

USBカメラを用いた3D仮想空間 アバターアニメーション抽出

深野 暁雄^{††}

東京工業大学 情報理工学研究所 計算工学専攻 大学院博士課程1年
ゲームではない新しいコミュニケーション手段として、一昨年注目を浴びた3D仮想世界（メタバース）がある。しかし、3次元空間の分身であるアバターの操作において、キーボードやマウスでは、感情を直感的に表現できない。そこで普及しているUSBカメラで手の画像より、指の角度を検出し、アバターの関節に当てはめることにより、指人形のように操作する手法を行った。

Avatar Motion Extraction in the 3D Virtual Space from USB Camera Image.

Akio Fukano[†]

Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology, Japan

There is the 3D virtual world (metaverse) that attracted its attention as the new communication that is not a game. However, in the operation of the avatar which is the other self of the three-dimensional space, many people cannot express feelings with a keyboard and the mouse intuitively. Therefore I detect the angle of the finger than a manual image take to operate like a hand puppet by putting it in the joint of the avatar from USB camera.

1. はじめに

3Dコンピュータグラフィックスをインターネット上の新しいメディアとすることは古くから研究されてきた。1997年にはVRML[a]、2000年ごろにはActiveXやJava[b]アプレットを用いたWeb3Dであるが、10年経過した現在も技術的な進歩は見受けられるが、普及に至っては未だ確立されていない。また、2007年に「Second Life」[c]でマスコミで話題となったメタバース（3Dネット仮想世界）も、話題になったが、現在は沈静化してしまい、同様に一般的なコミュニケーション手段には至っていない。その理由としては様々な要因が考えられるが3Dオブジェクトや空間をマウスやキーボードで思い通りに操作できないことが挙げられる。ここで対象としているのは、ゲームやパソコンに通じていない一般の人であり、キーとマウスの複数同時操作などの操作すら慣れていない場合を考える。

そこで本研究では、Skypeなどで普及しているUSB接続カメラ、またはノートPCに標準で装着されているカメラを用いて、両手の指の動画像を読み取り、手のひらからの角度を検出し、それを3D空間の物体やアバターの向きや大きさ、または移動方向として認識させ、指人形のような操作で、仮想世界のアバターやWeb3Dのインターフェイスにすることで、複雑になる3D操作のデジタルディバイドを軽減することを目的とする。

2. 背景

3次元空間の操作の例として、Web3Dで代表的なViewpoint社のVET(=Viewing Experience Technology)が挙げられる。これは物体を固定し、カメラを周回するには左ボタンドラッグ、カメラが物体に近づくには、右ドラッグ、カメラをパンするには右のボタンを同時にドラッグする。(図1)

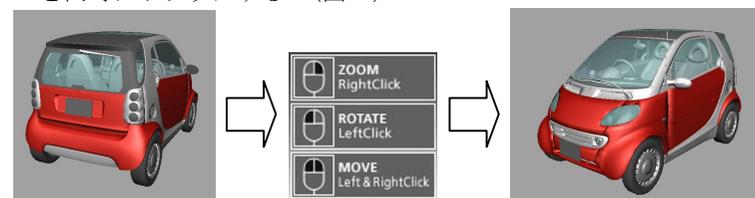


図1 3つのボタンを組み合わせた一般的なWeb3Dの基本操作

[†] 情報処理学会

Information Processing Society of Japan

a)VRMLは、3次元のファイルフォーマット(ISO/IEC DIS 14772-1)。

b)Javaは、米国Sun Microsystemsの米国およびその他の国における登録商標です。

c) SecondLifeは、米国LindenLab. Corporationの米国およびその他の国における登録商標です。

メタバースの代表的な「Second Life」では、さらにアバターの移動をカーソルキーで行い、なおかつ視点移動を ALT や CTRL を同時に押しつつマウスを操作する。は、ゲームを普段から行わないユーザはこれらの操作は困難を極め、最初の段階で挫折を感じてしまい利用を辞めてしまうことが多い。そもそもマウスやキーボードは3次元空間を操作するべく開発されたものではなく、また高価な3D入力機器を購入をユーザに強制することも困難である。

そこで、Skype や MS メッセンジャーなどに既に使われている安価な USB カメラから手の画像を読み込み指人形のように指の角度を検出し、アバターのポーズの関節角度としてリアルタイムに表示させるアイデアを考案した。(図2)



図2 指人形を操作イメージとした発案

3本の指の全体の回転により、アバターの方向を決め、さらに指の角度により腕と頭の画を変え、感情を現す。全体をカメラへ近づけたり遠ざけることで、視点の遠近を意味する。同時に反対の手を下に向けることで足に見立て、交互に角度を変えることで、移動量を意味させる。(図3)

