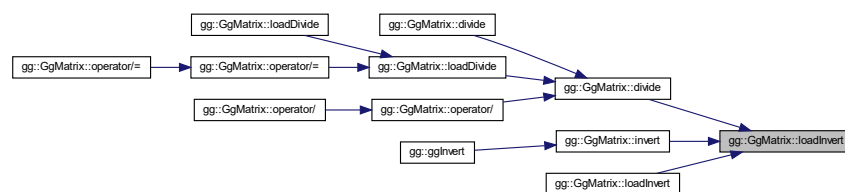
<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の変換行列.
----------	------------------------

戻り値

設定した *a* の逆行列.

gg.cpp の 4410 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.20 loadLookat() [1/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadLookat (
    const GgVector & e,
    const GgVector & t,
    const GgVector & u ) [inline]
```

ビュー変換行列を格納する.

引数

<i>e</i>	視点の位置の GgVector 型の変数.
<i>t</i>	目標点の位置の GgVector 型の変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルの GgVector 型の変数.

戻り値

設定したビュー変換行列.

gg.h の 2056 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.21 loadLookat() [2/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadLookat (
    const GLfloat * e,
    const GLfloat * t,
    const GLfloat * u ) [inline]
```

ビュー変換行列を格納する.

引数

<i>e</i>	視点の位置の配列変数.
<i>t</i>	目標点の位置の配列変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルの配列変数.

戻り値

設定したビュー変換行列.

gg.h の 2046 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.22 loadLookat() [3/3]

```

gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadLookat (
    GLfloat ex,
    GLfloat ey,
    GLfloat ez,
    GLfloat tx,
    GLfloat ty,
    GLfloat tz,
    GLfloat ux,
    GLfloat uy,
    GLfloat uz )

```

ビュー変換行列を格納する.

引数

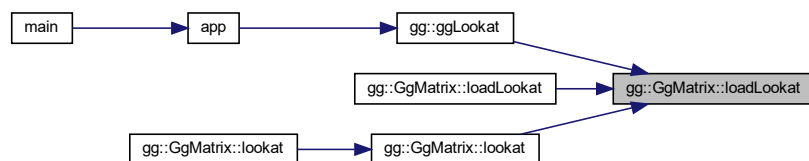
<i>ex</i>	視点の位置の x 座標値.
<i>ey</i>	視点の位置の y 座標値.
<i>ez</i>	視点の位置の z 座標値.
<i>tx</i>	目標点の位置の x 座標値.
<i>ty</i>	目標点の位置の y 座標値.
<i>tz</i>	目標点の位置の z 座標値.
<i>ux</i>	上方向のベクトルの x 成分.
<i>uy</i>	上方向のベクトルの y 成分.
<i>uz</i>	上方向のベクトルの z 成分.

戻り値

設定したビュー変換行列.

gg.cpp の 4512 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.23 loadMultiply() [1/2]

```

GgMatrix& gg::GgMatrix::loadMultiply (
    const GgMatrix & m ) [inline]

```

変換行列に別の変換行列を乗算した結果を格納する.

引数

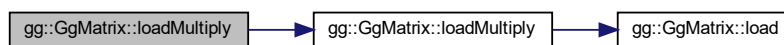
<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に *m* を掛けた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1752 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.24 loadMultiply() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadMultiply (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

変換行列に配列に格納した変換行列を乗算した結果を格納する。

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

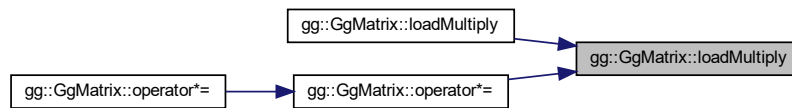
変換行列に *a* を掛けた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1744 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.25 loadNormal() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadNormal (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

法線変換行列を格納する.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変換行列.
----------	------------------

戻り値

設定した *m* の法線変換行列.

gg.h の 2128 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.26 loadNormal() [2/2]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadNormal (
    const GLfloat * a )
```

法線変換行列を格納する.

引数

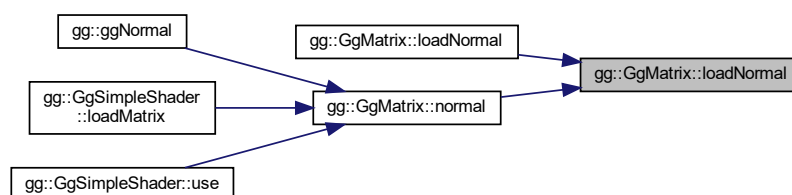
<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の変換行列.
----------	------------------------

戻り値

設定した *m* の法線変換行列.

gg.cpp の 4492 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.27 loadOrthogonal()

```

gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadOrthogonal (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar )

```

直交投影変換行列を格納する.

引数

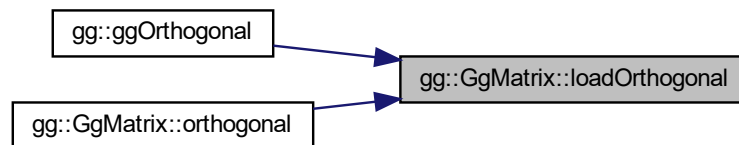
<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

設定した直交投影変換行列.

gg.cpp の 4568 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.28 loadPerspective()

```

gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadPerspective (
    GLfloat fovy,
    GLfloat aspect,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar )
  
```

画角を指定して透視投影変換行列を格納する.

引数

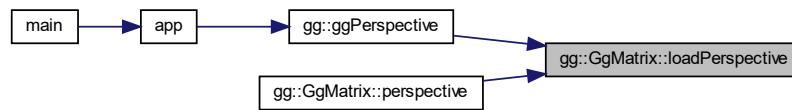
<i>fovy</i>	y 方向の画角.
<i>aspect</i>	縦横比.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

設定した透視投影変換行列.

gg.cpp の 4622 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.29 loadRotate() [1/5]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadRotate (
    const GgVector & r ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する.

引数

r	回転軸の方向ベクトルと回転角を格納した GgVector 型の変数.
-----	------------------------------------

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 2021 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.30 loadRotate() [2/5]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadRotate (
    const GgVector & r,
    GLfloat a ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する.

引数

<i>r</i>	回転軸の方向ベクトルを格納した GgVector 型の変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 2005 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.31 loadRotate() [3/5]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadRotate (
    const GLfloat * r ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する.

引数

<i>r</i>	回転軸の方向ベクトルと回転角を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数 (x, y, z, a).
----------	--

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 2013 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.32 loadRotate() [4/5]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadRotate (  
    const GLfloat * r,  
    GLfloat a ) [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する.

引数

<i>r</i>	回転軸の方向ベクトルを格納した GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
<i>a</i>	回転角.

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 1996 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.33 loadRotate() [5/5]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadRotate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a )
```

(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を格納する.

引数

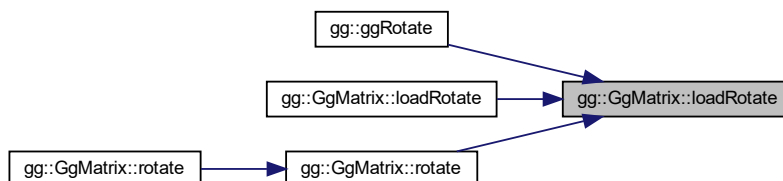
x	回転軸の x 成分.
y	回転軸の y 成分.
z	回転軸の z 成分.
a	回転角.

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4346 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.34 loadRotateX()

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadRotateX (
    GLfloat a )
```

x 軸中心の回転の変換行列を格納する.

引数

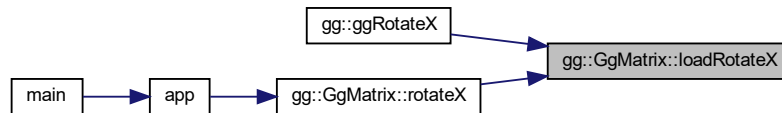
a	回轉角.
-----	------

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4298 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.35 loadRotateY()

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadRotateY (
    GLfloat a )
```

y 軸中心の回転の変換行列を格納する.

引数

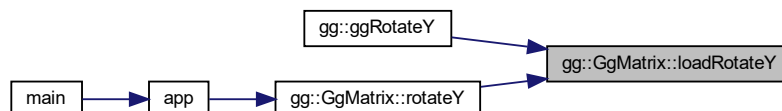
<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4314 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.36 loadRotateZ()

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadRotateZ (
    GLfloat a )
```

z 軸中心の回転の変換行列を格納する.

引数

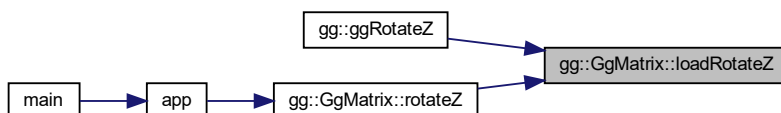
a	回転角.
---	------

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4330 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.37 loadScale() [1/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadScale (
    const GgVector & s ) [inline]
```

拡大縮小の変換行列を格納する.

引数

s	拡大率の GgVector 型の変数.
---	---------------------

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 1964 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.38 loadScale() [2/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadScale (
    const GLfloat * s ) [inline]
```

拡大縮小の変換行列を格納する.

引数

s	拡大率の GLfloat 型の配列 (x, y, z).
---	------------------------------

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 1956 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.39 loadScale() [3/3]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadScale (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f )
```

拡大縮小の変換行列を格納する.

引数

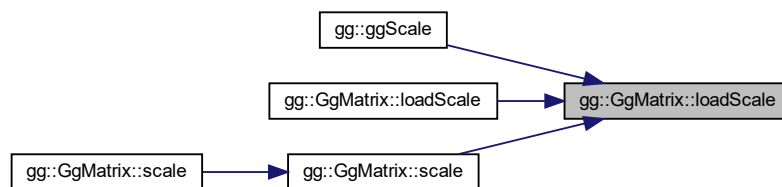
<i>x</i>	x 方向の拡大率.
<i>y</i>	y 方向の拡大率.
<i>z</i>	z 方向の拡大率.
<i>w</i>	w 拡大率のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4282 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.40 loadSubtract() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadSubtract (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

変換行列から別の変換行列を減算した結果を格納する.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に *m* を引いた `GgMatrix` 型の値.

gg.h の 1736 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.41 loadSubtract() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadSubtract (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

変換行列から配列に格納した変換行列を減算した結果を格納する.

引数

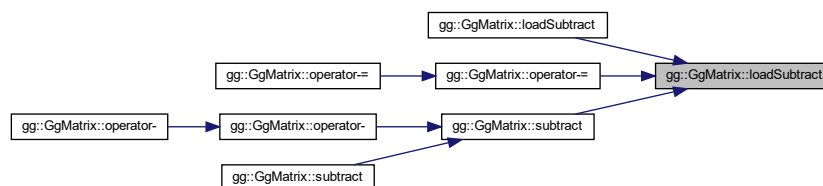
a	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
---	------------------------

戻り値

変換行列に a を引いた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1727 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.42 loadTranslate() [1/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadTranslate (
    const GgVector & t ) [inline]
```

平行移動の変換行列を格納する.

引数

<i>t</i>	移動量の GgVector 型の変数.
----------	---------------------

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 1940 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.43 loadTranslate() [2/3]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadTranslate (
    const GLfloat * t ) [inline]
```

平行移動の変換行列を格納する.

引数

<i>t</i>	移動量の GLfloat 型の配列 (x, y, z).
----------	------------------------------

戻り値

設定した変換行列.

gg.h の 1932 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.44 loadTranslate() [3/3]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadTranslate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f )
```

平行移動の変換行列を格納する.

引数

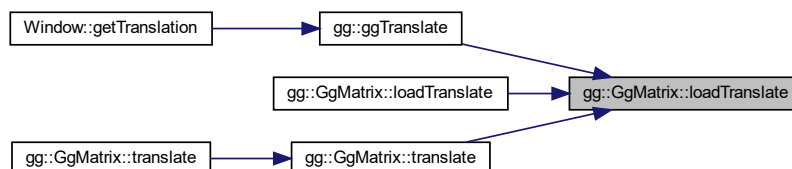
<i>x</i>	<i>x</i> 方向の移動量.
<i>y</i>	<i>y</i> 方向の移動量.
<i>z</i>	<i>z</i> 方向の移動量.
<i>w</i>	<i>w</i> 移動量のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

設定した変換行列.

gg.cpp の 4266 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.45 loadTranspose() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::loadTranspose (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

転置行列を格納する.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変換行列.
----------	------------------

戻り値

設定した *m* の転置行列.

gg.h の 2102 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.46 loadTranspose() [2/2]

```
gg::GgMatrix & gg::GgMatrix::loadTranspose (  
    const GLfloat * a )
```

転置行列を格納する.

引数

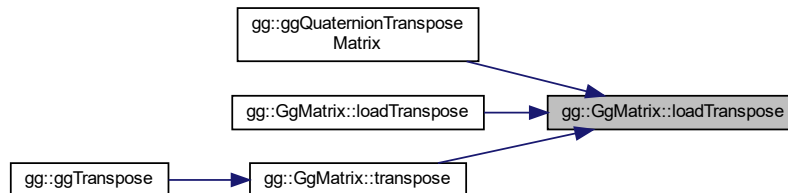
<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の変換行列.
----------	------------------------

戻り値

設定した **a** の転置行列.

gg.cpp の 4385 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.4.3.47 lookat() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::lookat (
    const GgVector & e,
    const GgVector & t,
    const GgVector & u ) const [inline]
```

ビュー変換を乗じた結果を返す.

引数

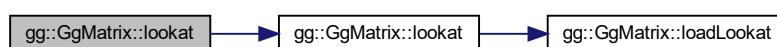
<i>e</i>	視点の位置を格納した GgVector 型の変数.
<i>t</i>	目標点の位置を格納した GgVector 型の変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルを格納した GgVector 型の変数.

戻り値

ビュー変換行列を乗じた変換行列.

gg.h の 2296 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.48 lookat() [2/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::lookat (
    const GLfloat * e,
    const GLfloat * t,
    const GLfloat * u ) const [inline]
```

ビュー変換を乗じた結果を返す.

引数

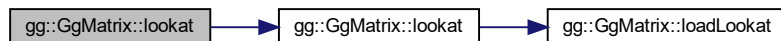
<i>e</i>	視点の位置を格納した GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>t</i>	目標点の位置を格納した GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>u</i>	上方向のベクトルを格納した GLfloat 型の 3 要素の配列変数.

戻り値

ビュー変換行列を乗じた変換行列.

gg.h の 2286 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.49 lookat() [3/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::lookat (
    GLfloat ex,
    GLfloat ey,
    GLfloat ez,
    GLfloat tx,
    GLfloat ty,
    GLfloat tz,
    GLfloat ux,
    GLfloat uy,
    GLfloat uz ) const [inline]
```

ビュー変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>ex</i>	視点の位置の x 座標値.
-----------	---------------

引数

<code>ey</code>	視点の位置の y 座標値.
<code>ez</code>	視点の位置の z 座標値.
<code>tx</code>	目標点の位置の x 座標値.
<code>ty</code>	目標点の位置の y 座標値.
<code>tz</code>	目標点の位置の z 座標値.
<code>ux</code>	上方向のベクトルの x 成分.
<code>uy</code>	上方向のベクトルの y 成分.
<code>uz</code>	上方向のベクトルの z 成分.

戻り値

ビュー変換行列を乗じた変換行列.

`gg.h` の 2273 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.50 multiply() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::multiply (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

変換行列に別の変換行列を乗算した値を返す.

引数

<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に *m* を掛けた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1820 行目に定義があります。

8.4.3.51 multiply() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::multiply (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

変換行列に配列に格納した変換行列を乗算した値を返す.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

変換行列に *a* を掛けた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1810 行目に定義があります。

8.4.3.52 normal()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::normal ( ) const [inline]
```

法線変換行列を返す.

戻り値

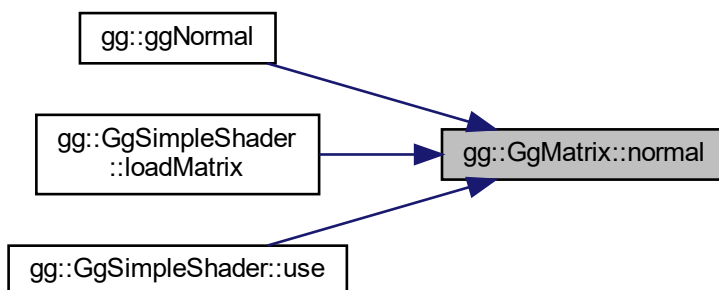
法線変換行列.

gg.h の 2364 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.53 operator*() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator* (  
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

gg.h の 1905 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.54 operator*() [2/3]

```
GgVector gg::GgMatrix::operator* (
    const GgVector & v ) const [inline]
```

ベクトルに対して投影変換を行う。

引数

v	元のベクトルの GgVector 型の変数.
---	------------------------

戻り値

c 変換結果の GgVector 型の値.

gg.h の 2405 行目に定義があります。

8.4.3.55 operator*() [3/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator* (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 1901 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:

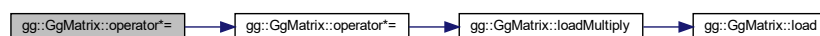


8.4.3.56 operator*=() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator*= (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

gg.h の 1873 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

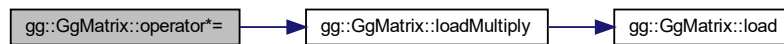


8.4.3.57 operator*=() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator*= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 1869 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

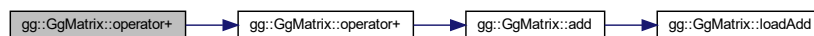


8.4.3.58 operator+() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator+ (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

gg.h の 1889 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

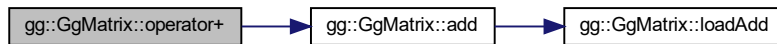


8.4.3.59 operator+() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator+ (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 1885 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

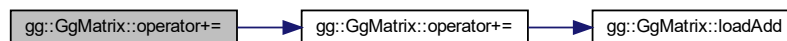


8.4.3.60 operator+=() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator+= (  
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

gg.h の 1857 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.61 operator+=() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator+= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 1853 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.62 operator-() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator- (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

gg.h の 1897 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

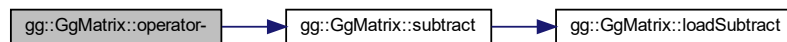


8.4.3.63 operator-() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator- (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 1893 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

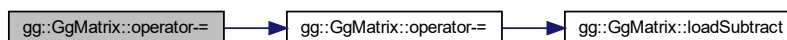


8.4.3.64 operator-=() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator-= (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

gg.h の 1865 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.65 operator-=() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator-= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 1861 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.66 operator/() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator/ (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

gg.h の 1913 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

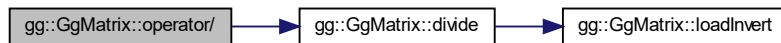


8.4.3.67 operator/() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::operator/ (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 1909 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

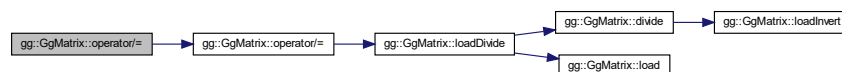


8.4.3.68 operator/=() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator/= (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

gg.h の 1881 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

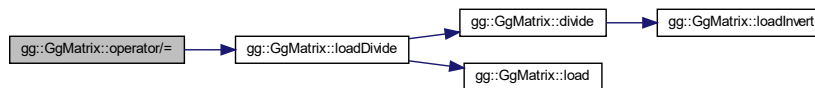


8.4.3.69 operator/=() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator/= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 1877 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

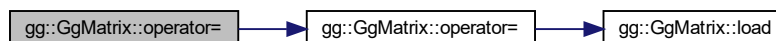


8.4.3.70 operator=() [1/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator= (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

gg.h の 1849 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.71 operator=() [2/2]

```
GgMatrix& gg::GgMatrix::operator= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 1845 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

**8.4.3.72 operator[]() [1/2]**

```
GLfloat& gg::GgMatrix::operator[] (
    std::size_t i ) [inline]
```

変換行列の要素にアクセスする。

戻り値

変換行列を格納した GLfloat 型の 16 要素の配列変数の i 番目の要素の参照。

gg.h の 2442 行目に定義があります。

8.4.3.73 operator[]() [2/2]

```
const GLfloat& gg::GgMatrix::operator[] (
    std::size_t i ) const [inline]
```

変換行列の要素にアクセスする.

戻り値

変換行列を格納した GLfloat 型の 16 要素の配列変数の i 番目の要素の参照.

gg.h の 2435 行目に定義があります。

8.4.3.74 orthogonal()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::orthogonal (
    GLfloat left,
    GLfloat right,
    GLfloat bottom,
    GLfloat top,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) const [inline]
```

直交投影変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>left</i>	ウィンドウの左端の位置.
<i>right</i>	ウィンドウの右端の位置.
<i>bottom</i>	ウィンドウの下端の位置.
<i>top</i>	ウィンドウの上端の位置.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

直交投影変換行列を乗じた変換行列.

gg.h の 2309 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.75 perspective()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::perspective (
    GLfloat fovy,
    GLfloat aspect,
    GLfloat zNear,
    GLfloat zFar ) const [inline]
```

画角を指定して透視投影変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>fovy</i>	y 方向の画角.
<i>aspect</i>	縦横比.
<i>zNear</i>	視点から前方面までの位置.
<i>zFar</i>	視点から後方面までの位置.

戻り値

透視投影変換行列を乗じた変換行列.

gg.h の 2339 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.76 projection() [1/4]

```
void gg::GgMatrix::projection (
    GgVector & c,
    const GgVector & v ) const [inline]
```

ベクトルに対して投影変換を行う.

引数

<i>c</i>	変換結果を格納する GgVector 型の変数.
<i>v</i>	元のベクトルの GgVector 型の変数.

構築: Doxygen

gg.h の 2397 行目に定義があります。

8.4.3.77 projection() [2/4]

```
void gg::GgMatrix::projection (
    GgVector & c,
    const GLfloat * v ) const [inline]
```

ベクトルに対して投影変換を行う。

引数

c	変換結果を格納する GgVector 型の変数.
v	元のベクトルの GLfloat 型の 4 要素の配列変数.

gg.h の 2389 行目に定義があります。

8.4.3.78 projection() [3/4]

```
void gg::GgMatrix::projection (
    GLfloat * c,
    const GgVector & v ) const [inline]
```

ベクトルに対して投影変換を行う。

引数

c	変換結果を格納する GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
v	元のベクトルの GgVector 型の変数.

gg.h の 2381 行目に定義があります。

8.4.3.79 projection() [4/4]

```
void gg::GgMatrix::projection (
    GLfloat * c,
    const GLfloat * v ) const [inline]
```

ベクトルに対して投影変換を行う。

引数

<code>c</code>	変換結果を格納する GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<code>v</code>	元のベクトルの GLfloat 型の 4 要素の配列変数.

gg.h の 2373 行目に定義があります。

8.4.3.80 rotate() [1/5]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotate (
    const GgVector & r ) const [inline]
```

`r` 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

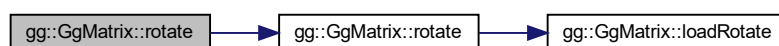
<code>r</code>	回転軸の方向ベクトルと回転角を格納した GgVector 型の変数).
----------------	-------------------------------------

戻り値

(`r[0]`, `r[1]`, `r[2]`) を軸にさらに `r[3]` 回転した変換行列.

gg.h の 2257 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.81 rotate() [2/5]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotate (
    const GgVector & r,
    GLfloat a ) const [inline]
```

`r` 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.

引数

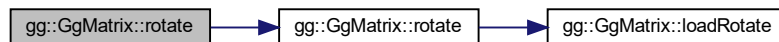
<i>r</i>	回転軸の方向ベクトルを格納した GgVector 型の変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

(*r*[0], *r*[1], *r*[2]) を軸にさらに *a* 回転した変換行列.

gg.h の 2241 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.82 rotate() [3/5]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotate (
    const GLfloat * r ) const [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.

引数

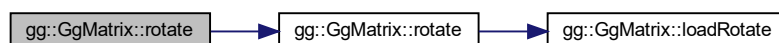
<i>r</i>	回転軸の方向ベクトルと回転角を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数 (<i>x</i> , <i>y</i> , <i>z</i> , <i>a</i>).
----------	--

戻り値

(*r*[0], *r*[1], *r*[2]) を軸にさらに *r*[3] 回転した変換行列.

gg.h の 2249 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.83 rotate() [4/5]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotate (
    const GLfloat * r,
    GLfloat a ) const [inline]
```

r 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.

引数

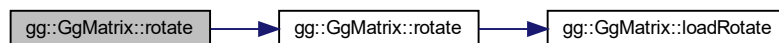
r	回転軸の方向ベクトルを格納した GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
a	回転角.

戻り値

($r[0]$, $r[1]$, $r[2]$) を軸にさらに a 回転した変換行列.

gg.h の 2232 行目に定義があります.

呼び出し関係図:

**8.4.3.84 rotate()** [5/5]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a ) const [inline]
```

(x , y , z) 方向のベクトルを軸とする回転変換を乗じた結果を返す.

引数

x	回転軸の x 成分.
y	回転軸の y 成分.
z	回転軸の z 成分.
a	回転角.

戻り値

(x, y, z) を軸にさらに a 回転した変換行列.

gg.h の 2222 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.85 rotateX()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotateX (
    GLfloat a ) const [inline]
```

x 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

x 軸中心にさらに a 回転した変換行列.

gg.h の 2192 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.86 rotateY()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotateY (  
    GLfloat a ) const [inline]
```

y 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

y 軸中心にさらに *a* 回転した変換行列.

gg.h の 2201 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.87 rotateZ()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::rotateZ (  
    GLfloat a ) const [inline]
```

z 軸中心の回転変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

z 軸中心にさらに *a* 回転した変換行列.

gg.h の 2210 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.88 scale() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::scale (
    const GgVector & s ) const [inline]
```

拡大縮小変換を乗じた結果を返す.

引数

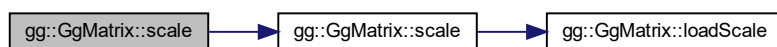
s	拡大率の GgVector 型の変数.
---	---------------------

戻り値

拡大縮小した結果の変換行列.

gg.h の 2184 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

**8.4.3.89 scale()** [2/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::scale (
    const GLfloat * s ) const [inline]
```

拡大縮小変換を乗じた結果を返す.

引数

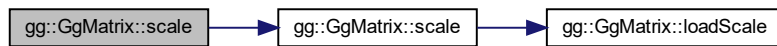
s	拡大率の GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
---	--------------------------------------

戻り値

拡大縮小した結果の変換行列.

gg.h の 2176 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.90 scale() [3/3]

```

GgMatrix gg::GgMatrix::scale (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f ) const [inline]
  
```

拡大縮小変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>x</i>	<i>x</i> 方向の拡大率.
<i>y</i>	<i>y</i> 方向の拡大率.
<i>z</i>	<i>z</i> 方向の拡大率.
<i>w</i>	<i>w</i> 移動量のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

拡大縮小した結果の変換行列.

gg.h の 2167 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.91 subtract() [1/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::subtract (
    const GgMatrix & m ) const [inline]
```

変換行列から別の変換行列を減算した値を返す.

引数

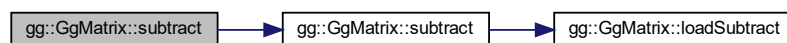
<i>m</i>	GgMatrix 型の変数.
----------	----------------

戻り値

変換行列に *m* を引いた GgMatrix 型の値.

gg.h の 1802 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.92 subtract() [2/2]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::subtract (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

変換行列から配列に格納した変換行列を減算した値を返す.

引数

<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------	------------------------

戻り値

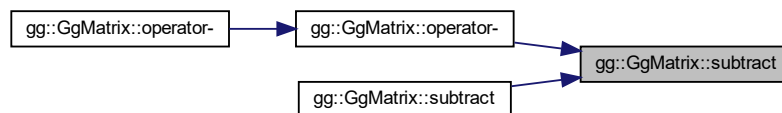
変換行列に *a* を引いた **GgMatrix** 型の値.

gg.h の 1793 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.93 translate() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::translate (  
    const GgVector & t ) const [inline]
```

平行移動変換を乗じた結果を返す.

引数

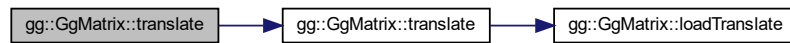
<i>t</i>	移動量の GgVector 型の変数.
----------	---------------------

戻り値

平行移動した結果の変換行列.

gg.h の 2156 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.94 translate() [2/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::translate (  
    const GLfloat * t ) const [inline]
```

平行移動変換を乗じた結果を返す.

引数

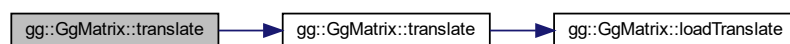
<i>t</i>	移動量の GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (x, y, z).
----------	--------------------------------------

戻り値

平行移動した結果の変換行列.

gg.h の 2148 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.4.3.95 translate() [3/3]

```
GgMatrix gg::GgMatrix::translate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f ) const [inline]
```

平行移動変換を乗じた結果を返す.

引数

<i>x</i>	x 方向の移動量.
<i>y</i>	y 方向の移動量.
<i>z</i>	z 方向の移動量.
<i>w</i>	w 移動量のスケールファクタ (= 1.0f).

戻り値

平行移動した結果の変換行列.

gg.h の 2139 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.3.96 transpose()

```
GgMatrix gg::GgMatrix::transpose ( ) const [inline]
```

転置行列を返す.

戻り値

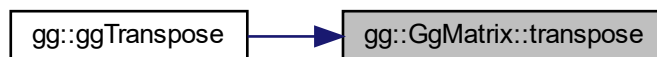
転置行列.

gg.h の 2348 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.4.4 フレンドと関連関数の詳解

8.4.4.1 GgQuaternion

```
friend class GgQuaternion [friend]
```

gg.h の 1666 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.5 gg::GgNormalTexture クラス

法線マップ.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- `GgNormalTexture()`
コンストラクタ.
- `GgNormalTexture (const GLubyte *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_RED, float nz=1.0f, GLenum internal=GL_RGBA)`
メモリ上のデータから法線マップのテクスチャを作成するコンストラクタ.
- `GgNormalTexture (const char *name, float nz=1.0f, GLenum internal=GL_RGBA)`
ファイルからデータを読み込んで法線マップのテクスチャを作成するコンストラクタ.
- `virtual ~GgNormalTexture()`
デストラクタ.
- `void load (const GLubyte *hmap, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_RED, float nz=1.0f, GLenum internal=GL_RGBA)`
メモリ上のデータから法線マップのテクスチャを作成する.
- `void load (const char *name, float nz=1.0f, GLenum internal=GL_RGBA)`
ファイルからデータを読み込んで法線マップのテクスチャを作成する.

8.5.1 詳解

法線マップ.

高さマップ (グレイスケール画像) を読み込んで法線マップのテクスチャを作成する.

gg.h の 4025 行目に定義があります。

8.5.2 構築子と解体子

8.5.2.1 GgNormalTexture() [1/3]

```
gg::GgNormalTexture::GgNormalTexture ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 4033 行目に定義があります。

8.5.2.2 GgNormalTexture() [2/3]

```
gg::GgNormalTexture::GgNormalTexture (
    const GLubyte * image,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_RED,
    float nz = 1.0f,
    GLenum internal = GL_RGBA ) [inline]
```

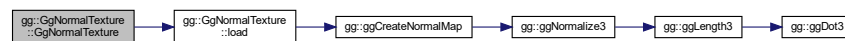
メモリ上のデータから法線マップのテクスチャを作成するコンストラクタ.

引数

<i>image</i>	テクスチャとして用いる画像データ, nullptr ならデータを読み込まない.
<i>width</i>	テクスチャとして用いる画像データの横幅.
<i>height</i>	テクスチャとして用いる画像データの高さ.
<i>format</i>	テクスチャとして用いる画像データのフォーマット (GL_RED, GL_RG, GL_RGB, GL_RGBA).
<i>nz</i>	法線マップの z 成分の値.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.

gg.h の 4042 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.5.2.3 GgNormalTexture() [3/3]

```

gg::GgNormalTexture::GgNormalTexture (
    const char * name,
    float nz = 1.0f,
    GLenum internal = GL_RGBA ) [inline]
  
```

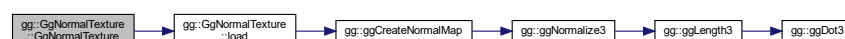
ファイルからデータを読み込んで法線マップのテクスチャを作成するコンストラクタ。

引数

<i>name</i>	画像ファイル名.
<i>nz</i>	法線マップの z 成分の値.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.

gg.h の 4053 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.5.2.4 ~GgNormalTexture()

```
virtual gg::GgNormalTexture::~GgNormalTexture ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4060 行目に定義があります。

8.5.3 関数詳解

8.5.3.1 load() [1/2]

```
void gg::GgNormalTexture::load (
    const char * name,
    float nz = 1.0f,
    GLenum internal = GL_RGBA )
```

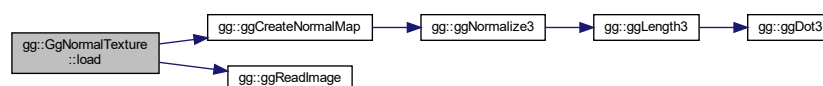
ファイルからデータを読み込んで法線マップのテクスチャを作成する.

