

## 課題 1 A 3 次元同次座標：変換演算と基本変換

注意： ベクトル  $(u, v, p)$  は 1 次元配列，行列  $(m, us, vs)$  は 2 次元配列で表すものとする。

1. 3 次元用同次座標ベクトルの各種演算を実装せよ．第 4 要素は演算対象でないことに注意せよ．第 4 要素は元のベクトルの第 4 要素をコピーせよ．

- (1) ベクトル要素の代入：`setVec4h(v, x, y, z)`， $v$  の  $x, y, z$  各成分に引数を代入する．ただし， $v[3] = 1$ ．
- (2) ベクトルの大きさ：`length4h(v)`， $|v|$  を返す．
- (3) 単位ベクトル：`normalize4h(u, v)`， $u = v / |v|$ ， $|v| = 0$  の時 `false` を返す．
- (4) 逆ベクトル：`negate4h(u, v)`， $u = -v$
- (5) ベクトル定数倍：`scaleVec4h(u, k, v)`， $u = k \cdot v$ ． $k$ ：実数．
- (6) ベクトル和：`add4h(u, v, p)`， $u = v + p$ ．
- (7) ベクトル差：`sub4h(u, v, p)`， $u = v - p$ ．
- (8) ベクトルの内積：`dot4h(v0, v1)`， $v0 \cdot v1$  を返す．
- (9) ベクトルの外積：`cross4h(u, v0, v1)`， $u = v0 \times v1$ ．
- (10) ベクトル間の角度：`angle4h(v0, v1)`， $v0$  から  $v1$  に向けて小さい側を測った角度を返す．
- (11) 方向ベクトル化：`asDirVec4h(v)`， $v[3] = 0$ ．
- (12) 位置ベクトル化：`asPosVec4h(v)`， $v[3] = 1$ ．

2. 3 次元用同次座標行列の各種演算を実装せよ．

- (1) 列ベクトルによる行列定義：`setMatCol4h(m, v0, v1, v2, p)`， $m = \{v0, v1, v2, p\}$ ．
- (2) 行列の積：`mulMM4h(m01, m0, m1)`， $m01 = m0 \cdot m1$
- (3) 行列とベクトルの積：`mulMV4h(u, m, v)`， $u = m \cdot v$
- (4) 点列の変換：`map4h(us, m, vs, num)`， $\{u\} = m \cdot \{v\}$ ， $us$  と  $vs$  は  $num$  個の点列を格納する 2 次元配列．

3. 3 次元の同次座標変換行列  $m$  を生成する関数を実装せよ（せん断変形は省略した）．

- (1) 平行移動：`translate4h(m, v)`，平行移動量： $v$ ．
- (2) 拡大縮小：`scale4h(m, a, b, c)`， $X$  軸方向に  $a$  倍， $Y$  軸方向に  $b$  倍， $Z$  軸方向に  $c$  倍．
- (3a)  $XY$  平面对称：`mirrorXY4h(m)`
- (3b)  $YZ$  平面对称：`mirrorYZ4h(m)`
- (3c)  $ZX$  平面对称：`mirrorZX4h(m)`
- (3d) 原点对称：`mirrorO4h(m)`
- (4a)  $X$  軸中心回転：`rotateX4h(m, a)`， $X$  軸正方向に右ねじが進む回転方向に  $a[\text{rad}]$  回転．
- (4b)  $Y$  軸中心回転：`rotateY4h(m, a)`， $Y$  軸正方向に右ねじが進む回転方向に  $a[\text{rad}]$  回転．
- (4c)  $Z$  軸中心回転：`rotateZ4h(m, a)`， $Z$  軸正方向に右ねじが進む回転方向に  $a[\text{rad}]$  回転．
- (4a')  $X$  軸中心回転：`rotateXSC4h(m, sv, cv)`， $sv: \sin \theta$  の値， $cv: \cos \theta$  の値．
- (4b')  $Y$  軸中心回転：`rotateYSC4h(m, sv, cv)`， $sv: \sin \theta$  の値， $cv: \cos \theta$  の値．
- (4c')  $Z$  軸中心回転：`rotateZSC4h(m, sv, cv)`， $sv: \sin \theta$  の値， $cv: \cos \theta$  の値．
- (5) ゼロ行列：`zeroMat4h(m)`， $m$ ：ゼロ行列．
- (6) 単位行列：`unitMat4h(m)`， $m$ ：単位行列．
- (7) 逆行列：`invMat4h(im, m)`， $im$ ：同次座標変換行列  $m$  の逆行列．