

Kinect センサーと HMD（ヘッドマウントディスプレイ）を用いた

簡易モーションキャプチャ環境の開発及びバーチャルリアリティへの応用

| | | |
|------------|------------|----|
| (代表) 河上 奏太 | 理工学域機械工学類 | 3年 |
| 小林 佳介 | 理工学域機械工学類 | 3年 |
| 土井 祐貴 | 理工学域電子情報学類 | 3年 |
| 北村 和 | 理工学域電子情報学類 | 3年 |
| 滋野井 圓 | 人間社会学域人文学類 | 2年 |
| 川端 茜 | 人間社会学域人文学類 | 2年 |

指導教員

森 祥寛 総合メディア基盤センター 助教

1. はじめに

本来モーションキャプチャを行うには数千万円規模の専門的なスタジオや複雑な操作が必要であり、ごく一部の分野でしかモーションキャプチャを活用することができなかった。

そこで本研究は専門的な知識の無い人でも簡単かつ低価格で実現できるモーションキャプチャとそれを利用したバーチャルリアリティ環境を考案し、より広い分野へモーションキャプチャを応用することを目的とする。

本研究で使用する Kinect for Windows センサー は 2012 年の 2 月に公開されたばかりであり学生が取り組める先端技術であると言える。またバーチャルリアリティは全米科学財団が発表した人類の生活水準に大きな向上をもたらす「今世紀中に達成すべき 14 の重点技術目標」のひとつにも選ばれており、世界的に成果が期待されている技術分野である。

2. Kinect センサーについて

Kinect センサーとは本来 2010 年にマイクロソフトより発売されたジェスチャーや音声認識によって直感的に操作が可能なゲームデバイスであったが、センサーとして非常に優秀であったため発売当初から有志による解析が行われ、2012 年に公式に Windows 対応の Kinect センサー及び開発キットが公開された。

原理の詳細は公開されていないが、分かっている範囲としては RGB カメラと赤外線カメラを用いて深度情報を含めた画像を取得、解析し、人の三次元姿勢を推定するというものである。解析にはあらかじめ機械学習によって用意された膨大な量のサンプルからを用いて 3 次元画像の中のどの部分が人間の体に相当するのかを判断し、3D スケルトンという形で姿勢推定を行う。図 1 に取得することのできる 3D スケルトンの様子を示す。

3. バーチャルリアリティ実現の原理

Kinect センサーによって 3D 姿勢情報を獲得、
獲得した姿勢方法を 3D モデルに適用し、
HMD (ヘッドマウントディスプレイ) に画面として
出力することで擬似的なバーチャルリアリティを

実現する。前述した Kinect センサーの他に、六軸センサーを搭載した HMD を使用することでより詳細な頭部姿勢情報を獲得できるようにした。得られたスケルトン情報を 3D モデルに適用し、自分と同じ動作をさせるアプリケーションを開発する予定だったが、既に有志によって数種類の Kinect 対応のアプリケーションが制作されていた。効率化のため今回は buitt 氏によって開発された MikuMIkuChapture (以下 MMC) を利用して 3D モデルへの適用を行った。図 2 に画面に出力されるまでの大まかなフローチャートを示す。