引数

<i>name</i>	画像ファイル名 (1 チャンネルの TGA 画像).
<i>nz</i>	法線マップの z 成分の値.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.

gg.cpp の 3168 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.5.3.2 load() [2/2]

```
void gg::GgNormalTexture::load (
    const GLubyte * hmap,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_RED,
    float nz = 1.0f,
    GLenum internal = GL_RGBA ) [inline]
```

メモリ上のデータから法線マップのテクスチャを作成する.

引数

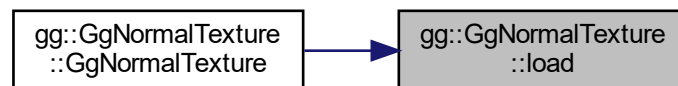
<i>hmap</i>	テクスチャとして用いる画像データ, nullptr ならデータを読み込まない.
<i>width</i>	テクスチャとして用いる画像データの横幅.
<i>height</i>	テクスチャとして用いる画像データの高さ.
<i>format</i>	テクスチャとして用いる画像データのフォーマット (GL_RED, GL_RG, GL_RGB, GL_RGBA).
<i>nz</i>	法線マップの z 成分の値.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.

gg.h の 4069 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

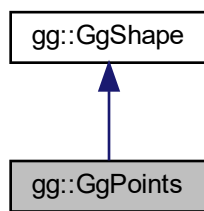
- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.6 gg::GgPoints クラス

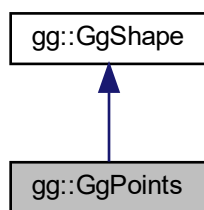
点.

```
#include <gg.h>
```

gg::GgPoints の継承関係図



gg::GgPoints 連携図



公開メンバ関数

- **GgPoints** (GLenum mode=GL_POINTS)
コンストラクタ.
- **GgPoints** (const **GgVector** *pos, GLsizei countv, GLenum mode=GL_POINTS, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
コンストラクタ.
- virtual **~GgPoints** ()
デストラクタ.
- GLsizei **getCount** () const
データの数を取り出す.
- GLuint **getBuffer** () const
頂点の位置データを格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.
- void **send** (const **GgVector** *pos, GLint first=0, GLsizei count=0) const
既存のバッファオブジェクトに頂点の位置データを転送する.
- void **load** (const **GgVector** *pos, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
バッファオブジェクトを確保して頂点の位置データを格納する.
- virtual void **draw** (GLint first=0, GLsizei count=0) const
点の描画.

8.6.1 詳解

点.

gg.h の 4578 行目に定義があります。

8.6.2 構築子と解体子

8.6.2.1 GgPoints() [1/2]

```
gg::GgPoints::GgPoints (  
    GLenum mode = GL_POINTS ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 4587 行目に定義があります。

8.6.2.2 GgPoints() [2/2]

```
gg::GgPoints::GgPoints (  
    const GgVector * pos,  
    GLsizei countv,  
    GLenum mode = GL_POINTS,  
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>pos</i>	この図形の頂点の位置のデータの配列 (nullptr ならデータを転送しない).
<i>countv</i>	頂点数.
<i>mode</i>	描画する基本図形の種類.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4596 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.6.2.3 ~GgPoints()

```
virtual gg::GgPoints::~~GgPoints ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4603 行目に定義があります。

8.6.3 関数詳解

8.6.3.1 draw()

```
void gg::GgPoints::draw (
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [virtual]
```

点の描画.

引数

<i>first</i>	描画を開始する最初の点の番号.
<i>count</i>	描画する点の数, 0 なら全部の点を描く.

[gg::GgShape](#)を再実装しています。

gg.cpp の 4978 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.6.3.2 getBuffer()

```
GLuint gg::GgPoints::getBuffer ( ) const [inline]
```

頂点の位置データを格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.

戻り値

この図形の頂点の位置データを格納した頂点バッファオブジェクト名.

gg.h の 4614 行目に定義があります。

8.6.3.3 getCount()

```
GLsizei gg::GgPoints::getCount ( ) const [inline]
```

データの数を取り出す.

戻り値

この図形の頂点の位置データの数 (頂点数).

gg.h の 4607 行目に定義があります。

8.6.3.4 load()

```
void gg::GgPoints::load (
    const GgVector * pos,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

バッファオブジェクトを確保して頂点の位置データを格納する.

引数

<i>pos</i>	頂点の位置データが格納されている領域の先頭のポインタ.
<i>count</i>	頂点のデータの数 (頂点数).
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4632 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.6.3.5 send()

```

void gg::GgPoints::send (
    const GgVector * pos,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
  
```

既存のバッファオブジェクトに頂点の位置データを転送する。

引数

<i>pos</i>	転送元の頂点の位置データが格納されている領域の先頭のポインタ.
<i>first</i>	転送先のバッファオブジェクトの先頭の要素番号.
<i>count</i>	転送する頂点の位置データの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4623 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

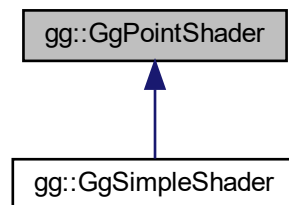
- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.7 gg::GgPointShader クラス

点のシェーダ.

```
#include <gg.h>
```

gg::GgPointShader の継承関係図



公開メンバ関数

- [GgPointShader \(\)](#)
コンストラクタ.
- [GgPointShader \(const char *vert, const char *frag=0, const char *geom=0, GLint nvarying=0, const char **varyings=0\)](#)
コンストラクタ
- [virtual ~GgPointShader \(\)](#)
デストラクタ.
- [void load \(const char *vert, const char *frag=0, const char *geom=0, GLint nvarying=0, const char **varyings=0\)](#)
シェーダのソースファイルを読み込む.
- [virtual void loadProjectionMatrix \(const GLfloat *mp\) const](#)
投影変換行列を設定する.
- [virtual void loadProjectionMatrix \(const GgMatrix &mp\) const](#)
投影変換行列を設定する.
- [virtual void loadModelviewMatrix \(const GLfloat *mv\) const](#)
モデルビュー変換行列を設定する.
- [virtual void loadModelviewMatrix \(const GgMatrix &mv\) const](#)
モデルビュー変換行列を設定する.
- [virtual void loadMatrix \(const GLfloat *mp, const GLfloat *mv\) const](#)
投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定する.
- [virtual void loadMatrix \(const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv\) const](#)
投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定する.
- [virtual void use \(\) const](#)
シェーダプログラムの使用を開始する.
- [void use \(const GLfloat *mp\) const](#)
投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- [void use \(const GgMatrix &mp\) const](#)
投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- [void use \(const GLfloat *mp, const GLfloat *mv\) const](#)
投影変換行列とモデルビューを設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- [void use \(const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv\) const](#)

投影変換行列とモデルビューを設定してシェーダプログラムの使用を開始する.

- void `unuse()` const
シェーダプログラムの使用を終了する.
- GLuint `get()` const
シェーダのプログラム名を得る.

8.7.1 詳解

点のシェーダ.

gg.h の 4999 行目に定義があります。

8.7.2 構築子と解体子

8.7.2.1 GgPointShader() [1/2]

```
gg::GgPointShader::GgPointShader ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 5013 行目に定義があります。

8.7.2.2 GgPointShader() [2/2]

```
gg::GgPointShader::GgPointShader (
    const char * vert,
    const char * frag = 0,
    const char * geom = 0,
    GLint nvarying = 0,
    const char ** varyings = 0 ) [inline]
```

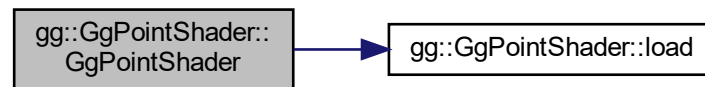
コンストラクタ

引数

<i>vert</i>	バーテックスシェーダのソースファイル名.
<i>frag</i>	フラグメントシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>geom</i>	ジオメトリシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>nvarying</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数の数 (0 なら不使用).
<i>varyings</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数のリスト.

gg.h の 5024 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.2.3 ~GgPointShader()

```
virtual gg::GgPointShader::~~GgPointShader ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 5032 行目に定義があります。

8.7.3 関数詳解

8.7.3.1 get()

```
GLuint gg::GgPointShader::get ( ) const [inline]
```

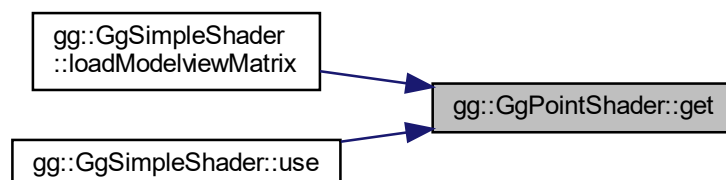
シェーダのプログラム名を得る.

戻り値

シェーダのプログラム名.

gg.h の 5145 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.7.3.2 load()

```
void gg::GgPointShader::load (
    const char * vert,
    const char * frag = 0,
    const char * geom = 0,
    GLint nvarying = 0,
    const char ** varyings = 0 ) [inline]
```

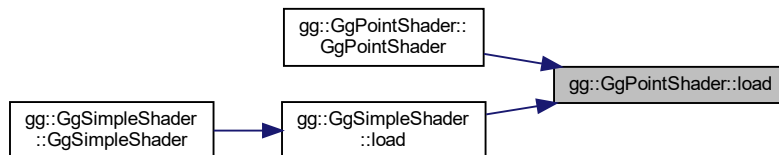
シェーダのソースファイルを読み込む。

引数

<i>vert</i>	バーテックスシェーダのソースファイル名.
<i>frag</i>	フラグメントシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>geom</i>	ジオメトリシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>nvarying</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数の数 (0 なら不使用).
<i>varyings</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数のリスト.

gg.h の 5040 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.7.3.3 loadMatrix() [1/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadMatrix (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv ) const [inline], [virtual]
```

投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定する。

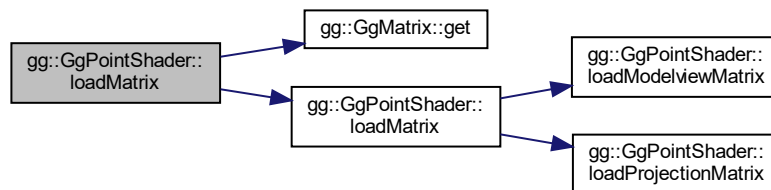
引数

<i>mp</i>	<code>GgMatrix</code> 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	<code>GgMatrix</code> 型のモデルビュー変換行列.

[gg::GgSimpleShader](#)で再実装されています。

gg.h の 5094 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.4 loadMatrix() [2/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadMatrix (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv ) const [inline], [virtual]
```

投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定する。

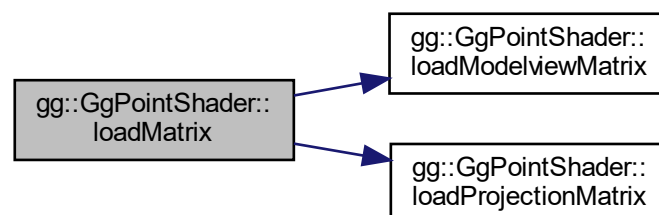
引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列。
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列。

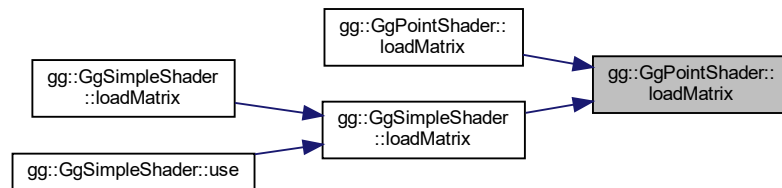
[gg::GgSimpleShader](#)で再実装されています。

gg.h の 5085 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.7.3.5 loadModelviewMatrix() [1/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadModelviewMatrix (
    const GgMatrix & mv ) const [inline], [virtual]
```

モデルビュー変換行列を設定する。

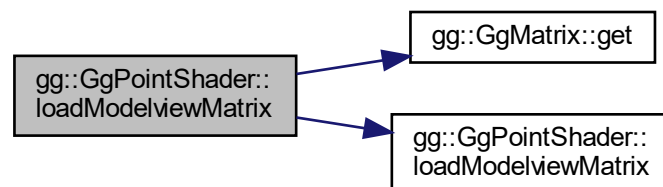
引数

<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.
-----------	--

[gg::GgSimpleShader](#)で再実装されています。

gg.h の 5077 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.6 loadModelviewMatrix() [2/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadModelviewMatrix (  
    const GLfloat * mv ) const    [inline], [virtual]
```

モデルビュー変換行列を設定する.

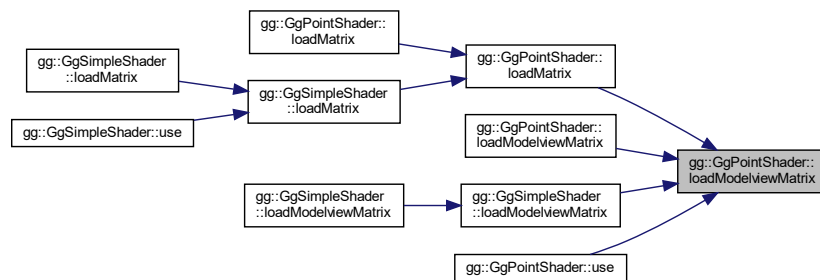
引数

<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
-----------	--

gg::GgSimpleShaderで再実装されています。

gg.h の 5070 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.7.3.7 loadProjectionMatrix() [1/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadProjectionMatrix (
    const GgMatrix & mp ) const [inline], [virtual]
```

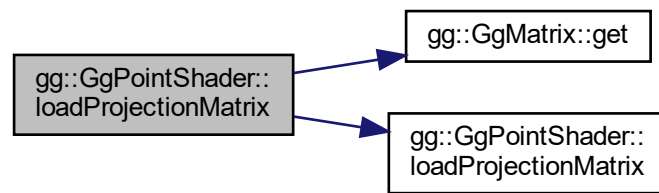
投影変換行列を設定する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
-----------	--------------------

gg.h の 5063 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.8 loadProjectionMatrix() [2/2]

```
virtual void gg::GgPointShader::loadProjectionMatrix (
    const GLfloat * mp ) const [inline], [virtual]
```

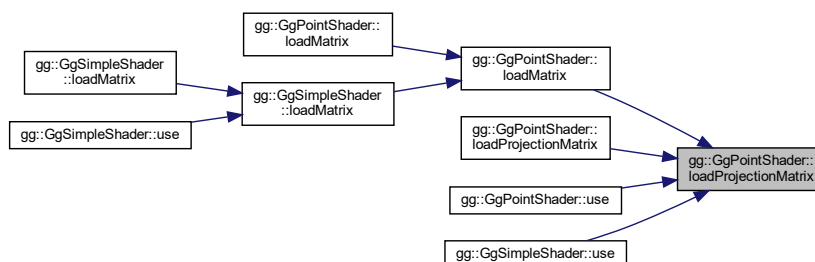
投影変換行列を設定する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列。
-----------	------------------------------------

gg.h の 5056 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.7.3.9 unuse()

```
void gg::GgPointShader::unuse ( ) const [inline]
```


シェーダプログラムの使用を終了する。

gg.h の 5138 行目に定義があります。

8.7.3.10 use() [1/5]

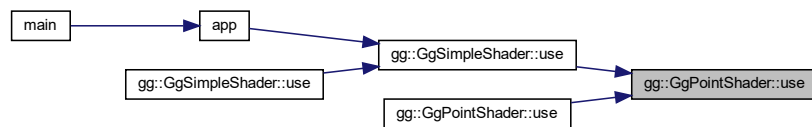
```
virtual void gg::GgPointShader::use ( ) const [inline], [virtual]
```

シェーダプログラムの使用を開始する。

gg::GgSimpleShader で再実装されています。

gg.h の 5100 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.7.3.11 use() [2/5]

```
void gg::GgPointShader::use (
    const GgMatrix & mp ) const [inline]
```

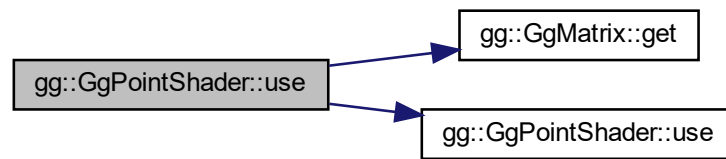
投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
-----------	--------------------

gg.h の 5115 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.12 use() [3/5]

```
void gg::GgPointShader::use (  
    const GgMatrix & mp,  
    const GgMatrix & mv ) const [inline]
```

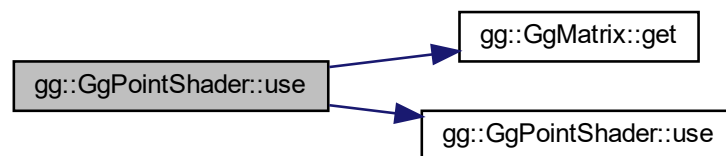
投影変換行列とモデルビューを設定してシェードプログラムの使用を開始する.

引数

<i>mp</i>	<code>GgMatrix</code> 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	<code>GgMatrix</code> 型のモデルビュー変換行列.

`gg.h` の 5132 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.13 use() [4/5]

```
void gg::GgPointShader::use (
    const GLfloat * mp ) const [inline]
```

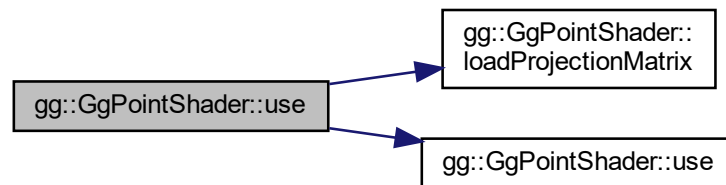
投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
-----------	------------------------------------

gg.h の 5107 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.7.3.14 use() [5/5]

```
void gg::GgPointShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv ) const [inline]
```

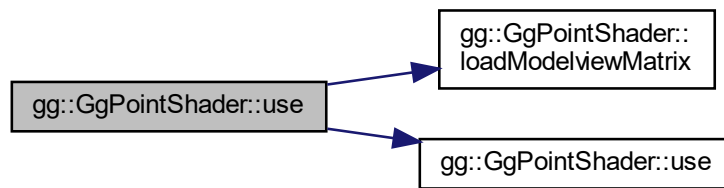
投影変換行列とモデルビューを設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.

gg.h の 5123 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)

8.8 gg::GgQuaternion クラス

四元数.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgQuaternion \(\)](#)
コンストラクタ.
- [GgQuaternion \(GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w\)](#)
コンストラクタ.
- [GgQuaternion \(const GgVector &v\)](#)
コンストラクタ.
- [GgQuaternion \(const GLfloat *a\)](#)
コンストラクタ.
- [GgQuaternion \(const GgQuaternion &q\)](#)
コピーコンストラクタ.
- [~GgQuaternion \(\)](#)
デストラクタ.
- [GLfloat norm \(\) const](#)
四元数のノルムを求める.
- [GgQuaternion & load \(GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w\)](#)
四元数を格納する.
- [GgQuaternion & load \(const GgVector &v\)](#)
四元数を格納する.
- [GgQuaternion & load \(const GLfloat *a\)](#)
四元数を格納する.
- [GgQuaternion & load \(const GgQuaternion &q\)](#)

- 四元数を格納する。
- `GgQuaternion & loadAdd (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)`
四元数に別の四元数を加算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadAdd (const GgVector &v)`
四元数に別の四元数を加算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadAdd (const GLfloat *a)`
四元数に別の四元数を加算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadAdd (const GgQuaternion &q)`
四元数に別の四元数を加算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadSubtract (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)`
四元数から別の四元数を減算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadSubtract (const GgVector &v)`
四元数から別の四元数を減算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadSubtract (const GLfloat *a)`
四元数から別の四元数を減算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadSubtract (const GgQuaternion &q)`
四元数から別の四元数を減算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadMultiply (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)`
四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadMultiply (const GgVector &v)`
四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadMultiply (const GLfloat *a)`
四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadMultiply (const GgQuaternion &q)`
四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadDivide (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)`
四元を別の四元数で除算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadDivide (const GgVector &v)`
四元を別の四元数で除算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadDivide (const GLfloat *a)`
四元を別の四元数で除算した結果を格納する。
- `GgQuaternion & loadDivide (const GgQuaternion &q)`
四元を別の四元数で除算した結果を格納する。
- `GgQuaternion add (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w) const`
四元数に別の四元数を加算した結果を返す。
- `GgQuaternion add (const GgVector &v) const`
四元数に別の四元数を加算した結果を返す。
- `GgQuaternion add (const GLfloat *a) const`
四元数に別の四元数を加算した結果を返す。
- `GgQuaternion add (const GgQuaternion &q) const`
四元数に別の四元数を加算した結果を返す。
- `GgQuaternion subtract (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w) const`
四元数から別の四元数を減算した結果を返す。
- `GgQuaternion subtract (const GgVector &v) const`
四元数から別の四元数を減算した結果を返す。
- `GgQuaternion subtract (const GLfloat *a) const`
四元数から別の四元数を減算した結果を返す。
- `GgQuaternion subtract (const GgQuaternion &q) const`
四元数から別の四元数を減算した結果を返す。
- `GgQuaternion multiply (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w) const`
四元数に別の四元数を乗算した結果を返す。

- **GgQuaternion multiply** (const **GgVector** &v) const
四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.
- **GgQuaternion multiply** (const GLfloat *a) const
四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.
- **GgQuaternion multiply** (const **GgQuaternion** &q) const
四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.
- **GgQuaternion divide** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w) const
四元数を別の四元数で除算した結果を返す.
- **GgQuaternion divide** (const **GgVector** &v) const
四元数を別の四元数で除算した結果を返す.
- **GgQuaternion divide** (const GLfloat *a) const
四元数を別の四元数で除算した結果を返す.
- **GgQuaternion divide** (const **GgQuaternion** &q) const
四元数を別の四元数で除算した結果を返す.
- **GgQuaternion & operator=** (const GLfloat *a)
- **GgQuaternion & operator=** (const **GgQuaternion** &q)
- **GgQuaternion & operator+=** (const GLfloat *a)
- **GgQuaternion & operator+=** (const **GgQuaternion** &q)
- **GgQuaternion & operator-=** (const GLfloat *a)
- **GgQuaternion & operator-=** (const **GgQuaternion** &q)
- **GgQuaternion & operator*=** (const GLfloat *a)
- **GgQuaternion & operator*=** (const **GgQuaternion** &q)
- **GgQuaternion & operator/=** (const GLfloat *a)
- **GgQuaternion & operator/=** (const **GgQuaternion** &q)
- **GgQuaternion operator+** (const GLfloat *a) const
- **GgQuaternion operator+** (const **GgQuaternion** &q) const
- **GgQuaternion operator-** (const GLfloat *a) const
- **GgQuaternion operator-** (const **GgQuaternion** &q) const
- **GgQuaternion operator*** (const GLfloat *a) const
- **GgQuaternion operator*** (const **GgQuaternion** &q) const
- **GgQuaternion operator/** (const GLfloat *a) const
- **GgQuaternion operator/** (const **GgQuaternion** &q) const
- **GgQuaternion & loadMatrix** (const GLfloat *a)
回転の変換行列を表す四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadMatrix** (const **GgMatrix** &m)
回転の変換行列 m を表す四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadIdentity** ()
単位元を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
(x, y, z) を軸として角度 a 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotate** (const GLfloat *v, GLfloat a)
($v[0], v[1], v[2]$) を軸として角度 a 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotate** (const GLfloat *v)
($v[0], v[1], v[2]$) を軸として角度 $v[3]$ 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotateX** (GLfloat a)
 x 軸中心に角度 a 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotateY** (GLfloat a)
 y 軸中心に角度 a 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion & loadRotateZ** (GLfloat a)
 z 軸中心に角度 a 回転する四元数を格納する.
- **GgQuaternion rotate** (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a) const
四元数を (x, y, z) を軸として角度 a 回転した四元数を返す.

- **GgQuaternion rotate** (const GLfloat *v, GLfloat a) const
四元数を (v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 a 回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion rotate** (const GLfloat *v) const
四元数を (v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 v[3] 回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion rotateX** (GLfloat a) const
四元数を x 軸中心に角度 a 回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion rotateY** (GLfloat a) const
四元数を y 軸中心に角度 a 回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion rotateZ** (GLfloat a) const
四元数を z 軸中心に角度 a 回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion & loadEuler** (GLfloat heading, GLfloat pitch, GLfloat roll)
オイラー角 (heading, pitch, roll) で与えられた回転を表す四元数を格納する。
- **GgQuaternion & loadEuler** (const GLfloat *e)
オイラー角 (e[0], e[1], e[2]) で与えられた回転を表す四元数を格納する。
- **GgQuaternion euler** (GLfloat heading, GLfloat pitch, GLfloat roll) const
四元数をオイラー角 (heading, pitch, roll) で回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion euler** (const GLfloat *e) const
四元数をオイラー角 (e[0], e[1], e[2]) で回転した四元数を返す。
- **GgQuaternion & loadSlerp** (const GLfloat *a, const GLfloat *b, GLfloat t)
球面線形補間の結果を格納する。
- **GgQuaternion & loadSlerp** (const GgQuaternion &q, const GgQuaternion &r, GLfloat t)
球面線形補間の結果を格納する。
- **GgQuaternion & loadSlerp** (const GgQuaternion &q, const GLfloat *a, GLfloat t)
球面線形補間の結果を格納する。
- **GgQuaternion & loadSlerp** (const GLfloat *a, const GgQuaternion &q, GLfloat t)
球面線形補間の結果を格納する。
- **GgQuaternion & loadNormalize** (const GLfloat *a)
引数に指定した四元数を正規化して格納する。
- **GgQuaternion & loadNormalize** (const GgQuaternion &q)
引数に指定した四元数を正規化して格納する。
- **GgQuaternion & loadConjugate** (const GLfloat *a)
引数に指定した四元数の共役四元数を格納する。
- **GgQuaternion & loadConjugate** (const GgQuaternion &q)
引数に指定した四元数の共役四元数を格納する。
- **GgQuaternion & loadInvert** (const GLfloat *a)
引数に指定した四元数の逆元を格納する。
- **GgQuaternion & loadInvert** (const GgQuaternion &q)
引数に指定した四元数の逆元を格納する。
- **GgQuaternion slerp** (GLfloat *a, GLfloat t) const
球面線形補間の結果を返す。
- **GgQuaternion slerp** (const GgQuaternion &q, GLfloat t) const
球面線形補間の結果を返す。
- **GgQuaternion normalize** () const
正規化する。
- **GgQuaternion conjugate** () const
共役四元数に変換する。
- **GgQuaternion invert** () const
逆元に変換する。
- **const GLfloat * get** () const
四元数を取り出す。
- **void get** (GLfloat *a) const

- 四元数を取り出す.
- `void getMatrix (GLfloat *a) const`
四元数が表す回転の変換行列を *a* に求める.
- `void getMatrix (GgMatrix &m) const`
四元数が表す回転の変換行列を *m* に求める.
- `GgMatrix getMatrix () const`
四元数が表す回転の変換行列を取り出す.
- `void getConjugateMatrix (GLfloat *a) const`
四元数の共役が表す回転の変換行列を *a* に求める.
- `void getConjugateMatrix (GgMatrix &m) const`
四元数の共役が表す回転の変換行列を *m* に求める.
- `GgMatrix getConjugateMatrix () const`
四元数の共役が表す回転の変換行列を取り出す.

8.8.1 詳解

四元数.

gg.h の 2716 行目に定義があります。

8.8.2 構築子と解体子

8.8.2.1 GgQuaternion() [1/5]

```
gg::GgQuaternion::GgQuaternion ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 2736 行目に定義があります。

8.8.2.2 GgQuaternion() [2/5]

```
gg::GgQuaternion::GgQuaternion (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) [inline]
```

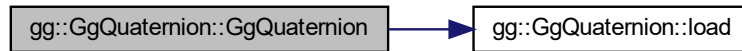
コンストラクタ.

引数

<i>x</i>	四元数の <i>x</i> 要素.
<i>y</i>	四元数の <i>y</i> 要素.
<i>z</i>	四元数の <i>z</i> 要素.
<i>w</i>	四元数の <i>w</i> 要素.

gg.h の 2743 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.2.3 GgQuaternion() [3/5]

```
gg::GgQuaternion::GgQuaternion (  
    const GgVector & v ) [inline]
```

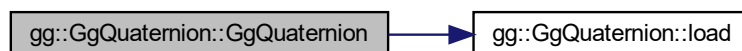
コンストラクタ.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
---	-------------------------

gg.h の 2750 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.2.4 GgQuaternion() [4/5]

```
gg::GgQuaternion::GgQuaternion (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

gg.h の 2757 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.2.5 GgQuaternion() [5/5]

```
gg::GgQuaternion::GgQuaternion (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

コピーコンストラクタ.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

gg.h の 2764 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.2.6 ~GgQuaternion()

```
gg::GgQuaternion::~~GgQuaternion ( ) [inline]
```

デストラクタ.

gg.h の 2770 行目に定義があります。

8.8.3 関数詳解

8.8.3.1 add() [1/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::add (  
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を返す.

引数

q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

q を加えた四元数.

gg.h の 3004 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.2 add() [2/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::add (  
    const GgVector & v ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を返す.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
-----	-------------------------

戻り値

v を加えた四元数.

gg.h の 2988 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.3 add() [3/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::add (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を返す.

引数

a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
---	--------------------------------

戻り値

a を加えた四元数.

gg.h の 2996 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.4 add() [4/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::add (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を返す.

引数

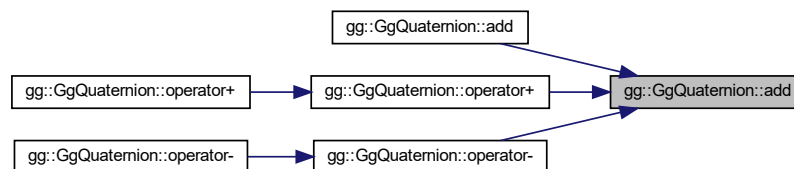
x	加える四元数の x 要素.
y	加える四元数の y 要素.
z	加える四元数の z 要素.
w	加える四元数の w 要素.

戻り値

(x, y, z, w) を加えた四元数.

gg.h の 2975 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.5 conjugate()

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::conjugate ( ) const [inline]
```

共役四元数に変換する.

戻り値

共役四元数.

gg.h の 3464 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.6 divide() [1/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::divide (  
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

四元数を別の四元数で除算した結果を返す.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

q で割った四元数.

gg.h の 3121 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.7 divide() [2/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::divide (  
    const GgVector & v ) const [inline]
```

四元数を別の四元数で除算した結果を返す.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
---	-------------------------

戻り値

v で割った四元数.

gg.h の 3102 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.8 divide() [3/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::divide (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

四元数を別の四元数で除算した結果を返す.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

a で割った四元数.

gg.h の 3110 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



8.8.3.9 divide() [4/4]

```

GgQuaternion gg::GgQuaternion::divide (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) const [inline]
  
```

四元数を別の四元数で除算した結果を返す.

引数

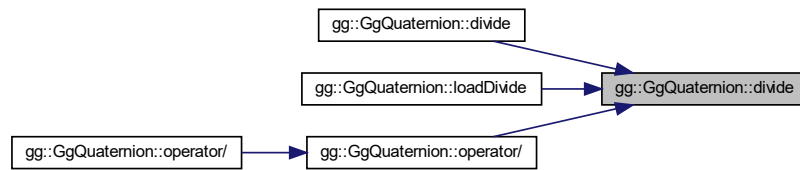
<i>x</i>	割る四元数の x 要素.
<i>y</i>	割る四元数の y 要素.
<i>z</i>	割る四元数の z 要素.
<i>w</i>	割る四元数の w 要素.

