

Title	仮想都市環境における人間と仮想空間のインタラクションインタフェースの構築
Author(s)	酒井, 潤
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1778
Rights	
Description	Supervisor:堀口 進, 情報科学研究科, 修士

仮想都市環境における人間と仮想空間の インタラクションインタフェースの構築

酒井 潤 (210039)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2004 年 2 月 13 日

キーワード: インタラクションインタフェース, モーションキャプチャ, CAVE, ウォークスルー, 仮想都市.

1 はじめに

近年、コンピュータは格段に高性能になり、仮想現実（バーチャルリアリティ）の技術が進歩してきている。バーチャルリアリティ技術とは、コンピュータ内に電子的な物体等を構築することにより、人間が実世界で体験するのと同様な体験を可能にする技術である。例えば、都市や住宅を設計する場合、等身大の仮想都市を構築して、あらかじめ安全性や快適性の評価を行うことができる。この都市環境の仮想体験をより現実感のあるものとするためには、実際の都市と同じ等身大での体験ができることが望ましい。仮想環境に没入できるような視覚情報を提示するだけでなく、ユーザとコンピュータ間のインタラクションインタフェースも違和感のないものにすることが必要である。

仮想 3 次元空間内を移動するための従来のインタフェースとしてはさまざまなものが提案されている。より移動感覚を自然に提示するためのものとして手の振りをインタフェースとする研究が行われている。しかし、移動のために手を用いると、それ以外の他の目的に手を使うことができないという欠点がある。また、体重移動による仮想空間内移動インタフェースを提案した研究も行われているが、人間が自然に行っている動作ではないので直感性に欠ける。特に都市設計のための仮想都市環境システムでは、評価対象の都市内を移動する必要があり、安全性や快適性に問題があれば、設計物や置物の配置を変える必要がある。このような仮想都市環境システムでは、少なくとも仮想環境内を移動し、仮想物体をつかみ別の場所へ移動することが必要となる。しかし、従来研究のインタフェースでは、不十分である。

本研究では、人間が実世界で行う動作と同様な動作によりインタラクションが可能なインタフェースを設計構築する。具体的には、人間の歩行動作により仮想都市内を自由に移動し、人間の手により仮想物体を操作するインタフェースを提案する。そして、モーショ

ンキャプチャを用いて歩行ならびに仮想物体操作インタフェースを実装し、評価実験によりこれらの仮想都市環境におけるインタラクションインタフェースの有効性について詳しく検証する。さらに、仮想都市空間に自分や他人の分身であるアバタを導入し、アバタとのコラボレーションを実装してその有効性についても議論する。

2 都市環境における歩行・物体操作インタフェース

仮想都市空間内の移動インタフェースには、人間の歩行動作に近い足踏み歩行を用いる。その場での足踏み動作を用いる利点としては、人間の移動手段としての歩行動作に近く、手で他の操作が可能になることである。

足踏み歩行により仮想空間内を自由に移動するには、速度と方向を決定する必要がある。そこで、モーションキャプチャによって得られる3次元位置データから、移動の際の速度および方向を決定する。実際の歩行動作を調べた結果、歩行速度とピッチの間に比例関係が見られたため、本研究ではピッチから移動速度を推定し、足踏み歩行を実現する。さらに、仮想都市環境であるという特徴を生かして、高速に移動する場合は、歩幅を大きくすることで歩行速度を速くする機能も付加した。他の都市へ移動する高速移動の場合は、仮想都市の縮尺を変えることで容易に移動する方式も導入する。

仮想物体の操作法も、人間が実世界で行う動作に近い方が望ましい。本研究では、握るという動作により物体を選択する仮想物体操作法を提案する。ユーザの手首と指先にそれぞれ1ずつ座標を設置したモデルを考え、ベクトルの大きさを計算する。そのベクトルの大きさがある閾値を越えた場合に握ったと判定する。仮想物体と手の接触判定は、仮想オブジェクトを直方体の領域で取り囲み、この直方体の中に、指先に設置した座標が入ることと接触していると判定する手法を採用した。

3 仮想都市インタラクションシステムの構築

仮想都市空間でのインタラクションシステムでは、モーションキャプチャを用いて、人間動作の3次元座標データを正確に取得し、人体の動きに応じた人間と仮想空間のインタラクションを実現する。出力ディスプレイ装置としては、没入型ディスプレイ CAVE を用いる。この CAVE 内で、モーションキャプチャを身につけたユーザは実世界での動作と同様の動作で仮想都市空間内を移動し、物体を操作することが可能となる。

これらの新しいインタフェースの有効性を検討するために、仮想都市環境システムの中で、従来インタラクションインタフェースである3DWANDとの比較実験を行った。実験は、あるマーカーを提示し、できるだけ同じ速度でこのマーカーを追いかけるというタスクを課し、その時のマーカーと被験者の位置誤差を測定する。ターゲットの動きは等加速し、90度のコーナーを3回曲がりゴールするというものである。実験の結果、本システムでは、被験者の位置はマーカーの設定位置を中心に前後30cm程度の範囲内に保持され

ている事が確認された。被験者はマーカーを見ながら移動するが、追跡のしやすさからマーカーを足下に見るのではなく、約 20cm 程度前方にマーカーを見ながら移動を行っている。この事を考慮すると、足踏み歩行による被験者とマーカーの位置誤差は少なく保持されていると言える。一方、3DWAND の場合では、3 つのカーブを曲がる地点で位置誤差が 30cm を越えて増大している。これは、3DWAND の操作に限界があるため速度と方向を同時に決定できないことが原因であることがわかった。この結果から、本システムでは、ユーザが 3DWAND より任意に移動ができていることが確認された。

4 仮想都市空間におけるアバタ構築とコラボレーション

仮想都市空間において、自分や他人の分身であるアバタとのインタラクションを実現する。アバタは、人間の動作を特徴づける点(頭部、首、肩、肘、手首、腰、膝、足首)を線でつないだ簡易モデルとし、各点に 3 次元位置データを与えることで動作させる。アバタの表示には、OpenGL のプリミティブを使用し、簡易的なオブジェクトモデルで仮想環境内に表示する。この 15 個の特徴点に 3 次元位置データを 1/30 秒間隔で入力することで人間らしい動作を表現する。入力データは、モーションキャプチャから得た 3 次元座標データであり、データベースとしてファイル化されている。アバタを約 1 分間の動作させるのに必要なデータ量は 2.7M バイト程度であることが分かった。

5 まとめ

本研究では、モーションキャプチャを用いることによってユーザの動きの 3 次元位置データを正確に取得し、ユーザの動きに応じて仮想空間と直感的に相互作用するインタフェースを構築した。従来のインタラクションインタフェースでは、実世界で行う動作ではないため直感的ではないという問題があった。そこで、本研究では、自然な動作でインタラクションするための手法を提案した。移動方法として、人間の歩行動作に近い足踏み動作によって速度と方向を決定する方法を提案し、仮想物体の操作方法として、人間が実世界で行う握るという動作により、仮想物体を操作するインタフェースを構築した。そして、CAVE とモーションキャプチャを用いて仮想都市インタラクションシステムを構築した。この実現した仮想都市インタラクションシステムの中で、従来のインタラクションインタフェースである 3DWAND と比較実験を行い、本インタフェースの有効性を確認した。さらに、仮想都市空間内のアバタとコラボレーションさせるアプリケーションのために、モーションキャプチャから得たユーザの動きの 3 次元位置データをデータベース化し、それを基に仮想都市空間内でアバタを動作させることで、アバタとのコラボレーションを実現させた。