

3DCG キャラクターへの衣服モデルの自動フィッティングに関する考察

A Study on Automatic Fitting of Clothes Model to 3DCG Characters

江尻 侑馬[†] 土橋 宜典[‡]
Yuma Ejiri Yoshinori Dobashi

1. はじめに

近年、3D コンピュータグラフィックス(CG)はアニメ、映画などの映像作品をはじめ、スマホ・テレビゲーム、医療など様々な分野に応用されている。特に現実性の高い3DCGはどの分野においても注目されており、今後さらなる発展が望まれている技術である。

我々はその中でも、3D 衣服モデルへの3D キャラクターのフィッティングに焦点を当てる。3D キャラクターに衣服モデルを着せるためには、手作業による位置合わせや姿勢の調整が必要で手間のかかる作業である。本研究では、この作業の自動化を目指す。従来研究として、キャラクターと衣服の幾何学的な類似度が最小化されるよう、キャラクターの姿勢を最適化する方法が開発されている[1]。しかし、不自然な姿勢の最適解が得られてしまう場合があるため、本論文では、従来研究の目的関数の問題点を改善し、新しい目的関数を定義し、3D キャラクターモデルに3D 衣服モデルを自動でフィッティングさせる手法についての考察を行った。

2. 従来研究

本節では提案法の基礎となる文献[1]について詳しく述べる。この手法はサーフェスメトリックと呼ばれる頂点間の距離と法線の類似性に関する指標を用いて目的関数を設定し、それを最小化するようキャラクターの姿勢を最適化する。 T_G と T_A を、それぞれ、衣服とキャラクターを表す2つのメッシュとする。すべての頂点 $p \in T_G$ および $q \in T_A$ について、それぞれの単位法線ベクトルを $\vec{n}_{T_G}(p)$ および $\vec{n}_{T_A}(q)$ とする。2つの頂点 $p \in T_G$ と $q \in T_A$ の間のサーフェスメトリック δ_α を次のように定義している。

$$\delta_\alpha(p, q) = \|p - q\|^2 + \alpha \|\vec{n}_{T_G}(p) - \vec{n}_{T_A}(q)\|^2$$

ここで、 α は、頂点間距離と法線類似度の大きさを調整するための係数で、従来手法では、キャラクターモデルを構成する頂点の全ての組(2つのポイント)の間の最大距離を用いている。この式より2つのメッシュ T_A と T_G の間の目的関数を次のように定義している。

$$M_{T_A}(T_G) = \sum_{p \in T_G} \delta_{d_A}(p, \pi_{T_A}(p))$$

ここで、 $\pi_{T_A}(p)$ は T_A 上の p の最近傍点である。従来手法ではこの目的関数を最小化することによりキャラクターモデルに衣服モデルをフィッティングさせている。

しかし、従来手法の目的関数では、キャラクターモデルと衣服モデル間の頂点及び法線ベクトルの距離のみを用いているため、不自然な姿勢が最適解として得られてしまう場合がある。そこで、本論文では、従来手法の目的関数の問題点を改善する新しい目的関数を定義する。

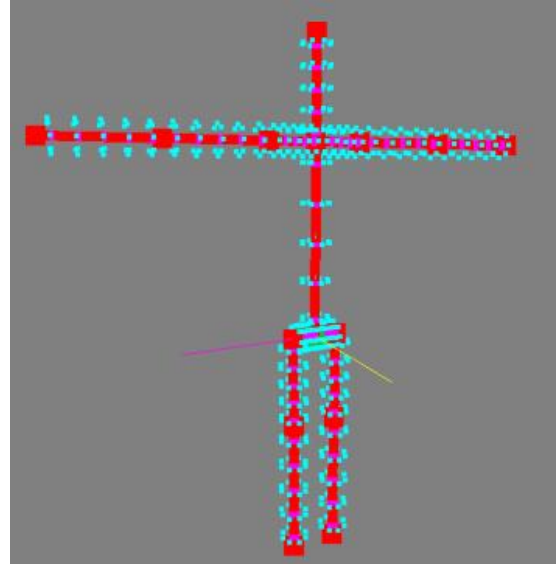


図1 リンク構造

3. 提案手法

提案手法では、姿勢エネルギーと呼ばれる要素を新たに定義する。まず親子関係をもったリンク構造をもったキャラクターモデルを考える(図1参照)。本研究では、腰の位置をルートとし、階層的に子リンクを接続する。ユーザはこのキャラクターモデルの自然な状態を事前に与えておく。そして、最適化においては、自然な状態での姿勢との間の各関節角度のずれ(xy平面、yz平面、xz平面それぞれで計算する)の総和を求め、姿勢エネルギーと定義する。自然な状態の関節角度を θ 、任意の姿勢の関節角度を θ' 、リンクの総数を L とすると、姿勢エネルギー E は次のように定義される。

$$E = \sum_{i=1}^L |\theta_i - \theta'_i|$$

この姿勢エネルギーに従来手法の目的関数に加えたものが本手法の新しい目的関数である。すなわち、次式で表される。

$$O_{T_A}(T_G) = M_{T_A}(T_G) + \beta E$$

ただし、 β は姿勢エネルギーの大きさを調整するための係数であり、ユーザにより指定する。

提案手法ではこの新しい目的関数を用いて遺伝的アルゴリズム(文献[2])により最適化を行う。

[†] 北海道大学 Hokkaido University

[‡] 北海道大学 Hokkaido University

本稿では、15 個のリンクからなる棒人間モデルをキャラクターモデルとして用いる。しかし、従来研究では 3D キャラクターを用いており、この棒人間モデルのままでは 3D キャラクターの厚みを表現することができない。そこで、各リンクを中心軸とする仮想的な円柱を生成することで厚みを持たせた。円柱表面を均等にサンプルした点を生成し、これを用いて目的関数を計算した(図 1 のキャラクターモデルにおいて水色で表示されている部分)。またそれぞれの関節には角度の制約を設け、あり得ない姿勢は生じないようにしている。

