

# CGによる衣服の経年劣化表現手法

岩根 良輔<sup>†</sup> 三谷 純<sup>‡</sup> 西原 清一<sup>‡</sup> 福井 幸男<sup>‡</sup>

筑波大学第三学群情報学類<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年、コンピュータグラフィックス（以下CG）の表現力は著しく向上しており、一昔前までは困難であった、衣服のような柔物体の表現も可能となった。

しかし、布の形状表現は可能となっても、時間経過による布の質感や表面の色の変化についてはまだ実現されていない。

こういった背景を基に、本研究では、衣服が経年変化する様子をシミュレートし、表現することを目的とする。

衣服に発生する汚れについては、「染み」の表現を Gaussian フィルタによって実現した。布の縮みやしわ等については、布を形成するバネモデルの定数を変化させることにより実現した。

## 2 研究分野の概要

### 2.1 CGにおける布

代表的な布シミュレーションとしては、以下の二つに大別できる。

#### (1)幾何学モデルベース

布の示す幾何学的情報に着目し、懸垂曲線などを当てはめてこれを近似する手法。

#### (2)物理モデルベース

布に対し運動方程式を設定し、これを解くことで布の動きをシミュレートする手法。

本研究では、動的なシミュレーションを行い、劣化表現を行うため、変形過程を考慮している(2)の方が向いていると考えられる。

### 2.2 布のメッシュ化

動力学シミュレーションを行うための布のモデル化手法として主流であるパーティクルモデルでは、布の形状を連結したポリゴンの集合(ポリゴンメッシュ)によって近似する[1][2]。

## 3 提案する方式

### 3.1 基本方針

本研究では、衣服の経年変化のうち、

- (1) 染み
- (2) 布の伸び・縮み

を実現する。

- (1)を実現するために Gaussian フィルタ、
- (2)を実現するためにバネモデルを用いる。

### 3.2 Gaussian フィルタ

Gaussian フィルタとは、以下の式で表されるガウス関数に従って画素の色を平均化し、画像を描画する手法である。

$$f(x) = \frac{1}{N} \exp(-x^2 / 2\sigma^2)$$

N は規格化変数、 $(\sigma^2)$ は分散。分散とは、以下に示す、平均 $\langle x \rangle$ からのズレの2乗期待値。

$$\sigma^2 = \int dx (x - \langle x \rangle)^2 (1/N) \exp(-x^2 / 2\sigma^2)$$

フィルタリングにガウス関数を適用するというのは、画素を合成する時の重みを、中心のピクセルからの距離に応じたガウス関数値で決定するということである。具体的には、以下に示す画素の x 軸、および y 軸方向を考慮した2次元の合成式

$$p(x_a, y_b) = (1/N^2) \sum_i \sum_j \exp(-(x_i - x_a)^2 / 2\sigma^2) \exp(-(y_j - y_b)^2 / 2\sigma^2) p(x_i, y_j)$$

にしたがって、画素を合成する。ここで、i, および j にわたる和は、画素の周辺の適当な個数のサンプリングである。また、規格化定数 N は、すべての画素が同じ値ならば、フィルタリング後も同じ値であるように

$N^2 = \sum_i \sum_j \exp(-(x_i - x_a)^2 / 2\sigma^2) \exp(-(y_j - y_b)^2 / 2\sigma^2)$ となる[3]。図1に、Gaussian フィルタによって生成した染みを示す。



図1. Gaussian フィルタによる染み

### 3.3 バネモデル

バネモデルとは、モデルを構成する各頂点が仮想のバネとダンパで相互に並列に接続されていると考え、次の時刻パターンに重ねた時のバネの歪みエネルギーの大きさから変形の大きさを評価する手法である。

バネによる変形の計算方法を述べる。

頂点に働く力、つまりバネモデルの式は、次のように表される。

$$F = mg - \sum_j \left\{ k \left( 1 - \frac{L}{|r_{ij}|} \right) r_{ij} + D v_{ij} \right\}$$

各パラメータの意味は次の通りである。

K : バネ定数                      g : 重力加速度  
D : ダンパ定数                  r : 頂点の相対位置  
L : バネの自然長                v : 頂点の相対速度  
m : 各質点の質量

また、バネの張り方を図2に示す。  
布を構成する各頂点について、一つ隣の8点、及び、縦・横に関して2つ隣の4点、計12点をバネで結ぶ。

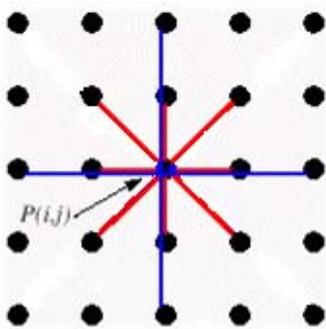


図2.バネの張り方

## 4 実験

染みに関しては、衣服に対して用いるテクスチャに、染みのテクスチャを重ね合わせ、染みを表現する。結果を図3に示す。

伸び・縮みに関しては、バネ定数、ダンパ定数、自然長を変化させることによって表現する。

首周りの自然長、バネ定数を大きくして、首周りのたわみを表現したものを図4に示す。

また、今回製作した、定数の変化を行うインタフェースを図5に示す。

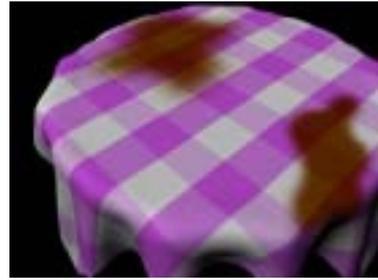


図3.染みのついたテーブルクロス



図4.定数の変化による首周りのたわみ

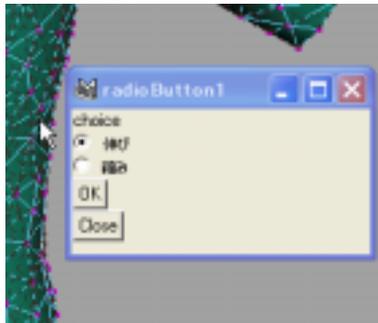


図5.定数操作のインタフェース

## 5 おわりに

本報告では、時間経過による、衣服の経年変化を表現する手法を提案した。

今後は、色あせ、皺、破れ等新たな表現の追加、より、リアルに見えるようレンダリング手法の改良が、重要な課題であると考えます。

## 参考文献

- [1] D.E.Breen et al, "A Physically-Based Particle Model of Woven Cloth", The Visual Computer, Vol. 8, No.5-6, pp. 264-277, 1992.
- [2] D.E.Breen et al, "Predicting the Drape of Woven Cloth Using Interacting Particles", Proc SIGGRAPH'94, pp. 365-372, 1994.
- [3] t-pot:Gaussianfilter  
[http://tpot.jpn.ph/tpot/program/79\\_Gauss/index.html](http://tpot.jpn.ph/tpot/program/79_Gauss/index.html)