戻り値

(*x*, *y*, *z*, *w*) を割った四元数.

gg.h の 3093 行目に定義があります.

被呼び出し関係図:



8.8.3.10 euler() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::euler (
    const GLfloat * e ) const [inline]
```

四元数をオイラー角 (e[0], e[1], e[2]) で回転した四元数を返す.

引数

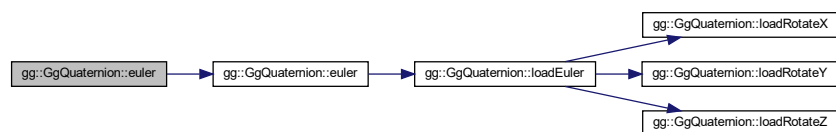
e	オイラー角を表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (heading, pitch, roll).
---	---

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3346 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



8.8.3.11 euler() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::euler (
    GLfloat heading,
    GLfloat pitch,
    GLfloat roll ) const [inline]
```

四元数をオイラー角 (heading, pitch, roll) で回転した四元数を返す.

引数

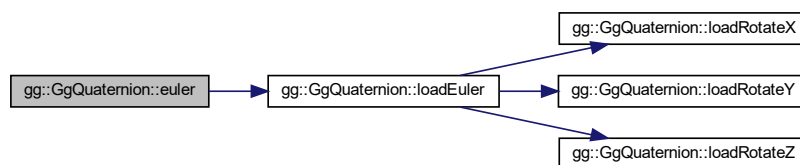
<i>heading</i>	y 軸中心の回転角.
<i>pitch</i>	x 軸中心の回転角.
<i>roll</i>	z 軸中心の回転角.

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3337 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.12 get() [1/2]

```
const GLfloat* gg::GgQuaternion::get ( ) const [inline]
```

四元数を取り出す.

戻り値

四元数を表す GLfloat 型の 4 要素の配列変数.

gg.h の 3482 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.13 get() [2/2]

```
void gg::GgQuaternion::get (
    GLfloat * a ) const [inline]
```

四元数を取り出す.

引数

<i>a</i>	四元数を格納する GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

gg.h の 3489 行目に定義があります。

8.8.3.14 getConjugateMatrix() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgQuaternion::getConjugateMatrix ( ) const [inline]
```

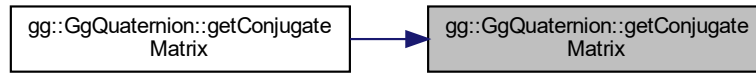
四元数の共役が表す回転の変換行列を取り出す.

戻り値

回転の変換を表す GgMatrix 型の変換行列.

gg.h の 3538 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.15 getConjugateMatrix() [2/3]

```
void gg::GgQuaternion::getConjugateMatrix (
    GgMatrix & m ) const [inline]
```

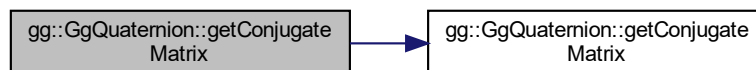
四元数の共役が表す回転の変換行列を m に求める。

引数

m	回転の変換行列を格納する <code>GgMatrix</code> 型の変数.
-----	--

gg.h の 3531 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.16 getConjugateMatrix() [3/3]

```
void gg::GgQuaternion::getConjugateMatrix (
    GLfloat * a ) const [inline]
```

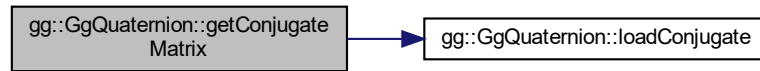
四元数の共役が表す回転の変換行列を a に求める。

引数

a	回転の変換行列を格納する <code>GLfloat</code> 型の 16 要素の配列変数.
-----	--

gg.h の 3522 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.17 getMatrix() [1/3]

```
GgMatrix gg::GgQuaternion::getMatrix ( ) const [inline]
```

四元数が表す回転の変換行列を取り出す。

戻り値

回転の変換を表す **GgMatrix** 型の変換行列。

gg.h の 3513 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.18 getMatrix() [2/3]

```
void gg::GgQuaternion::getMatrix (
    GgMatrix & m ) const [inline]
```

四元数が表す回転の変換行列を m に求める。

引数

<i>m</i>	回転の変換行列を格納する GgMatrix 型の変数。
----------	------------------------------------

gg.h の 3506 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.19 getMatrix() [3/3]

```
void gg::GgQuaternion::getMatrix (
    GLfloat * a ) const [inline]
```

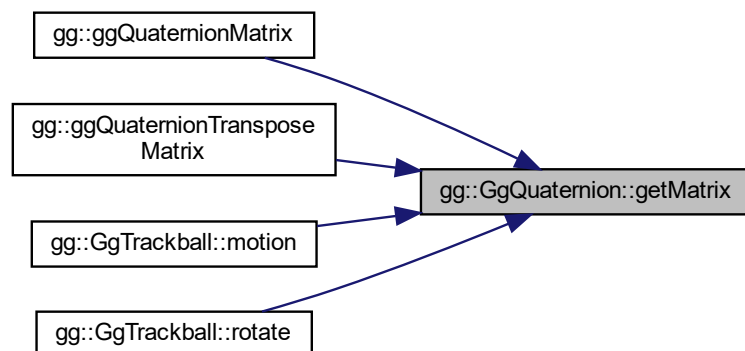
四元数が表す回転の変換行列を `a` に求める。

引数

<code>a</code>	回転の変換行列を格納する GLfloat 型の 16 要素の配列変数.
----------------	-------------------------------------

gg.h の 3499 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.20 invert()

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::invert ( ) const [inline]
```

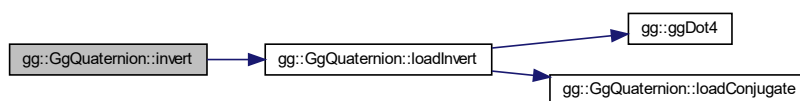
逆元に変換する.

戻り値

四元数の逆元.

gg.h の 3473 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.21 load() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::load (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

設定した四元数.

gg.h の 2814 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.22 load() [2/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::load (  
    const GgVector & v ) [inline]
```

四元数を格納する.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
-----	-------------------------

戻り値

設定した四元数.

gg.h の 2797 行目に定義があります。

8.8.3.23 load() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::load (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元数を格納する.

引数

a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
-----	--------------------------------

戻り値

設定した四元数.

gg.h の 2806 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.24 load() [4/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::load (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) [inline]
```

四元数を格納する.

引数

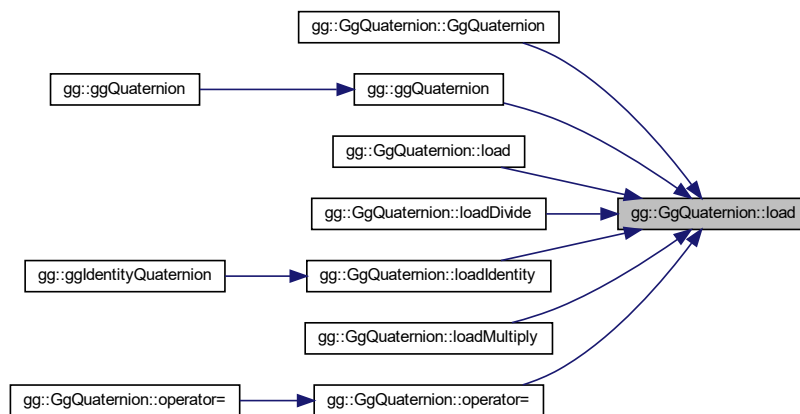
<i>x</i>	四元数の x 要素.
<i>y</i>	四元数の y 要素.
<i>z</i>	四元数の z 要素.
<i>w</i>	四元数の w 要素.

戻り値

設定した四元数.

gg.h の 2785 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.25 loadAdd() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadAdd (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

q を加えた四元数.

gg.h の 2853 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.26 loadAdd() [2/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadAdd (
    const GgVector & v ) [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を格納する.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
---	-------------------------

戻り値

v を加えた四元数.

gg.h の 2837 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.27 loadAdd() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadAdd (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を格納する.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

a を加えた四元数.

gg.h の 2845 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.28 loadAdd() [4/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadAdd (  
    GLfloat x,  
    GLfloat y,  
    GLfloat z,  
    GLfloat w ) [inline]
```

四元数に別の四元数を加算した結果を格納する.

引数

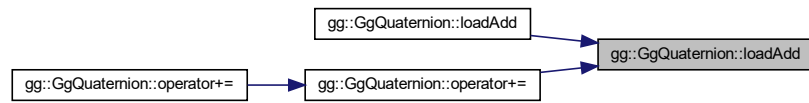
<i>x</i>	加える四元数の <i>x</i> 要素.
<i>y</i>	加える四元数の <i>y</i> 要素.
<i>z</i>	加える四元数の <i>z</i> 要素.
<i>w</i>	加える四元数の <i>w</i> 要素.

戻り値

(*x*, *y*, *z*, *w*) を加えた四元数.

gg.h の 2825 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.29 loadConjugate() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadConjugate (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

引数に指定した四元数の共役四元数を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

共役四元数.

gg.h の 3413 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.30 loadConjugate() [2/2]

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadConjugate (
    const GLfloat * a )
```

引数に指定した四元数の共役四元数を格納する.

引数

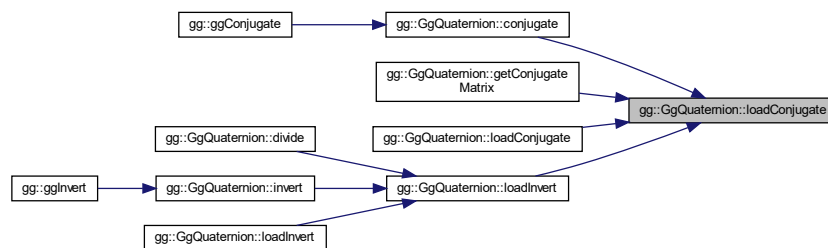
<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
-----------------	--------------------------------

戻り値

共役四元数.

gg.cpp の 4830 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.31 loadDivide() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadDivide (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元を別の四元数で除算した結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
-----------------	---------------------

戻り値

q で割った四元数.

gg.h の 2964 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.32 loadDivide() [2/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadDivide (  
    const GgVector & v ) [inline]
```

四元を別の四元数で除算した結果を格納する.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
---	-------------------------

戻り値

v で割った四元数.

gg.h の 2948 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.33 loadDivide() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadDivide (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元を別の四元数で除算した結果を格納する.

引数

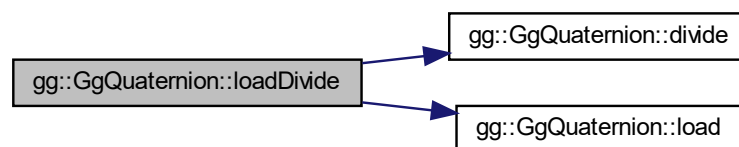
<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

a で割った四元数.

gg.h の 2956 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



8.8.3.34 loadDivide() [4/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadDivide (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) [inline]
```

四元を別の四元数で除算した結果を格納する.

引数

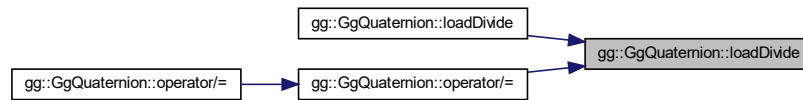
<i>x</i>	割る四元数の x 要素.
<i>y</i>	割る四元数の y 要素.
<i>z</i>	割る四元数の z 要素.
<i>w</i>	割る四元数の w 要素.

戻り値

(*x*, *y*, *z*, *w*) を割った四元数.

gg.h の 2939 行目に定義があります.

被呼び出し関係図:



8.8.3.35 loadEuler() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadEuler (
    const GLfloat * e ) [inline]
```

オイラー角 (e[0], e[1], e[2]) で与えられた回転を表す四元数を格納する.

引数

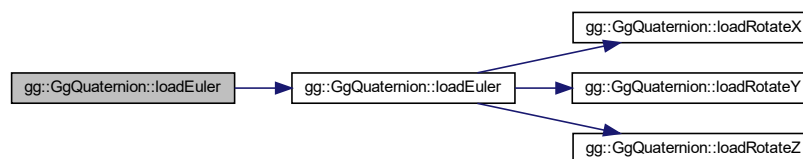
e	オイラー角を表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数 (heading, pitch, roll).
---	---

戻り値

格納した回転を表す四元数.

gg.h の 3327 行目に定義があります.

呼び出し関係図:



8.8.3.36 loadEuler() [2/2]

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadEuler (
    GLfloat heading,
    GLfloat pitch,
    GLfloat roll )
```

オイラー角 (heading, pitch, roll) で与えられた回転を表す四元数を格納する.

引数

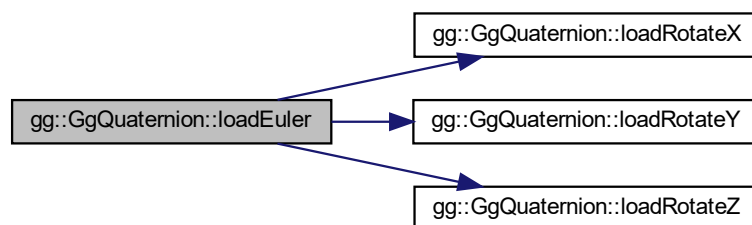
<i>heading</i>	y 軸中心の回転角.
<i>pitch</i>	x 軸中心の回転角.
<i>roll</i>	z 軸中心の回転角.

戻り値

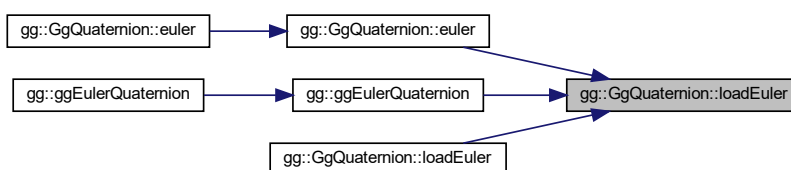
格納した回転を表す四元数.

gg.cpp の 4799 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.37 loadIdentity()

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadIdentity ( ) [inline]
```

単位元を格納する.

戻り値

格納された単位元.

gg.h の 3219 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.38 loadInvert() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadInvert (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

引数に指定した四元数の逆元を格納する.

引数

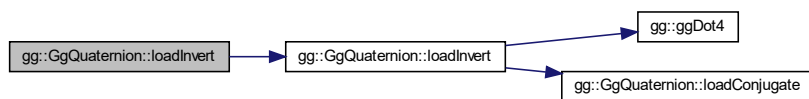
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

四元数の逆元.

gg.h の 3426 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.39 loadInvert() [2/2]

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadInvert (
    const GLfloat * a )
```

引数に指定した四元数の逆元を格納する.

引数

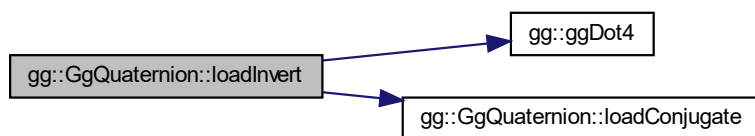
a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

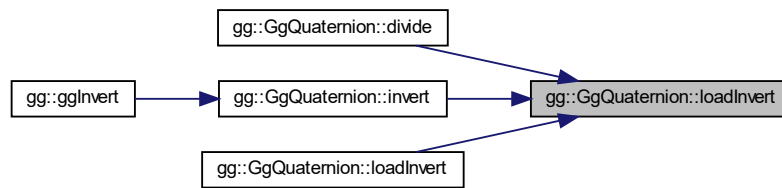
四元数の逆元.

gg.cpp の 4844 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.40 loadMatrix() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMatrix (
    const GgMatrix & m ) [inline]
```

回転の変換行列 m を表す四元数を格納する.

引数

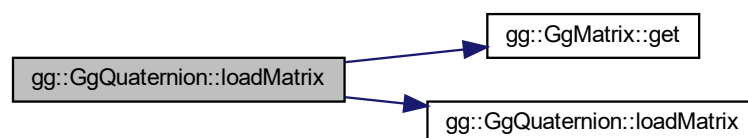
m	Ggmatrix 型の変換行列.
-----	------------------

戻り値

m による回転の変換に相当する四元数.

gg.h の 3212 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.41 loadMatrix() [2/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMatrix (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

回転の変換行列を表す四元数を格納する.

引数

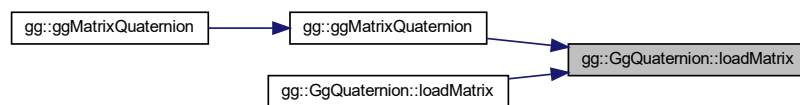
<i>a</i>	GLfloat 型の 16 要素の変換行列.
----------	------------------------

戻り値

a による回転の変換に相当する四元数.

gg.h の 3203 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.42 loadMultiply() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMultiply (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

q を乗じた四元数.

gg.h の 2928 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.43 loadMultiply() [2/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMultiply (
    const GgVector & v ) [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
---	-------------------------

戻り値

v を乗じた四元数.

gg.h の 2912 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.44 loadMultiply() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMultiply (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する.

引数

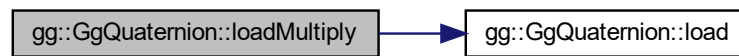
a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
---	--------------------------------

戻り値

a を乗じた四元数.

gg.h の 2920 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.45 loadMultiply() [4/4]

```

GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadMultiply (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) [inline]
  
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を格納する.

引数

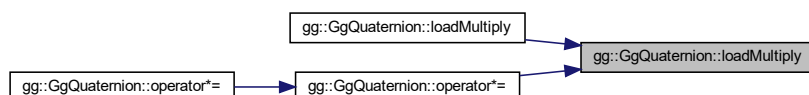
<i>x</i>	掛ける四元数の <i>x</i> 要素.
<i>y</i>	掛ける四元数の <i>y</i> 要素.
<i>z</i>	掛ける四元数の <i>z</i> 要素.
<i>w</i>	掛ける四元数の <i>w</i> 要素.

戻り値

(*x*, *y*, *z*, *w*) を掛けた四元数.

gg.h の 2903 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.46 loadNormalize() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadNormalize (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

引数に指定した四元数を正規化して格納する.

引数

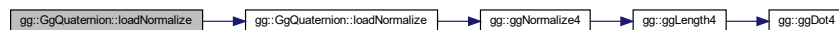
q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

正規化された四元数.

gg.h の 3400 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.47 loadNormalize() [2/2]

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadNormalize (
    const GLfloat * a )
```

引数に指定した四元数を正規化して格納する.

引数

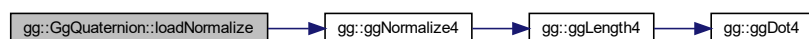
a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
-----	--------------------------------

戻り値

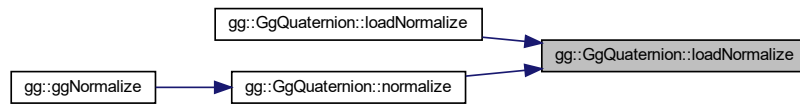
正規化された四元数.

gg.cpp の 4815 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.48 loadRotate() [1/3]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadRotate (
    const GLfloat * v ) [inline]
```

(v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 v[3] 回転する四元数を格納する.

引数

v	軸ベクトルと回転角を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
---	--------------------------------------

戻り値

格納された回転を表す四元数.

gg.h の 3244 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.49 loadRotate() [2/3]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadRotate (
    const GLfloat * v,
    GLfloat a ) [inline]
```

(v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 a 回転する四元数を格納する.

引数

<i>v</i>	軸ベクトルを表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

格納された回転を表す四元数.

gg.h の 3236 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.50 loadRotate() [3/3]

```

gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadRotate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a )
  
```

(x, y, z) を軸として角度 a 回転する四元数を格納する.

引数

<i>x</i>	軸ベクトルの x 成分.
<i>y</i>	軸ベクトルの y 成分.
<i>z</i>	軸ベクトルの z 成分.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

格納された回転を表す四元数.

gg.cpp の 4733 行目に定義があります。

8.8.3.52 loadRotateY()

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadRotateY (
    GLfloat a )
```

y 軸中心に角度 **a** 回転する四元数を格納する.

引数

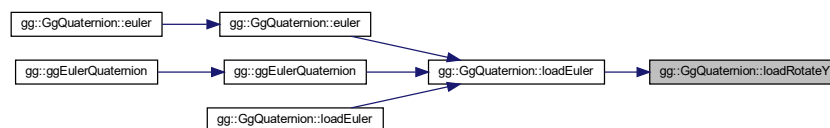
a	回転角.
----------	------

戻り値

格納された回転を表す四元数.

gg.cpp の 4771 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.53 loadRotateZ()

```
gg::GgQuaternion & gg::GgQuaternion::loadRotateZ (
    GLfloat a )
```

z 軸中心に角度 **a** 回転する四元数を格納する.

引数

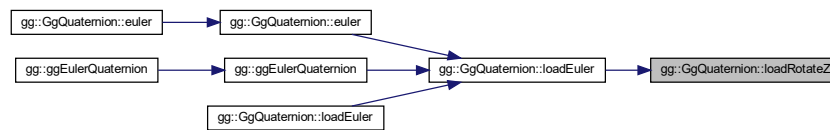
a	回転角.
----------	------

戻り値

格納された回転を表す四元数.

gg.cpp の 4785 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.54 loadSlerp() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSlerp (
    const GgQuaternion & q,
    const GgQuaternion & r,
    GLfloat t ) [inline]
```

球面線形補間の結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>r</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

格納した *q*, *r* を *t* で内分した四元数.

gg.h の 3367 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.55 loadSlerp() [2/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSlerp (
    const GgQuaternion & q,
    const GLfloat * a,
    GLfloat t ) [inline]
```

球面線形補間の結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

格納した *q*, *a* を *t* で内分した四元数.

gg.h の 3377 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.56 loadSlerp() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSlerp (
    const GLfloat * a,
    const GgQuaternion & q,
    GLfloat t ) [inline]
```

球面線形補間の結果を格納する.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

格納した a, q を t で内分した四元数.

gg.h の 3387 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.57 loadSlerp() [4/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSlerp (
    const GLfloat * a,
    const GLfloat * b,
    GLfloat t ) [inline]
```

球面線形補間の結果を格納する.

引数

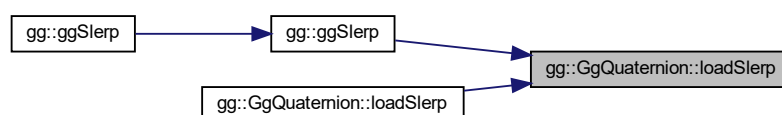
a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
b	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
t	補間パラメータ.

戻り値

格納した a, b を t で内分した四元数.

gg.h の 3356 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.58 loadSubtract() [1/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSubtract (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を格納する.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
----------	---------------------

戻り値

q を引いた四元数.

gg.h の 2892 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

**8.8.3.59 loadSubtract() [2/4]**

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSubtract (
    const GgVector & v ) [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を格納する.

引数

<i>v</i>	四元数を格納した GgVector 型の変数.
----------	-------------------------

戻り値

v を引いた四元数.

gg.h の 2876 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.60 loadSubtract() [3/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSubtract (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を格納する.

引数

a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

a を引いた四元数.

gg.h の 2884 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.61 loadSubtract() [4/4]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::loadSubtract (  
    GLfloat x,  
    GLfloat y,  
    GLfloat z,  
    GLfloat w ) [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を格納する.

引数

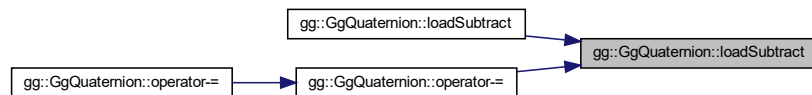
x	引く四元数の x 要素.
y	引く四元数の y 要素.
z	引く四元数の z 要素.
w	引く四元数の w 要素.

戻り値

(x, y, z, w) を引いた四元数.

gg.h の 2864 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.8.3.62 multiply() [1/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::multiply (
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.

引数

q	<code>GgQuaternion</code> 型の四元数.
-----	----------------------------------

戻り値

q を掛けた四元数.

gg.h の 3082 行目に定義があります。

8.8.3.63 multiply() [2/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::multiply (
    const GgVector & v ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.

引数

<i>v</i>	四元数を格納した GgVector 型の変数.
----------	-------------------------

戻り値

v を掛けた四元数.

gg.h の 3064 行目に定義があります。

8.8.3.64 multiply() [3/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::multiply (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
----------	--------------------------------

戻り値

a を掛けた四元数.

gg.h の 3072 行目に定義があります。

8.8.3.65 multiply() [4/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::multiply (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) const [inline]
```

四元数に別の四元数を乗算した結果を返す.

引数

<i>x</i>	掛ける四元数の x 要素.
<i>y</i>	掛ける四元数の y 要素.
<i>z</i>	掛ける四元数の z 要素.
<i>w</i>	掛ける四元数の w 要素.

戻り値

(x, y, z, w) を掛けた四元数.

gg.h の 3055 行目に定義があります。

8.8.3.66 norm()

```
GLfloat gg::GgQuaternion::norm ( ) const [inline]
```

四元数のノルムを求める.

戻り値

四元数のノルム.

gg.h の 2774 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.67 normalize()

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::normalize ( ) const [inline]
```

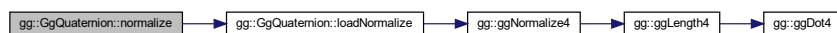
正規化する.

戻り値

正規化された四元数.

gg.h の 3455 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.68 operator*() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator* (
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

gg.h の 3187 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.69 operator*() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator* (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 3183 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:

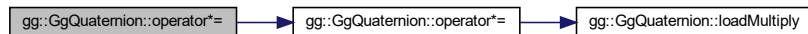


8.8.3.70 operator*=() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator*= (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

gg.h の 3155 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.71 operator*=() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator*= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 3151 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

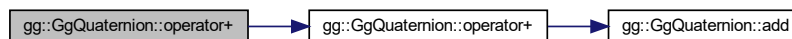


8.8.3.72 operator+() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator+ (  
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

gg.h の 3171 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

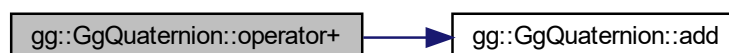


8.8.3.73 operator+() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator+ (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 3167 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

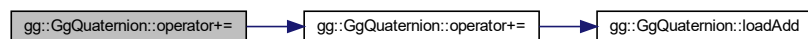


8.8.3.74 operator+=() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator+= (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

gg.h の 3139 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.75 operator+=() [2/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator+= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 3135 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

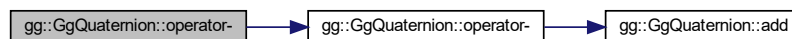


8.8.3.76 operator-() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator- (  
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

gg.h の 3179 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.77 operator-() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator- (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 3175 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

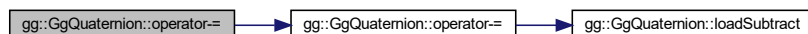


8.8.3.78 operator-() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator-= (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

gg.h の 3147 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.79 operator-=() [2/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator-= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 3143 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

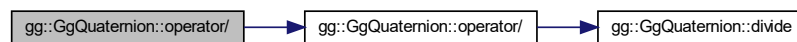


8.8.3.80 operator/() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator/ (
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

gg.h の 3195 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.81 operator/() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::operator/ (
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

gg.h の 3191 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

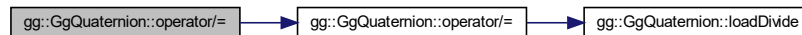


8.8.3.82 operator/=() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator/= (
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

gg.h の 3163 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.83 operator/=() [2/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator/= (
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 3159 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

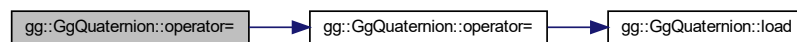


8.8.3.84 operator=() [1/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator= (  
    const GgQuaternion & q ) [inline]
```

gg.h の 3131 行目に定義があります。

呼び出し関係図:

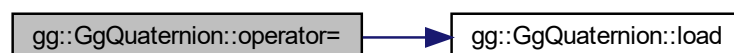


8.8.3.85 operator=() [2/2]

```
GgQuaternion& gg::GgQuaternion::operator= (  
    const GLfloat * a ) [inline]
```

gg.h の 3127 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.86 rotate() [1/3]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotate (
    const GLfloat * v ) const [inline]
```

四元数を (v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 v[3] 回転した四元数を返す.

引数

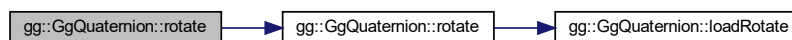
v	軸ベクトルを表す GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
---	--------------------------------

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3288 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.87 rotate() [2/3]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotate (
    const GLfloat * v,
    GLfloat a ) const [inline]
```

四元数を (v[0], v[1], v[2]) を軸として角度 a 回転した四元数を返す.

引数

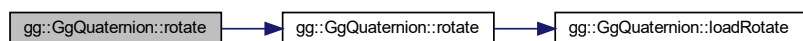
<i>v</i>	軸ベクトルを表す GLfloat 型の 3 要素の配列変数.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3280 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.88 rotate() [3/3]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotate (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat a ) const [inline]
```

四元数を (x, y, z) を軸として角度 *a* 回転した四元数を返す.

引数

<i>x</i>	軸ベクトルの x 成分.
<i>y</i>	軸ベクトルの y 成分.
<i>z</i>	軸ベクトルの z 成分.
<i>a</i>	回転角.

戻り値

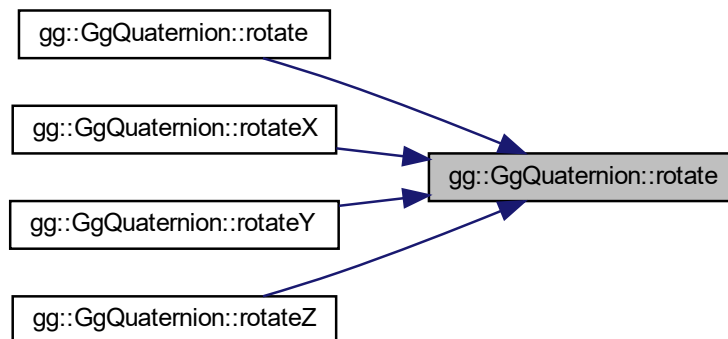
回転した四元数.

gg.h の 3270 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.8.3.89 rotateX()

```

GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotateX (
    GLfloat a ) const [inline]
  
```

四元数を x 軸中心に角度 **a** 回転した四元数を返す.

引数

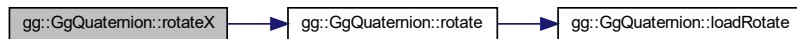
a	回転角.
----------	------

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3296 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.90 rotateY()

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotateY (
    GLfloat a ) const [inline]
```

四元数を y 軸中心に角度 **a** 回転した四元数を返す.

引数

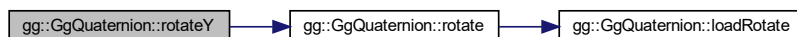
<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3304 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.91 rotateZ()

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::rotateZ (
    GLfloat a ) const [inline]
```

四元数を z 軸中心に角度 **a** 回転した四元数を返す.

引数

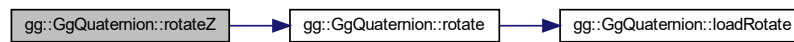
<i>a</i>	回転角.
----------	------

戻り値

回転した四元数.

gg.h の 3312 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.92 slerp() [1/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::slerp (
    const GgQuaternion & q,
    GLfloat t ) const [inline]
```

球面線形補間の結果を返す.

引数

<i>q</i>	GgQuaternion 型の四元数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

四元数を *q* に対して *t* で内分した結果.

gg.h の 3446 行目に定義があります。

8.8.3.93 slerp() [2/2]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::slerp (
    GLfloat * a,
    GLfloat t ) const [inline]
```

球面線形補間の結果を返す.

引数

<i>a</i>	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>t</i>	補間パラメータ.

戻り値

四元数を a に対して t で内分した結果.

gg.h の 3435 行目に定義があります。

8.8.3.94 subtract() [1/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::subtract (
    const GgQuaternion & q ) const [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を返す.

引数

q	GgQuaternion 型の四元数.
-----	---------------------

戻り値

q を引いた四元数.

gg.h の 3044 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.95 subtract() [2/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::subtract (
    const GgVector & v ) const [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を返す.