4. 実験結果及び考察

提案法を用いて実験を行った。 β は 2900、遺伝的アルゴリズムの交叉率は 10%、突然変異率は 1%で、2000 回回して実験を行った。実験を行った結果を図 3 に示す。

図 2(a)はフィッティング前の初期状態を示している。(b)は従来手法を用いた場合のフィッティング結果を示している。(c)は提案手法を用いたフィッティング結果を示している。従来手法を用いたときは、足や腕が曲がった視覚的に不自然な姿勢の結果が得られた。提案手法を用いたときは、関節が不自然な曲がり方をせず、袖に両腕を通し、両足はスカートの内側にあるような自然なフィッティング結果が得られた。従来手法で得られた結果と比較したとき、従来手法よりも所望のフィッティング結果が得られた。

提案手法の問題点として、目的関数に用いる姿勢係数の微調整が必要である事が挙げられる。本実験では姿勢係数を 2900 としたが、この値は細かく値を変更して繰り返し実験を行った結果得られたものなので一意に決めることが困難である。

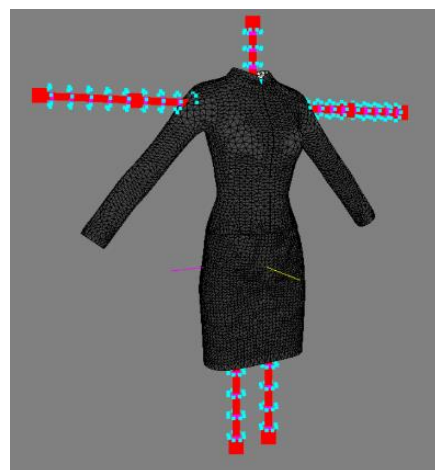
また提案手法の目的関数を用いても、衣服モデルによっては、依然として所望の結果が得られない場合がある。T シャツのような袖の短い衣服モデルに対しては、袖に腕を通すよりも初期姿勢に近い姿勢の方が最適解だと認識されてしまい、肩から両腕が突き出たような姿勢が結果として得られてしまった。

5. おわりに

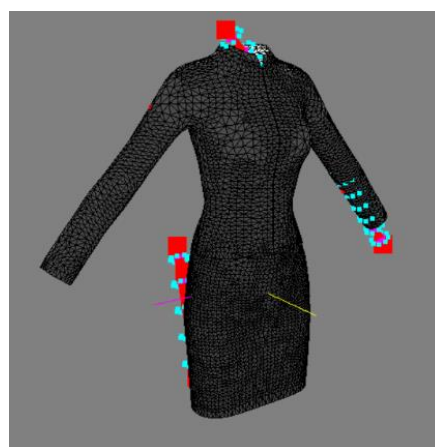
文献[1]で利用されている目的関数を改良した新たな目的関数を用いた自動フィッティング手法を提案した。実験で用いたワンピースの衣服モデルにおいては、所望の結果が得られたが、今後は他の衣服モデルに対しても適用できるように改良を重ねていきたい。その際に衣服モデルのメッシュからキャラクターモデルが突き出るような姿勢が得られないようにするために、どのように目的関数を改善するか検討する必要がある。有効手段として、キャラクターモデルに内外判定を適用し、衣服モデルの外側にあると判定された部分の長さを総和して目的関数に加えるなどの方法が考えられる。また現在の目的関数は、初期姿勢に大きく左右されてしまう可能性があるため、初期姿勢に依存しないような姿勢エネルギーへと改良することが必要であると考える。学会発表までにさらなる改良を進めていきたい。

参考文献

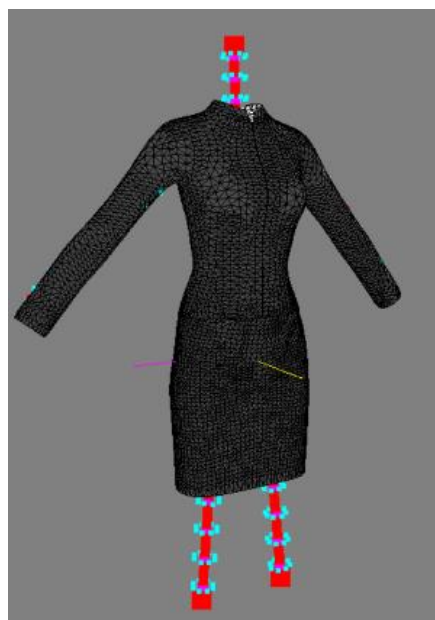
- [1] Yvain Tisserand, Louis Cuel, Nadia Magnenat-Thalmann, "Automatic 3D garment positioning based on surface metric", Computer Animation and Virtual Worlds 28(3-4), August 2017, 9 pages.
- [2] 平野 廣美 (著) "遺伝的アルゴリズムと遺伝的プログラミング", パーソナルメディア (2000) .



(a)



(b)



(c)

図 2 実験結果