指人形はどんな人でも子供の頃行った経験があり、シンプルなユーザインターフェイスであるので、年齢や知識を隔てずに誰もが使うことができると考えられる。

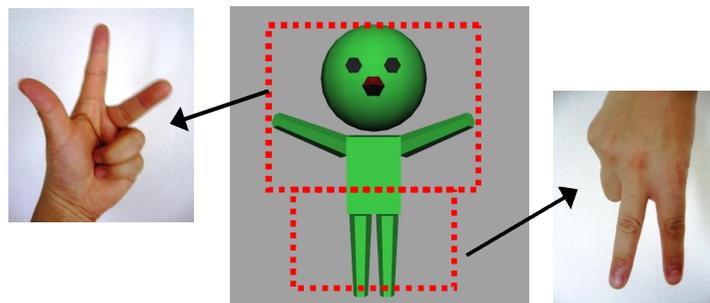


図3 両手の画像抽出によるアバター操作への応用

3. システム

指と手の画像認識では、以下のようなプロセスをおこなう。(図4)

開発・動作環境は Windows XP, Visual C++2008, openCV1.1 を用いた。

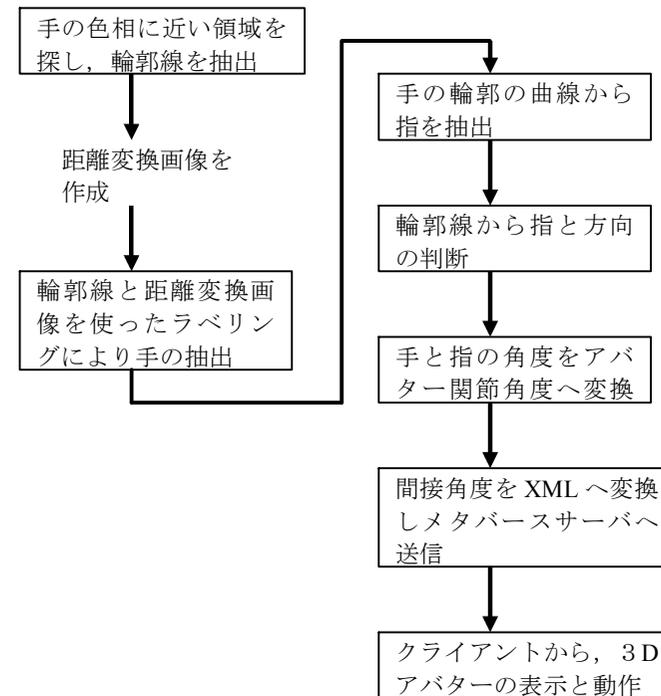


図4 システム全体の処理の流れ

- 1) 手の色相に近い領域を探し、輪郭線を抽出
HSV 色空間で手の色を判定し、それを元に2値画像を作成した。HSV を使う理由は色相から特定の色を見つけやすいという理由である。彩度や明度の違いも、同じ手の色として認識し、影の部分やハイライト部分まで認識する可能性が高いと判断した。輪郭線の抽出には OpenCV の”cvCvtColor” , ”cvFindContours” 関数を使用した。(図5)
- 2) 距離変換画像を作成する
次に、2値化画像から距離変換画像を作成した。距離変換とは、値のある現在の点か

ら値のない点への最短距離を求める計算である。これにより、手の色に近い領域が抽出できる。その一番大きな面積部分が手であるという判定できると考えた。これにはOpenCVの”cvDistTransform”を使用した。(図6)

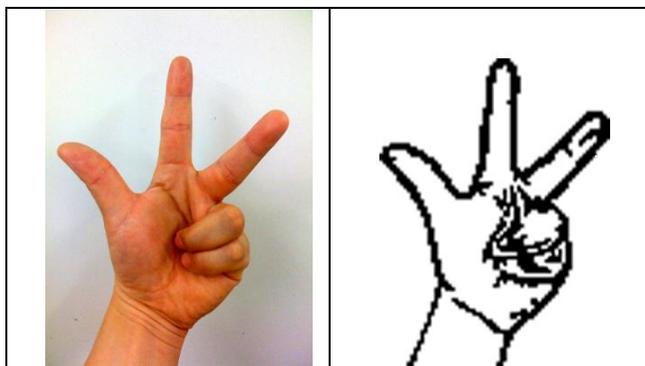


図5 HSVによる輪郭抽出



図6 距離変換画像

3) 輪郭線と距離変換画像を使ったラベリングにより手の抽出

まず、色の要素が何もない画像に対し、1)で抽出した輪郭線の内部を塗りつぶす。塗りつぶしを繰り返す際に、2)で得た画像の「距離変換の値が最大となる座標」が

塗り潰されたかどうか判定する。塗りつぶされていれば、その輪郭が手の領域として抽出できる。(図7)

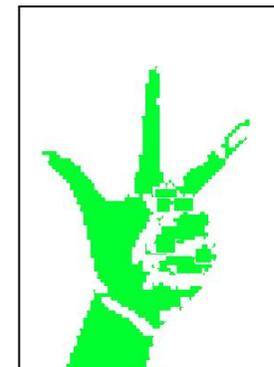


図7 塗りつぶしより、手の領域を判定

4) 手の輪郭の曲線から指を抽出する

手の輪郭画像から指の領域指を判定する。各輪郭点の狭い範囲で内積と外積を計算した。まず輪郭線上の全ての点でその先の輪郭の点へのベクトルと、その後の輪郭の点へのベクトルを取得する。前後の2つのベクトルの内積を計算し、それがある程度大きければ、その点はカーブしていると判定する。2つのベクトルの外積を計算し、そのカーブの方向を判定する。指の先端と谷では、カーブの角度が大きく変化する。この処理を繰り返すことで指と手のひらである部分を判別する。(図8)

