

実写画像に基づく任意方向への人物歩行アニメーションの生成

古谷 雅理[†] 斎藤 隆文^{††}

本研究は、景観シミュレーションなどにおいて任意方向に歩行する人物アニメーションを、コストをかけず作成することを目的とする。人物画像作成には実写画像を合成し新たな画像を生成する Image based rendering の技術を利用し、人物のモデリング、レンダリングのコスト削減をおこなう。円形を歩行する人物動画から人物だけを切り出し、人物画像の補間により任意方向に歩行する人物画像を作成する。補間はDPマッチングにより対応付けされた人物画素におこなう。正確な画素の対応付けをおこなうには人物部位数に応じた処理をする必要がある。本研究では、補間元のスキャンラインの人物部位数から最適な補間方法を判定し、人物画像の補間をおこなう。

Generation of Human Walking Animation in an Arbitrary Direction Using Video Interpolation

TADASUKE FURUYA[†] TAKAFUMI SAITO^{††}

We purpose a method to create human walking animation in the arbitrary direction with little cost. We apply image-based rendering techniques for the cost reduction of a human modeling. Human walking sequence along a circle is captured as input video images. A human image in each walking phase and each walking direction is extracted from the video. By interpolation of these images, the human image walking in the arbitrary direction is created. In this research, the optimal interpolation is obtained by matching each scanline blocks.

1. はじめに

写実的なCGにおいてすべてを写実的に表現する必要はない。建築物内を自由に歩き回れるシミュレーションCGを作成する場合、主に表現したいのは建築物であるが、外部を歩き回る人間、内部に植物などが存在すればより現実感が増す。またコンピュータ・ゲームにおいて周囲の背景、小物なども重要な役割を果たしている。しかし主に表現したいものと同様の工程で作成すると膨大なコストが必要となる。これらのコスト削減は、主

に表現したいものとの差を生じ、全体の統一感がとれなくなる。そのためコストを削減し違和感のない写実的なモデルを作成する必要がある。

本研究では、これらを Image based rendering (IBR) を用いて表現する。IBRでは実写画像から得られる情報を用いるため、人物の歩行方向は実写画像によって制限を受ける。従来手法では、歩行方向の自由度を増すために複数のカメラによる撮影が必要であり、撮影コストがかかっていた。本研究では、この撮影コストの削減も考慮に入れる。IBRの技術を用いた、人物の歩行アニメーションは、3次元のモデル、3次元の動作データを持ったアニメーションの作成よりもコストを削減できる。

本研究は、松本⁵⁾らにより提案された歩行アニメーションの作成手法を利用し、任意方向に歩行する人物画像の作成精度向上をおこなった。入力

[†]東京農工大学工学研究科情報コミュニケーション工学専攻
Computer, Information and Communication Sciences
Tokyo University of Agriculture & Technology

^{††}東京農工大学生物システム応用科学研究科
Bio-Applications and Systems Engineering
Tokyo University of Agriculture & Technology

