

## ゴム紐の動的シミュレーション

### 1. はじめに

コンピュータシミュレーションは格子法と粒子法が使われます。格子を用いる差分法、有限体積法、有限要素法がシミュレーションの主流になっています。

粒子法は物質を粒子の繋がりとみなしたシミュレーションです。ここでは粒子法によるゴム紐の動的シミュレーションを行いました。

粒子法によるシミュレーションは本来コンピュータグラフィックスで用いられる手法で、流体、固体の複雑な動きを扱える物理ベースのシミュレーションです。

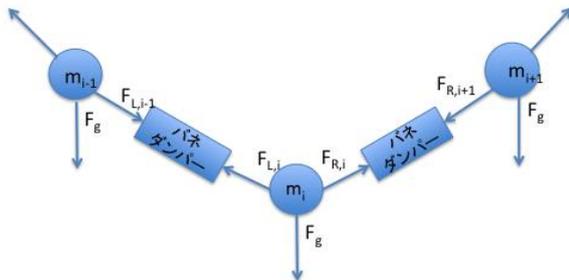
### 2. ゴム紐の粒子モデル

ゴム紐の挙動を2次元としてシミュレーションをするために、**図1**に示すように、ゴム紐を一系列の粒子の集合体として表します。



**図1** ゴム紐の粒子モデル

**図2**に示すように、隣り合う粒子と粒子の間に、質量のないバネとダンパーを並列に接続したものを入れます。中央の粒子に着目して、この粒子にかかる力を考えます。粒子  $m_i$  は左から  $F_{L,i}$ 、右から  $F_{R,i}$  の力で引っ張られます。また、粒子には重力により、 $F_g$  の力で地面の方向に力が働きます。



**図2** 1粒子に働く力

この粒子に働く力の合力から粒子の運動方程式を求めます。運動方程式から微小時間後の粒

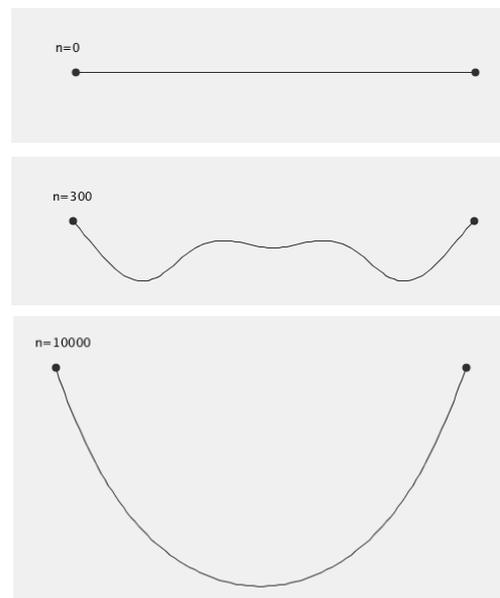
子の速度と位置を求め、これを全粒子に対して計算します。この計算を繰り返すことによって、ゴム紐の動的シミュレーションが可能となります。

### 3. 実験

実験ではシミュレーションするゴム紐は両端が固定されている均質なものとしました。100個の粒子でできたゴム紐として、動的シミュレーションを行いました。

### 4. 結果

**図3**にゴム紐の重力に対する伸縮をシミュレーションした結果を示します。 $n$  を計算の繰返し回数とし、 $n=0$  を紐の初期位置としました。図に示すように、リアルタイムで弾力性のあるゴム紐の動きをシミュレーションすることができました。両端が固定されている均質なゴム紐のため、動きが左右対象となりました。 $n$  が大きくなるとカテナリー曲線（懸垂線）に収束していきます。



**図3** ゴム紐の動的シミュレーション結果

### 5. おわりに

本実験では、ゴム紐の動的シミュレーションを行いました。布の粒子モデルを作成し、この動的シミュレーションを応用すれば、伸縮する柔らかい布を解析できるようになります。



尾張繊維技術センター 機能加工室 堀場隆広 (0586-45-7871)  
 研究テーマ： e-テキスタイルのセンシング技術の開発  
 担当分野： 電子素材