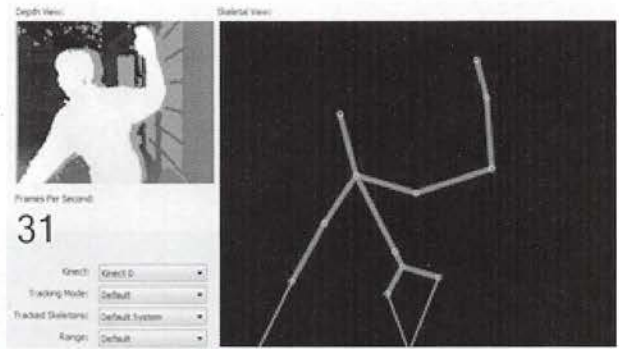


図 1 3D スケルトン

4. 3D 空間内での動作

Kinect によって体全体の動作情報を獲得することはできる。しかし現実での移動範囲はセンサー範囲内に限られてしまう (奥行 0.8~4m、横方向 4m 程度)。そこで DxOpenNI にプログラムを書き加えることで体の動作をスイッチにした様々な動作を加え、3D 空間内での移動の幅を広げる。DxOpenNI とは Kinect によって得られた情報はそのままでは MMC に利用できないため MMC に利用できる形にデータを加工する部分である。この部分に、例えば「膝の位置が胴体に一定以上近づくとモデルの Z 座標を +50」という内容を加えると、その場で足ふみをするだけで 3D モデルを前進させることができる。これにより現実空間での移動範囲の制限に関わらず 3D 空間では無限に移動することが出来る。

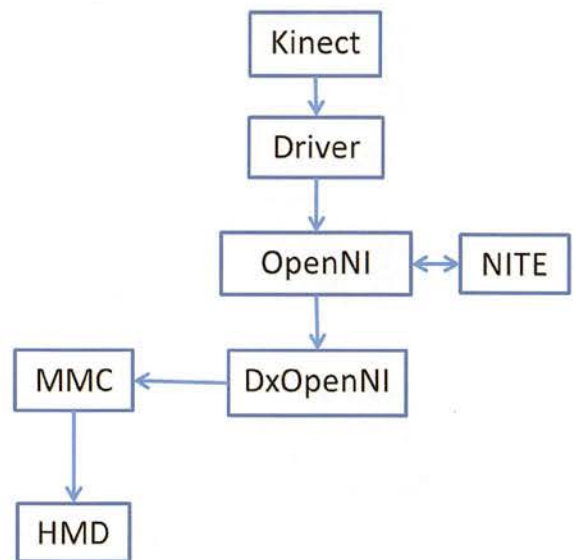


図 2 処理のフローチャート

5. 応用利用

これまでに示したモーションキャプチャ、バーチャルリアリティ環境を用いていくつかの実践的応用を検討した。

5.1 力学解析

静止姿勢状態から現在の姿勢で足にかかる負担の計算を試みる。Kinect で取得した姿勢情報と実際の骨格位置のそれぞれから片足立ちの状態での外転筋、股関節にかかる負荷を計算し、その誤差を検

討する。今回は男性3名女性1名で各2回姿勢の計測を行った。図3に計測の様子、表1に図3での計測結果を示す。



図3 計測の様子

表1 計測結果

| Kinectの値 | | 実際の値 | |
|----------------|----------|----------------|----------|
| 体重 W_b | 50 | 体重 W_b | 50 |
| 垂直抗力 N | 50 | 垂直抗力 N | 50 |
| 脚の重量 W_{leg} | 8 | 脚の重量 W_{leg} | 8 |
| θ | 50 | θ | 50 |
| L_1 | 7.9 | L_1 | 6 |
| L_2 | 9.54 | L_2 | 7.9 |
| L_3 | 6.27 | L_3 | 5.72 |
| M [kg·m] | 12.10017 | M [kg·m] | 18.76132 |
| R_x [kg] | 7.781937 | R_x [kg] | 12.0659 |
| R_y [kg] | 51.26582 | R_y [kg] | 56.36667 |

M が外転筋に作用するモーメント、 R_x が R_y がそれぞれ股関節にかかる負荷である。大まかな負荷の傾向はとれているもののやはり両者には無視できない誤差が見られた。両者の値を詳細に分析すると計測値の誤差は手先足先のような末端部分ではなく肘や膝のような中間関節部分で大きいことがわかった。これはKinectの中間関節位置情報が計算値であることが原因だと考えられる。計測時の服装を体に密着したものにすることである程度の精度向上は確認できたが、どうしてもある程度の誤差は生じた。

