

歩き方の違いを反映した足跡のリアルタイム生成

Real time generation of the footprint which reflected a difference of how to walk

平野 陽裕† 田中 敏光† 佐川 雄二†
 Yousuke Hirano Toshimitsu Tanaka Yuji Sagawa

1. はじめに

床面に残された足跡は、人の通る場所や頻度、移動方向、移動速度など様々な情報を提供してくれる。このため、ゲームで足跡を表示できれば、足跡を追跡する、足跡をごまかして相手を攪乱する、足跡から人数を把握する、足跡の有無でその場所の安全を確認するなど、様々な利用方法が考えられる。そこで、移動経路に沿ってリアルタイムに足跡を表示する手法[1, 2]が提案されている。

しかし、従来手法では、データ量を削減するため前後左右対称の足跡を表示しているため、移動方向が判別できない。また、足跡が多数重なる時、どのように重なっているのかも分からなくなる。そこで、本研究では、左右の違いに加えて、歩く/走るといった動作や、進む方向、体重や力のかかり方など、様々な要因で形が変わる足跡を表示できるように手法を改良する。これにより、足跡が示す情報をより有効に活用することができる。

従来は室内の硬い床面を対象としていたため、足跡をテクスチャだけで表現できた。しかし、土の上や砂の上に付く足跡は、地面の硬さの違いで凹凸の程度が変わり、様々な形になる。そこで、歩いた後にできる地面の凹凸も表現できるようにする。

2. 従来研究

2.1 足跡の表示

従来手法[1, 2]では、長方形のポリゴンにテクスチャを貼り付けたものを移動経路に配置することで、足跡を実時間表示している。ただし、足跡が増えると表示速度が低下するため、ゲームが中断するタイミングで床面テクスチャによる表示に変換して、ポリゴン数を減らしている。また、足跡形状を左右同じで、前後対称にすることで、足跡データの保存に必要なメモリを1/4に削減している。

2.2 足跡の濃度

手法[2]では、足跡と床面の汚れの遷移関数を定義することで、汚れを踏んだ直後は足跡が濃く、移動するにつれて足跡が薄くなる様子を表現している。これは、足跡テクスチャの透明度を変えてポリゴンにマッピングすることで表現している。

3. 多様な足跡の表現

本研究でも、従来手法と同様にポリゴンにテクスチャを貼り付けて足跡を表示する。ただし、左右別々の足型を使うことで、移動方向や足跡の連なりが分かるようにする。さらに、歩く、走る、すり足、足を引きずるといった歩き

方の違いや、進む方向による体重や力のかかり方の違いにより、足跡の形状と濃さを変化させる。これを次の手法で実現する。

足跡テクスチャをフィルタで伸縮したりぼかしたりすることで、足跡の変形やボケを表現する。さらに、マッピングする前にグラデーションをつけて、歩き方の違いや進む方向の違いによる足跡の濃さの変化を表現する。この際、足跡テクスチャの4つの頂点に透明度の値を2つずつ持たせることで、2方向にグラデーションを付けられるようにしている。

この手法を使うことで、条件に応じて異なる足跡が生成できる。現在は、歩き方として“歩く”と“走る”を、進む方向として“前進”“右旋回”“左旋回”を実装している。これらを組み合わせると6通りの足跡が表現できる。図1にその画像を示す。上段が“歩く”，下段が“走る”場合の足跡である。両者とも、左から順に“左旋回”“前進”“右旋回”を示している。左右に同じ処理をするため、図には左足だけを示している。



図1 6種類の足跡

“走る”ときの足跡は、ぼかし処理をすることで、“歩く”場合より速く移動することを表現する。足跡の濃さについても、“走る”では体重や力がかかる場所だけを濃くするが、“歩く”では濃さの差を小さくする。

“前進”ではつま先とかかとに力がかかるので、その部分を濃く表現する必要がある。また、左右への体重移動が無いので、内側と外側とで濃さの差は生じない。そこで、前後のグラデーションだけで表現する。“右旋回”では進

† 名城大学大学院理工学研究科

行方向の右側(左足だと内側)に力がかかるので、右側を濃くする必要がある。これに加えて、“前進”と同じようにつま先とかかとを濃くする必要もある。そこで、右上から左下へのグラデーションと右下から左上へグラデーションを重ねてかけることで表現する。“左旋回”は“右旋回”と左右対称にグラデーションをかけることで表現する。

これらを同時に表示するために、足跡にコードを与えて区別する。画像生成時にこのコードで表示する足跡を切り替える。表1にコードを示す。下二桁が進む方向を示し、三桁目が歩き方を示している。

