

画像認識の特化した物理シミュレーションエンジンとUIの開発

1. 背景

現在、物理シミュレーション技術がエンターテインメントやエデュケーションのために幅広く利用されている。また、カメラからの入力に対しての反応を画像認識によりリアルタイムで提示するシステムが多く開発されている。物理シミュレーションを利用したシステムでは、専用ハードウェアを利用しない場合は、ポインティングデバイス等がUIとして利用されるのが一般的であり、表現としての現実感が高いが、直接ものに触るような直感的な操作性はない。画像認識をUIとして利用するシステムでは、単純な判定として利用しているものが大半であり、直接ものに触るような直感的な操作性はあるが、物理的な動きの現実感が少ないため、実際の物体を操作しているような感覚は得られない。

2. 目的

本プロジェクトでは上記問題を解決するために、物理シミュレーションと画像認識を組み合わせた物理シミュレーションエンジンを開発する。これにより現実の挙動を再現した仮想物体の操作を、挙動に不自然さを感じずに操作することができるユーザーインターフェースを実現する。

しかし、既存の物理シミュレーション技術は画像認識での操作が想定されていない。そのため、既存の技術と比べて遜色ない処理速度で動作し、画像認識での操作に特化したアルゴリズムを開発する。物理挙動としては剛体表現のほか、弾性体・流体の挙動を実現する。

3. 開発の内容

本プロジェクトでは、画像認識での直感的な操作に特化した物理エンジンを開発する。ライブラリとしては、図3.1のように剛体モジュール、弾性体モジュール、流体モジュールで構成される。剛体モジュールとしては独自アルゴリズムによる挙動計算定義やイベント・モータによる挙動等の物理表現のための機能を実装する。弾性体と流体の表現については剛体の拡張となるが、利用者が拡張作業を行わなくていいようにモジュールとして独立させる。

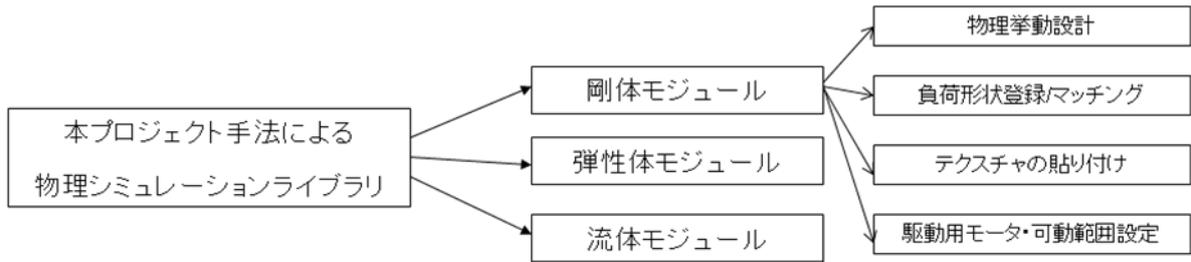


図 3. 1 物理エンジンのモジュール構成

ライブラリは、C++、ActionScript 3.0での実装を行い、ユーザーインターフェースの実利用シーンのデモンストレーションシステムとオブジェクトを配置・連結するだけで任意の表現が実現できるWebアプリケーションを開発する。デモンストレーションの例を図 3. 2、図 3. 3、図 3. 4、図 3. 5に示す。



図 3. 2 バーチャル衣装

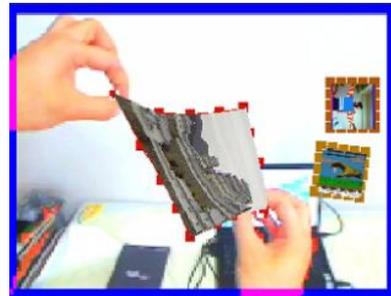


図 3. 3 HMD用UI



図 3. 4 デジタルサイネージ

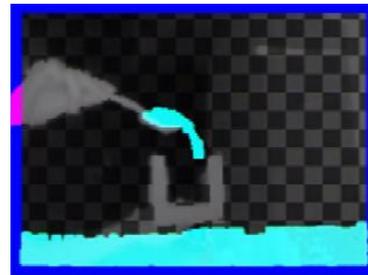


図 3. 5 バーチャル液体

4. 従来の技術（または機能）との相違

従来の物理シミュレーションでは幾何学的な論理モデルをベースにしているため、画像のように離散的な分布との衝突計算であっても、画像から論理モデルを生成したり、画像情報自体は別途用意した論理モデルの姿勢推定のためのマーカとして利用するなど、画像情報を間接的に利用した挙動計算となる。そのため、画像全体を走査してのデータ生成が必要となる。また、カメラ映像の画像を利用した場合、映像ノイズによる論理モデル形状に欠落や突起が発生する場合がある。

本プロジェクトでは、挙動計算を幾何学的な論理モデルをベースとして行うのではなく、オブジェクトをオブジェクト自身の挙動を定義した画像処理テンプレートと考え、そのテンプレートを画像に配置することで物理的な挙動計算を実現している。ま

たテンプレートに対して拡大縮小・回転等の変換を行うことで、任意の大きさ・傾きのオブジェクトを表現できる。テンプレートの処理を画像処理に付随する形で行い、テンプレートの形状変換に計算テーブルを利用することで、挙動計算は単純な四則演算の組み合わせで高速に行うことができる。このベクトルの方向・強さの分布を変えて様々な形状・特性を表わすことができる。テンプレート四隅のベクトルを弱めることで丸いオブジェクトを表現したり、テンプレートの縦横比を変えれば長方形を表現したりできる。また、テンプレート外周部のベクトル方向を逆向きにするすることで、粘性を表現することができ、この微小なテンプレートを多数配置することで流体表現を行うことができ、テンプレートを伸縮性や弾性のあるジョイントで結合することで、弾性体や布のような表現が実現できる。

5. 期待される効果

本プロジェクトでは仮想の物理的な挙動に対して直接的な操作を実現しているため、用意するモデルデータを変えるだけで、様々なアプリケーションが実現できる。また、既存の画像認識を利用したUIはポインティングデバイスやボタンといったハードウェアの代替えとして機能するのみだが、本プロジェクトの技術を利用することで、いままでにない概念のUIが実現できる可能性がある。

本プロジェクトでは、物理的なフィードバックのためのハードウェアを利用しないため、実際には触感を利用者に与えることができない。しかし、手で操作を行った場合、本当に触っているような感覚が得られる場合がある。これは本プロジェクトでの映像提示が手の動きに応じて実際の物体に触っているように行われているため、実際には触っていないものの、触っている様子として入ってくる視覚から触感が連想されるものと考えられる。特に、弾性体の場合、元から触っている感覚が剛体に比べて小さく、映像としても変化が大きいため、より錯覚の度合いが強く感じる。実際に生理的な検証を行っているわけではなく今後の検討課題となるが、本プロジェクトの技術により、視覚からのフィードバックのみによる疑似的な触感を実現できる可能性がある。

6. 普及（または活用）の見通し

コンシューマ向けとしてはエンターテインメントやエデュケーション、産業向けとしては、デジタルサイネージや医療・リハビリ用途での利用が期待できる。そのほか、本プロジェクトでの取り組みの学術的な取り組みへの活用を検討している。

7. 開発者名（所属）

山添 隆文（株式会社NTTドコモ東海支社 法人営業部ソリューション担当）

（参考）

関連動画 <http://www.nicovideo.jp/mylist/4424862>