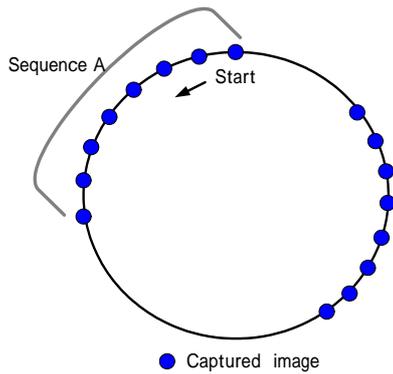


図1 円形歩行
Fig1 Walking along the circle

画像は単一カメラにより取得する。この方法は、固定したカメラで、1回の撮影でさまざまな方向のさまざまな歩行動作を取得できるため、撮影コストを削減することができる。

2. 人物撮影

任意方向の人物歩行アニメーションを作成するためには、任意歩行に歩いている人物の画像が必要である。そのためには、複数台のカメラで人物の歩いている様子を撮影しなければならない。本研究では円形に沿って歩行している人物を撮影する。これは1台のカメラでさまざまな歩行から見た、さまざまな歩行動作を離散的ではあるが得ることができ、なおかつ、1回の撮影で画像を得ることができる。得られた動画は図1のように、歩行シーケンスのある時点に関して離散的である。この円上を歩行する画像を組み合わせることで、任意方向の歩行シーケンスを作成することができる。図2の歩行シーケンスAと歩行シーケンスBは人物の姿勢は同じであるが人物の向き(回転角度)が異なる。この2つのシーケンスの画像を逐次補間することによって任意方向へ歩行するシーケンスを作成する。2つのシーケンスにおいて対応する画像がない場合は、類似している画像を利用する。類似する画像がない場合は、その画像の作成をおこなわない。そのため取得された1シーケンス分の画像数と作成された歩行画像数が異なる場合もある。作成に必要となる画像は、任意方向の1歩行シーケンス分の画像である。また円形に沿って歩いている人物は等速度で移動

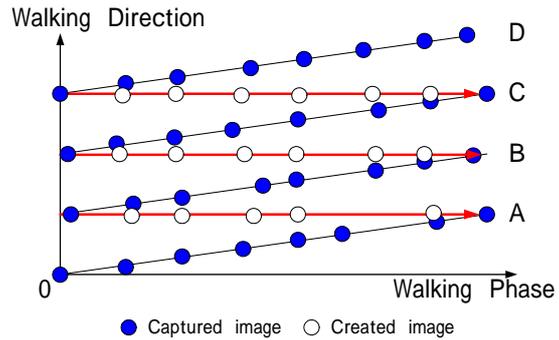


図2 歩行画像補間
Fig2 Interpolation

していると仮定する。本研究では、1/4円上を数回歩行することにより円上を歩行したのと同等とした。

3. 人物の抽出

撮影された動画には、人物以外にも背景が映っている。背景があることで処理が複雑になる。また、人物歩行アニメーションに、背景は必要ないため、動画からの人物の切り出しをおこなう必要がある。そこで本研究では、時空間画像を利用し人物の抽出を行い抽出時間の短縮を行った。

3.1. 時空間画像

連続するフレームにおいて、動画は、1つの時間(t)および2つの空間座標(x, y)で3次元のボリュームとして表わすことが可能である。動きは、輝度変化の方向分析により判断することができる。照明が変わらないと仮定すると、輝度値の変化は動きの方向に一定である。したがって、静止している部分は時間軸と平行する等しい輝度値のラインになる。しかしながら、動いている物体は、異なる方向に等しい輝度値の軌跡を示す。よって時空間画像により動物体と背景等の静止物を決定することが可能と考える。人物の歩行動画像、歩行動画像から作成されたY=240の時の時空間画像を図3に示す。

静止部分の輝度値の散らばりに法則は無く、各フレームで異なるため1つの映像、1つのフレームに対して閾値を決めることは出来ない。そこで各時間方向の値から閾値を求める必要がある。時

間方向の輝度値の散らばりを調べ、閾値を決める。閾値が一定の場合、移動物体も静止部分と判断してしまう可能性がある。そこで閾値を各X座標毎に決定する必要がある。Y=240における時間軸方向の輝度値、平均値のグラフを図4に示す。このグラフから動物体を含む部分は谷となって表れている。よってこの谷の部分抽出するように閾値を決めればよい。閾値の設定の仕方によっては、静止物体も動物体と判断する可能性がある。このラインにおける輝度情報の移動平均、標準偏差を図5に示す。このグラフから移動平均の値と標準偏差からある程度判定出来ることがわかる。この判定法を利用し動物体を抽出した結果を図6に示す。

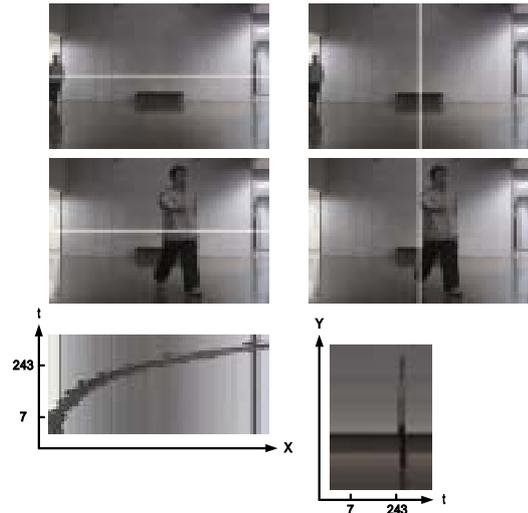


図3 時空間画像

Fig3 Temporal and Space Image

3.2. 人物調整

固定されたビデオカメラで人物が歩いている様子を撮影すると、人物の大きさ、体の中心は各フレームでさまざまな値をとる。人物の高さが違うと生成される人物が不自然な形になる。生成されたアニメーションが不自然にならないためには各フレームの人物のサイズ合わせと体中心の位置合わせをしなければならない。