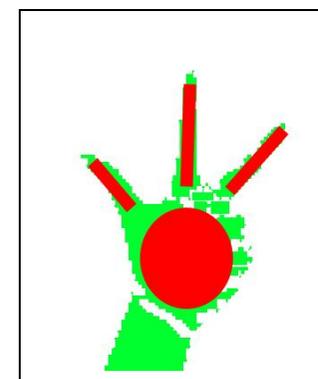


図8 手のひらと指の領域判定

また、この手のひらの大きさによりカメラからの距離が求まる。これをアバターの移動距離としてメタバースの操作へ反映させる。

5) 輪郭線から指と方向の判断

3本の指の中で、垂直に近い角度のものを人差し指と判断する。操作も人差し指は常に垂直に近くするようにルールを決める必要がある。小指と薬指が折り曲げた輪郭から、手の左右を判断し、親指と中指を判定する。さらに、輪郭画像のパターン認識を用い方向を判断した。

6) 手と指の角度をアバター関節角度へ変換

図のようにメタバース上のアバターへ関節角度を XML データとしてサーバへ送信することで、動作に反映させ、指人形のように操作する(図9)

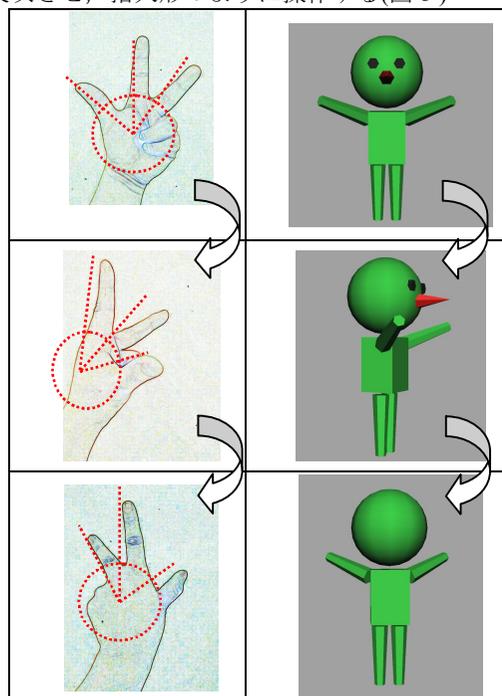


図9 手の動作を Web 上のアバターに反映させる。
指人形の操作なので、基本ポーズが腕を上に向けている状態にある。

4. まとめと今後

現状では背景の色や精度などの問題が残るため、更なる処理の向上を対策する必要があると同時に、サーバへ送信のための遅延を防ぐべく速度の向上を図る比喩用があると考える。

また、両手の画像認識により下半身の操作については本研究では含まれていないため、今後の課題としたい。

本研究では、ゲームやPCの特殊な操作に慣れていないユーザを対象としているため、実際に対象者にメタバースを利用してもらった実証実験が必要である。メタバース部分と Web3D 部分に関しては、株式会社プラスプラス (図10, 11) の協力を得ており、共同研究となる。2009 年秋以降にその実験を行うべく準備を進めている。同社のメタバース、Web3D は ActionScript3[d]を用いたもので、Web ブラウザの中で即時に起動し、プラグインや JAVA のインストールや設定操作は不要であり、また特殊なプロトコルやポートなどを使用しないため、企業でも学校でも即時の導入が可能である利点もある。



図10 共同研究をするプラスプラス社 <http://web3d.jp/>

d) ActionScript は、米国 Adobe Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。



図 1 1 実証実験予定の Web3D

参考文献

- 1) Taehee Lee, Tobias Höllerer "Handy AR: Markerless Inspection of Augmented Reality Objects Using Fingertip Tracking", University of California, Santa Barbara. IEEE ISWC,2007
- 2) Rainer Lienhart and Jochen Maydt, "An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection", IEEE ICIP 2002, Vol. 1, pp. 900-903, Sep. 2002.
- 3) Paul Viola and Michael J. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", IEEE CVPR, 2001.
- 4) Open Source Computer Vision Library http://opencv.jp/opencv-1.1.0_org/docs
- 5) 実践 OpenCV カットシステム刊
- 6) 画像認識とパターン認識入門 森北出版刊

著者紹介



深野 暁雄 (正会員)

東京工業大学 情報理工学研究科 計算工学専攻 社会人プログラム 大学院後期博士課程 1年

著書:「Web 3D自由自在」ラピュータ刊 「パソコンお助け塾」岩波書店刊 「3D CADで始める造形デザイン」ソフトバンククリエイティブ刊