

Kinect センサーと拡張現実を用いた

胸骨圧迫の姿勢学習アプリケーション

A Development of Posture Learning Application of Chest Compressions Using Augmented Reality and Kinect Sensor

渡邊 宏尚[†] 土田 栞[†] 佐々木 富子[‡] 宮尾 スミエ[‡] 皆月 昭則[†]

Hirotaka Watanabe Shiori Tsuchida Tomiko Sasaki Sumie Miyao Akinori Minazuki

1. はじめに

胸骨圧迫は心肺蘇生法(CPR)の効果を最大限にするための唯一の術である。CPR の概要や方法論は講習会等で社会に周知されているが、胸骨圧迫手法の実践的かつ学習の評価は十分ではない。本研究では胸骨圧迫時の腕や肩・頭の姿勢推定に着目し、圧迫時の両腕が曲がっていないかを判定するアルゴリズムを開発した。腕への伸展位と屈曲位の変位を検出するためのセンサーカメラとして Kinect for Windows を用い、圧迫加重の変化を検出するためにバランス Wii ボードを用いた。そして、ユーザインターフェースには拡張現実機能 (AR) を開発し実装した。

2. 心肺蘇生(CPR)における胸骨圧迫

胸骨圧迫に関する先行研究およびエビデンスを検討して、本研究で考案した手法の信頼性を明らかにした。

2.1 胸骨圧迫に関するエビデンス

心肺停止した傷病者に対する胸骨圧迫においては、圧迫深度が重要である。例えば AED を用いる除細動成功においても、圧迫深度が関与しており、圧迫深度が浅い場合、除細動の成功率が低い[1]。胸骨圧迫深度の値は 5cm で、毎分 100 回以上の圧迫を最小限の中断で繰り返すことが必要という報告もある[2]。また、5cm の胸骨圧迫深度を実現するには、50kg の圧迫力が必要という報告もある[3]。以上のエビデンスを調査した結果、圧迫深度と圧迫力不足による救命率低下が報告されており、救命率向上には、適切な圧迫深度と圧迫力のための姿勢評価が重要であり検討を本研究で開始した。

2.2 伸展位圧迫の重要性を立証する実験

胸骨圧迫は、傷病者の胸の真中に対して、指先を胸壁にあてず、手掌基部を用い、肘から手掌基部へ外力が鉛直に加わるように圧迫することが必要である[4]。本研究では、両腕が伸展位（真っ直ぐに伸びた状態）と屈曲位（真っ直ぐでない状態）の圧迫力の比較検討実験をした。

実験では、図 1 に示すような肘角度 70°~80° の伸展位と肘角度 20°~30° の屈曲位の姿勢から圧迫力の強さを計測する実験をした。実験の対象者は 20 代の男女複数人に実施した。圧迫の傷病者には CPR 訓練用模擬人形を用いた。圧迫力が測定するためにバランス Wii ボードを用いた計測用インターフェースを開発した。

結果、圧迫力の平均は、男性が伸展位で 48.7kg、屈曲位 34.0kg、女性が伸展位で 44.3kg、屈曲位 30.2kg で、男女ともに

腕が伸びている場合と、曲がっている場合の圧迫力差が明確になった。



図 1 伸展位圧迫(左)と屈曲位圧迫(右)

3. システムの概要

本研究の実験の検討から、質の高い胸骨圧迫には、伸展位と屈曲位の評価ができるようなシステム要件を考案した。

3.1 システムの概要

システムはセンサーカメラで取得したユーザの両腕の位置（深度）情報を AR 表示になるように変換処理し、モニターにリアル表示する。深度情報の処理では、両腕の状態推定（角度）によって、伸展位と屈曲位の判定処理を実施し、同時に圧迫力の判定処理もしている。

3.2 開発環境

システムの開発環境は、Microsoft Visual Studio 2013、.NET Framework 4.5 の環境において C#言語による実装を行った。システムは、①Kinect for Windows ②バランス Wii ボード ③Bluetooth USB アダプター ④Windows 7 の OS 環境 PC ⑤平面置き LCD モニター（ユーザ姿勢視認モニター）である。

3.3 システムの機能

3.3.1 センサーカメラによる伸展位と屈曲位の検出機能

胸骨圧迫における腕の屈曲位判定には、Kinect for Windows のセンサーカメラを用いて検出したデータを用いて処理した。センサーカメラでは、カメラ側の座標軸における両腕の各関節の XY 座標を取得し、関節間の角度抽出を行う。各関節は解剖学的関節の外観に依拠するように判定処理した。

3.3.2 圧迫姿勢の拡張現実 (AR)表示機能

システムでは、センサーカメラからのユーザ姿勢映像をリアル表示するようにした。システム開始時にユーザの骨格情報を取得しており、取得成功の確認のため、両肩・両腕にかけて白色ラインが重量表示される。ユーザは腕や肩・頭の姿

[†] 釧路公立大学 Kushiro Public University[‡] 釧路考仁会看護専門学校 Kushiro Kojinkai Nursing School

勢推定の AR 表示を参照しながら、腕が伸展位になるような姿勢を意識して胸骨圧迫をすることが可能である。

3.3.3 圧迫・除圧テンポの気づき機能

ユーザが胸骨圧迫の姿勢に移行すると、毎分 100 回のビープ音を報知するようにした。質の高い胸骨圧迫は毎分 100 回以上の圧迫が必要であるため、ビープ音を意識・追従することで、圧迫・除圧テンポを学習することが可能である。