人物サイズ合わせをおこなうために、まず、各フレームの人物のサイズを求める。本研究では頭頂部から地面との接地位置までを人物長とした。全フレームの人物長を計測し、平均値を求め、全フレームに対しサイズ調整をおこなった。角度の補間により任意方向へ歩行する人物アニメーションを作成するので人物の中心を揃えなくてはならない。体の中心は厳密に求める必要はなく、アニメーション中に不自然に体が前後に動かなければ良い。そこで本研究では、各フレームにおいて頭頂部付近の人物幅の平均値を求め、各フレームの体中心とした。

4. 画像補間

2枚の画像の補間を各画像のスキャンラインごとにおこなう。まず、スキャンラインごとに人物部位を決定し、人物内部の画素値だけを取り出す。取り出した画素列に対しDPマッチングを使用し、人物画素の対応付けを行う。DPマッチングを使用することにより、人物内部の点の対応を求める

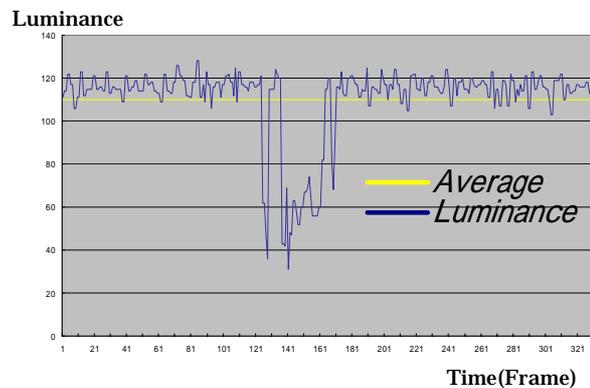


図4 輝度値(Y=240)

Fig4 Luminance

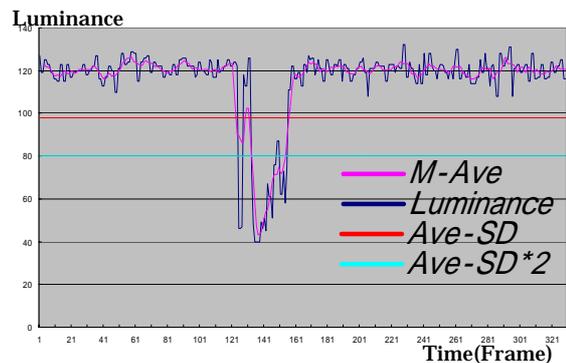


図5 移動平均 分散(Y=240)

Fig5 moving average / standard deviation



図6 抽出結果

Fig6 result image

ことができるため、人物内部の画素数の違いや、補間画像の色の不自然さを軽減することができる。図7, 8にサイズ調整、位置修正後の入力画像を示す。



図7 入力画像 1(15Frame)
Fig7 input1 (15Frame)

図8 入力画像 2(66Frame)
Fig8 input2 (66Frame)

4.1. 人物部位数による対応付け

比較対象となるスキャンライン上の人物部位が同数の場合は出現順に画素の対応付けをおこなう。人物部位数が違う場合、人物部位の連結、もしくは削除をおこない画素の対応付けをする。適切な人物部位の連結、削除を行わずに画素の対応付けを行った場合、補間画像が人物の形状を成さない。そのため、適切な人物領域の判定、人物部位の判定が必要となる。比較するスキャンライン上に不要な画素がある場合、この画素を人物領域と認識し誤って対応付けする可能性がある。この2つの画素列は本来対応する人物部位同士での対応付けでないため、不自然な画素列が表示されている。また単純にスキャンライン上の人物領域を全てつなげ画素の対応付けをおこなった場合も不自然な補間画像が作成される。画素の対応付けをおこなう場合は、事前にスキャンラインでその画素が人物領域であるか、人物部位であるか判断し、対応する人物部位同士で画素の対応付けを行えば補間精度の向上が望める。