引数

v	四元数を格納した GgVector 型の変数.
-----	-------------------------

戻り値

v を引いた四元数.

gg.h の 3028 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.96 subtract() [3/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::subtract (  
    const GLfloat * a ) const [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を返す.

引数

a	四元数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
-----	--------------------------------

戻り値

a を引いた四元数.

gg.h の 3036 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.8.3.97 subtract() [4/4]

```
GgQuaternion gg::GgQuaternion::subtract (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w ) const [inline]
```

四元数から別の四元数を減算した結果を返す.

引数

<i>x</i>	引く四元数の <i>x</i> 要素.
<i>y</i>	引く四元数の <i>y</i> 要素.
<i>z</i>	引く四元数の <i>z</i> 要素.
<i>w</i>	引く四元数の <i>w</i> 要素.

戻り値

(*x*, *y*, *z*, *w*) を引いた四元数.

gg.h の 3015 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.9 gg::GgShader クラス

シェーダの基底クラス.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- **GgShader** (const char *vert, const char *frag=0, const char *geom=0, int nvarying=0, const char **varyings=0)
コンストラクタ.
- virtual ~**GgShader** ()
デストラクタ.
- **GgShader** (const **GgShader** &o)=delete
コピーコンストラクタは使用禁止.
- **GgShader** & **operator=** (const **GgShader** &o)=delete
代入演算子は使用禁止.
- void **use** () const
シェーダプログラムの使用を開始する.
- void **unuse** () const
シェーダプログラムの使用を終了する.
- GLuint **get** () const
シェーダのプログラム名を得る.

8.9.1 詳解

シェーダの基底クラス.

シェーダのクラスはこのクラスを派生して作る.

gg.h の 4944 行目に定義があります.

8.9.2 構築子と解体子

8.9.2.1 GgShader() [1/2]

```
gg::GgShader::GgShader (
    const char * vert,
    const char * frag = 0,
    const char * geom = 0,
    int nvarying = 0,
    const char ** varyings = 0 ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>vert</i>	バーテックスシェーダのソースファイル名.
<i>frag</i>	フラグメントシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>geom</i>	ジオメトリシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用).
<i>nvarying</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数の数 (0 なら不使用).
<i>varyings</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数のリスト.

gg.h の 4957 行目に定義があります。

8.9.2.2 ~GgShader()

```
virtual gg::GgShader::~~GgShader ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4963 行目に定義があります。

8.9.2.3 GgShader() [2/2]

```
gg::GgShader::GgShader (
    const GgShader & o ) [delete]
```

コピーコンストラクタは使用禁止.

8.9.3 関数詳解

8.9.3.1 get()

```
GLuint gg::GgShader::get ( ) const [inline]
```

シェーダのプログラム名を得る.

戻り値

シェーダのプログラム名.

gg.h の 4990 行目に定義があります。

8.9.3.2 operator=()

```
GgShader& gg::GgShader::operator= (
    const GgShader & o ) [delete]
```

代入演算子は使用禁止.

8.9.3.3 unuse()

```
void gg::GgShader::unuse ( ) const [inline]
```

シェーダプログラムの使用を終了する。

gg.h の 4983 行目に定義があります。

8.9.3.4 use()

```
void gg::GgShader::use ( ) const [inline]
```

シェーダプログラムの使用を開始する。

gg.h の 4977 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

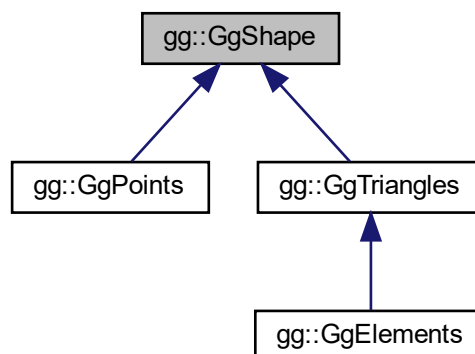
- [gg.h](#)

8.10 gg::GgShape クラス

形状データの基底クラス。

```
#include <gg.h>
```

gg::GgShape の継承関係図



公開メンバ関数

- **GgShape** (GLenum mode=0)
コンストラクタ.
- virtual ~**GgShape** ()
デストラクタ.
- **GgShape** (const **GgShape** &o)=delete
コピーコンストラクタは使用禁止.
- **GgShape** & **operator=** (const **GgShape** &o)=delete
代入演算子は使用禁止.
- GLuint **get** () const
頂点配列オブジェクト名を取り出す.
- void **setMode** (GLenum mode)
基本図形の設定.
- GLenum **getMode** () const
基本図形の検査.
- virtual void **draw** (GLint first=0, GLsizei count=0) const
図形の描画, 派生クラスでこの手続きをオーバーライドする.

8.10.1 詳解

形状データの基底クラス.

形状データのクラスはこのクラスを派生して作る. 基本図形の種類と頂点配列オブジェクトを保持する.

gg.h の 4513 行目に定義があります。

8.10.2 構築子と解体子

8.10.2.1 GgShape() [1/2]

```
gg::GgShape::GgShape (
    GLenum mode = 0 ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>mode</i>	基本図形の種類.
-------------	----------

gg.h の 4525 行目に定義があります。

8.10.2.2 ~GgShape()

```
virtual gg::GgShape::~GgShape ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4533 行目に定義があります。

8.10.2.3 GgShape() [2/2]

```
gg::GgShape::GgShape (
    const GgShape & o ) [delete]
```

コピーコンストラクタは使用禁止.

8.10.3 関数詳解

8.10.3.1 draw()

```
virtual void gg::GgShape::draw (
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline], [virtual]
```

図形の描画, 派生クラスでこの手続きをオーバーライドする.

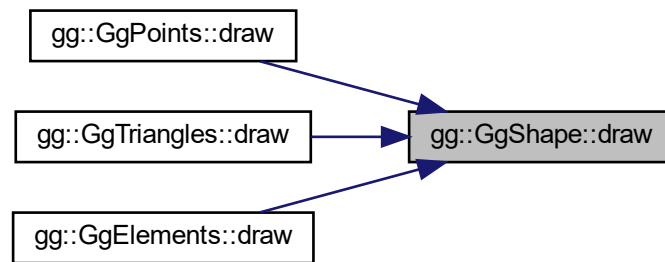
引数

<i>first</i>	描画する最初のアイテム.
<i>count</i>	描画するアイテムの数, 0 なら全部のアイテムを描画する.

gg::GgElements, gg::GgTriangles, gg::GgPoints で再実装されています。

gg.h の 4569 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.10.3.2 get()

```
GLuint gg::GgShape::get ( ) const [inline]
```

頂点配列オブジェクト名を取り出す.

戻り値

頂点配列オブジェクト名.

gg.h の 4547 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.10.3.3 getMode()

```
GLenum gg::GgShape::getMode ( ) const [inline]
```

基本図形の検査.

戻り値

この頂点配列オブジェクトの基本図形の種類.

gg.h の 4561 行目に定義があります。

8.10.3.4 operator=()

```
GgShape& gg::GgShape::operator= (
    const GgShape & o ) [delete]
```

代入演算子は使用禁止.

8.10.3.5 setMode()

```
void gg::GgShape::setMode (
    GLenum mode ) [inline]
```

基本図形の設定.

引数

<i>mode</i>	基本図形の種類.
-------------	----------

gg.h の 4554 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)

8.11 gg::GgSimpleObj クラス

Wavefront OBJ 形式のファイル (Arrays 形式).

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgSimpleObj](#) (const char *name, bool normalize=false)
コンストラクタ.
- virtual [~GgSimpleObj](#) ()
デストラクタ.
- const [GgTriangles](#) * [get](#) () const
形状データの取り出し.
- virtual void [draw](#) (GLint first=0, GLsizei count=0) const
Wavefront OBJ 形式のデータを描画する手続き.

8.11.1 詳解

Wavefront OBJ 形式のファイル (Arrays 形式).

gg.h の 5763 行目に定義があります。

8.11.2 構築子と解体子

8.11.2.1 GgSimpleObj()

```
gg::GgSimpleObj::GgSimpleObj (
    const char * name,
    bool normalize = false )
```

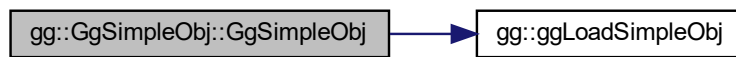
コンストラクタ.

引数

<i>name</i>	三角形分割された Alias OBJ 形式のファイルのファイル名.
<i>normalize</i>	true なら図形のサイズを [-1, 1] に正規化する.

gg.cpp の 5670 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.11.2.2 ~GgSimpleObj()

```
virtual gg::GgSimpleObj::~~GgSimpleObj ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 5782 行目に定義があります。

8.11.3 関数詳解

8.11.3.1 draw()

```
void gg::GgSimpleObj::draw (
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [virtual]
```

Wavefront OBJ 形式のデータを描画する手続き.

引数

<i>first</i>	描画する最初のパーツ番号.
<i>count</i>	描画するパーツの数, 0 なら全部のパーツを描く.

gg.cpp の 5692 行目に定義があります。

8.11.3.2 get()

```
const GgTriangles* gg::GgSimpleObj::get ( ) const [inline]
```

形状データの取り出し.

戻り値

[GgTriangles](#) 型の形状データのポインタ.

gg.h の 5786 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

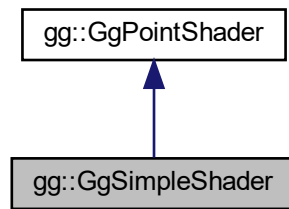
- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.12 gg::GgSimpleShader クラス

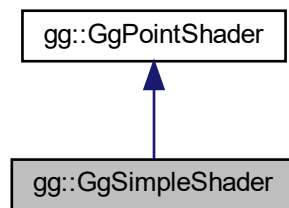
三角形に単純な陰影付けを行うシェード.

```
#include <gg.h>
```


gg::GgSimpleShader の継承関係図



gg::GgSimpleShader 連携図



クラス

- `struct Light`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データ。
- `class LightBuffer`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データのユニフォームバッファオブジェクト。
- `struct Material`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データ。
- `class MaterialBuffer`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データのユニフォームバッファオブジェクト。

公開メンバ関数

- `GgSimpleShader ()`
コンストラクタ。
- `GgSimpleShader (const char *vert, const char *frag=0, const char *geom=0, GLint nvarying=0, const char **varyings=0)`
コンストラクタ。
- `GgSimpleShader (const GgSimpleShader &o)`

- コピーコンストラクタ.
- virtual ~GgSimpleShader ()
 - デストラクタ.
- GgSimpleShader & operator= (const GgSimpleShader &o)
 - 代入演算子
- void load (const char *vert, const char *frag=0, const char *geom=0, GLint nvarying=0, const char **varyings=0)
 - シェーダのソースファイルの読み込み
- virtual void loadModelviewMatrix (const GLfloat *mv, const GLfloat *mn) const
 - モデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する.
- virtual void loadModelviewMatrix (const GgMatrix &mv, const GgMatrix &mn) const
 - モデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する.
- virtual void loadModelviewMatrix (const GLfloat *mv) const
 - モデルビュー変換行列とそれから求めた法線変換行列を設定する.
- virtual void loadModelviewMatrix (const GgMatrix &mv) const
 - モデルビュー変換行列とそれから求めた法線変換行列を設定する.
- virtual void loadMatrix (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv, const GLfloat *mn) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する.
- virtual void loadMatrix (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv, const GgMatrix &mn) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する.
- virtual void loadMatrix (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定する.
- virtual void loadMatrix (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定する.
- void use () const
 - シェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv, const GLfloat *mn) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv, const GgMatrix &mn) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を指定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv) const
 - 投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const LightBuffer *light, GLint i=0) const
 - 光源を指定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const LightBuffer &light, GLint i=0) const
 - 光源を指定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv, const GLfloat *mn, const LightBuffer *light, GLint i=0) const
 - 光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv, const GgMatrix &mn, const LightBuffer &light, GLint i=0) const
 - 光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する.
- void use (const GLfloat *mp, const GLfloat *mv, const LightBuffer *light, GLint i=0) const

光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

- void **use** (const GgMatrix &mp, const GgMatrix &mv, const LightBuffer &light, GLint i=0) const
光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。
- void **use** (const GLfloat *mp, const LightBuffer *light, GLint i=0) const
光源を指定し投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。
- void **use** (const GgMatrix &mp, const LightBuffer &light, GLint i=0) const
光源を指定し投影変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

8.12.1 詳解

三角形に単純な陰影付けを行うシェーダ。

gg.h の 5154 行目に定義があります。

8.12.2 構築子と解体子

8.12.2.1 GgSimpleShader() [1/3]

```
gg::GgSimpleShader::GgSimpleShader ( ) [inline]
```

コンストラクタ。

gg.h の 5169 行目に定義があります。

8.12.2.2 GgSimpleShader() [2/3]

```
gg::GgSimpleShader::GgSimpleShader (
    const char * vert,
    const char * frag = 0,
    const char * geom = 0,
    GLint nvarying = 0,
    const char ** varyings = 0 ) [inline]
```

コンストラクタ。

引数

<i>vert</i>	バーテックスシェーダのソースファイル名。
<i>frag</i>	フラグメントシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用)。
<i>geom</i>	ジオメトリシェーダのソースファイル名 (0 なら不使用)。
<i>nvarying</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数の数 (0 なら不使用)。
<i>varyings</i>	フィードバックする <i>varying</i> 変数のリスト。

gg.h の 5182 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.2.3 GgSimpleShader() [3/3]

```
gg::GgSimpleShader::GgSimpleShader (
    const GgSimpleShader & o ) [inline]
```

コピーコンストラクタ。

gg.h の 5189 行目に定義があります。

8.12.2.4 ~GgSimpleShader()

```
virtual gg::GgSimpleShader::~~GgSimpleShader ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ。

gg.h の 5196 行目に定義があります。

8.12.3 関数詳解

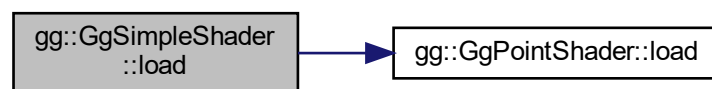
8.12.3.1 load()

```
void gg::GgSimpleShader::load (
    const char * vert,
    const char * frag = 0,
    const char * geom = 0,
    GLint nvarying = 0,
    const char ** varyings = 0 )
```

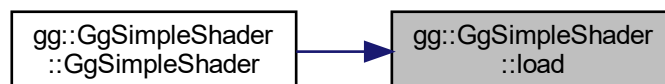
シェーダのソースファイルの読み込み

gg.cpp の 5656 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.12.3.2 loadMatrix() [1/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadMatrix (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv ) const [inline], [virtual]
```

投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定する。

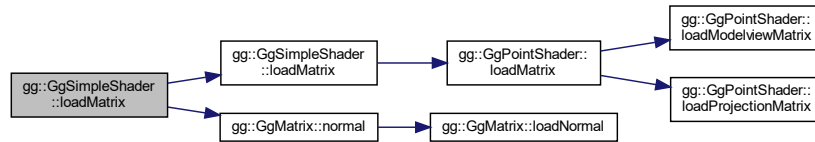
引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.

`gg::GgPointShader` を再実装しています。

`gg.h` の 5277 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.3 loadMatrix() [2/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadMatrix (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv,
    const GgMatrix & mn ) const [inline], [virtual]
```

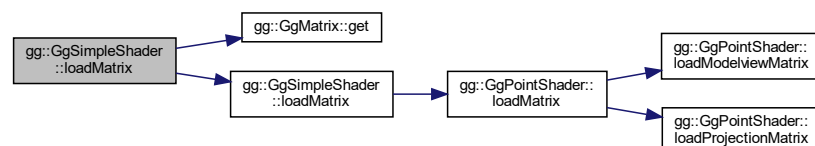
投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する。

引数

<i>mp</i>	<code>GgMatrix</code> 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	<code>GgMatrix</code> 型のモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	<code>GgMatrix</code> 型のモデルビュー変換行列の法線変換行列.

`gg.h` の 5261 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.4 loadMatrix() [3/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadMatrix (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv ) const [inline], [virtual]
```

投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定する。

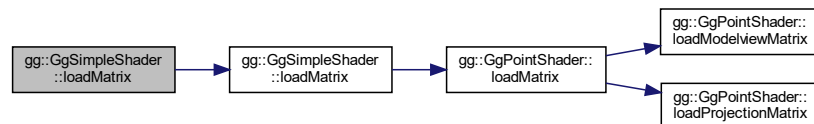
引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列。
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列。

gg::GgPointShaderを再実装しています。

gg.h の 5269 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.5 loadMatrix() [4/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadMatrix (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv,
    const GLfloat * mn ) const [inline], [virtual]
```

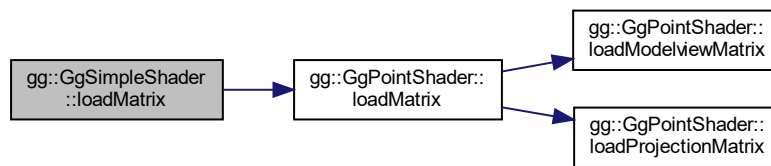
投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する。

引数

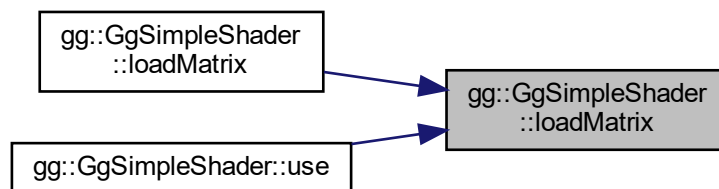
<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列。
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列。
<i>mn</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列の法線変換行列。

gg.h の 5251 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.12.3.6 loadModelviewMatrix() [1/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadModelviewMatrix (
    const GgMatrix & mv ) const [inline], [virtual]
```

モデルビュー変換行列とそれから求めた法線変換行列を設定する。

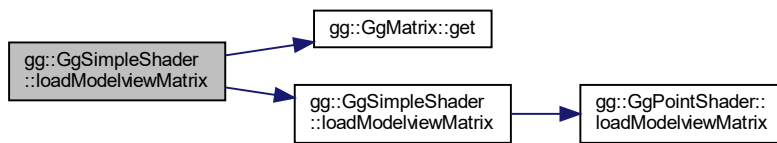
引数

<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列。
-----------	------------------------

gg::GgPointShaderを再実装しています。

gg.h の 5242 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.7 loadModelviewMatrix() [2/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadModelviewMatrix (
    const GgMatrix & mv,
    const GgMatrix & mn ) const [inline], [virtual]
```

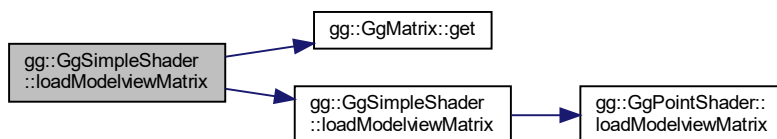
モデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する。

引数

<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列の法線変換行列.

gg.h の 5228 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.8 loadModelviewMatrix() [3/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadModelviewMatrix (
    const GLfloat * mv ) const [inline], [virtual]
```

モデルビュー変換行列とそれから求めた法線変換行列を設定する。

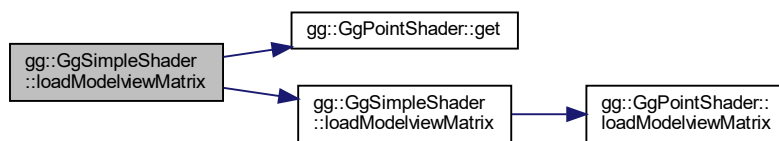
引数

<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
-----------	--

`gg::GgPointShader` を再実装しています。

`gg.h` の 5235 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.9 loadModelviewMatrix() [4/4]

```
virtual void gg::GgSimpleShader::loadModelviewMatrix (
    const GLfloat * mv,
    const GLfloat * mn ) const [inline], [virtual]
```

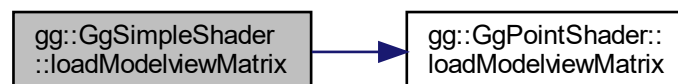
モデルビュー変換行列と法線変換行列を設定する。

引数

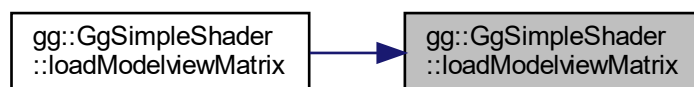
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列の法線変換行列.

`gg.h` の 5219 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.12.3.10 operator=()

```
GgSimpleShader& gg::GgSimpleShader::operator= (  
    const GgSimpleShader & o ) [inline]
```

代入演算子

gg.h の 5199 行目に定義があります。

8.12.3.11 use() [1/13]

```
void gg::GgSimpleShader::use ( ) const [inline], [virtual]
```

シェーダプログラムの使用を開始する。

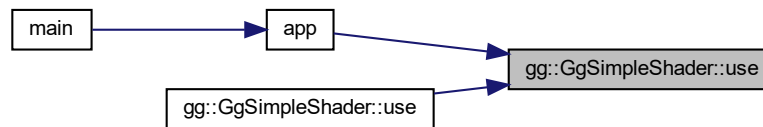
gg::GgPointShaderを再実装しています。

gg.h の 5592 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.12.3.12 use() [2/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv ) const [inline]
  
```

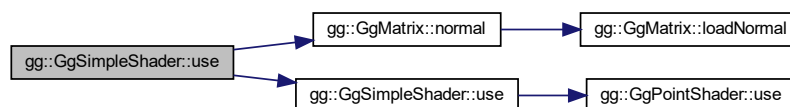
投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.

gg.h の 5631 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.13 use() [3/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv,
    const GgMatrix & mn ) const [inline]
  
```

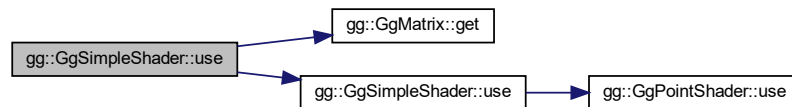
投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を指定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列の法線変換行列.

gg.h の 5615 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.14 use() [4/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv,
    const GgMatrix & mn,
    const LightBuffer & light,
    GLint i = 0 ) const [inline]
  
```

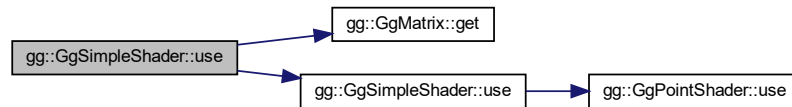
光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェーダプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列の法線変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5677 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.15 use() [5/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GgMatrix & mp,
    const GgMatrix & mv,
    const LightBuffer & light,
    GLint i = 0 ) const [inline]
  
```

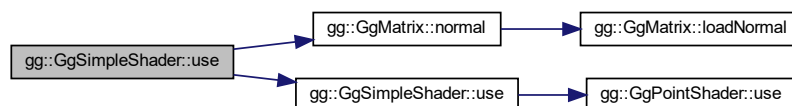
光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>mv</i>	GgMatrix 型のモデルビュー変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5697 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.16 use() [6/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GgMatrix & mp,
  
```

```
const LightBuffer & light,
GLint i = 0 ) const [inline]
```

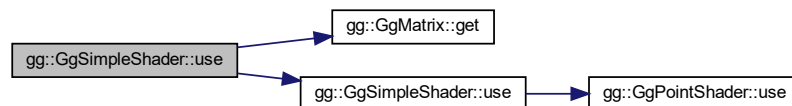
光源を指定し投影変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GgMatrix 型の投影変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5719 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.17 use() [7/13]

```
void gg::GgSimpleShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv ) const [inline]
```

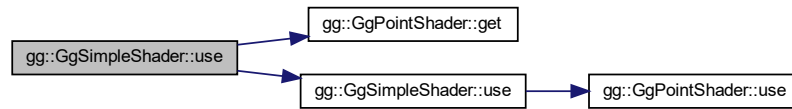
投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.

gg.h の 5623 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.18 use() [8/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv,
    const GLfloat * mn ) const [inline]
  
```

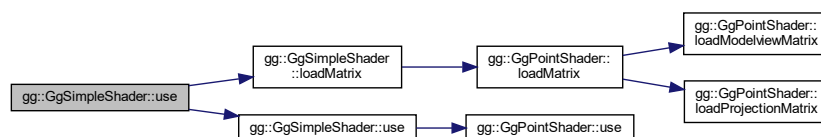
投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する.

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列の法線変換行列.

gg.h の 5602 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.19 use() [9/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv,
  
```



```
const GLfloat * mp,
const LightBuffer * light,
GLint i = 0 ) const [inline]
```

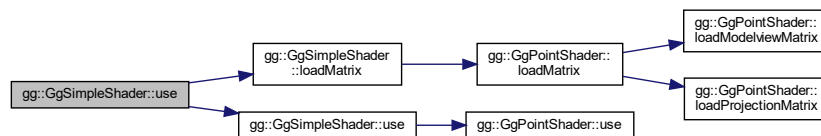
光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列と法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
<i>mn</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列の法線変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体のポインタ.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5662 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.20 use() [10/13]

```
void gg::GgSimpleShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const GLfloat * mv,
    const LightBuffer * light,
    GLint i = 0 ) const [inline]
```

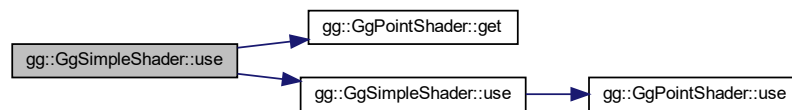
光源を指定し投影変換行列とモデルビュー変換行列を設定しモデルビュー変換行列から求めた法線変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する。

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>mv</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納されたモデルビュー変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体のポインタ.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5687 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.21 use() [11/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const GLfloat * mp,
    const LightBuffer * light,
    GLint i = 0 ) const [inline]
  
```

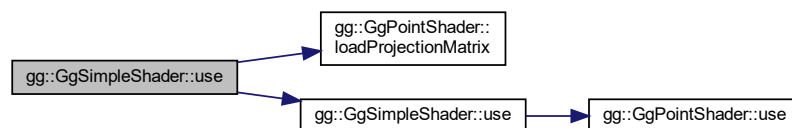
光源を指定し投影変換行列を設定してシェードプログラムの使用を開始する.

引数

<i>mp</i>	GLfloat 型の 16 要素の配列変数に格納された投影変換行列.
<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体のポインタ.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5706 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.22 use() [12/13]

```

void gg::GgSimpleShader::use (
    const LightBuffer & light,
    GLint i = 0 ) const [inline]
  
```

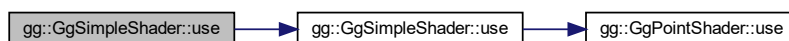
光源を指定してシェードプログラムの使用を開始する.

引数

<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5651 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.12.3.23 use() [13/13]

```
void gg::GgSimpleShader::use (  
    const LightBuffer * light,  
    GLint i = 0 ) const [inline]
```

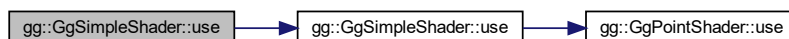
光源を指定してシェーダプログラムの使用を開始する。

引数

<i>light</i>	光源の特性の gg::LightBuffer 構造体のポインタ.
<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.

gg.h の 5639 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.13 gg::GgTexture クラス

テクスチャ.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- **GgTexture** (const GLvoid *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_BGR, GLenum type=GL_UNSIGNED_BYTE, GLenum internal=GL_RGBA, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)
メモリ上のデータからテクスチャを作成するコンストラクタ.
- virtual **~GgTexture** ()
デストラクタ.
- **GgTexture** (const **GgTexture** &o)=delete
コピーコンストラクタは使用禁止.
- **GgTexture** & **operator=** (const **GgTexture** &o)=delete
代入演算子は使用禁止.
- void **bind** () const
テクスチャの使用開始 (このテクスチャを使用する際に呼び出す).
- void **unbind** () const
テクスチャの使用終了 (このテクスチャを使用しなくなったら呼び出す).
- GLsizei **getWidth** () const
使用しているテクスチャの横の画素数を取り出す.
- GLsizei **getHeight** () const
使用しているテクスチャの縦の画素数を取り出す.
- void **getSize** (GLsizei *size) const
使用しているテクスチャのサイズを取り出す.
- const GLsizei * **getSize** () const
使用しているテクスチャのサイズを取り出す.
- GLuint **getTexture** () const
使用しているテクスチャのテクスチャ名を得る.

8.13.1 詳解

テクスチャ.

画像データを読み込んでテクスチャマップを作成する.

gg.h の 3868 行目に定義があります。

8.13.2 構築子と解体子

8.13.2.1 GgTexture() [1/2]

```
gg::GgTexture::GgTexture (
    const GLvoid * image,
    GLsizei width,
    GLsizei height,
    GLenum format = GL_BGR,
    GLenum type = GL_UNSIGNED_BYTE,
    GLenum internal = GL_RGBA,
    GLenum wrap = GL_CLAMP_TO_EDGE ) [inline]
```

メモリ上のデータからテクスチャを作成するコンストラクタ.

引数

<i>image</i>	テクスチャとして用いる画像データ, nullptr ならデータを読み込まない.
<i>width</i>	テクスチャの横の画素数.
<i>height</i>	テクスチャの縦の画素数.
<i>format</i>	読み込む画像のフォーマット.
<i>type</i>	画像のデータ型.
<i>internal</i>	テクスチャの内部フォーマット.
<i>wrap</i>	テクスチャのラッピングモード, デフォルトは GL_CLAMP_TO_EDGE.

gg.h の 3886 行目に定義があります。

8.13.2.2 ~GgTexture()

```
virtual gg::GgTexture::~~GgTexture ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 3894 行目に定義があります。

8.13.2.3 GgTexture() [2/2]

```
gg::GgTexture::GgTexture (
    const GgTexture & o ) [delete]
```

コピーコンストラクタは使用禁止.

8.13.3 関数詳解

8.13.3.1 bind()

```
void gg::GgTexture::bind ( ) const [inline]
```

テクスチャの使用開始 (このテクスチャを使用する際に呼び出す).

gg.h の 3907 行目に定義があります。

8.13.3.2 getHeight()

```
GLsizei gg::GgTexture::getHeight ( ) const [inline]
```

使用しているテクスチャの縦の画素数を取り出す。

戻り値

テクスチャの縦の画素数。

gg.h の 3927 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.13.3.3 getSize() [1/2]

```
const GLsizei* gg::GgTexture::getSize ( ) const [inline]
```

使用しているテクスチャのサイズを取り出す。

戻り値

テクスチャのサイズを格納した配列へのポインタ。

gg.h の 3942 行目に定義があります。

8.13.3.4 getSize() [2/2]

```
void gg::GgTexture::getSize (
    GLsizei * size ) const [inline]
```

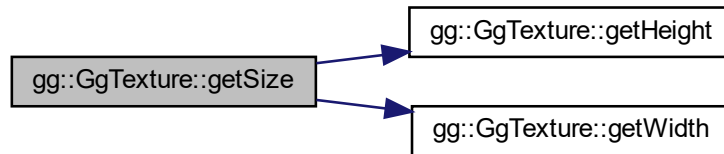
使用しているテクスチャのサイズを取り出す。

引数

size	テクスチャのサイズを格納する GLsizei 型の 2 要素の配列変数。
------	--------------------------------------

gg.h の 3934 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.13.3.5 getTexture()

```
GLuint gg::GgTexture::getTexture ( ) const [inline]
```

使用しているテクスチャのテクスチャ名を得る.

戻り値

テクスチャ名.

gg.h の 3949 行目に定義があります。

8.13.3.6 getWidth()

```
GLsizei gg::GgTexture::getWidth ( ) const [inline]
```

使用しているテクスチャの横の画素数を取り出す.

戻り値

テクスチャの横の画素数.

gg.h の 3920 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.13.3.7 operator=()

```
GgTexture& gg::GgTexture::operator= (
    const GgTexture & o ) [delete]
```

代入演算子は使用禁止.

8.13.3.8 unbind()

```
void gg::GgTexture::unbind ( ) const [inline]
```

テクスチャの使用終了 (このテクスチャを使用しなくなったら呼び出す).

gg.h の 3913 行目に定義があります.