3.3.4 圧迫力の計測機能

圧迫力と除圧はバランス Wii ボードを用いて検出して判定処理している。モニター部のリアル表示で、圧力 (kg) が表示されるため、ユーザは十分な圧迫が達成されているのか確認することが可能である。

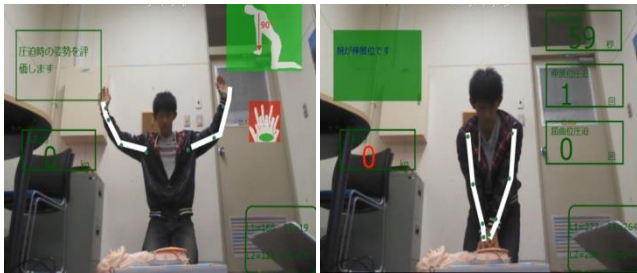


図 2 ユーザ姿勢確認用モニター画面

3.3.5 胸骨圧迫の判定処理概要

ユーザの胸骨圧迫に対しては、本研究 2.2 節で述べた伸展位圧迫と屈曲位圧迫の実験結果に基づくパラメータを用いており、圧迫力 (40kg 以上の判定) と腕の角度 (伸展位と屈曲位の判定) を基軸にした総合判定で、質の高い胸骨圧迫の判定結果を導出する。図 3 に示すように、伸展位でも圧迫力が 40kg 未満の場合、圧迫不足と判定する。

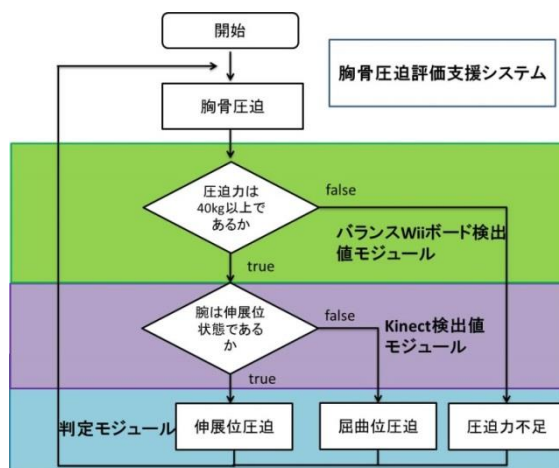


図 3 胸骨圧迫判定処理概要

3.4 腕の角度変位導出方法

胸骨圧迫支援システムにおいて、ユーザの腕の角度の検出判定は、Kinect センサーが取得する座標軸における腕の各関節の座標変位によって判定する。

左肩から左肘の角度推定の場合、左肩の関節座標を点 $P(X1, Y1)$ 、左肘の関節座標を点 $Q(X2, Y2)$ 、点 R (点 P 上方向の座標) の座標 $(X1+X2, Y1)$ 、左肩から左肘の関節間の線分を PQ とし、各関節の座標情報をもとに $\triangle PQR$ を設定し、三角法による余弦値を介して点 P を基点とした線分 PQ の角

度変位を推定している。ただし、点 P を基点とした線分 PQ の角度は、 360 度から $\angle QPR$ を差し引いた角度 $(360 - \angle QPR)$ であり、 $Y1 < Y2$ の場合、線分 PQ の角度は $\angle QPR$ を導出する。

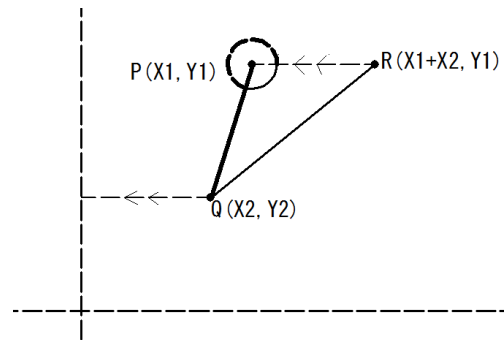


図 4 線分 PQ (左肩から左肘までの角度) 推定法

4. 検証

システムの有用性と学習効果を考察するため、CPR の未経験者である大学生、CPR の経験者である看護学科学生による検証を行い、そのうち 16 人は、2 週間ごとの使用と熟練度・学習効果におけるパネル調査 (追跡) をした。



図 5 検証時の様子 (看護学科学生)

5. 結果

学会登壇時に述べる

6. おわりに

AED の普及が拡大しているが、胸骨圧迫は必ず併用しなければならない。従来、胸骨圧迫時の姿勢と圧迫力の関係を明らかにしながら学習する支援システムはなく、本システムを地域・社会プロジェクトとして位置づけ普及拡大していきたい。

参考文献

- [1] Dana P. Edelson, Benjamin S. Abell, Jo Kramer Johansen, Lars Wik, Helge Myklebust, Anne M. Barry, Raina M. Merchant, Terry L. Vanden Hoek, Petter A. Steen, Lance B. Becker, "Resuscitation", *j.resuscitation*(2006), pp.137-145
- [2] JRC ガイドライン 2010 成人の二次救命処置(2010), 日本蘇生協会サイト, http://jrc.umin.ac.jp/pdf/G2010_02_ALS_120208.pdf
- [3] A.E. Tomlison, J. Nysaether, J. Kramer Johansen, P.A. Steen, E. Dorph, "Resuscitation", *j.resuscitation*(2006), pp.364-370
- [4] 小野寺 憲治, "コメディカルによるバイタル異常・急変・ME 機器でのアラームサインへのアプローチ 緊急治療を要する疾患の病態生理と薬物治療", 日本救急医療団(2010), p.92