図9 誤対応(Y=141)

図10 ノイズ(Frame66)

Fig9 miss matching (Y=141)

Fig10 Noise(Frame66)

人物領域の判定、人物部位の判定はスキャンラインごとにおこなう。図9に不要な画素の削除を行わずに画素の対応付けを行った場合の対応結果を示す。

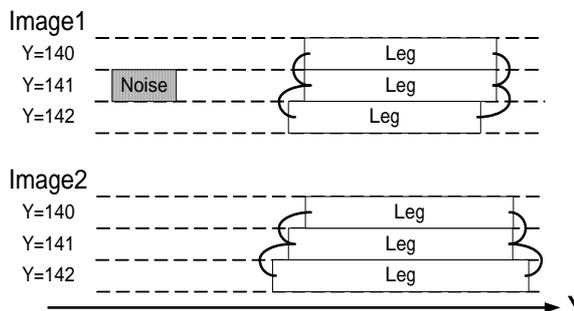


図11 入力画像における人物部位(Y=141)

Fig11 human body (Y=141)

4.2. 上下の連続性からのノイズ除去

補間精度向上のためには、適切な人物部位であるか判断する必要がある。人物領域でない画素と対応付けを行えば作成された補間画像に不自然な画素列が表示される。画素の色情報、X座標情報のみで必要な人物部位と判断するのは難しい。人物部位と判断された画素列の左右両端を赤色で、中点を青色で表示したものを図10に示す。膝左側に青色の点が表示されている。この画素列の色情報は右側人物部位と同等であるが、人物部位ではない。そこで、人物部位ではない画素列を人物部位と判断された画素のX座標と前後のスキャンライン上の人物部位のX座標情報から推測する。人物部位であれば横方向(X軸方向)だけでは

なく縦方向(Y軸方向)にも連続性があり、縦方向の連続性が両端とも独立する可能性は低い。よって人物部位の縦方向の関係から人物部位が不要な画素列か判断する。誤対応を生じた画像の不要画素を含むスキャンラインと前後のスキャンラインを図11に示す。対象となるスキャンラインの上下のスキャンラインにはこの画素列と連続すると考えられる画素列は存在しない。よって図10の円内の画素列には連続性がないと判断する。上から下に人物部位の連続性を調べていく場合、下のスキャンライン内の部位数が上のスキャンラ

インの部位数よりも多い場合、誤って人物部位を削除する可能性がある。上からの判定では人物部位でない可能性が高いと判定されても実際は人物部位である場合がある。例えばつま先などは足から判定すれば人物部位であるが、頭から判定すれば人物部位ではない。このような誤判定を回避するために上からの判定、下からの判定両方をおこなう。頭に到達する"連続性がある人物部位"であり、足に到達する"連続性がある人物部位"が最終的な人物部位であると判定する。

4.3. 人物部位の連結による補間

比較対象となるスキャンライン上の人物部位数が違う場合、人物部位を連結し画素の対応付けをおこなう場合がある。各スキャンラインの各人物部位の中心(X)座標を求める。この中心座標を対応するスキャンラインの各人物部位との距離を比較し、最短になる組み合わせを調べる。組み合わせが決定した人物部位の左右の部位で組み合わせが決まっていなくても、人物部位のX座標が重なる場合、人物部位の連結をおこなう。座標が重ならない場合、対応する人物部位がないと判断しその人物部位は画素の対応付けに使用しない。

部位数が同数で、部位間最短距離、座標判定から部位の連結、削除が必要ない場合の各スキャンラインにおける人物部位を図12に示す。各人物部位は最短距離探索により対応する人物部位が決定しており人物の重なりがない。よって、各人物部位に対し1対1の画素の対応付けをおこなう。対応付け結果を図14に示す。

部位数が違い、部位間最短距離、座標判定から部位の連結が必要と判断された場合の各スキャンラインにおける人物部位を図13に示す。人物部位は最短距離探索により対応する人物部位が一部決定している。よって対応先がなかった人物部位の連結、削除が必要か判断する。対応付けされなかった人物部位(画像2, Leg R)の中心X座標が画像1の人物部位の終端X座標よりも小さい場合、同種人物部位であると判断し、人物部位の連結をおこない画素の対応付けをする。対応付け結果を図15に示す。