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)

8.14 gg::GgTrackball クラス

簡易トラックボール処理.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgTrackball \(\)](#)
コンストラクタ.
- [virtual ~GgTrackball \(\)](#)
デストラクタ.
- [void region \(float w, float h\)](#)
トラックボール処理するマウスの移動範囲を指定する.
- [void region \(int w, int h\)](#)
トラックボール処理するマウスの移動範囲を指定する.
- [void begin \(float x, float y\)](#)
トラックボール処理を開始する.
- [void motion \(float x, float y\)](#)
回転の変換行列を計算する.
- [void rotate \(const GgQuaternion &q\)](#)
トラックボールの回転角を修正する.
- [void end \(float x, float y\)](#)
トラックボール処理を停止する.
- [void reset \(\)](#)
トラックボールをリセットする.
- [const GLfloat * getStart \(\) const](#)
トラックボール処理の開始位置を取り出す.

- GLfloat **getStart** (int direction) const
トラックボール処理の開始位置を取り出す.
- void **getStart** (GLfloat *position) const
トラックボール処理の開始位置を取り出す.
- const GLfloat * **getScale** () const
トラックボール処理の換算係数を取り出す.
- GLfloat **getScale** (int direction) const
トラックボール処理の換算係数を取り出す.
- void **getScale** (GLfloat *factor) const
トラックボール処理の換算係数を取り出す.
- const GgQuaternion & **getQuaternion** () const
現在の回転の四元数を取り出す.
- const GgMatrix & **getMatrix** () const
現在の回転の変換行列を取り出す.
- const GLfloat * **get** () const
現在の回転の変換行列を取り出す.

8.14.1 詳解

簡易トラックボール処理.

gg.h の 3737 行目に定義があります。

8.14.2 構築子と解体子

8.14.2.1 GgTrackball()

```
gg::GgTrackball::GgTrackball ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 3749 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.14.2.2 ~GgTrackball()

```
virtual gg::GgTrackball::~~GgTrackball ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 3755 行目に定義があります。

8.14.3 関数詳解

8.14.3.1 begin()

```
void gg::GgTrackball::begin (
    float x,
    float y )
```

トラックボール処理を開始する.

マウスのドラッグ開始時 (マウスボタンを押したとき) に呼び出す.

引数

<i>x</i>	現在のマウスの <i>x</i> 座標.
<i>y</i>	現在のマウスの <i>y</i> 座標.

gg.cpp の 4899 行目に定義があります。

8.14.3.2 end()

```
void gg::GgTrackball::end (
    float x,
    float y )
```

トラックボール処理を停止する.

マウスのドラッグ終了時 (マウスボタンを離したとき) に呼び出す.

引数

<i>x</i>	現在のマウスの <i>x</i> 座標.
<i>y</i>	現在のマウスの <i>y</i> 座標.

gg.cpp の 4963 行目に定義があります。

8.14.3.3 get()

```
const GLfloat* gg::GgTrackball::get ( ) const [inline]
```

現在の回転の変換行列を取り出す。

戻り値

回転の変換を表す GLfloat 型の 16 要素の配列。

gg.h の 3857 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.14.3.4 getMatrix()

```
const GgMatrix& gg::GgTrackball::getMatrix ( ) const [inline]
```

現在の回転の変換行列を取り出す。

戻り値

回転の変換を表す GgMatrix 型の変換行列。

gg.h の 3850 行目に定義があります。

8.14.3.5 getQuaternion()

```
const GgQuaternion& gg::GgTrackball::getQuaternion ( ) const [inline]
```

現在の回転の四元数を取り出す。

戻り値

回転の変換を表す Quaternion 型の四元数。

gg.h の 3843 行目に定義があります。

8.14.3.6 `getScale()` [1/3]

```
const GLfloat* gg::GgTrackball::getScale ( ) const [inline]
```

トラックボール処理の換算係数を取り出す.

戻り値

トラックボールの換算係数のポインタ.

gg.h の 3821 行目に定義があります。

8.14.3.7 `getScale()` [2/3]

```
void gg::GgTrackball::getScale (
    GLfloat * factor ) const [inline]
```

トラックボール処理の換算係数を取り出す.

引数

<i>factor</i>	トラックボールの換算係数を格納する 2 要素の配列.
---------------	----------------------------

gg.h の 3835 行目に定義があります。

8.14.3.8 `getScale()` [3/3]

```
GLfloat gg::GgTrackball::getScale (
    int direction ) const [inline]
```

トラックボール処理の換算係数を取り出す.

引数

<i>direction</i>	0 なら x 方向, 1 なら y 方向.
------------------	-----------------------

gg.h の 3828 行目に定義があります。

8.14.3.9 `getStart()` [1/3]

```
const GLfloat* gg::GgTrackball::getStart ( ) const [inline]
```

トラックボール処理の開始位置を取り出す.

戻り値

トラックボールの開始位置のポインタ.

gg.h の 3799 行目に定義があります。

8.14.3.10 getStart() [2/3]

```
void gg::GgTrackball::getStart (
    GLfloat * position ) const [inline]
```

トラックボール処理の開始位置を取り出す.

引数

<i>position</i>	トラックボールの開始位置を格納する 2 要素の配列.
-----------------	----------------------------

gg.h の 3813 行目に定義があります。

8.14.3.11 getStart() [3/3]

```
GLfloat gg::GgTrackball::getStart (
    int direction ) const [inline]
```

トラックボール処理の開始位置を取り出す.

引数

<i>direction</i>	0 なら x 方向, 1 なら y 方向.
------------------	-----------------------

gg.h の 3806 行目に定義があります。

8.14.3.12 motion()

```
void gg::GgTrackball::motion (
    float x,
    float y )
```

回転の変換行列を計算する.

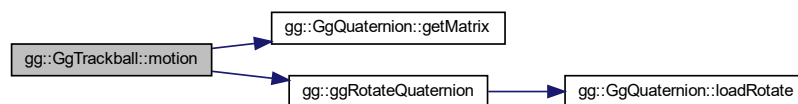
マウスのドラッグ中に呼び出す.

引数

x	現在のマウスの x 座標.
y	現在のマウスの y 座標.

gg.cpp の 4915 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.14.3.13 region() [1/2]

```
void gg::GgTrackball::region (
    float w,
    float h )
```

トラックボール処理するマウスの移動範囲を指定する。

ウィンドウのリサイズ時に呼び出す。

引数

w	領域の横幅.
h	領域の高さ.

gg.cpp の 4886 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.14.3.14 region() [2/2]

```
void gg::GgTrackball::region (
    int w,
    int h ) [inline]
```

トラックボール処理するマウスの移動範囲を指定する.

ウィンドウのリサイズ時に呼び出す.

引数

<i>w</i>	領域の横幅.
<i>h</i>	領域の高さ.

gg.h の 3767 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



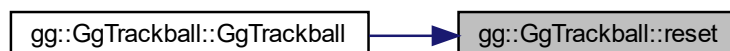
8.14.3.15 reset()

```
void gg::GgTrackball::reset ( )
```

トラックボールをリセットする

gg.cpp の 4868 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.14.3.16 rotate()

```
void gg::GgTrackball::rotate (
    const GgQuaternion & q )
```

トラックボールの回転角を修正する.

引数

<i>q</i>	修正分の回転角の四元数.
----------	--------------

gg.cpp の 4942 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

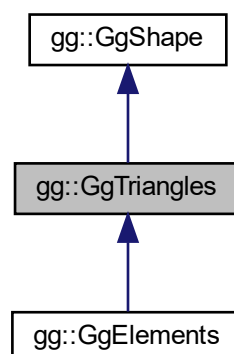
- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.15 gg::GgTriangles クラス

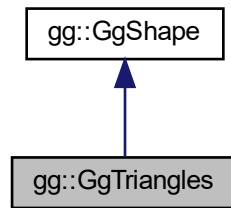
三角形で表した形状データ (Arrays 形式).

```
#include <gg.h>
```

gg::GgTriangles の継承関係図



gg::GgTriangles 連携図



公開メンバ関数

- **GgTriangles** (GLenum mode=GL_TRIANGLES)
コンストラクタ.
- **GgTriangles** (const **GgVertex** *vert, GLsizei count, GLenum mode=GL_TRIANGLES, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
コンストラクタ.
- virtual **~GgTriangles** ()
デストラクタ.
- GLsizei **getCount** () const
データの数を取り出す.
- GLuint **getBuffer** () const
頂点属性を格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.
- void **send** (const **GgVertex** *vert, GLint first=0, GLsizei count=0) const
既存のバッファオブジェクトに頂点属性を転送する.
- void **load** (const **GgVertex** *vert, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
バッファオブジェクトを確保して頂点属性を格納する.
- virtual void **draw** (GLint first=0, GLsizei count=0) const
三角形の描画.

8.15.1 詳解

三角形で表した形状データ (Arrays 形式).

gg.h の 4689 行目に定義があります。

8.15.2 構築子と解体子

8.15.2.1 GgTriangles() [1/2]

```
gg::GgTriangles::GgTriangles (
    GLenum mode = GL_TRIANGLES ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>mode</i>	描画する基本図形の種類.
-------------	--------------

gg.h の 4699 行目に定義があります。

8.15.2.2 GgTriangles() [2/2]

```
gg::GgTriangles::GgTriangles (
    const GgVertex * vert,
    GLsizei count,
    GLenum mode = GL_TRIANGLES,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>vert</i>	この図形の頂点属性の配列 (nullptr ならデータを転送しない).
<i>count</i>	頂点数.
<i>mode</i>	描画する基本図形の種類.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4708 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.15.2.3 ~GgTriangles()

```
virtual gg::GgTriangles::~~GgTriangles ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4716 行目に定義があります。

8.15.3 関数詳解

8.15.3.1 draw()

```
void gg::GgTriangles::draw (
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [virtual]
```

三角形の描画.

引数

<i>first</i>	描画を開始する最初の三角形番号.
<i>count</i>	描画する三角形数, 0 なら全部の三角形を描く.

[gg::GgShape](#)を再実装しています。

[gg::GgElements](#)で再実装されています。

gg.cpp の 4990 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.15.3.2 getBuffer()

```
GLuint gg::GgTriangles::getBuffer ( ) const [inline]
```

頂点属性を格納した頂点バッファオブジェクト名を取り出す.

戻り値

この図形の頂点属性を格納した頂点バッファオブジェクト名.

gg.h の 4727 行目に定義があります。

8.15.3.3 getCount()

```
GLsizei gg::GgTriangles::getCount ( ) const [inline]
```

データの数を取り出す。

戻り値

この図形の頂点属性の数 (頂点数)。

gg.h の 4720 行目に定義があります。

8.15.3.4 load()

```
void gg::GgTriangles::load (
    const GgVertex * vert,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

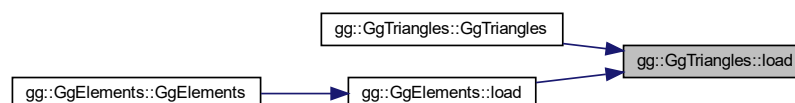
バッファオブジェクトを確保して頂点属性を格納する。

引数

<i>vert</i>	頂点属性が格納されてている領域の先頭のポインタ。
<i>count</i>	頂点のデータの数 (頂点数)。
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方。

gg.h の 4745 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.15.3.5 send()

```
void gg::GgTriangles::send (
    const GgVertex * vert,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
```

既存のバッファオブジェクトに頂点属性を転送する。

引数

<i>vert</i>	転送元の頂点属性が格納されている領域の先頭のポインタ.
<i>first</i>	転送先のバッファオブジェクトの先頭の要素番号.
<i>count</i>	転送する頂点の位置データの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4736 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.16 gg::GgUniformBuffer< T > クラステンプレート

ユニフォームバッファオブジェクト.

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgUniformBuffer](#) ()
コンストラクタ.
- [GgUniformBuffer](#) (const T *data, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
ユニフォームバッファオブジェクトのブロックごとにデータを転送するコンストラクタ.
- [GgUniformBuffer](#) (const T &data, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
ユニフォームバッファオブジェクトの全ブロックに同じデータを格納するコンストラクタ.
- virtual ~[GgUniformBuffer](#) ()
デストラクタ.
- GLuint [getTarget](#) () const
ユニフォームバッファオブジェクトのターゲットを取り出す.
- GLsizei [getStride](#) () const
ユニフォームバッファオブジェクトのアライメントを考慮したデータの間隔を取り出す.
- GLsizei [getCount](#) () const
データの数を取り出す.
- GLuint [getBuffer](#) () const

- ユニフォームバッファオブジェクト名を取り出す.
- `void bind () const`
ユニフォームバッファオブジェクトを結合する.
- `void unbind () const`
ユニフォームバッファオブジェクトを解放する.
- `void * map () const`
ユニフォームバッファオブジェクトをマップする.
- `void * map (GLint first, GLsizei count) const`
ユニフォームバッファオブジェクトの指定した範囲をマップする.
- `void unmap () const`
バッファオブジェクトをアンマップする.
- `void load (const T *data, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)`
ユニフォームバッファオブジェクトを確保してブロックごとにデータを転送する.
- `void load (const T &data, GLsizei count, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)`
ユニフォームバッファオブジェクトを確保して全てのブロックに同じデータを格納する.
- `void send (const GLvoid *data, GLint offset=0, GLsizei size=sizeof(T), GLint first=0, GLsizei count=0) const`
ユニフォームバッファオブジェクトを確保してユニフォームバッファオブジェクトのブロックごとのメンバを同じデータで埋める.
- `void fill (const GLvoid *data, GLint offset=0, GLsizei size=sizeof(T), GLint first=0, GLsizei count=0) const`
ユニフォームバッファオブジェクトの全ブロックのメンバーを同じデータを格納する.
- `void read (GLvoid *data, GLint offset=0, GLsizei size=sizeof(T), GLint first=0, GLsizei count=0) const`
ユニフォームバッファオブジェクトからデータを抽出する.
- `void copy (GLuint src.buffer, GLint src.first=0, GLint dst.first=0, GLsizei count=0) const`
別のバッファオブジェクトからデータを複写する.

8.16.1 詳解

```
template<typename T>
class gg::GgUniformBuffer< T >
```

ユニフォームバッファオブジェクト.

ユニフォーム変数を格納するバッファオブジェクトの基底クラス.

gg.h の 4270 行目に定義があります。

8.16.2 構築子と解体子

8.16.2.1 GgUniformBuffer() [1/3]

```
template<typename T >
gg::GgUniformBuffer< T >::GgUniformBuffer ( ) [inline]
```

コンストラクタ.

gg.h の 4273 行目に定義があります。

8.16.2.2 GgUniformBuffer() [2/3]

```
template<typename T >
gg::GgUniformBuffer< T >::GgUniformBuffer (
    const T * data,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトのブロックごとにデータを転送するコンストラクタ.

引数

<i>data</i>	データが格納されている領域の先頭のポインタ (nullptr ならデータを転送しない).
<i>count</i>	データの数.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4273 行目に定義があります。

8.16.2.3 GgUniformBuffer() [3/3]

```
template<typename T >
gg::GgUniformBuffer< T >::GgUniformBuffer (
    const T & data,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトの全ブロックに同じデータを格納するコンストラクタ.

引数

<i>data</i>	格納するデータ.
<i>count</i>	格納する数.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4273 行目に定義があります。

8.16.2.4 ~GgUniformBuffer()

```
template<typename T >
virtual gg::GgUniformBuffer< T >::~~GgUniformBuffer ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 4273 行目に定義があります。

8.16.3 関数詳解

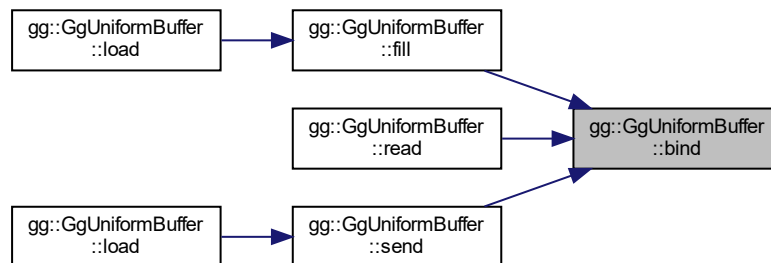
8.16.3.1 bind()

```
template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::bind ( ) const [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトを結合する。

gg.h の 4330 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.16.3.2 copy()

```
template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::copy (
    GLuint src_buffer,
    GLint src_first = 0,
    GLint dst_first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
```

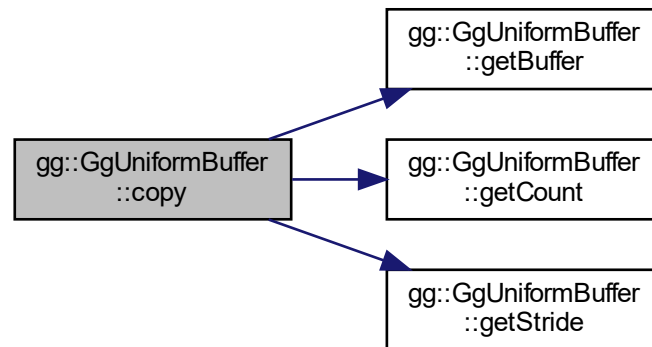
別のバッファオブジェクトからデータを複写する。

引数

<i>src_buffer</i>	複写元のバッファオブジェクト名.
<i>src_first</i>	複写元 (buffer) の先頭のデータの位置.
<i>dst_first</i>	複写先 (getBuffer()) の先頭のデータの位置.
<i>count</i>	複写するデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

gg.h の 4484 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.16.3.3 fill()

```

template<typename T>
void gg::GgUniformBuffer< T >::fill (
    const GLvoid * data,
    GLint offset = 0,
    GLsizei size = sizeof (T),
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
  
```

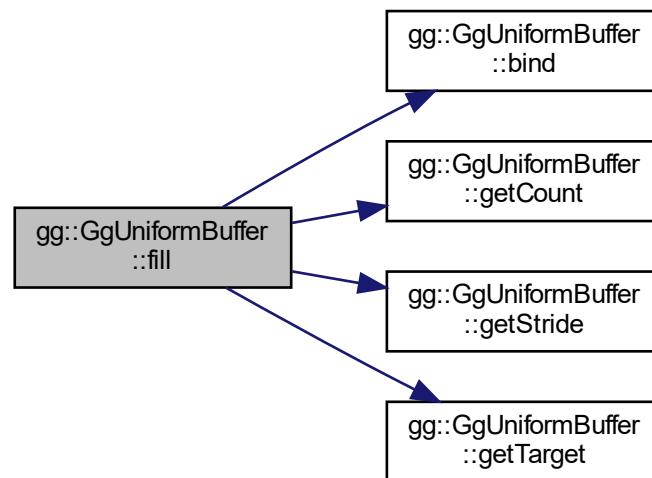
ユニフォームバッファオブジェクトの全ブロックのメンバーを同じデータを格納する.

引数

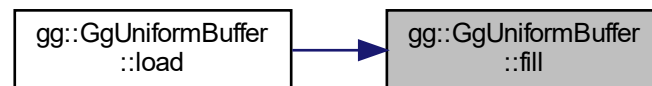
<i>data</i>	格納するデータ.
<i>offset</i>	格納先のメンバのブロックの先頭からのバイトオフセット.
<i>size</i>	格納するデータの一個あたりのバイト数.
<i>first</i>	格納先のバッファオブジェクトのブロックの先頭の番号.
<i>count</i>	格納するデータの数.

gg.h の 4430 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.16.3.4 getBuffer()

```
template<typename T >  
GLuint gg::GgUniformBuffer< T >::getBuffer ( ) const [inline]
```

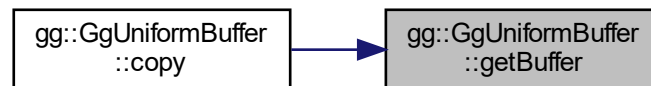
ユニフォームバッファオブジェクト名を取り出す.

戻り値

このユニフォームバッファオブジェクト名.

gg.h の 4324 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.16.3.5 getCount()

```
template<typename T >  
GLsizei gg::GgUniformBuffer< T >::getCount ( ) const [inline]
```

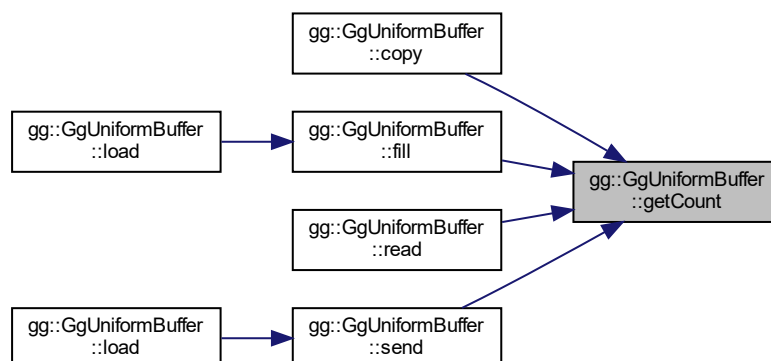
データの数を取り出す。

戻り値

このユニフォームバッファオブジェクトのデータの数.

gg.h の 4317 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.16.3.6 getStride()

```
template<typename T >
GLsizeiptr gg::GgUniformBuffer< T >::getStride ( ) const [inline]
```

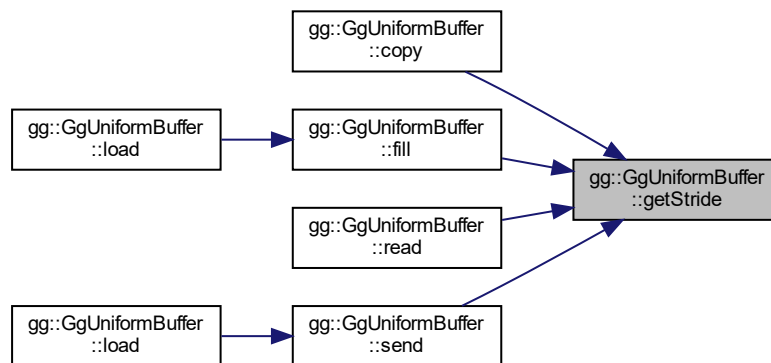
ユニフォームバッファオブジェクトのアライメントを考慮したデータの間隔を取り出す。

戻り値

このユニフォームバッファオブジェクトのデータの間隔。

gg.h の 4310 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.16.3.7 getTarget()

```
template<typename T >
GLuint gg::GgUniformBuffer< T >::getTarget ( ) const [inline]
```

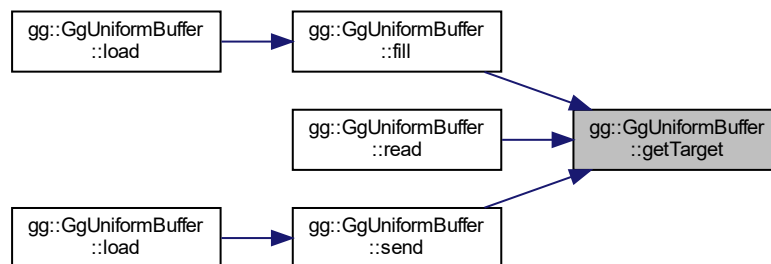
ユニフォームバッファオブジェクトのターゲットを取り出す。

戻り値

このユニフォームバッファオブジェクトのターゲット。

gg.h の 4303 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.16.3.8 load() [1/2]

```

template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::load (
    const T & data,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
  
```

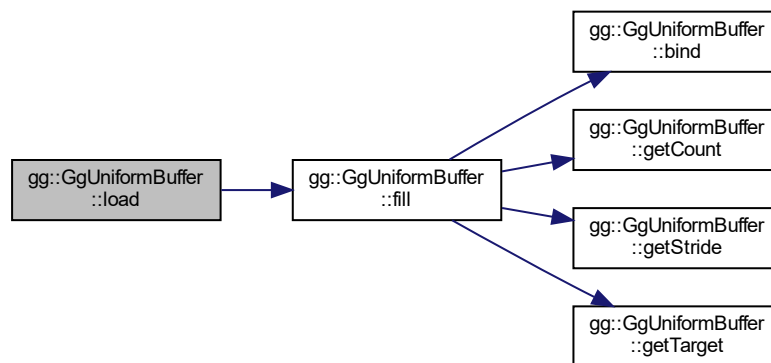
ユニフォームバッファオブジェクトを確保して全てのブロックに同じデータを格納する。

引数

<i>data</i>	格納するデータ.
<i>count</i>	格納する数.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4383 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.16.3.9 load() [2/2]

```

template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::load (
    const T * data,
    GLsizei count,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
  
```

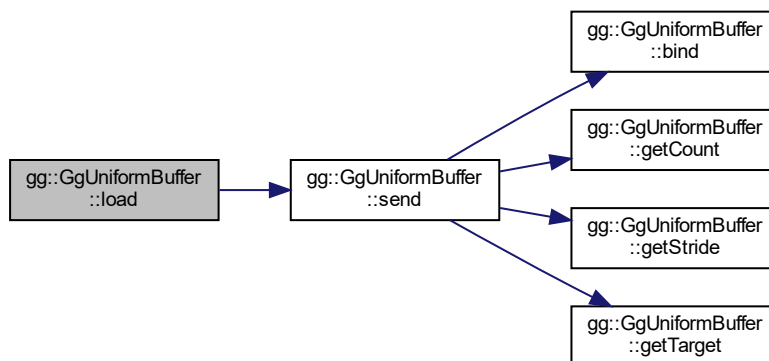
ユニフォームバッファオブジェクトを確保してブロックごとにデータを転送する.

引数

<i>data</i>	データが格納されている領域の先頭のポインタ (nullptr ならデータを転送しない).
<i>count</i>	データの数.
<i>usage</i>	バッファオブジェクトの使い方.

gg.h の 4367 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.16.3.10 map() [1/2]

```
template<typename T >
void* gg::GgUniformBuffer< T >::map ( ) const [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトをマップする.

戻り値

マップしたメモリの先頭のポインタ.

gg.h の 4343 行目に定義があります。

8.16.3.11 map() [2/2]

```
template<typename T >
void* gg::GgUniformBuffer< T >::map (
    GLint first,
    GLsizei count ) const [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトの指定した範囲をマップする.

引数

<i>first</i>	マップする範囲のバッファオブジェクトの先頭からの位置.
<i>count</i>	マップするデータの数 (0 ならバッファオブジェクト全体).

戻り値

マップしたメモリの先頭のポインタ。

gg.h の 4352 行目に定義があります。

8.16.3.12 read()

```
template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::read (
    GLvoid * data,
    GLint offset = 0,
    GLsizei size = sizeof (T),
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
```

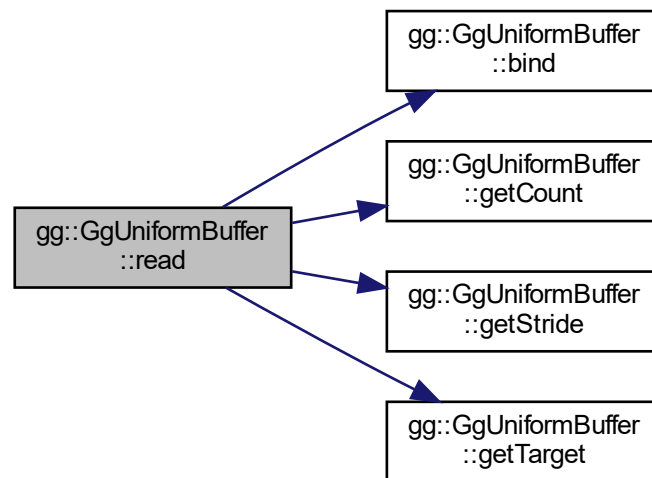
ユニフォームバッファオブジェクトからデータを抽出する。

引数

<i>data</i>	抽出先の領域の先頭のポインタ。
<i>offset</i>	抽出元のユニフォームバッファオブジェクトのメンバのブロックの先頭からのバイトオフセット。
<i>size</i>	抽出するデータの一個あたりのバイト数。
<i>first</i>	抽出元のユニフォームバッファオブジェクトのブロックの先頭の番号。
<i>count</i>	抽出するデータの数 (0 ならユニフォームバッファオブジェクト全体)。

gg.h の 4456 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.16.3.13 send()

```

template<typename T>
void gg::GgUniformBuffer< T >::send (
    const GLvoid * data,
    GLint offset = 0,
    GLsizei size = sizeof (T),
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 0 ) const [inline]
  
```

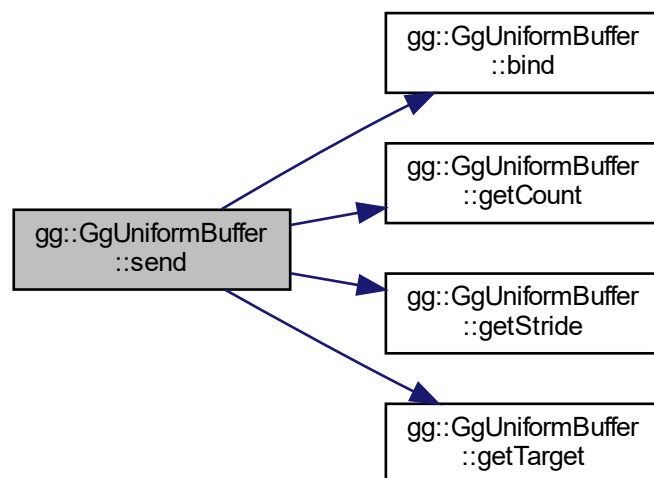
ユニフォームバッファオブジェクトを確保してユニフォームバッファオブジェクトのブロックごとのメンバを同じデータで埋める。

引数

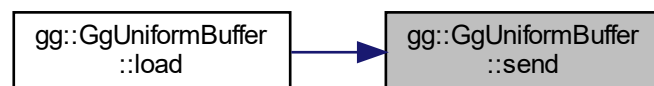
<i>data</i>	データが格納されている領域の先頭のポインタ.
<i>offset</i>	格納先のメンバのブロックの先頭からのバイトオフセット.
<i>size</i>	格納するデータの一個あたりのバイト数.
<i>first</i>	格納先のバッファオブジェクトのブロックの先頭の番号.
<i>count</i>	格納するデータの数.

gg.h の 4401 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.16.3.14 unbind()

```
template<typename T >  
void gg::GgUniformBuffer< T >::unbind ( ) const [inline]
```

ユニフォームバッファオブジェクトを解放する.

gg.h の 4336 行目に定義があります。

8.16.3.15 unmap()

```
template<typename T >
void gg::GgUniformBuffer< T >::unmap ( ) const [inline]
```

バッファオブジェクトをアンマップする。

gg.h の 4358 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)

8.17 gg::GgVertex 構造体

三角形の頂点データ。

```
#include <gg.h>
```

公開メンバ関数

- [GgVertex \(\)](#)
法線.
- [GgVertex \(const GgVector &pos, const GgVector &norm\)](#)
コンストラクタ.
- [GgVertex \(GLfloat px, GLfloat py, GLfloat pz, GLfloat nx, GLfloat ny, GLfloat nz\)](#)
コンストラクタ.
- [GgVertex \(const GLfloat *pos, const GLfloat *norm\)](#)
コンストラクタ.

公開変数類

- [GgVector position](#)
- [GgVector normal](#)
位置.

8.17.1 詳解

三角形の頂点データ。

gg.h の 4651 行目に定義があります。

8.17.2 構築子と解体子

8.17.2.1 GgVertex() [1/4]

```
gg::GgVertex::GgVertex ( ) [inline]
```

法線.

コンストラクタ.

gg.h の 4657 行目に定義があります。

8.17.2.2 GgVertex() [2/4]

```
gg::GgVertex::GgVertex (
    const GgVector & pos,
    const GgVector & norm ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>pos</i>	GgVector 型の位置データ.
<i>norm</i>	GgVector 型の法線データ.

gg.h の 4662 行目に定義があります。

8.17.2.3 GgVertex() [3/4]

```
gg::GgVertex::GgVertex (
    GLfloat px,
    GLfloat py,
    GLfloat pz,
    GLfloat nx,
    GLfloat ny,
    GLfloat nz ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>px</i>	GgVector 型の位置データの x 成分.
<i>py</i>	GgVector 型の位置データの y 成分.
<i>pz</i>	GgVector 型の位置データの z 成分.
<i>nx</i>	GgVector 型の法線データの x 成分.
<i>ny</i>	GgVector 型の法線データの y 成分.
<i>nz</i>	GgVector 型の法線データの z 成分.

gg.h の 4673 行目に定義があります。

8.17.2.4 GgVertex() [4/4]

```
gg::GgVertex::GgVertex (
    const GLfloat * pos,
    const GLfloat * norm ) [inline]
```

コンストラクタ.