表1 足跡コード

	左旋回	前	右旋回
歩く	104	101	103
走る	204	201	203

実行結果を図2と図3に示す。図2は“走る”と“歩く”の違いを示している。左側は手前から奥に走る足跡で、右側は奥から手前に歩く足跡である。足跡の形から進む方向

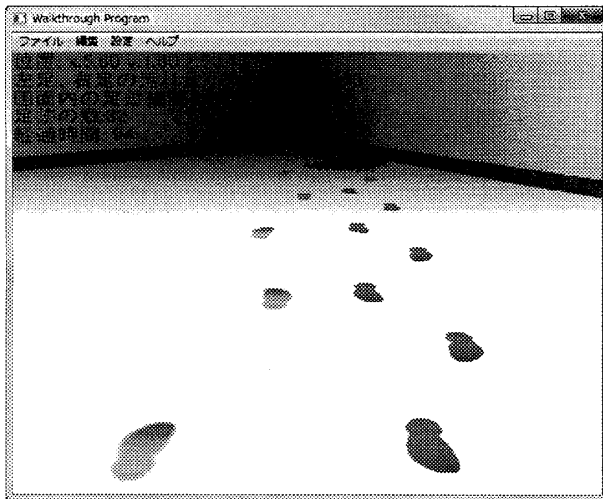


図2 実行結果1

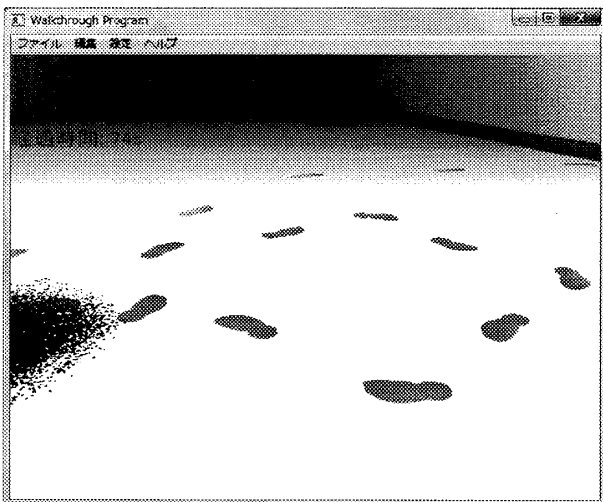


図3 実行結果2

が読み取れる。また、走る足跡は歩く足跡よりも歩幅を広くしている。図3は上部を走って右旋回し、中央で歩いて右旋回している。同じ右旋回でも走るほうが歩くより移動速度が速いため、同じように操作しても旋回半径が大きくなる。

これらの改良により処理が複雑になったため、リアルタイム表示できる足跡数が減少してしまった。従来手法では画面切り替えなどのインタラクティブ処理が停まるタイミングで、ポリゴンで記述した足跡を床面テクスチャに変換しているが、移動距離が長いと、それ以前にリアルタイム表示しきれなくなる可能性がある。そこで、切り替えのタイミングを変更する。床面テクスチャへの変更はCPUで処理するが、最近のデュアルコアCPUを使えば、一方のコアでリアルタイム処理しながら、他方のコアで床面テクスチャを作成することも可能となる。このような手法を実装すれば、頻りに床面テクスチャに変換できると考えている。

4. 地面の上の足跡の表現

土や砂の上の足跡は、体重で地面がへこむ事で生じる。このため、厳密には、地面の形状をへこんだ形に変形する必要があるが、リアルタイム処理するには重過ぎる。そこで、バンプマッピングで表現する。一般的には、へこみの深さは小さいため、バンプマッピングでも問題は起きない。こうすれば、床面の足跡表示手法のマッピング部分を替えることで実現できる。

バンプマップは、ファイルとして保存したものを使うことも、毎回高さマップから作成することもできる。処理速度の点からは予め作っておくほうが有利だが、地面の硬さや歩き方による足跡の違いを表現するには、高さマップにフィルタを掛けて変化をつけるほうが都合がよい。そこで、まずはファイルを読み込む方法で実装するが、手法が固まり、処理コストがはっきりした時点で、高さマップで表現する手法に変更することを検討する。

5. まとめと今後の課題

足跡表示手法を提案し、実装した。これにより、従来手法よりずっと多彩で現実に近い足跡を表示できるようになった。今後は、足を引きずる、すり足、などの歩き方の追加や、後や横への移動などを実装することで、表示できる足跡の種類を増やす。また、バンプマッピングを使用した足跡の表現手法を実装することで、土の上の足跡を表示できるようにする。さらに、生成した足跡をポリゴン表示から床面テクスチャ表示へ切り替えるタイミングや方法を検討し、リアルタイム表示できる足跡の数を増やす。

参考文献

- [1] 竹内他：“インタラクティブ足跡表示手法”，電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J88-D-II, No. 5, 906-915, (2005-5).
- [2] 濱他：“CGによるインタラクティブな床面汚れと埃の生成”電気学会東海支部若手セミナー「知的計測システム」2003年度第二回講演資料集, 134-135(2004-3)