事前に人物のサイズ、位置(体中心)を調整し角度の補間により画像を生成するため本手法による人物部位の選定が可能となる。

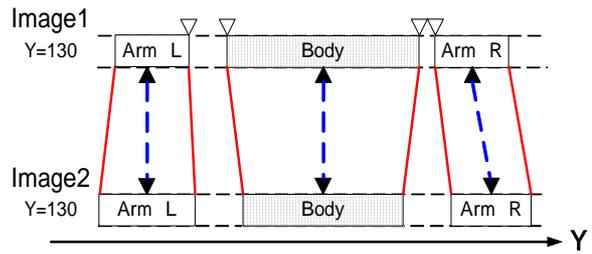


図 12 1:1 対応(Y=130)
Fig12 matching (Y=130)

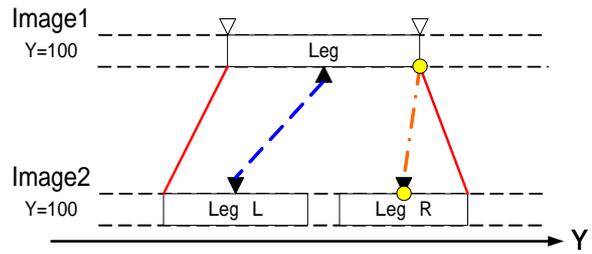


図 13 連結(Y=100)
Fig13 connect (Y=100)

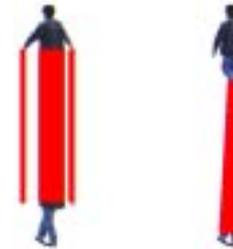


図 14 対応付け(Y=130)
Fig14 matching(Y=130)

図 15 対応付け(Y=100)
Fig15 matching (Y=100)



図 16 歩行画像
Fig16 Walking

図 17 歩行画像
Fig17 Walking

5. 画像生成

画像の生成は 2 枚の入力画像を選択することにより自動的におこなう。入力画像の選択は歩行させたい方向に向くように切り出した人物画像

を指定する。生成された人物画像を図 16, 17 に示す。

6. 歩行アニメーション

1 歩行シーケンス相当の歩行画像を生成し、連続表示することにより歩行アニメーションを生成する。生成された歩行画像は、人物長が等しい。単純に画像を並べただけでは通常の歩行と比べ違和感がある。そこで生成された人物画像の人物幅に着目する。人物幅が広い時は、足が開いている時であり人物高が低くなる。狭い時は足が閉じている時であり人物高が高くなる。これを利用し人物画像のサイズ調整をし、歩行アニメーションの生成をおこなう。

7. まとめ

補間による画像作成は画像取得時の撮影条件に大きく依存する。人物にあたる光の強さ、人物の服装は補間精度に影響を与える。撮影された画像の人物サイズが大きければ画素の対応付け精度が上がる。対応関係がよければ顔の形も理解できる。取得画像枚数が多ければ入力画像選択の幅が広がるので生成される補間画像の精度が上がり、より滑らかな歩行アニメーション生成がおこなえる。

今後の課題として、取得人物画像の大きさの問題がある。取得画像が大きければ画素の対応付けにも有利である。また仮想環境へ合成した場合、作成された人物に近づいてもある程度の質感のある画像が提供できる。

参考文献

- [1] Gerald Kühne, Stephan Richter, Markus Beier "Motion-based Segmentation and Contour-based Classification of Video Objects" Proceeding of ACM Multimedia '01, pp41-50 (2001)
- [2] Radek Grzeszczuk, Demetri Terzopoulos, Geoffrey Hinton "Neuro Animator" SIGGRAPH'98, Proceedings, pp.9-20 (1998)
- [3] Zoran Popovic, Andrew Witkin "Physically Based Motion Transformation" SIGGRAPH'99, Proceedings, pp.11-20 (1999)

[4] Joseph Laszlo, Michel van de Panne "Interactive Control For Physically-Based Animation" SIGGRAPH'00, Proceedings, pp.201-208 (2000)

[5] 松本敏彦, 斎藤隆文 "任意方向への人物歩行アニメーション生成" 情報処理学会第 62 回全国大会 特別トラック講演論文集 6D-02 (2001)