引数

<i>pos</i>	3 要素の GLfloat 型の位置データのポインタ.
<i>norm</i>	3 要素の GLfloat 型の法線データのポインタ.

gg.h の 4681 行目に定義があります。

8.17.3 メンバ詳解

8.17.3.1 normal

`GgVector` gg::GgVertex::normal

位置.

gg.h の 4654 行目に定義があります。

8.17.3.2 position

`GgVector` gg::GgVertex::position

gg.h の 4653 行目に定義があります。

この構造体詳解は次のファイルから抽出されました:

- `gg.h`

8.18 gg::GgSimpleShader::Light 構造体

三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データ.

```
#include <gg.h>
```

公開変数類

- [GgVector ambient](#)
光源強度の環境光成分.
- [GgVector diffuse](#)
光源強度の拡散反射光成分.
- [GgVector specular](#)
光源強度の鏡面反射光成分.
- [GgVector position](#)
光源の位置.

8.18.1 詳解

三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データ.

gg.h の 5285 行目に定義があります。

8.18.2 メンバ詳解

8.18.2.1 ambient

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Light::ambient
```

光源強度の環境光成分.

gg.h の 5287 行目に定義があります。

8.18.2.2 diffuse

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Light::diffuse
```

光源強度の拡散反射光成分.

gg.h の 5288 行目に定義があります。

8.18.2.3 position

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Light::position
```

光源の位置.

gg.h の 5290 行目に定義があります。

8.18.2.4 specular

`GgVector` `gg::GgSimpleShader::Light::specular`

光源強度の鏡面反射光成分.

gg.h の 5289 行目に定義があります。

この構造体詳解は次のファイルから抽出されました:

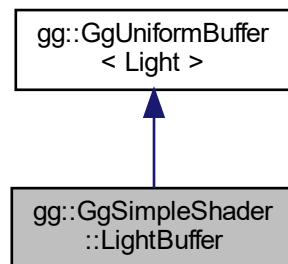
- [gg.h](#)

8.19 gg::GgSimpleShader::LightBuffer クラス

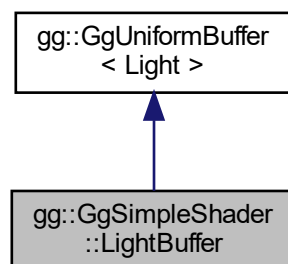
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データのユニフォームバッファオブジェクト.

```
#include <gg.h>
```

gg::GgSimpleShader::LightBuffer の継承関係図



gg::GgSimpleShader::LightBuffer 連携図



公開メンバ関数

- `LightBuffer` (`const Light *light=nullptr, GLsizei count=1, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW`)
デフォルトコンストラクタ.
- `LightBuffer` (`const Light &light, GLsizei count=1, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW`)
同じデータで埋めるコンストラクタ.
- `virtual ~LightBuffer ()`
デストラクタ.
- `void loadAmbient` (`GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の環境光成分を設定する.
- `void loadAmbient` (`const GLfloat *ambient, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の環境光成分を設定する.
- `void loadDiffuse` (`GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の拡散反射光成分を設定する.
- `void loadDiffuse` (`const GLfloat *diffuse, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の拡散反射光成分を設定する.
- `void loadSpecular` (`GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の鏡面反射光成分を設定する.
- `void loadSpecular` (`const GLfloat *specular, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の強度の鏡面反射光成分を設定する.
- `void loadColor` (`const Light &color, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の色を設定するか位置は変更しない.
- `void loadPosition` (`GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の位置を設定する.
- `void loadPosition` (`const GgVector &position, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の位置を設定する.
- `void loadPosition` (`const GLfloat *position, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の位置を設定する.
- `void loadPosition` (`const GgVector *position, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の位置を設定する.
- `void load` (`const Light *light, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の色と位置を設定する.
- `void load` (`const Light &light, GLint first=0, GLsizei count=1`) `const`
光源の色と位置を設定する.
- `void select` (`GLint i=0`) `const`
光源を選択する.

8.19.1 詳解

三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データのユニフォームバッファオブジェクト. `gg.h` の 5296 行目に定義があります.

8.19.2 構築子と解体子

8.19.2.1 `LightBuffer()` [1/2]

```
gg::GgSimpleShader::LightBuffer::LightBuffer (
    const Light * light = nullptr,
    GLsizei count = 1,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

デフォルトコンストラクタ.

引数

<i>light</i>	GgSimpleShader::Light 型の光源データのポインタ.
<i>count</i>	バッファ中の GgSimpleShader::Light 型の光源データの数.
<i>usage</i>	バッファの使い方のパターン, glBufferData() の第 4 引数の usage に渡される.

gg.h の 5305 行目に定義があります。

8.19.2.2 LightBuffer() [2/2]

```
gg::GgSimpleShader::LightBuffer::LightBuffer (
    const Light & light,
    GLsizei count = 1,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

同じデータで埋めるコンストラクタ.

引数

<i>light</i>	GgSimpleShader::Light 型の光源データ.
<i>count</i>	バッファ中の GgSimpleShader::Light 型の光源データの数.
<i>usage</i>	バッファの使い方のパターン, glBufferData() の第 4 引数の usage に渡される.

gg.h の 5312 行目に定義があります。

8.19.2.3 ~LightBuffer()

```
virtual gg::GgSimpleShader::LightBuffer::~~LightBuffer ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

gg.h の 5316 行目に定義があります。

8.19.3 関数詳解

8.19.3.1 load() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::load (
    const Light & light,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

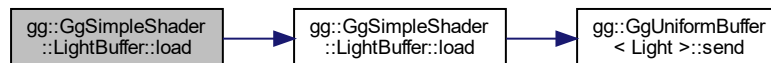
光源の色と位置を設定する.

引数

<i>light</i>	光源の特性の GgSimpleShader::Light 構造体
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5428 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.2 load() [2/2]

```

void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::load (
    const Light * light,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
  
```

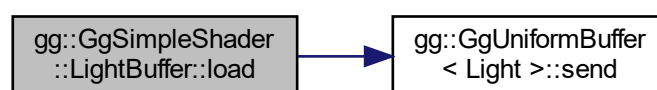
光源の色と位置を設定する。

引数

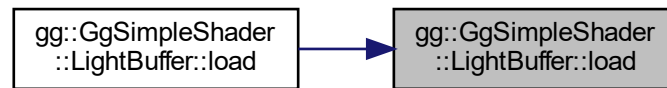
<i>light</i>	光源の特性の GgSimpleShader::Light 構造体のポインタ
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5419 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.19.3.3 loadAmbient() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadAmbient (
    const GLfloat * ambient,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

光源の強度の環境光成分を設定する。

引数

<i>ambient</i>	光源の強度の環境光成分を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5331 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.4 loadAmbient() [2/2]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadAmbient (
    GLfloat r,
```

```

GLfloat g,
GLfloat b,
GLfloat a = 1.0f,
GLint first = 0,
GLsizei count = 1 ) const

```

光源の強度の環境光成分を設定する。

引数

<i>r</i>	光源の強度の環境光成分の赤成分.
<i>g</i>	光源の強度の環境光成分の緑成分.
<i>b</i>	光源の強度の環境光成分の青成分.
<i>a</i>	光源の強度の拡散反射光成分の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5301 行目に定義があります。

8.19.3.5 loadColor()

```

void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadColor (
    const Light & color,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

光源の色を設定するが位置は変更しない。

引数

<i>color</i>	光源の特性の GgSimpleShader::Light 構造体.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5385 行目に定義があります。

8.19.3.6 loadDiffuse() [1/2]

```

void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadDiffuse (
    const GLfloat * diffuse,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]

```

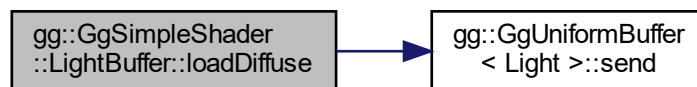
光源の強度の拡散反射光成分を設定する。

引数

<i>diffuse</i>	光源の強度の拡散反射光成分を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5350 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.7 loadDiffuse() [2/2]

```

void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadDiffuse (
    GLfloat r,
    GLfloat g,
    GLfloat b,
    GLfloat a = 1.0f,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const
  
```

光源の強度の拡散反射光成分を設定する。

引数

<i>r</i>	光源の強度の拡散反射光成分の赤成分.
<i>g</i>	光源の強度の拡散反射光成分の緑成分.
<i>b</i>	光源の強度の拡散反射光成分の青成分.
<i>a</i>	光源の強度の拡散反射光成分の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5330 行目に定義があります。

8.19.3.8 loadPosition() [1/4]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadPosition (
    const GgVector & position,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const
```

光源の位置を設定する。

引数

<i>position</i>	光源の位置の同次座標を格納した GgVector 型の変数.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5439 行目に定義があります。

8.19.3.9 loadPosition() [2/4]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadPosition (
    const GgVector * position,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

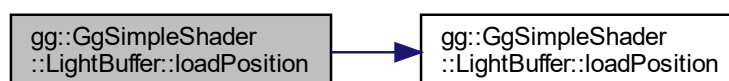
光源の位置を設定する。

引数

<i>position</i>	光源の位置の同次座標を格納した GgVector 型の配列.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5410 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.10 loadPosition() [3/4]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadPosition (
    const GLfloat * position,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

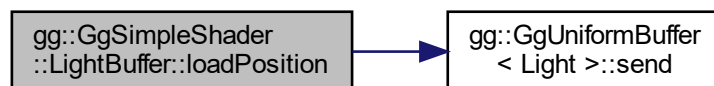
光源の位置を設定する。

引数

<i>position</i>	光源の位置の同次座標を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5400 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.11 loadPosition() [4/4]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadPosition (
    GLfloat x,
    GLfloat y,
    GLfloat z,
    GLfloat w = 1.0f,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const
```

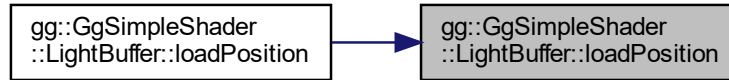
光源の位置を設定する。

引数

<i>x</i>	光源の位置の x 座標.
<i>y</i>	光源の位置の y 座標.
<i>z</i>	光源の位置の z 座標.
<i>w</i>	光源の位置の w 座標, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5413 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.19.3.12 loadSpecular() [1/2]

```

void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadSpecular (
    const GLfloat * specular,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
  
```

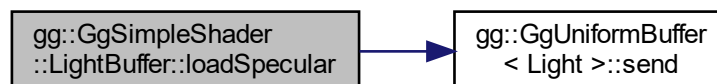
光源の強度の鏡面反射光成分を設定する.

引数

<i>specular</i>	光源の強度の鏡面反射光成分を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5369 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.19.3.13 loadSpecular() [2/2]

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::loadSpecular (
    GLfloat r,
    GLfloat g,
    GLfloat b,
    GLfloat a = 1.0f,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const
```

光源の強度の鏡面反射光成分を設定する.

引数

<i>r</i>	光源の強度の鏡面反射光成分の赤成分.
<i>g</i>	光源の強度の鏡面反射光成分の緑成分.
<i>b</i>	光源の強度の鏡面反射光成分の青成分.
<i>a</i>	光源の強度の鏡面反射光成分の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する光源データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する光源データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5359 行目に定義があります。

8.19.3.14 select()

```
void gg::GgSimpleShader::LightBuffer::select (
    GLint i = 0 ) const [inline]
```

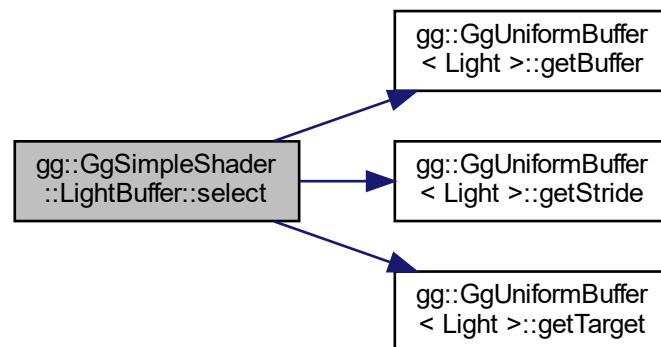
光源を選択する.

引数

<i>i</i>	光源データの uniform block のインデックス.
----------	-------------------------------

gg.h の 5435 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.20 gg::GgSimpleShader::Material 構造体

三角形に単純な陰影付けを行うシェードが参照する材質データ.

```
#include <gg.h>
```

公開変数類

- [GgVector ambient](#)
環境光に対する反射係数.
- [GgVector diffuse](#)
拡散反射係数.
- [GgVector specular](#)
鏡面反射係数.
- [GLfloat shininess](#)
輝き係数.

8.20.1 詳解

三角形に単純な陰影付けを行うシェードが参照する材質データ.

gg.h の 5446 行目に定義があります。

8.20.2 メンバ詳解

8.20.2.1 ambient

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Material::ambient
```

環境光に対する反射係数.

gg.h の 5448 行目に定義があります。

8.20.2.2 diffuse

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Material::diffuse
```

拡散反射係数.

gg.h の 5449 行目に定義があります。

8.20.2.3 shininess

```
GLfloat gg::GgSimpleShader::Material::shininess
```

輝き係数.

gg.h の 5451 行目に定義があります。

8.20.2.4 specular

```
GgVector gg::GgSimpleShader::Material::specular
```

鏡面反射係数.

gg.h の 5450 行目に定義があります。

この構造体詳解は次のファイルから抽出されました:

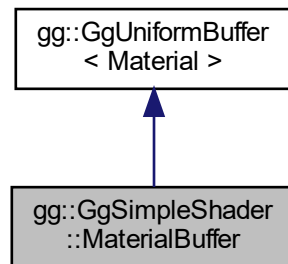
- [gg.h](#)

8.21 gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer クラス

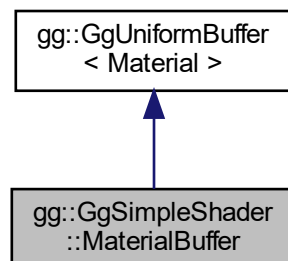
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データのユニフォームバッファオブジェクト。

```
#include <gg.h>
```

gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer の継承関係図



gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer 連携図



公開メンバ関数

- **MaterialBuffer** (const **Material** *material=nullptr, GLsizei count=1, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
デフォルトコンストラクタ。
- **MaterialBuffer** (const **Material** &material, GLsizei count=1, GLenum usage=GL_STATIC_DRAW)
同じデータで埋めるコンストラクタ。
- virtual **~MaterialBuffer** ()
デストラクタ
- void **loadAmbient** (GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1) const
環境光に対する反射係数を設定する。

- void **loadAmbient** (const GLfloat *ambient, GLint first=0, GLsizei count=1) const
環境光に対する反射係数を設定する。
- void **loadDiffuse** (GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1) const
拡散反射係数を設定する。
- void **loadDiffuse** (const GLfloat *diffuse, GLint first=0, GLsizei count=1) const
拡散反射係数を設定する。
- void **loadAmbientAndDiffuse** (GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1) const
環境光に対する反射係数と拡散反射係数を設定する。
- void **loadAmbientAndDiffuse** (const GLfloat *color, GLint first=0, GLsizei count=1) const
環境光に対する反射係数と拡散反射係数を設定する。
- void **loadSpecular** (GLfloat r, GLfloat g, GLfloat b, GLfloat a=1.0f, GLint first=0, GLsizei count=1) const
鏡面反射係数を設定する。
- void **loadSpecular** (const GLfloat *specular, GLint first=0, GLsizei count=1) const
鏡面反射係数を設定する。
- void **loadShininess** (GLfloat shininess, GLint first=0, GLsizei count=1) const
輝き係数を設定する。
- void **loadShininess** (const GLfloat *shininess, GLint first=0, GLsizei count=1) const
輝き係数を設定する。
- void **load** (const **Material** *material, GLint first=0, GLsizei count=1) const
材質を設定する。
- void **load** (const **Material** &material, GLint first=0, GLsizei count=1) const
材質を設定する。
- void **select** (GLint i=0) const
材質を選択する。

8.21.1 詳解

三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データのユニフォームバッファオブジェクト。

gg.h の 5457 行目に定義があります。

8.21.2 構築子と解体子

8.21.2.1 MaterialBuffer() [1/2]

```
gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::MaterialBuffer (
    const Material * material = nullptr,
    GLsizei count = 1,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

デフォルトコンストラクタ。

引数

<i>material</i>	GgSimpleShader::Material 型の材質データのポインタ。
<i>count</i>	バッファ中の GgSimpleShader::Material 型の材質データの数。
<i>usage</i>	バッファの使い方のパターン、glBufferData() の第 4 引数の usage に渡される。

gg.h の 5466 行目に定義があります。

8.21.2.2 MaterialBuffer() [2/2]

```
gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::MaterialBuffer (
    const Material & material,
    GLsizei count = 1,
    GLenum usage = GL_STATIC_DRAW ) [inline]
```

同じデータで埋めるコンストラクタ。

引数

<i>material</i>	GgSimpleShader::Material 型の材質データ.
<i>count</i>	バッファ中の GgSimpleShader::Material 型の材質データの数.
<i>usage</i>	バッファの使い方のパターン, glBufferData() の第 4 引数の usage に渡される.

gg.h の 5473 行目に定義があります。

8.21.2.3 ~MaterialBuffer()

```
virtual gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::~MaterialBuffer ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ

gg.h の 5477 行目に定義があります。

8.21.3 関数詳解

8.21.3.1 load() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::load (
    const Material & material,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

材質を設定する.

引数

<i>material</i>	光源の特性の GgSimpleShader::Material 構造体.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5576 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.21.3.2 load() [2/2]

```

void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::load (
    const Material * material,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
  
```

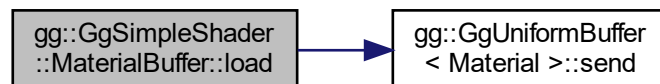
材質を設定する。

引数

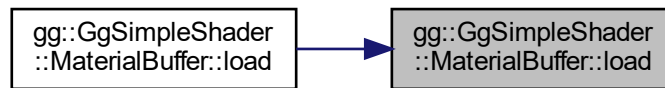
<i>material</i>	光源の特性の GgSimpleShader::Material 構造体のポインタ。
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5567 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.21.3.3 loadAmbient() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadAmbient (
    const GLfloat * ambient,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

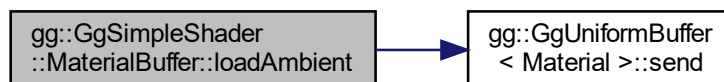
環境光に対する反射係数を設定する。

引数

<i>ambient</i>	環境光に対する反射係数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5492 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.21.3.4 loadAmbient() [2/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadAmbient (
    GLfloat r,
```



```

    GLfloat g,
    GLfloat b,
    GLfloat a = 1.0f,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

環境光に対する反射係数を設定する。

引数

<i>r</i>	環境光に対する反射係数の赤成分.
<i>g</i>	環境光に対する反射係数の緑成分.
<i>b</i>	環境光に対する反射係数の青成分.
<i>a</i>	環境光に対する反射係数の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5465 行目に定義があります。

8.21.3.5 loadAmbientAndDiffuse() [1/2]

```

void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadAmbientAndDiffuse (
    const GLfloat * color,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

環境光に対する反射係数と拡散反射係数を設定する。

引数

<i>color</i>	環境光に対する反射係数と拡散反射係数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5549 行目に定義があります。

8.21.3.6 loadAmbientAndDiffuse() [2/2]

```

void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadAmbientAndDiffuse (
    GLfloat r,
    GLfloat g,
    GLfloat b,
    GLfloat a = 1.0f,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

環境光に対する反射係数と拡散反射係数を設定する。

引数

<i>r</i>	環境光に対する反射係数と拡散反射係数の赤成分.
<i>g</i>	環境光に対する反射係数と拡散反射係数の緑成分.
<i>b</i>	環境光に対する反射係数と拡散反射係数の青成分.
<i>a</i>	環境光に対する反射係数と拡散反射係数の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5523 行目に定義があります。

8.21.3.7 loadDiffuse() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadDiffuse (
    const GLfloat * diffuse,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

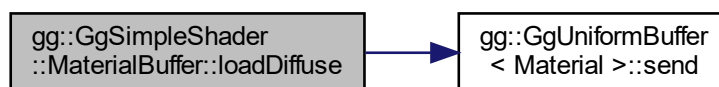
拡散反射係数を設定する。

引数

<i>diffuse</i>	拡散反射係数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5511 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.21.3.8 loadDiffuse() [2/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadDiffuse (
    GLfloat r,
```

```

GLfloat g,
GLfloat b,
GLfloat a = 1.0f,
GLint first = 0,
GLsizei count = 1 ) const

```

拡散反射係数を設定する。

引数

<i>r</i>	拡散反射係数の赤成分.
<i>g</i>	拡散反射係数の緑成分.
<i>b</i>	拡散反射係数の青成分.
<i>a</i>	拡散反射係数の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5494 行目に定義があります。

8.21.3.9 loadShininess() [1/2]

```

void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadShininess (
    const GLfloat * shininess,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

輝き係数を設定する。

引数

<i>shininess</i>	輝き係数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5639 行目に定義があります。

8.21.3.10 loadShininess() [2/2]

```

void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadShininess (
    GLfloat shininess,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const

```

輝き係数を設定する。

引数

<i>shininess</i>	輝き係数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5618 行目に定義があります。

8.21.3.11 loadSpecular() [1/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadSpecular (
    const GLfloat * specular,
    GLint first = 0,
    GLsizei count = 1 ) const [inline]
```

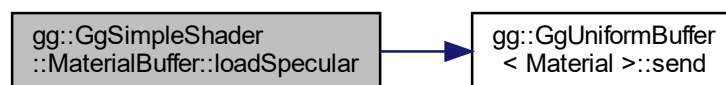
鏡面反射係数を設定する.

引数

<i>specular</i>	鏡面反射係数を格納した GLfloat 型の 4 要素の配列変数.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.h の 5545 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.21.3.12 loadSpecular() [2/2]

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::loadSpecular (
    GLfloat r,
    GLfloat g,
    GLfloat b,
    GLfloat a = 1.0f,
```

```
GLint first = 0,  
GLsizei count = 1 ) const
```

鏡面反射係数を設定する.

引数

<i>r</i>	鏡面反射係数の赤成分.
<i>g</i>	鏡面反射係数の緑成分.
<i>b</i>	鏡面反射係数の青成分.
<i>a</i>	鏡面反射係数の不透明度, デフォルトは 1.
<i>first</i>	値を設定する材質データの最初の番号, デフォルトは 0.
<i>count</i>	値を設定する材質データの数, デフォルトは 1.

gg.cpp の 5592 行目に定義があります。

8.21.3.13 select()

```
void gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer::select (
    GLint i = 0 ) const [inline]
```

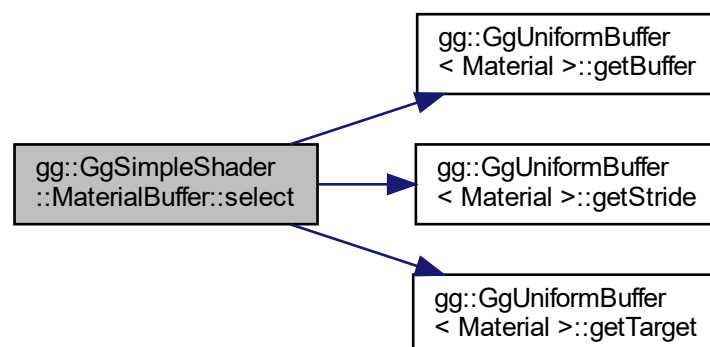
材質を選択する.

引数

<i>i</i>	材質データの uniform block のインデックス.
----------	-------------------------------

gg.h の 5583 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [gg.h](#)
- [gg.cpp](#)

8.22 Window クラス

ウィンドウ関連の処理.

```
#include <Window.h>
```

公開メンバ関数

- **Window** (const char *title="GLFW Window", int width=640, int height=480, int fullscreen=0, GLFWwindow *share=NULLptr)
コンストラクタ.
- **Window** (const **Window** &w)=delete
コピーコンストラクタは使用禁止.
- **Window** & **operator=** (const **Window** &w)=delete
代入演算子は使用禁止.
- virtual ~**Window** ()
デストラクタ.
- GLFWwindow * **get** () const
ウィンドウの識別子のポインタを取得する.
- void **setClose** (int flag=GLFW_TRUE) const
ウィンドウのクローズフラグを設定する.
- bool **shouldClose** () const
ウィンドウを閉じるべきかどうか調べる.
- **operator bool** ()
イベントを取得してループを継続すべきかどうか調べる.
- void **swapBuffers** ()
カラーバッファを入れ替える.
- GLsizei **getWidth** () const
ウィンドウの横幅を得る.
- GLsizei **getHeight** () const
ウィンドウの高さを得る.
- const GLsizei * **getSize** () const
ウィンドウのサイズを得る.
- void **getSize** (GLsizei *size) const
ウィンドウのサイズを得る.
- GLfloat **getAspect** () const
ウィンドウのアスペクト比を得る.
- void **restoreViewport** ()
ビューポートをウィンドウ全体に設定する.
- bool **getKey** (int key)
キーが押されているかどうかを判定する.
- void **selectInterface** (int no)
インタフェースを選択する
- void **setVelocity** (GLfloat vx, GLfloat vy)
マウスの移動速度を設定する
- GLfloat **getArrow** (int direction=0, int mods=0) const
矢印キーの現在の値を得る.
- GLfloat **getArrowX** (int mods=0) const
矢印キーの現在の X 値を得る.
- GLfloat **getArrowY** (int mods=0) const

- 矢印キーの現在の Y 値を得る.
- void `getArrow` (GLfloat *arrow, int mods=0) const
矢印キーの現在の値を得る.
- GLfloat `getShiftArrowX` () const
SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.
- GLfloat `getShiftArrowY` () const
SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.
- void `getShiftArrow` (GLfloat *shift_arrow) const
SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.
- GLfloat `getControlArrowX` () const
CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.
- GLfloat `getControlArrowY` () const
CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.
- void `getControlArrow` (GLfloat *control_arrow) const
CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.
- GLfloat `getAltArrowX` () const
ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.
- GLfloat `getAltArrowY` () const
ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.
- void `getAltArrow` (GLfloat *alt_arrow) const
ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.
- const GLfloat * `getMouse` () const
マウスカーソルの現在位置を得る.
- void `getMouse` (GLfloat *position) const
マウスカーソルの現在位置を得る.
- const GLfloat `getMouse` (int direction) const
マウスカーソルの現在位置を得る.
- GLfloat `getMouseX` () const
マウスカーソルの現在位置の X 座標を得る.
- GLfloat `getMouseY` () const
マウスカーソルの現在位置の Y 座標を得る.
- const GLfloat * `getWheel` () const
マウスホイールの回転量を得る.
- void `getWheel` (GLfloat *rotation) const
マウスホイールの回転量を得る.
- GLfloat `getWheel` (int direction) const
マウスホイールの回転量を得る.
- const GLfloat `getWheelX` () const
マウスホイールの X 方向の回転量を得る.
- const GLfloat `getWheelY` () const
マウスホイールの Y 方向の回転量を得る.
- const GLfloat * `getLocation` (int button=GLFW_MOUSE_BUTTON_1) const
トラックボール処理を考慮したマウスによる現在位置のポインタを得る.
- GgMatrix `getTranslation` (int button=GLFW_MOUSE_BUTTON_1) const
トラックボール処理を考慮したマウスによる平行移動の変換行列を得る.
- GgQuaternion `getTrackballData` (int button=GLFW_MOUSE_BUTTON_1) const
トラックボールの回転変換行列を得る.
- GgMatrix `getTrackball` (int button=GLFW_MOUSE_BUTTON_1) const
トラックボールの回転変換行列を得る.
- void `reset_trackball` ()
トラックボール処理をリセットする

- void `reset_translation` ()
現在位置と平行移動量をリセットする
- void `reset` ()
トラックボール・マウスホイール・矢印キーの値を初期化する
- void * `getUserPointer` () const
ユーザーポインタを取り出す。
- void `setUserPointer` (void *pointer)
任意のユーザポインタを保存する。
- void `setResizeFunc` (void(*func)(const `Window` *window, int width, int height))
ユーザ定義の `resize` 関数を設定する。
- void `setKeyboardFunc` (void(*func)(const `Window` *window, int key, int scancode, int action, int mods))
ユーザ定義の `keyboard` 関数を設定する。
- void `setMouseFunc` (void(*func)(const `Window` *window, int button, int action, int mods))
ユーザ定義の `mouse` 関数を設定する。
- void `setScrollFunc` (void(*func)(const `Window` *window, double x, double y))
ユーザ定義の `wheel` 関数を設定する。

静的公開メンバ関数

- static void `init` (int major=0, int minor=1)
初期化, 最初に一度だけ実行する。

公開変数類

- const int `eyeCount` = 1
視点の数。

8.22.1 詳解

ウィンドウ関連の処理。

GLFW を使って OpenGL のウィンドウを操作するラッパークラス。

Window.h の 88 行目に定義があります。

8.22.2 構築子と解体子

8.22.2.1 Window() [1/2]

```
Window::Window (
    const char * title = "GLFW Window",
    int width = 640,
    int height = 480,
    int fullscreen = 0,
    GLFWwindow * share = nullptr ) [inline]
```

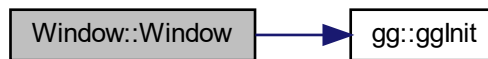
コンストラクタ。

引数

<i>title</i>	ウィンドウタイトルの文字列.
<i>width</i>	開くウィンドウの幅.
<i>height</i>	開くウィンドウの高さ.
<i>fullscreen</i>	フルスクリーン表示を行うディスプレイ番号, 0 ならフルスクリーン表示を行わない.
<i>share</i>	共有するコンテキスト, <code>nullptr</code> ならコンテキストを共有しない.

Window.h の 650 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.22.2.2 Window() [2/2]

```
Window::Window (
    const Window & w ) [delete]
```

コピーコンストラクタは使用禁止.

8.22.2.3 ~Window()

```
virtual Window::~Window ( ) [inline], [virtual]
```

デストラクタ.

Window.h の 922 行目に定義があります。

8.22.3 関数詳解

8.22.3.1 get()

```
GLFWwindow* Window::get ( ) const [inline]
```

ウィンドウの識別子のポインタを取得する.

戻り値

GLFWwindow 型のウィンドウ識別子のポインタ.

Window.h の 1177 行目に定義があります。

8.22.3.2 getAltArrowX()

```
GLfloat Window::getAltArrowX ( ) const [inline]
```

ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.

戻り値

ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値.

Window.h の 1419 行目に定義があります。

8.22.3.3 getAltArrowY()

```
GLfloat Window::getAltArrowY ( ) const [inline]
```

ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.

戻り値

ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値.

Window.h の 1426 行目に定義があります。

8.22.3.4 getAltArrow()

```
void Window::getAltArrow (
    GLfloat * alt_arrow ) const [inline]
```

ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.

引数

<i>alt_arrow</i>	ALT キーを押しながら矢印キーを押したときの値を格納する GLfloat 型の 2 要素の配列.
------------------	---

Window.h の 1433 行目に定義があります。

8.22.3.5 getArrow() [1/2]

```
void Window::getArrow (
    GLfloat * arrow,
    int mods = 0 ) const [inline]
```

矢印キーの現在の値を得る.

引数

<i>arrow</i>	矢印キーの値を格納する GLfloat[2] の配列.
<i>mods</i>	修飾キーの状態 (0:なし, 1, SHIFT, 2: CTRL, 3: ALT).

Window.h の 1367 行目に定義があります。

8.22.3.6 getArrow() [2/2]

```
GLfloat Window::getArrow (
    int direction = 0,
    int mods = 0 ) const [inline]
```

矢印キーの現在の値を得る.

引数

<i>direction</i>	方向 (0: X, 1:Y).
<i>mods</i>	修飾キーの状態 (0:なし, 1, SHIFT, 2: CTRL, 3: ALT).

戻り値

矢印キーの値.

Window.h の 1342 行目に定義があります。

8.22.3.7 getArrowX()

```
GLfloat Window::getArrowX (
    int mods = 0 ) const [inline]
```

矢印キーの現在の X 値を得る.

引数

<i>mods</i>	修飾キーの状態 (0:なし, 1: SHIFT, 2: CTRL, 3: ALT).
-------------	--

戻り値

矢印キーの X 値.

Window.h の 1351 行目に定義があります。

8.22.3.8 getArrowY()

```
GLfloat Window::getArrowY (
    int mods = 0 ) const [inline]
```

矢印キーの現在の Y 値を得る.

引数

<i>mods</i>	修飾キーの状態 (0:なし, 1: SHIFT, 2: CTRL, 3: ALT).
-------------	--

戻り値

矢印キーの Y 値.

Window.h の 1359 行目に定義があります。

8.22.3.9 getAspect()