5.2 恐怖症の克服

バーチャルリアリティを用いた恐怖症の克服について検討を行った。恐怖症の治療法である行動医療法をバーチャルリアルで行うというものである。今回は状況を再現しやすい高所恐怖症の行動医療法について検証をおこなった。表示されるものがモデリングされた簡単な街並みであるため感じ方に個人差はあるものの、多くの場合高所特有の浮遊感や恐怖といったも体験することができた。また研究期間内にいくつかの研究機関、病院にてバーチャルリアリティを利用した恐怖症の克服事例が報告されており、十分実用的な効果が得られる応用分野だと考えられる。

5.3 リハビリテーション支援システムの開発

Kinect センサーと MMC を用いて脚部のリハビリ支援システムの開発を行った。コンセプトは高齢社会での看護師不足の際、患者一人一人に看護師が就いていなくても患者が一人でもリハビリを行うことができ、看護師の負荷を減らすことができるシステムである。原理としては Kinect センサーで得られた骨格情報を MMC に対応した情報に変換する DpenNI の段階で姿勢状態が特定の条件を満たした場合、画面にそのことを現すなんからの表示を行うというものだ。

今回は踵が膝と足の付け根の部分とほぼ同じ高さになった場合画面に矢印を表示するという内容のシステムを作り、実際に使用してみた。図 4 は実際に人が足を動かしているようす。図 5 は足を動かしたときの画面の様子である、なお図 5 の写真の右上の赤い人型はセンサーが捉えた人の動作の様子である。足を上げると画面に矢印が表示され実際の人の動作に対応していることがわかる。



図 4 センサーの前で足を動かす様子



図 5 足を動かした時の画面の様子

このシステムをリウマチの人に実際に試してもらったところ、足を真っ直ぐにしたまま膝の高さまでもっていくという動作が非常に難しく、システムが矢印表示を行うまでの動作を行うことができなかった。そこで条件を踵が膝に近い高さまで上がった場合にまで緩和したところ、ある程度の動作を確認することができた。課題としてシステム正常が動作するためには踵がはっきりと認識できる形で

見えている必要があるが、リウマチの人の場合踵を曲げるのが難しく踵の認識の段階でエラーが生じることがある。リハビリが必要な人でも問題なく動作させることができる条件は試行錯誤を重ねて練り上げていく必要がある。

このような課題はあるものの、体への適度な負荷は確認することができ、十分リハビリ支援となりうるシステムを完成させることができた。Kinect センサーを用いたリハビリ支援は十分に可能な技術であり、現場での試行錯誤を重ねることで将来看護師の負荷を減らす一肩となりえるだろう。

6. 結言

いくつかの利用を実践してみた結果、Kinect を利用したバーチャルリアリティは体全体を利用した応用には強く、細かい部分の動作が必要な応用には弱いという傾向が見えてきた。これはセンサーが獲得できる位置情報が限られており、人型のスケルトンという形で姿勢情報を取得していることに起因する。将来的に指先の位置レベルの詳細な位置情報が獲得できるようになればさらなる応用が可能になるだろう。

今回行ったいくつかの応用の中では高所恐怖症克服、そしてリハビリ支援システムが最も実用レベルに達していた。このような「設定した環境を体験する」「設定した条件の動作に対して反応を返す」という形の利用が最も現実的な利用方法となるだろう。自宅に居ながらローマの神殿を歩き回るといった観光産業、鳥になって空を飛ぶといった娯楽的利用も今後行われていくだろう。

また本研究を行っている間に Kinect 自体のバージョンアップが行われた。顔の表情情報の獲得や物体の三次元形状の記録といった新たな機能が追加され Kinect 応用分野の広がりや留まる様子がない。我々も新たな機能の利用や現状の環境のさらなる改善を目指して研究を続けていくつもりだ。

7. 参考文献

本研究を行う上で下記に示す文献を参考にした。

参考文献

- (1) payashim: “Kinect のトラッキング原理「部位認識に基づく 3D 姿勢推定」”
- (2) Wall Street Journal: “Key Kinect Technology Devised in Cambridge Lab”, TECH EUROPE
- (3) 中村 薫.: “Kinect for Windows SDK プログラミング C # 編”