

# ”Real-time Skeletal Skinning with Optimized Centers of Rotation”の実装報告

松藤 ちひろ<sup>1,a)</sup>

概要: SIGGRAPH 2016 で B.H.Le と J.K.Ho が発表した論文”Real-time Skeletal Skinning with Optimized Centers of Rotation”[1] を Mathematica 及び blender で実装を試みている. この手法,LBS と QLERP を用いたスキニング手法で, 事前計算により回転中心座標を求めることでスキニングを高速に行う. また, Mathematica の実装による利点をいかして, 現象からパラメーターを求める逆問題の数式処理による解法も考察する.

## 1. スキニング手法

この論文のスキニング手法 (以下 OCR) は LBS と QLERP を用いて行っている. 手順としては 1. 回転の変形を QLERP を用いて作る 2. 平行移動の変形を LBS を用いて探す の二つである. 平行移動を求める際, レストポーズと Similarity 関数 (S) から事前計算で得られる最適化された回転の中心 ( $p^*$ ) から, 頂点変形を高速に得ることを可能にしている.

回転中心  $p^*$  は

$$p^* = \frac{\int_{v \in \Omega} s(w_p, w_v) v dv}{\int_{v \in \Omega} s(w_p, w_v) dv}$$

で事前計算する

ただし, Similarity 関数の定義は,

$$S(w_p, w_v) = \sum_{\forall j \neq k} w_{pj} w_{pk} w_{vj} w_{vk} e^{-\frac{(w_{pj} w_{vk} - w_{pk} w_{vj})^2}{\sigma^2}},$$

$p_i^*$  は  $p^*$  を三角形情報を用いて近似的に表したもので,  $t$  は OCR の平行移動ベクトル,  $R$  は QLERP を用いた (OCR においても) 回転行列,  $\bar{R}$  は LBS を用いた回転行列,  $\bar{t}$  は LBS を用いた平行移動ベクトルである.

$$t = \bar{R} p_i^* + \bar{t} - R p_i^*$$

以上を用いて  $Rv + t$  でスキニングを行う.

OCR を用いたスキニングは分散の値が大きければ, QLERP よりの結果が得られ, 分散を小さくして行くことによって, LBS に近づくように見える.

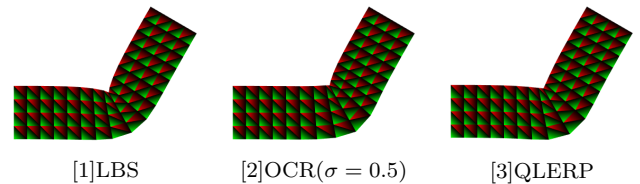


図 1 平面の例 1

今回, OCR スキニングの実装において必要なボーン (アーマチュア) やウェイト等のデータ構造を決め, OCR スキニング, 線形ブレンドスキニング, 二重四元数を用いたスキニングの関数を作成し, Mathematica によるスキニングを実装した. また, 平面に対してのスキニングも追加した.

## 2. 逆問題

平面上でのスキニングの挙動からパラメーターを求める逆問題の数式処理による解法を考察した. ある点の行く先を指定した時, それを実現する回転角を求める逆問題を解く. 次の例は, LBS で  $\pi/3$  回転した点へ, OCR が行く時の回転角を求めたものである.

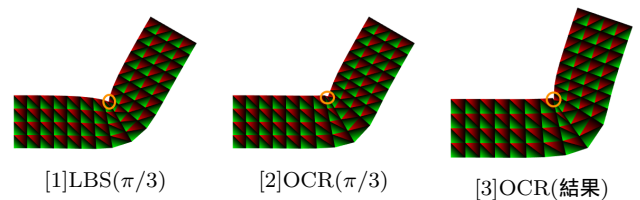


図 2 平面の例 2

## 参考文献

- [1] B.H.Le and J.K.Hodgins. Real-time skeletal skinning with optimized centers of rotation. SIGGRAPH2016.

<sup>1</sup> 九州大学大学院数理学府

<sup>a)</sup> ma217029@math.kyushu-u.ac.jp