```
GLfloat Window::getAspect ( ) const [inline]
```

ウィンドウのアスペクト比を得る.

戻り値

ウィンドウの縦横比.

Window.h の 1296 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.22.3.10 getControlArrow()

```
void Window::getControlArrow (
    GLfloat * control_arrow ) const [inline]
```

CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.

引数

<i>control_arrow</i>	CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの値を格納する GLfloat 型の 2 要素の配列.
----------------------	--

Window.h の 1411 行目に定義があります。

8.22.3.11 getControlArrowX()

```
GLfloat Window::getControlArrowX ( ) const [inline]
```

CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.

戻り値

CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値.

Window.h の 1397 行目に定義があります。

8.22.3.12 getControlArrowY()

```
GLfloat Window::getControlArrowY ( ) const [inline]
```

CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.

戻り値

CTRL キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値.

Window.h の 1404 行目に定義があります。

8.22.3.13 getHeight()

```
GLsizei Window::getHeight ( ) const [inline]
```

ウィンドウの高さを得る.

戻り値

ウィンドウの高さ.

Window.h の 1274 行目に定義があります。

8.22.3.14 getKey()

```
bool Window::getKey (
    int key ) [inline]
```

キーが押されているかどうかを判定する.

戻り値

キーが押されていれば true.

Window.h の 1312 行目に定義があります。

8.22.3.15 getLocation()

```
const GLfloat* Window::getLocation (
    int button = GLFW_MOUSE_BUTTON_1 ) const [inline]
```

トラックボール処理を考慮したマウスによる現在位置のポインタを得る.

引数

<i>button</i>	平行移動量を取得するマウスボタン (GLFW_MOUSE_BUTTON_[1,2]).
---------------	---

戻り値

現在位置のポインタ.

Window.h の 1524 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.22.3.16 getLocation() [1/3]

```
const GLfloat* Window::getLocation ( ) const [inline]
```

マウスカーソルの現在位置を得る.

戻り値

マウスカーソルの現在位置を格納した GLfloat 型の 2 要素の配列.

Window.h の 1441 行目に定義があります。

8.22.3.17 getLocation() [2/3]

```
void Window::getLocation (
    GLfloat * position ) const [inline]
```

マウスカーソルの現在位置を得る.

引数

<i>position</i>	マウスカーソルの現在位置を格納した GLfloat 型の 2 要素の配列.
-----------------	---------------------------------------

Window.h の 1449 行目に定義があります。

8.22.3.18 getMouse() [3/3]

```
const GLfloat Window::getMouse (
    int direction ) const [inline]
```

マウスカーソルの現在位置を得る.

引数

<i>direction</i>	方向 (0:X, 1:Y).
------------------	----------------

戻り値

direction 方向のマウスカーソルの現在位置.

Window.h の 1459 行目に定義があります。

8.22.3.19 getMouseX()

```
GLfloat Window::getMouseX ( ) const [inline]
```

マウスカーソルの現在位置の X 座標を得る.

戻り値

direction 方向のマウスカーソルの X 方向の現在位置.

Window.h の 1467 行目に定義があります。

8.22.3.20 getMouseY()

```
GLfloat Window::getMouseY ( ) const [inline]
```

マウスカーソルの現在位置の Y 座標を得る.

戻り値

direction 方向のマウスカーソルの Y 方向の現在位置.

Window.h の 1475 行目に定義があります。

8.22.3.21 getShiftArrow()

```
void Window::getShiftArrow (
    GLfloat * shift_arrow ) const [inline]
```

SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の値を得る.

引数

<code>shift.arrow</code>	SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの値を格納する GLfloat 型の 2 要素の配列.
--------------------------	---

Window.h の 1389 行目に定義があります。

8.22.3.22 getShiftArrowX()

```
GLfloat Window::getShiftArrowX ( ) const [inline]
```

SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値を得る.

戻り値

SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の X 値.

Window.h の 1375 行目に定義があります。

8.22.3.23 getShiftArrowY()

```
GLfloat Window::getShiftArrowY ( ) const [inline]
```

SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値を得る.

戻り値

SHIFT キーを押しながら矢印キーを押したときの現在の Y 値.

Window.h の 1382 行目に定義があります。

8.22.3.24 getSize() [1/2]

```
const GLsizei* Window::getSize ( ) const [inline]
```

ウィンドウのサイズを得る.

戻り値

ウィンドウの幅と高さを格納した GLsizei 型の 2 要素の配列.

Window.h の 1281 行目に定義があります。

8.22.3.25 getSize() [2/2]

```
void Window::getSize (
    GLsizei * size ) const [inline]
```

ウィンドウのサイズを得る.

引数

<i>size</i>	ウィンドウの幅と高さを格納した GLsizei 型の 2 要素の配列.
-------------	-------------------------------------

Window.h の 1288 行目に定義があります。

8.22.3.26 getTrackball()

```
GgMatrix Window::getTrackball (  
    int button = GLFW_MOUSE_BUTTON_1 ) const [inline]
```

トラックボールの回転変換行列を得る.

引数

<i>button</i>	回転変換行列を取得するマウスボタン (GLFW_MOUSE_BUTTON_[1,2]).
---------------	--

戻り値

回転を行う GgMatrix 型の変換行列.

Window.h の 1554 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



8.22.3.27 getTrackballData()

```
GgQuaternion Window::getTrackballData (  
    int button = GLFW_MOUSE_BUTTON_1 ) const [inline]
```

トラックボールの回転変換行列を得る.

引数

<i>button</i>	回転変換行列を取得するマウスボタン (GLFW_MOUSE_BUTTON_[1,2]).
---------------	--

戻り値

回転を行う GgQuaternion 型の四元数.

Window.h の 1544 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.22.3.28 getTranslation()

```
GgMatrix Window::getTranslation (  
    int button = GLFW_MOUSE_BUTTON_1 ) const [inline]
```

トラックボール処理を考慮したマウスによる平行移動の変換行列を得る.

引数

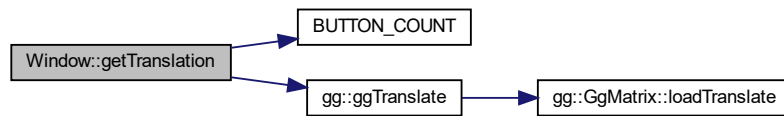
<i>button</i>	平行移動量を取得するマウスボタン (GLFW_MOUSE_BUTTON_[1,2]).
---------------	---

戻り値

平行移動を行う GgMarix 型の変換行列.

Window.h の 1534 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.22.3.29 getUserPointer()

```
void* Window::getUserPointer ( ) const [inline]
```

ユーザーポインタを取り出す.

戻り値

保存されているユーザポインタ.

Window.h の 1608 行目に定義があります。

8.22.3.30 getWheel() [1/3]

```
const GLfloat* Window::getWheel ( ) const [inline]
```

マウスホイールの回転量を得る.

戻り値

マウスホイールの回転量を格納した GLfloat 型の 2 要素の配列.

Window.h の 1483 行目に定義があります。

8.22.3.31 getWheel() [2/3]

```
void Window::getWheel (
    GLfloat * rotation ) const [inline]
```

マウスホイールの回転量を得る.

引数

<i>rotation</i>	マウスホイールの回転量を格納した GLfloat 型の 2 要素の配列.
-----------------	--------------------------------------

Window.h の 1491 行目に定義があります。

8.22.3.32 getWheel() [3/3]

```
GLfloat Window::getWheel (
    int direction ) const [inline]
```

マウスホイールの回転量を得る.

引数

<i>direction</i>	方向 (0:X, 1:Y).
------------------	----------------

戻り値

direction 方向のマウスホイールの回転量.

Window.h の 1501 行目に定義があります。

8.22.3.33 getWheelX()

```
const GLfloat Window::getWheelX ( ) const [inline]
```

マウスホイールの X 方向の回転量を得る.

Window.h の 1508 行目に定義があります。

8.22.3.34 getWheelY()

```
const GLfloat Window::getWheelY ( ) const [inline]
```

マウスホイールの Y 方向の回転量を得る.

Window.h の 1515 行目に定義があります。

8.22.3.35 getWidth()

```
GLsizei Window::getWidth ( ) const [inline]
```

ウィンドウの横幅を得る.

戻り値

ウィンドウの横幅.

Window.h の 1267 行目に定義があります。

8.22.3.36 init()

```
static void Window::init (
    int major = 0,
    int minor = 1 ) [inline], [static]
```

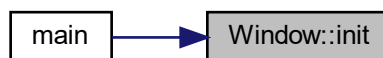
初期化, 最初に一度だけ実行する.

引数

<i>major</i>	使用する OpenGL の major 番号, 0 なら無指定.
<i>minor</i>	使用する OpenGL の minor 番号, major 番号が 0 なら無視.

Window.h の 561 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.22.3.37 operator bool()

```
Window::operator bool ( ) [inline]
```

イベントを取得してループを継続すべきかどうか調べる.

戻り値

ループを継続すべきなら true.

Window.h の 1199 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



8.22.3.38 operator=()

```
Window& Window::operator= (
    const Window & w ) [delete]
```

代入演算子は使用禁止.

8.22.3.39 reset()

```
void Window::reset ( ) [inline]
```

トラックボール・マウスホイール・矢印キーの値を初期化する

Window.h の 1597 行目に定義があります。

8.22.3.40 reset_trackball()

```
void Window::reset_trackball ( ) [inline]
```

トラックボール処理をリセットする

Window.h の 1562 行目に定義があります。

8.22.3.41 reset_translation()

```
void Window::reset_translation ( ) [inline]
```

現在位置と平行移動量をリセットする

Window.h の 1572 行目に定義があります。

8.22.3.42 restoreViewport()

```
void Window::restoreViewport ( ) [inline]
```

ビューポートをウィンドウ全体に設定する.

Window.h の 1302 行目に定義があります。

8.22.3.43 selectInterface()

```
void Window::selectInterface (
    int no ) [inline]
```

インタフェースを選択する

引数

<i>no</i>	インターフェース番号
-----------	------------

Window.h の 1324 行目に定義があります。

8.22.3.44 setClose()

```
void Window::setClose (
    int flag = GLFW_TRUE ) const [inline]
```

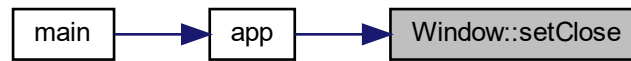
ウィンドウのクローズフラグを設定する.

引数

<i>flag</i>	クローズフラグ, 0 (GLFW.FALSE) 以外ならウィンドウを閉じる.
-------------	--

Window.h の 1184 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.22.3.45 setKeyboardFunc()

```
void Window::setKeyboardFunc (
    void(*) (const Window *window, int key, int scancode, int action, int mods) func )
[inline]
```

ユーザ定義の keyboard 関数を設定する.

引数

<i>func</i>	ユーザ定義の keyboard 関数, キーボードの操作時に呼び出される.
-------------	---------------------------------------

Window.h の 1629 行目に定義があります。

8.22.3.46 setMouseFunc()

```
void Window::setMouseFunc (
    void(*) (const Window *window, int button, int action, int mods) func ) [inline]
```

ユーザ定義の mouse 関数を設定する.

引数

<i>func</i>	ユーザ定義の mouse 関数, マウスボタンの操作時に呼び出される.
-------------	-------------------------------------

Window.h の 1636 行目に定義があります。

8.22.3.47 setResizeFunc() [1/2]

```
void Window::setResizeFunc (
    void(*) (const Window *window, double x, double y) func ) [inline]
```

ユーザ定義の wheel 関数を設定する.

引数

<i>func</i>	ユーザ定義の <code>wheel</code> 関数, マウスホイールの操作時に呼び出される.
-------------	---

Window.h の 1643 行目に定義があります。

8.22.3.48 `setResizeFunc()` [2/2]

```
void Window::setResizeFunc (
    void(*) (const Window *window, int width, int height) func ) [inline]
```

ユーザ定義の `resize` 関数を設定する.

引数

<i>func</i>	ユーザ定義の <code>resize</code> 関数, ウィンドウのサイズ変更時に呼び出される.
-------------	---

Window.h の 1622 行目に定義があります。

8.22.3.49 `setUserPointer()`

```
void Window::setUserPointer (
    void * pointer ) [inline]
```

任意のユーザポインタを保存する.

引数

<i>pointer</i>	保存するユーザポインタ.
----------------	--------------

Window.h の 1615 行目に定義があります。

8.22.3.50 `setVelocity()`

```
void Window::setVelocity (
    GLfloat vx,
    GLfloat vy ) [inline]
```

マウスの移動速度を設定する

引数

<code>vx</code>	x 方向の移動速度.
<code>vy</code>	y 方向の移動速度.

Window.h の 1333 行目に定義があります。

8.22.3.51 shouldClose()

```
bool Window::shouldClose ( ) const [inline]
```

ウィンドウを閉じるべきかどうか調べる.

戻り値

ウィンドウを閉じるべきなら `true`.

Window.h の 1191 行目に定義があります。

8.22.3.52 swapBuffers()

```
void Window::swapBuffers ( ) [inline]
```

カラーバッファを入れ替える.

Window.h の 1251 行目に定義があります。

被呼び出し関係図:



8.22.4 メンバ詳解

8.22.4.1 eyeCount

```
const int Window::eyeCount = 1
```

視点の数.

Window.h の 1171 行目に定義があります。

このクラス詳解は次のファイルから抽出されました:

- [Window.h](#)

Chapter 9

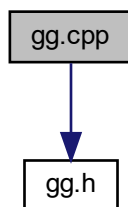
ファイル詳解

9.1 gg.cpp ファイル

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の定義.

```
#include "gg.h"
```

gg.cpp の依存先関係図:



9.1.1 詳解

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の定義.

著者

Kohe Tokoi

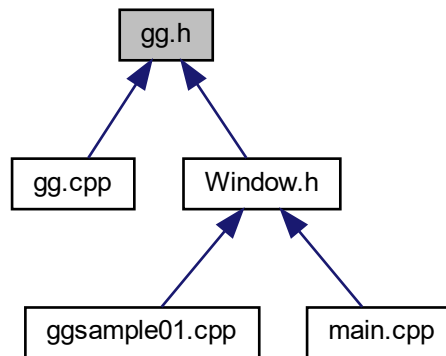
日付

March 31, 2021

9.2 gg.h ファイル

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の宣言.

被依存関係図:



クラス

- class `gg::GgMatrix`
変換行列.
- class `gg::GgQuaternion`
四元数.
- class `gg::GgTrackball`
簡易トラックボール処理.
- class `gg::GgTexture`
テクスチャ.
- class `gg::GgColorTexture`
カラーマップ.
- class `gg::GgNormalTexture`
法線マップ.
- class `gg::GgBuffer< T >`
バッファオブジェクト.
- class `gg::GgUniformBuffer< T >`
ユニフォームバッファオブジェクト.
- class `gg::GgShape`
形状データの基底クラス.
- class `gg::GgPoints`
点.
- struct `gg::GgVertex`
三角形の頂点データ.
- class `gg::GgTriangles`
三角形で表した形状データ (*Arrays* 形式).
- class `gg::GgElements`

- 三角形で表した形状データ (*Elements* 形式).
- class `gg::GgShader`
シェーダの基底クラス.
- class `gg::GgPointShader`
点のシェーダ.
- class `gg::GgSimpleShader`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダ.
- struct `gg::GgSimpleShader::Light`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データ.
- class `gg::GgSimpleShader::LightBuffer`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する光源データのユニフォームバッファオブジェクト.
- struct `gg::GgSimpleShader::Material`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データ.
- class `gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer`
三角形に単純な陰影付けを行うシェーダが参照する材質データのユニフォームバッファオブジェクト.
- class `gg::GgSimpleObj`
Wavefront OBJ 形式のファイル (*Arrays* 形式).

名前空間

- `gg`
ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムの名前空間

型定義

- using `gg::GgVector` = `std::array< GLfloat, 4 >`
4要素の単精度実数の配列.

列挙型

- enum `gg::BindingPoints` { `gg::LightBindingPoint` = 0 , `gg::MaterialBindingPoint` }
光源と材質の *uniform buffer object* の結合ポイント.

関数

- void `gg::ggInit` ()
ゲームグラフィックス特論の都合にもとづく初期化を行う.
- void `gg::ggError` (const char *name=NULLptr, unsigned int line=0)
OpenGL のエラーをチェックする.
- void `gg::ggFBOError` (const char *name=NULLptr, unsigned int line=0)
FBO のエラーをチェックする.
- bool `gg::ggSaveTga` (const char *name, const void *buffer, unsigned int width, unsigned int height, unsigned int depth)
配列の内容を *TGA* ファイルに保存する.
- bool `gg::ggSaveColor` (const char *name)
カラーバッファの内容を *TGA* ファイルに保存する.
- bool `gg::ggSaveDepth` (const char *name)
デプスバッファの内容を *TGA* ファイルに保存する.

- bool `gg::ggReadImage` (const char *name, std::vector< GLubyte > &image, GLsizei *pWidth, GLsizei *pHeight, GLenum *pFormat)
TGA ファイル (8/16/24/32bit) をメモリに読み込む。
- GLuint `gg::ggLoadTexture` (const GLvoid *image, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format=GL_BGR, GLenum type=GL_UNSIGNED_BYTE, GLenum internal=GL_RGB, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)
テクスチャメモリを確保して画像データをテクスチャとして読み込む。
- GLuint `gg::ggLoadImage` (const char *name, GLsizei *pWidth=NULLPTR, GLsizei *pHeight=NULLPTR, GLenum internal=0, GLenum wrap=GL_CLAMP_TO_EDGE)
テクスチャメモリを確保して TGA 画像ファイルを読み込む。
- void `gg::ggCreateNormalMap` (const GLubyte *hmap, GLsizei width, GLsizei height, GLenum format, GLfloat nz, GLenum internal, std::vector< GgVector > &nmap)
グレースケール画像 (8bit) から法線マップのデータを作成する。
- GLuint `gg::ggLoadHeight` (const char *name, float nz, GLsizei *pWidth=NULLPTR, GLsizei *pHeight=NULLPTR, GLenum internal=GL_RGBA)
テクスチャメモリを確保して TGA 画像ファイルを読み込み法線マップを作成する。
- GLuint `gg::ggCreateShader` (const char *vsrc, const char *fsrc=NULLPTR, const char *gsrc=NULLPTR, GLint nvarying=0, const char *const varying[]=NULLPTR, const char *vtext="vertex shader", const char *ftext="fragment shader", const char *gtext="geometry shader")
シェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。
- GLuint `gg::ggLoadShader` (const char *vert, const char *frag=NULLPTR, const char *geom=NULLPTR, GLint nvarying=0, const char *const varying[]=NULLPTR)
シェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。
- GLuint `gg::ggCreateComputeShader` (const char *csrc, const char *ccontext="compute shader")
コンピュートシェーダのソースプログラムの文字列を読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。
- GLuint `gg::ggLoadComputeShader` (const char *comp)
コンピュートシェーダのソースファイルを読み込んでプログラムオブジェクトを作成する。
- GLfloat `gg::ggLength3` (const GLfloat *a)
3要素の長さ。
- void `gg::ggNormalize3` (GLfloat *a)
3要素の正規化。
- GLfloat `gg::ggDot3` (const GLfloat *a, const GLfloat *b)
3要素の内積。
- void `gg::ggCross` (GLfloat *c, const GLfloat *a, const GLfloat *b)
3要素の外積。
- GLfloat `gg::ggLength4` (const GLfloat *a)
4要素の長さ。
- GLfloat `gg::ggLength4` (const GgVector &a)
GgVector 型の長さ。
- void `gg::ggNormalize4` (GLfloat *a)
4要素の正規化。
- void `gg::ggNormalize4` (GgVector &a)
GgVector 型の正規化。
- GLfloat `gg::ggDot4` (const GLfloat *a, const GLfloat *b)
4要素の内積
- GLfloat `gg::ggDot4` (const GgVector &a, const GgVector &b)
GgVector 型の内積
- GgMatrix `gg::ggIdentity` ()
単位行列を返す。
- GgMatrix `gg::ggTranslate` (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
平行移動の変換行列を返す。
- GgMatrix `gg::ggTranslate` (const GLfloat *t)
平行移動の変換行列を返す。

- GgMatrix [gg::ggTranslate](#) (const GgVector &t)
平行移動の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggScale](#) (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w=1.0f)
拡大縮小の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggScale](#) (const GLfloat *s)
拡大縮小の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggScale](#) (const GgVector &s)
拡大縮小の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotateX](#) (GLfloat a)
 x 軸中心の回転の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotateY](#) (GLfloat a)
 y 軸中心の回転の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotateZ](#) (GLfloat a)
 z 軸中心の回転の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotate](#) (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
(x, y, z) 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotate](#) (const GLfloat *r, GLfloat a)
 r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotate](#) (const GgVector &r, GLfloat a)
 r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotate](#) (const GLfloat *r)
 r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- GgMatrix [gg::ggRotate](#) (const GgVector &r)
 r 方向のベクトルを軸とする回転の変換行列を乗じた結果を返す.
- GgMatrix [gg::ggLookat](#) (GLfloat ex, GLfloat ey, GLfloat ez, GLfloat tx, GLfloat ty, GLfloat tz, GLfloat ux, GLfloat uy, GLfloat uz)
ビュー変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggLookat](#) (const GLfloat *e, const GLfloat *t, const GLfloat *u)
ビュー変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggLookat](#) (const GgVector &e, const GgVector &t, const GgVector &u)
ビュー変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggOrthogonal](#) (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
直交投影変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggFrustum](#) (GLfloat left, GLfloat right, GLfloat bottom, GLfloat top, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
透視透視投影変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggPerspective](#) (GLfloat fovy, GLfloat aspect, GLfloat zNear, GLfloat zFar)
画角を指定して透視投影変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggTranspose](#) (const GgMatrix &m)
転置行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggInvert](#) (const GgMatrix &m)
逆行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggNormal](#) (const GgMatrix &m)
法線変換行列を返す.
- GgQuaternion [gg::ggQuaternion](#) (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat w)
四元数を返す
- GgQuaternion [gg::ggQuaternion](#) (const GLfloat *a)
四元数を返す
- GgQuaternion [gg::ggIdentityQuaternion](#) ()
単位四元数を返す
- GgQuaternion [gg::ggMatrixQuaternion](#) (const GLfloat *a)

- 回転の変換行列 m を表す四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggMatrixQuaternion](#) (const GgMatrix &m)
回転の変換行列 m を表す四元数を返す.
- GgMatrix [gg::ggQuaternionMatrix](#) (const GgQuaternion &q)
四元数 q の回転の変換行列を返す.
- GgMatrix [gg::ggQuaternionTransposeMatrix](#) (const GgQuaternion &q)
四元数 q の回転の転置した変換行列を返す.
- GgQuaternion [gg::ggRotateQuaternion](#) (GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z, GLfloat a)
(x, y, z) を軸として角度 a 回転する四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggRotateQuaternion](#) (const GLfloat *v, GLfloat a)
($v[0], v[1], v[2]$) を軸として角度 a 回転する四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggRotateQuaternion](#) (const GLfloat *v)
($v[0], v[1], v[2]$) を軸として角度 $v[3]$ 回転する四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggEulerQuaternion](#) (GLfloat heading, GLfloat pitch, GLfloat roll)
オイラー角 (*heading, pitch, roll*) で与えられた回転を表す四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggEulerQuaternion](#) (const GLfloat *e)
オイラー角 ($e[0], e[1], e[2]$) で与えられた回転を表す四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggSlerp](#) (const GLfloat *a, const GLfloat *b, GLfloat t)
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- GgQuaternion [gg::ggSlerp](#) (const GgQuaternion &q, const GgQuaternion &r, GLfloat t)
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- GgQuaternion [gg::ggSlerp](#) (const GgQuaternion &q, const GLfloat *a, GLfloat t)
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- GgQuaternion [gg::ggSlerp](#) (const GLfloat *a, const GgQuaternion &q, GLfloat t)
二つの四元数の球面線形補間の結果を返す.
- GLfloat [gg::ggNorm](#) (const GgQuaternion &q)
四元数のノルムを返す.
- GgQuaternion [gg::ggNormalize](#) (const GgQuaternion &q)
正規化した四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggConjugate](#) (const GgQuaternion &q)
共役四元数を返す.
- GgQuaternion [gg::ggInvert](#) (const GgQuaternion &q)
四元数の逆元を求める.
- GgPoints * [gg::ggPointsCube](#) (GLsizei countv, GLfloat length=1.0f, GLfloat cx=0.0f, GLfloat cy=0.0f, GLfloat cz=0.0f)
点群を立方体状に生成する.
- GgPoints * [gg::ggPointsSphere](#) (GLsizei countv, GLfloat radius=0.5f, GLfloat cx=0.0f, GLfloat cy=0.0f, GLfloat cz=0.0f)
点群を球状に生成する.
- GgTriangles * [gg::ggRectangle](#) (GLfloat width=1.0f, GLfloat height=1.0f)
矩形状に 2 枚の三角形を生成する.
- GgTriangles * [gg::ggEllipse](#) (GLfloat width=1.0f, GLfloat height=1.0f, GLuint slices=16)
楕円状に三角形を生成する.
- GgTriangles * [gg::ggArraysObj](#) (const char *name, bool normalize=false)
Wavefront OBJ ファイルを読み込む (*Arrays* 形式)
- GgElements * [gg::ggElementsObj](#) (const char *name, bool normalize=false)
Wavefront OBJ ファイルを読み込む (*Elements* 形式).
- GgElements * [gg::ggElementsMesh](#) (GLuint slices, GLuint stacks, const GLfloat(*pos)[3], const GLfloat(*norm)[3]=nullptr)
メッシュ形状を作成する (*Elements* 形式).
- GgElements * [gg::ggElementsSphere](#) (GLfloat radius=1.0f, int slices=16, int stacks=8)

- bool `gg::ggLoadSimpleObj` (const char *name, std::vector< std::array< GLuint, 3 >> &group, std::vector< GgSimpleShader::Material > &material, std::vector< GgVertex > &vert, bool normalize=false)
三角形分割された *OBJ* ファイルと *MTL* ファイルを読み込む (*Arrays* 形式)
- bool `gg::ggLoadSimpleObj` (const char *name, std::vector< std::array< GLuint, 3 >> &group, std::vector< GgSimpleShader::Material > &material, std::vector< GgVertex > &vert, std::vector< GLuint > &face, bool normalize=false)
三角形分割された *OBJ* ファイルを読み込む (*Elements* 形式).

変数

- GLint `gg::ggBufferAlignment`
使用している *GPU* のバッファオブジェクトのアライメント, 初期化に取得される.

9.2.1 詳解

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラム GLFW3 版の宣言.

著者

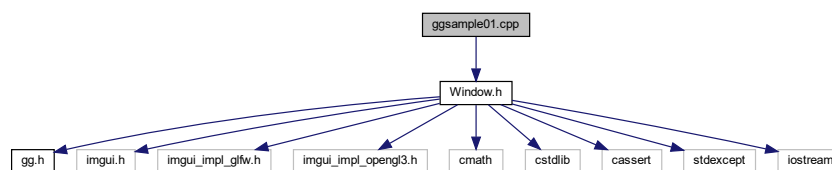
Kohe Tokoi

日付

March 31, 2021

9.3 ggsample01.cpp ファイル

#include "Window.h"
ggsample01.cpp の依存先関係図:



マクロ定義

- #define `USE_IMGUI`

関数

- void `app` ()

変数

- [GgSimpleShader::Light light](#)

9.3.1 マクロ定義詳解

9.3.1.1 USE_IMGUI

```
#define USE_IMGUI
```

ggsample01.cpp の 2 行目に定義があります。

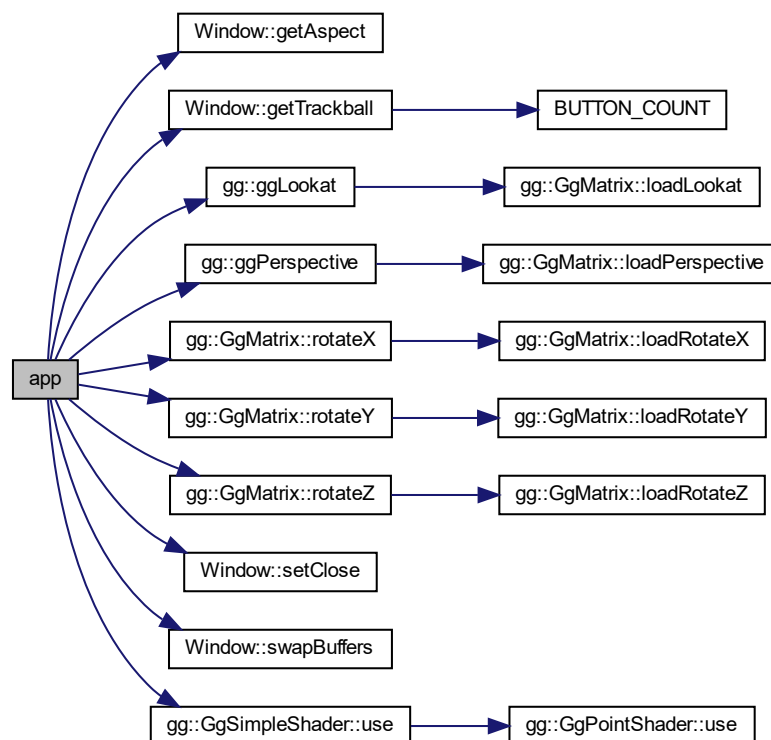
9.3.2 関数詳解

9.3.2.1 app()

```
void app ( )
```

ggsample01.cpp の 19 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:



9.3.3 変数詳解

9.3.3.1 light

```
GgSimpleShader::Light light
```

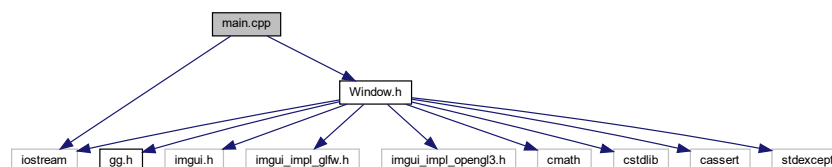
初期値:

```
=
{
  { 0.2f, 0.2f, 0.2f, 1.0f },
  { 1.0f, 1.0f, 1.0f, 0.0f },
  { 1.0f, 1.0f, 1.0f, 0.0f },
  { 0.0f, 0.0f, 1.0f, 1.0f }
}
```

ggsample01.cpp の 8 行目に定義があります。

9.4 main.cpp ファイル

```
#include <iostream>
#include "Window.h"
main.cpp の依存先関係図:
```



マクロ定義

- #define `HEADER_STR` "ゲームグラフィックス特論"
- #define `USE_IMGUI`

関数

- void `app` ()
- int `main` ()

9.4.1 マクロ定義詳解

9.4.1.1 HEADER_STR

```
#define HEADER_STR "ゲームグラフィックス特論"
```

`main.cpp` の 15 行目に定義があります。

9.4.1.2 USE_IMGUI

```
#define USE_IMGUI
```

`main.cpp` の 18 行目に定義があります。

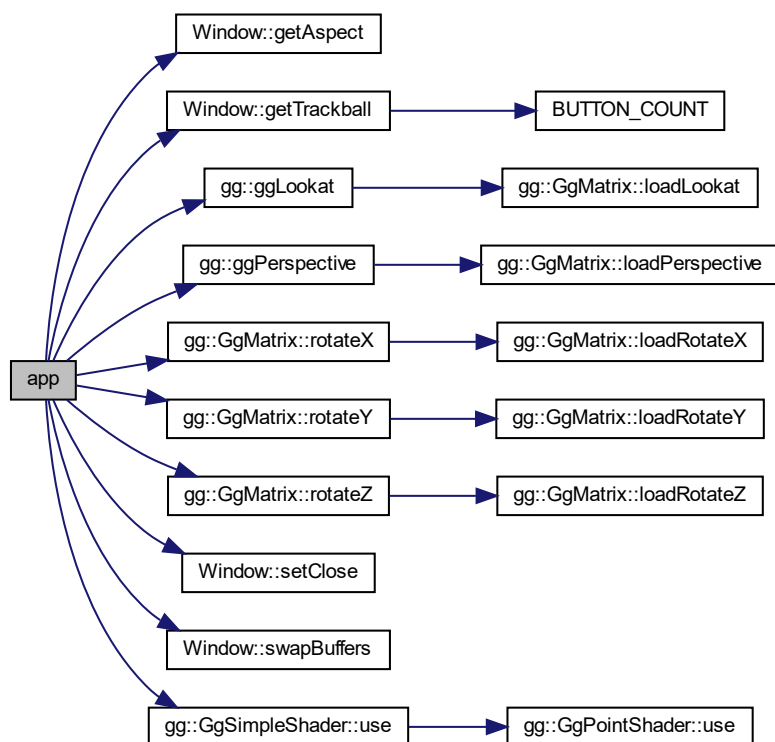
9.4.2 関数詳解

9.4.2.1 `app()`

```
void app ( )
```

`ggsample01.cpp` の 19 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



被呼び出し関係図:

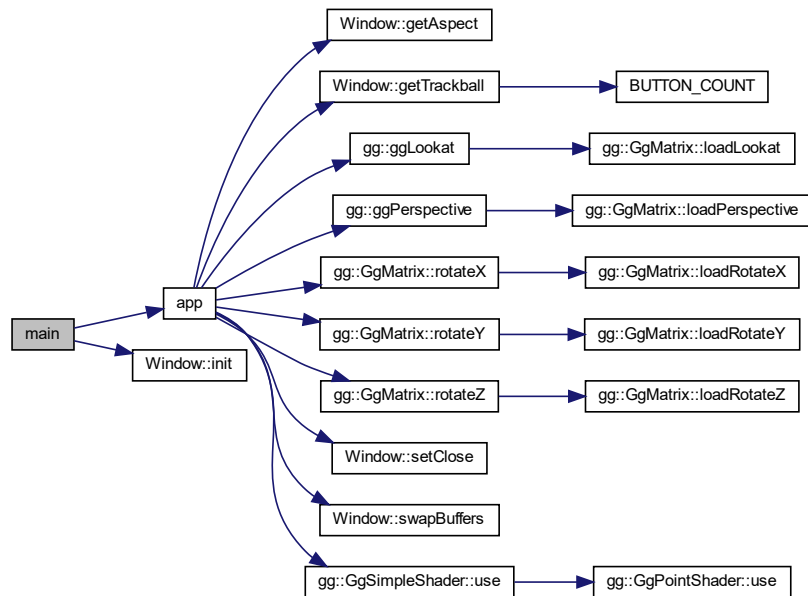


9.4.2.2 main()

```
int main ( )
```

main.cpp の 27 行目に定義があります。

呼び出し関係図:



9.5 README.md ファイル

9.6 Window.h ファイル

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムのウィンドウ関連の処理.

