

## 仮想建物内のウォークスルーのための仮想人間ガイドの実現

4 Z A - 2

江形 邦雄 馬場 博巳 乃万 司

九州工業大学情報工学部

{k\_egata,baba,noma}@pluto.ai.kyutech.ac.jp

## 1 はじめに

ウォークスルーシステムでは、ユーザが、仮想建物の中を動き回り、仮想建物自体や建物内のオブジェクトを見て回ることができる。しかし、現在のウォークスルーシステムでは、建物内が無人のため、建物やオブジェクトの大きさが理解しづらい。また、建物の各部やオブジェクトについて、ユーザフレンドリーな形で説明を受ける手段もない。

そこで本研究では、ウォークスルーシステムのユーザの視野に、仮想建物内を歩行できる仮想人間エージェントを配置し、それをガイド役としてウォークスルーに同行させることによって、上記の問題を解決することを試みる。

## 2 仮想人間ガイドの移動機能

ユーザは、仮想人間エージェントの大きさや歩行速度によって、建物やオブジェクトの大きさを理解することができる。そこで、本システムでは、ユーザに不自然さを感じさせず、しかも建物の大きさを理解させるために、エージェントに次のような移動機能を持たせる。

まず、エージェントは、ユーザの視野の移動にもなって移動させ、できるだけ、ユーザの視野内に存在するようにする。現実世界のガイドは、自らの意思で移動先を決定し客を誘導するが、本システムでは、ユーザ自身が自由に歩き回り、仮想人間ガイドはその動きに合わせて移動することになる。

その移動方法として、仮想人間に仮想建物の中を自然に歩行させる。平坦な場所ばかりでなく、壁や階段、段差にも対応させる。なお、歩行動作の効率

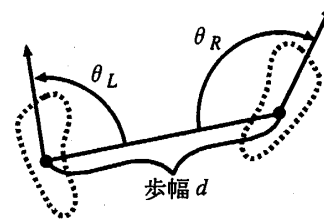


図 1: 歩幅と足の角度

的な生成のため、後述の床形状データを用いる。

本研究では、これらの処理を、実時間で行う。

## 3 歩行動作の生成

歩行動作生成において最も重要なことは、振り足をどの位置に、どの角度でおろすかということである。図1において左足を軸足とすると、振り足をおろす位置は、左足の角度 $\theta_L$ と歩幅 $d$ で表される。また、振り足の角度は右足の角度 $\theta_R$ で表される。ただし、軸足を中心にして、振り足はどこにでもおろせるというわけではない。身体的制約によって、人間のとり得る足の形は、 $\theta_L$ ,  $\theta_R$ ,  $d$ を3軸とする3次元空間内の有限領域をなしていると考えられる。振り足をおろす位置と角度を決めるということは、この有限領域内のある一点を選択することであるといえる。

本システムでは、WalkNetという有限状態マシンで、一步を単位として歩行動作を生成する[1]。このWalkNetでは、現在の位置から目的地に最も近付くように上記の有限領域から最適な $(\theta_L, \theta_R, d)$ を選び、次の一步の動作を決定する。このようにして、特にモードを切り替えることなく、前/横/後ろ向きの歩行や方向転換などが統合された歩行動作が生成される。

## 4 床形状データ

本研究では、建物の中を移動するため、壁や階段、段差があっても柔軟に対応できなければならな

い、無限に広い平面では、上記の身体的制約を考慮するだけで、どこにでも好きなところに足をおろすことができる。しかし、壁や段差がある場合には、壁に向かって足を踏み出すことはできないし、段差では違う高さの面に足をおろさなければならない。つまり、振り足をおろす位置を決定するためには、次の一步を本当に踏み出せるのかどうかを知る必要がある。このような情報を効率よく取得するため、本研究では、一般の建物形状データに、歩行用の床形状データを付加した。

この床形状データでは、高さの同じ床(含 階段の踏面)を一つの平面閉領域と考え、これを床領域と呼ぶ。各床領域は、(1)その領域の高さと(2)領域を取り囲む境界のデータを持つ。また、各境界は、(1)両端の座標と(2)境界をこえた先の領域(存在しない場合は壁)へのポイントを持つ。

## 5 ユーザの視野移動による歩行

仮想人間エージェントは、ユーザの視野の左右どちらかの斜め前に立ち、ユーザの方を向いている状態をデフォルトとする。ユーザが視野を移動させると、エージェントの立つべき位置が更新される。エージェントには、この新しい立ち位置を目的地として歩行するように要求する。これによって、エージェントは、常にユーザの視野の前に歩いて現れようとする。しかし、ユーザが少し移動するたびにエージェントが動いては、ガイドの振るまいとして不適當である。そこで、現在のエージェントの立ち位置と、ユーザによって更新された新たな立ち位置との距離が、ある閾値を越えた時だけ、エージェントに移動を要求するようにした。また、ユーザが同じ場所にある一定時間留まり、かつ、エージェントがすべての移動を終えている場合は、エージェントは体をユーザの方に向ける。

## 6 実現

本システムの実現には、SGI製 Onyx2(R10000, IRIX6.4)を用い、プログラミング言語にC++を、グラフィックスライブラリーにOpenGLとGLUTを用いた。その結果、仮想建物内のウォークスルー

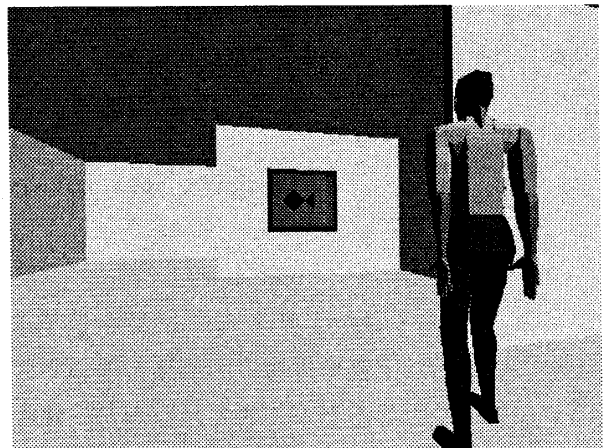


図 2: ウォークスルーの例

において、仮想人間ガイドのアニメーションがリアルタイムに(毎秒30フレーム)生成された。その一画面を図2に示す。

## 7 むすび

本研究では、ウォークスルーシステムのユーザの視野に仮想人間エージェントを配置し、ガイド役としてウォークスルーに同行させるようにした。そのために、次のような機構を実現した。

- エージェントを目標まで実時間で歩かせる歩行動作生成アルゴリズムの実現
- 建物の床形状のデータのモデル化
- ユーザの視野の移動に伴う進行方向の決定

実験の結果、仮想人間エージェントは、ユーザが視野を移動しても、常に視野内に現れようとし、仮想建物の規模が直観的に理解できるため、ウォークスルーシステムのガイドとしての有用性が確認された。

現状では、床の高さが一定の建物内を、ユーザの視野移動に合わせて、エージェントが移動する機能のみ実現されている。今後は、階段、段差での歩行や、ユーザへの説明機能を実現する。

## 参考文献

- [1] Noma, T. and Badler, N.I., "A Virtual Human Presenter," *Proc. IJCAI-97 Workshop on Animated Interface Agents*, pp. 45-51, 1997.