```

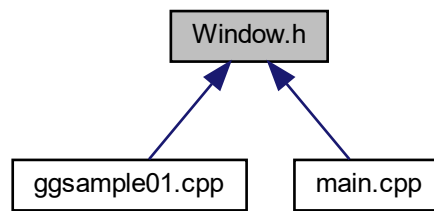
#include "gg.h"
#include "imgui.h"
#include "imgui_impl_glfw.h"
#include "imgui_impl_opengl3.h"
#include <cmath>
#include <cstdlib>
#include <cassert>
#include <stdexcept>
#include <iostream>

```

Window.h の依存先関係図:



被依存関係図:



クラス

- class `Window`
ウィンドウ関連の処理.

マクロ定義

- #define `USE_IMGUI`

関数

- constexpr int `BUTTON_COUNT` (3)
- constexpr int `INTERFACE_COUNT` (3)

9.6.1 詳解

ゲームグラフィックス特論の宿題用補助プログラムのウィンドウ関連の処理.

著者

Kohe Tokoi

日付

March 31, 2021

9.6.2 マクロ定義詳解

9.6.2.1 USE_IMGUI

```
#define USE_IMGUI
```

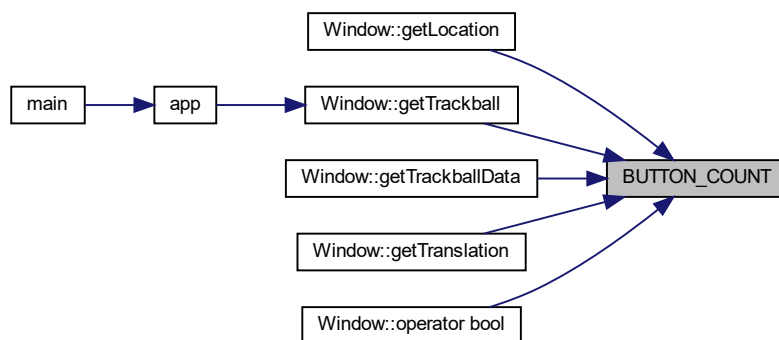
Window.h の 39 行目に定義があります。

9.6.3 関数詳解

9.6.3.1 BUTTON_COUNT()

```
constexpr int BUTTON_COUNT (  
    3 ) [constexpr]
```

被呼び出し関係図:



9.6.3.2 INTERFACE_COUNT()

```
constexpr int INTERFACE_COUNT (  
    3 ) [constexpr]
```

Index

- `.ggError`
 - `gg`, [20](#)
 - `.ggFBOError`
 - `gg`, [21](#)
 - `~GgBuffer`
 - `gg::GgBuffer< T >`, [76](#)
 - `~GgColorTexture`
 - `gg::GgColorTexture`, [87](#)
 - `~GgElements`
 - `gg::GgElements`, [91](#)
 - `~GgMatrix`
 - `gg::GgMatrix`, [100](#)
 - `~GgNormalTexture`
 - `gg::GgNormalTexture`, [164](#)
 - `~GgPointShader`
 - `gg::GgPointShader`, [174](#)
 - `~GgPoints`
 - `gg::GgPoints`, [169](#)
 - `~GgQuaternion`
 - `gg::GgQuaternion`, [190](#)
 - `~GgShader`
 - `gg::GgShader`, [253](#)
 - `~GgShape`
 - `gg::GgShape`, [255](#)
 - `~GgSimpleObj`
 - `gg::GgSimpleObj`, [259](#)
 - `~GgSimpleShader`
 - `gg::GgSimpleShader`, [264](#)
 - `~GgTexture`
 - `gg::GgTexture`, [281](#)
 - `~GgTrackball`
 - `gg::GgTrackball`, [285](#)
 - `~GgTriangles`
 - `gg::GgTriangles`, [294](#)
 - `~GgUniformBuffer`
 - `gg::GgUniformBuffer< T >`, [299](#)
 - `~LightBuffer`
 - `gg::GgSimpleShader::LightBuffer`, [317](#)
 - `~MaterialBuffer`
 - `gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer`, [330](#)
 - `~Window`
 - `Window`, [342](#)
- `add`
 - `gg::GgMatrix`, [101](#)
 - `gg::GgQuaternion`, [191](#), [192](#)
- `ambient`
 - `gg::GgSimpleShader::Light`, [314](#)
 - `gg::GgSimpleShader::Material`, [327](#)
- `app`
 - `ggsample01.cpp`, [370](#)
 - `main.cpp`, [372](#)
- `begin`
 - `gg::GgTrackball`, [286](#)
- `bind`
 - `gg::GgBuffer< T >`, [77](#)
 - `gg::GgTexture`, [281](#)
 - `gg::GgUniformBuffer< T >`, [300](#)
- `BindingPoints`
 - `gg`, [20](#)
- `BUTTON_COUNT`
 - `Window.h`, [376](#)
- `conjugate`
 - `gg::GgQuaternion`, [193](#)
- `copy`
 - `gg::GgBuffer< T >`, [77](#)
 - `gg::GgUniformBuffer< T >`, [300](#)
- `diffuse`
 - `gg::GgSimpleShader::Light`, [314](#)
 - `gg::GgSimpleShader::Material`, [327](#)
- `divide`
 - `gg::GgMatrix`, [102](#), [103](#)
 - `gg::GgQuaternion`, [194–196](#)
- `draw`
 - `gg::GgElements`, [92](#)
 - `gg::GgPoints`, [169](#)
 - `gg::GgShape`, [256](#)
 - `gg::GgSimpleObj`, [259](#)
 - `gg::GgTriangles`, [295](#)
- `end`
 - `gg::GgTrackball`, [286](#)
- `euler`
 - `gg::GgQuaternion`, [197](#)
- `eyeCount`
 - `Window`, [361](#)
- `fill`
 - `gg::GgUniformBuffer< T >`, [301](#)
- `frustum`
 - `gg::GgMatrix`, [103](#)
- `get`
 - `gg::GgMatrix`, [104–106](#)
 - `gg::GgPointShader`, [174](#)
 - `gg::GgQuaternion`, [198](#), [199](#)
 - `gg::GgShader`, [253](#)
 - `gg::GgShape`, [257](#)

- gg::GgSimpleObj, 260
- gg::GgTrackball, 287
- Window, 342
- getAltArrowX
 - Window, 343
- getAltArrowY
 - Window, 343
- getAltArrow
 - Window, 343
- getArrow
 - Window, 344
- getArrowX
 - Window, 344
- getArrowY
 - Window, 345
- getAspect
 - Window, 345
- getBuffer
 - gg::GgBuffer< T >, 78
 - gg::GgPoints, 170
 - gg::GgTriangles, 295
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 302
- getConjugateMatrix
 - gg::GgQuaternion, 199, 200
- getControlArrow
 - Window, 346
- getControlArrowX
 - Window, 346
- getControlArrowY
 - Window, 346
- getCount
 - gg::GgBuffer< T >, 78
 - gg::GgPoints, 170
 - gg::GgTriangles, 295
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 303
- getHeight
 - gg::GgTexture, 281
 - Window, 347
- getIndexBuffer
 - gg::GgElements, 92
- getIndexCount
 - gg::GgElements, 93
- getKey
 - Window, 347
- getLocation
 - Window, 347
- getMatrix
 - gg::GgQuaternion, 201, 202
 - gg::GgTrackball, 287
- getMode
 - gg::GgShape, 257
- getMouse
 - Window, 348, 349
- getMouseX
 - Window, 349
- getMouseY
 - Window, 349
- getQuaternion
 - gg::GgTrackball, 287
- getScale
 - gg::GgTrackball, 287, 288
- getShiftArrow
 - Window, 349
- getShiftArrowX
 - Window, 350
- getShiftArrowY
 - Window, 350
- getSize
 - gg::GgTexture, 282
 - Window, 350
- getStart
 - gg::GgTrackball, 288, 289
- getStride
 - gg::GgBuffer< T >, 79
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 303
- getTarget
 - gg::GgBuffer< T >, 80
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 304
- getTexture
 - gg::GgTexture, 283
- getTrackball
 - Window, 351
- getTrackballData
 - Window, 351
- getTranslation
 - Window, 352
- getUserPointer
 - Window, 353
- getWheel
 - Window, 353, 354
- getWheelX
 - Window, 354
- getWheelY
 - Window, 354
- getWidth
 - gg::GgTexture, 283
 - Window, 354
- gg, 15
 - .ggError, 20
 - .ggFBOError, 21
 - BindingPoints, 20
 - ggArraysObj, 21
 - ggBufferAlignment, 74
 - ggConjugate, 22
 - ggCreateComputeShader, 22
 - ggCreateNormalMap, 23
 - ggCreateShader, 24
 - ggCross, 24
 - ggDot3, 25
 - ggDot4, 25, 26
 - ggElementsMesh, 26
 - ggElementsObj, 27
 - ggElementsSphere, 28
 - ggEllipse, 28
 - ggEulerQuaternion, 29
 - ggFrustum, 30

- ggIdentity, 31
- ggIdentityQuaternion, 32
- ggInit, 32
- ggInvert, 33
- ggLength3, 34
- ggLength4, 35
- ggLoadComputeShader, 36
- ggLoadHeight, 37
- ggLoadImage, 37
- ggLoadShader, 38
- ggLoadSimpleObj, 39, 40
- ggLoadTexture, 40
- ggLookat, 41–43
- ggMatrixQuaternion, 44, 45
- ggNorm, 45
- ggNormal, 46
- ggNormalize, 46
- ggNormalize3, 47
- ggNormalize4, 48
- ggOrthogonal, 49
- ggPerspective, 50
- ggPointsCube, 51
- ggPointsSphere, 52
- ggQuaternion, 52, 53
- ggQuaternionMatrix, 54
- ggQuaternionTransposeMatrix, 54
- ggReadImage, 55
- ggRectangle, 56
- ggRotate, 56–59
- ggRotateQuaternion, 60, 61
- ggRotateX, 62
- ggRotateY, 63
- ggRotateZ, 63
- ggSaveColor, 64
- ggSaveDepth, 65
- ggSaveTga, 65
- ggScale, 66, 67
- ggSlerp, 68–70
- ggTranslate, 71, 72
- ggTranspose, 73
- GgVector, 20
- LightBindingPoint, 20
- MaterialBindingPoint, 20
- gg.cpp, 363
- gg.h, 364
- gg::GgBuffer< T >, 75
 - ~GgBuffer, 76
 - bind, 77
 - copy, 77
 - getBuffer, 78
 - getCount, 78
 - getStride, 79
 - getTarget, 80
 - GgBuffer, 76, 77
 - map, 80
 - operator=, 82
 - read, 82
 - send, 83
 - unbind, 84
 - unmap, 84
- gg::GgColorTexture, 84
 - ~GgColorTexture, 87
 - GgColorTexture, 85, 86
 - load, 87, 88
- gg::GgElements, 89
 - ~GgElements, 91
 - draw, 92
 - getIndexBuffer, 92
 - getIndexCount, 93
 - GgElements, 90, 91
 - load, 93
 - send, 94
- gg::GgMatrix, 95
 - ~GgMatrix, 100
 - add, 101
 - divide, 102, 103
 - frustum, 103
 - get, 104–106
 - GgMatrix, 99, 100
 - GgQuaternion, 162
 - invert, 106
 - load, 106, 107
 - loadAdd, 108
 - loadDivide, 109, 110
 - loadFrustum, 110
 - loadIdentity, 111
 - loadInvert, 112
 - loadLookat, 113, 114
 - loadMultiply, 115, 116
 - loadNormal, 117
 - loadOrthogonal, 118
 - loadPerspective, 119
 - loadRotate, 120–122
 - loadRotateX, 123
 - loadRotateY, 124
 - loadRotateZ, 124
 - loadScale, 125, 126
 - loadSubtract, 127, 128
 - loadTranslate, 128–130
 - loadTranspose, 130, 131
 - lookat, 132, 133
 - multiply, 134, 135
 - normal, 135
 - operator*, 136, 137
 - operator*=, 137
 - operator+, 138
 - operator+=, 139
 - operator-, 140
 - operator-=, 141
 - operator/, 142
 - operator/=, 143
 - operator=, 144
 - operator[], 145
 - orthogonal, 146
 - perspective, 147
 - projection, 147, 148

- rotate, 149–151
- rotateX, 152
- rotateY, 153
- rotateZ, 154
- scale, 155, 156
- subtract, 157
- translate, 158, 159
- transpose, 161
- gg::GgNormalTexture, 162
 - ~GgNormalTexture, 164
 - GgNormalTexture, 163, 164
 - load, 165
- gg::GgPoints, 166
 - ~GgPoints, 169
 - draw, 169
 - getBuffer, 170
 - getCount, 170
 - GgPoints, 168
 - load, 170
 - send, 171
- gg::GgPointShader, 171
 - ~GgPointShader, 174
 - get, 174
 - GgPointShader, 173
 - load, 174
 - loadMatrix, 175, 176
 - loadModelviewMatrix, 177
 - loadProjectionMatrix, 179, 180
 - unuse, 180
 - use, 181–183
- gg::GgQuaternion, 184
 - ~GgQuaternion, 190
 - add, 191, 192
 - conjugate, 193
 - divide, 194–196
 - euler, 197
 - get, 198, 199
 - getConjugateMatrix, 199, 200
 - getMatrix, 201, 202
 - GgQuaternion, 188–190
 - invert, 202
 - load, 203–205
 - loadAdd, 206–208
 - loadConjugate, 209
 - loadDivide, 210–212
 - loadEuler, 213
 - loadIdentity, 214
 - loadInvert, 215, 216
 - loadMatrix, 217
 - loadMultiply, 219–221
 - loadNormalize, 221, 222
 - loadRotate, 223, 224
 - loadRotateX, 225
 - loadRotateY, 225
 - loadRotateZ, 226
 - loadSlerp, 227–229
 - loadSubtract, 229–231
 - multiply, 232, 233
 - norm, 234
 - normalize, 234
 - operator*, 235
 - operator*=, 236
 - operator+, 237
 - operator+=, 238
 - operator-, 239
 - operator-=, 240
 - operator/, 241
 - operator/=: 242
 - operator=, 243
 - rotate, 244, 245
 - rotateX, 246
 - rotateY, 247
 - rotateZ, 247
 - slerp, 248
 - subtract, 249, 250
- gg::GgShader, 251
 - ~GgShader, 253
 - get, 253
 - GgShader, 252, 253
 - operator=, 253
 - unuse, 253
 - use, 254
- gg::GgShape, 254
 - ~GgShape, 255
 - draw, 256
 - get, 257
 - getMode, 257
 - GgShape, 255, 256
 - operator=, 257
 - setMode, 258
- gg::GgSimpleObj, 258
 - ~GgSimpleObj, 259
 - draw, 259
 - get, 260
 - GgSimpleObj, 259
- gg::GgSimpleShader, 260
 - ~GgSimpleShader, 264
 - GgSimpleShader, 263, 264
 - load, 264
 - loadMatrix, 265–267
 - loadModelviewMatrix, 268–270
 - operator=, 271
 - use, 271–279
- gg::GgSimpleShader::Light, 313
 - ambient, 314
 - diffuse, 314
 - position, 314
 - specular, 314
- gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 315
 - ~LightBuffer, 317
 - LightBuffer, 316, 317
 - load, 317, 318
 - loadAmbient, 319
 - loadColor, 320
 - loadDiffuse, 320, 321
 - loadPosition, 321–323

- loadSpecular, 324
- select, 325
- gg::GgSimpleShader::Material, 326
 - ambient, 327
 - diffuse, 327
 - shininess, 327
 - specular, 327
- gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 328
 - ~MaterialBuffer, 330
 - load, 330, 331
 - loadAmbient, 332
 - loadAmbientAndDiffuse, 333
 - loadDiffuse, 334
 - loadShininess, 335
 - loadSpecular, 336
 - MaterialBuffer, 329, 330
 - select, 338
- gg::GgTexture, 280
 - ~GgTexture, 281
 - bind, 281
 - getHeight, 281
 - getSize, 282
 - getTexture, 283
 - getWidth, 283
 - GgTexture, 280, 281
 - operator=, 283
 - unbind, 284
- gg::GgTrackball, 284
 - ~GgTrackball, 285
 - begin, 286
 - end, 286
 - get, 287
 - getMatrix, 287
 - getQuaternion, 287
 - getScale, 287, 288
 - getStart, 288, 289
 - GgTrackball, 285
 - motion, 289
 - region, 290
 - reset, 291
 - rotate, 291
- gg::GgTriangles, 292
 - ~GgTriangles, 294
 - draw, 295
 - getBuffer, 295
 - getCount, 295
 - GgTriangles, 293, 294
 - load, 296
 - send, 296
- gg::GgUniformBuffer< T >, 297
 - ~GgUniformBuffer, 299
 - bind, 300
 - copy, 300
 - fill, 301
 - getBuffer, 302
 - getCount, 303
 - getStride, 303
 - getTarget, 304
 - GgUniformBuffer, 298, 299
 - load, 305, 306
 - map, 307
 - read, 308
 - send, 309
 - unbind, 310
 - unmap, 310
- gg::GgVertex, 311
 - GgVertex, 311–313
 - normal, 313
 - position, 313
- ggArraysObj
 - gg, 21
- GgBuffer
 - gg::GgBuffer< T >, 76, 77
- ggBufferAlignment
 - gg, 74
- GgColorTexture
 - gg::GgColorTexture, 85, 86
- ggConjugate
 - gg, 22
- ggCreateComputeShader
 - gg, 22
- ggCreateNormalMap
 - gg, 23
- ggCreateShader
 - gg, 24
- ggCross
 - gg, 24
- ggDot3
 - gg, 25
- ggDot4
 - gg, 25, 26
- GgElements
 - gg::GgElements, 90, 91
- ggElementsMesh
 - gg, 26
- ggElementsObj
 - gg, 27
- ggElementsSphere
 - gg, 28
- ggEllipse
 - gg, 28
- ggEulerQuaternion
 - gg, 29
- ggFrustum
 - gg, 30
- ggIdentity
 - gg, 31
- ggIdentityQuaternion
 - gg, 32
- ggInit
 - gg, 32
- ggInvert
 - gg, 33
- ggLength3
 - gg, 34
- ggLength4

- gg, [35](#)
- ggLoadComputeShader
 - gg, [36](#)
- ggLoadHeight
 - gg, [37](#)
- ggLoadImage
 - gg, [37](#)
- ggLoadShader
 - gg, [38](#)
- ggLoadSimpleObj
 - gg, [39](#), [40](#)
- ggLoadTexture
 - gg, [40](#)
- ggLookat
 - gg, [41–43](#)
- GgMatrix
 - gg::GgMatrix, [99](#), [100](#)
- ggMatrixQuaternion
 - gg, [44](#), [45](#)
- ggNorm
 - gg, [45](#)
- ggNormal
 - gg, [46](#)
- ggNormalize
 - gg, [46](#)
- ggNormalize3
 - gg, [47](#)
- ggNormalize4
 - gg, [48](#)
- GgNormalTexture
 - gg::GgNormalTexture, [163](#), [164](#)
- ggOrthogonal
 - gg, [49](#)
- ggPerspective
 - gg, [50](#)
- GgPoints
 - gg::GgPoints, [168](#)
- ggPointsCube
 - gg, [51](#)
- GgPointShader
 - gg::GgPointShader, [173](#)
- ggPointsSphere
 - gg, [52](#)
- GgQuaternion
 - gg::GgMatrix, [162](#)
 - gg::GgQuaternion, [188–190](#)
- ggQuaternion
 - gg, [52](#), [53](#)
- ggQuaternionMatrix
 - gg, [54](#)
- ggQuaternionTransposeMatrix
 - gg, [54](#)
- ggReadImage
 - gg, [55](#)
- ggRectangle
 - gg, [56](#)
- ggRotate
 - gg, [56–59](#)
- ggRotateQuaternion
 - gg, [60](#), [61](#)
- ggRotateX
 - gg, [62](#)
- ggRotateY
 - gg, [63](#)
- ggRotateZ
 - gg, [63](#)
- ggsample01.cpp, [369](#)
 - app, [370](#)
 - light, [371](#)
 - USE_IMGUI, [370](#)
- ggSaveColor
 - gg, [64](#)
- ggSaveDepth
 - gg, [65](#)
- ggSaveTga
 - gg, [65](#)
- ggScale
 - gg, [66](#), [67](#)
- GgShader
 - gg::GgShader, [252](#), [253](#)
- GgShape
 - gg::GgShape, [255](#), [256](#)
- GgSimpleObj
 - gg::GgSimpleObj, [259](#)
- GgSimpleShader
 - gg::GgSimpleShader, [263](#), [264](#)
- ggSlerp
 - gg, [68–70](#)
- GgTexture
 - gg::GgTexture, [280](#), [281](#)
- GgTrackball
 - gg::GgTrackball, [285](#)
- ggTranslate
 - gg, [71](#), [72](#)
- ggTranspose
 - gg, [73](#)
- GgTriangles
 - gg::GgTriangles, [293](#), [294](#)
- GgUniformBuffer
 - gg::GgUniformBuffer< T >, [298](#), [299](#)
- GgVector
 - gg, [20](#)
- GgVertex
 - gg::GgVertex, [311–313](#)
- HEADER_STR
 - main.cpp, [372](#)
- init
 - Window, [355](#)
- INTERFACE_COUNT
 - Window.h, [376](#)
- invert
 - gg::GgMatrix, [106](#)
 - gg::GgQuaternion, [202](#)
- light

- ggsample01.cpp, 371
- LightBindingPoint
 - gg, 20
- LightBuffer
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 316, 317
- load
 - gg::GgColorTexture, 87, 88
 - gg::GgElements, 93
 - gg::GgMatrix, 106, 107
 - gg::GgNormalTexture, 165
 - gg::GgPoints, 170
 - gg::GgPointShader, 174
 - gg::GgQuaternion, 203–205
 - gg::GgSimpleShader, 264
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 317, 318
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 330, 331
 - gg::GgTriangles, 296
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 305, 306
- loadAdd
 - gg::GgMatrix, 108
 - gg::GgQuaternion, 206–208
- loadAmbient
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 319
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 332
- loadAmbientAndDiffuse
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 333
- loadColor
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 320
- loadConjugate
 - gg::GgQuaternion, 209
- loadDiffuse
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 320, 321
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 334
- loadDivide
 - gg::GgMatrix, 109, 110
 - gg::GgQuaternion, 210–212
- loadEuler
 - gg::GgQuaternion, 213
- loadFrustum
 - gg::GgMatrix, 110
- loadIdentity
 - gg::GgMatrix, 111
 - gg::GgQuaternion, 214
- loadInvert
 - gg::GgMatrix, 112
 - gg::GgQuaternion, 215, 216
- loadLookat
 - gg::GgMatrix, 113, 114
- loadMatrix
 - gg::GgPointShader, 175, 176
 - gg::GgQuaternion, 217
 - gg::GgSimpleShader, 265–267
- loadModelViewMatrix
 - gg::GgPointShader, 177
 - gg::GgSimpleShader, 268–270
- loadMultiply
 - gg::GgMatrix, 115, 116
 - gg::GgQuaternion, 219–221
- loadNormal
 - gg::GgMatrix, 117
- loadNormalize
 - gg::GgQuaternion, 221, 222
- loadOrthogonal
 - gg::GgMatrix, 118
- loadPerspective
 - gg::GgMatrix, 119
- loadPosition
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 321–323
- loadProjectionMatrix
 - gg::GgPointShader, 179, 180
- loadRotate
 - gg::GgMatrix, 120–122
 - gg::GgQuaternion, 223, 224
- loadRotateX
 - gg::GgMatrix, 123
 - gg::GgQuaternion, 225
- loadRotateY
 - gg::GgMatrix, 124
 - gg::GgQuaternion, 225
- loadRotateZ
 - gg::GgMatrix, 124
 - gg::GgQuaternion, 226
- loadScale
 - gg::GgMatrix, 125, 126
- loadShininess
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 335
- loadSlerp
 - gg::GgQuaternion, 227–229
- loadSpecular
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 324
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 336
- loadSubtract
 - gg::GgMatrix, 127, 128
 - gg::GgQuaternion, 229–231
- loadTranslate
 - gg::GgMatrix, 128–130
- loadTranspose
 - gg::GgMatrix, 130, 131
- lookat
 - gg::GgMatrix, 132, 133
- main
 - main.cpp, 373
- main.cpp, 371
 - app, 372
 - HEADER_STR, 372
 - main, 373
 - USE_IMGUI, 372
- map
 - gg::GgBuffer< T >, 80
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 307
- MaterialBindingPoint
 - gg, 20
- MaterialBuffer
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 329, 330
- motion
 - gg::GgTrackball, 289

- multiply
 - gg::GgMatrix, 134, 135
 - gg::GgQuaternion, 232, 233
- norm
 - gg::GgQuaternion, 234
- normal
 - gg::GgMatrix, 135
 - gg::GgVertex, 313
- normalize
 - gg::GgQuaternion, 234
- operator bool
 - Window, 355
- operator*
 - gg::GgMatrix, 136, 137
 - gg::GgQuaternion, 235
- operator*=
 - gg::GgMatrix, 137
 - gg::GgQuaternion, 236
- operator+
 - gg::GgMatrix, 138
 - gg::GgQuaternion, 237
- operator+=
 - gg::GgMatrix, 139
 - gg::GgQuaternion, 238
- operator-
 - gg::GgMatrix, 140
 - gg::GgQuaternion, 239
- operator-=
 - gg::GgMatrix, 141
 - gg::GgQuaternion, 240
- operator/
 - gg::GgMatrix, 142
 - gg::GgQuaternion, 241
- operator/=
 - gg::GgMatrix, 143
 - gg::GgQuaternion, 242
- operator=
 - gg::GgBuffer< T >, 82
 - gg::GgMatrix, 144
 - gg::GgQuaternion, 243
 - gg::GgShader, 253
 - gg::GgShape, 257
 - gg::GgSimpleShader, 271
 - gg::GgTexture, 283
 - Window, 356
- operator[]
 - gg::GgMatrix, 145
- orthogonal
 - gg::GgMatrix, 146
- perspective
 - gg::GgMatrix, 147
- position
 - gg::GgSimpleShader::Light, 314
 - gg::GgVertex, 313
- projection
 - gg::GgMatrix, 147, 148
- read
 - gg::GgBuffer< T >, 82
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 308
- README.md, 374
- region
 - gg::GgTrackball, 290
- reset
 - gg::GgTrackball, 291
 - Window, 356
- reset_trackball
 - Window, 356
- reset_translation
 - Window, 356
- restoreViewport
 - Window, 357
- rotate
 - gg::GgMatrix, 149–151
 - gg::GgQuaternion, 244, 245
 - gg::GgTrackball, 291
- rotateX
 - gg::GgMatrix, 152
 - gg::GgQuaternion, 246
- rotateY
 - gg::GgMatrix, 153
 - gg::GgQuaternion, 247
- rotateZ
 - gg::GgMatrix, 154
 - gg::GgQuaternion, 247
- scale
 - gg::GgMatrix, 155, 156
- select
 - gg::GgSimpleShader::LightBuffer, 325
 - gg::GgSimpleShader::MaterialBuffer, 338
- selectInterface
 - Window, 357
- send
 - gg::GgBuffer< T >, 83
 - gg::GgElements, 94
 - gg::GgPoints, 171
 - gg::GgTriangles, 296
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 309
- setClose
 - Window, 357
- setKeyboardFunc
 - Window, 358
- setMode
 - gg::GgShape, 258
- setMouseFunc
 - Window, 358
- setResizeFunc
 - Window, 358, 360
- setUserPointer
 - Window, 360
- setVelocity
 - Window, 360
- shininess
 - gg::GgSimpleShader::Material, 327
- shouldClose

- Window, 361
- slerp
 - gg::GgQuaternion, 248
- specular
 - gg::GgSimpleShader::Light, 314
 - gg::GgSimpleShader::Material, 327
- subtract
 - gg::GgMatrix, 157
 - gg::GgQuaternion, 249, 250
- swapBuffers
 - Window, 361
- translate
 - gg::GgMatrix, 158, 159
- transpose
 - gg::GgMatrix, 161
- unbind
 - gg::GgBuffer< T >, 84
 - gg::GgTexture, 284
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 310
- unmap
 - gg::GgBuffer< T >, 84
 - gg::GgUniformBuffer< T >, 310
- unuse
 - gg::GgPointShader, 180
 - gg::GgShader, 253
- use
 - gg::GgPointShader, 181–183
 - gg::GgShader, 254
 - gg::GgSimpleShader, 271–279
- USE_IMGUI
 - ggsample01.cpp, 370
 - main.cpp, 372
 - Window.h, 375
- Window, 339
 - ~Window, 342
 - eyeCount, 361
 - get, 342
 - getAltArrowX, 343
 - getAltArrowY, 343
 - getAltArrow, 343
 - getArrow, 344
 - getArrowX, 344
 - getArrowY, 345
 - getAspect, 345
 - getControlArrow, 346
 - getControlArrowX, 346
 - getControlArrowY, 346
 - getHeight, 347
 - getKey, 347
 - getLocation, 347
 - getMouse, 348, 349
 - getMouseX, 349
 - getMouseY, 349
 - getShiftArrow, 349
 - getShiftArrowX, 350
 - getShiftArrowY, 350
 - getSize, 350
 - getTrackball, 351
 - getTrackballData, 351
 - getTranslation, 352
 - getUserPointer, 353
 - getWheel, 353, 354
 - getWheelX, 354
 - getWheelY, 354
 - getWidth, 354
 - init, 355
 - operator bool, 355
 - operator=, 356
 - reset, 356
 - reset_trackball, 356
 - reset_translation, 356
 - restoreViewport, 357
 - selectInterface, 357
 - setClose, 357
 - setKeyboardFunc, 358
 - setMouseFunc, 358
 - setResizeFunc, 358, 360
 - setUserPointer, 360
 - setVelocity, 360
 - shouldClose, 361
 - swapBuffers, 361
 - Window, 341, 342
- Window.h, 374
 - BUTTON_COUNT, 376
 - INTERFACE_COUNT, 376
 - USE_IMGUI, 375