

胸骨圧迫の姿勢・圧迫加重動作の AR 表示による 教育訓練システムの開発

渋谷 卓磨[†] 皆月 昭則[†]

釧路公立大学[†]

1. はじめに

心停止の傷病者に対する緊急の処置方法である心肺蘇生 (CPR) は, AED (医療機器) を用いる前後に実施する人間のなすべき術である. 胸骨圧迫の実施において, 胸骨を圧迫する的確な姿勢は難しく, 専門的な技術的実践学習が必要である. 実際, 不的確な姿勢による胸骨圧迫は, 胸骨から心臓への動力 (圧迫加重) が不足し, 十分な圧迫深度が得られないため, 蘇生が達成できなかったというエビデンスが報告されている [1]. まず, 本研究では成人を対象としたアンケート回答者に開発したシステムを用いて CPR 体験をさせた. 的確な胸骨圧迫の達成 (腕が垂直で正しい姿勢になっているかを判断する伸展位と屈曲位状態) については, CPR 講習経験者群と未経験者群を比較した場合, 両群に達成差はなく, 的確な胸骨圧迫の達成は両群で半数者が達成できた.

本研究では, 的確な胸骨圧迫を評価するシステムを開発した. システムには Kinect for Windows v2 の機器を制御するソフトウェアを開発し, システムのインターフェースには, 訓練者の実施姿勢を実況モニターするため AR (拡張現実) 技術を用いた. システムは訓練中において視覚的動作補正を促進し, 個人訓練用の学習機材として公開した.

2. 的確な心肺蘇生術の要件とシステム化

的確な胸骨圧迫の要件は「胸骨の圧迫深度値 5cm, 毎分 100 回以上」, 最小の中断時間 (数秒程度) で圧迫継続することである [2]. 圧迫は傷病者の胸の真中に対して指先を胸壁にあたらぬように, 肘関節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]. 圧迫深度 5cm を実現するためには, 平均して 50kg 以下の圧迫力が必要であるという報告を元に要件を設定した [3].

本システムでは, 上腕骨と前腕骨が伸展位と屈曲位変化を Kinect センサーで検出し, 同時に圧迫時の圧力変化 (kg) を Wii ボード (バランス Wii ボード) センサーで検知しメインシステムモジュールで集約処理し判定評価するシステムを開発した. ユーザ (訓練者) は Wii ボード上に設置された胸骨圧迫訓練用マネキンに対して胸骨圧迫を実施する. Fig. 1 で示したように, メインシステムは Wii ボードで取得した

ユーザの圧迫力を定量評価し, 同時に Kinect のセンサーカメラで取得した姿勢と両腕の状態を推定 (角度取得判定) して, 伸展位と屈曲位を判定処理する. 取得したユーザの両腕の位置を追従し AR で仮想変換処理して, ユーザ側の視線前方直下のモニターに表示する. 結果, 圧迫ごとの胸骨圧迫の状態変位の評価値 (コメント付き) を獲得できる.

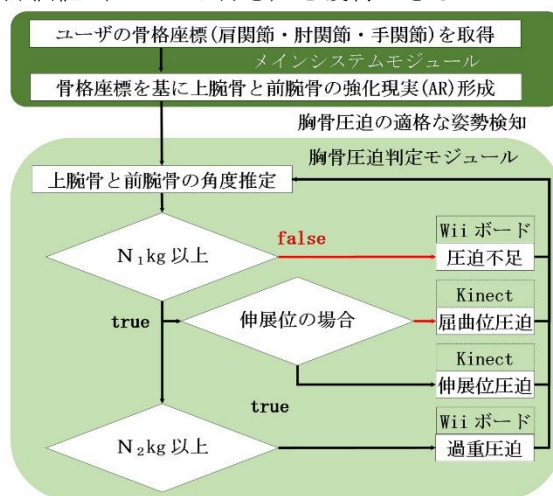


Fig. 1 システムと胸骨圧迫判定処理概要

3. システムの機能

システムは①Kinect for Windows v2, ②バランス Wii ボード, ③床面設置の報知モニター, ④胸骨圧迫訓練用マネキン, ⑤WindowsOS 搭載ノート PC で構成されている.

3.1 Kinect センサーによる腕の角度変位推定

ユーザの姿勢変位の状態推定判定は Kinect センサーが取得する 3 点 (肩・肘・手首) の座標値を取得処理した. 左肩から左肘の場合, Fig. 2 のように左肩の座標の点 $P(X1, Y1)$ から左肘の座標の点 $Q(X2, Y2)$ で構成する線分 PQ の角度変位によって余弦値を導出して判定処理した.

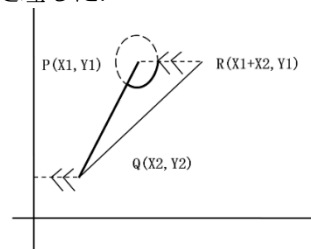


Fig. 2 左肩から左肘までの角度推定方法

A Development of AR-Based Educational Training System for CPR

[†]Takuma Shibuya, Kushiro Public University

[†]Akinori Minazuki, Kushiro Public University

3.2 圧迫姿勢の拡張現実表示機能

システムでは, Kinect センサーカメラからのユーザ姿勢映像に情報を AR によって重畳表示するようにした. Fig. 3 のように, ユーザの骨格情報を取得する際に, 取得成功時の確認機能として「両肩・両腕が白色ライン」で強調表示される. Kinect センサーが推定した角度(左肩から左肘, 左肘から左手首, 右肩から右肘, 右肘から右手首)の構成を検知して, 腕が伸展位状態と屈曲位状態変化を判定する. 判定は両腕の4種の角度を基準にして閾値を導出設定しており, 腕の角度が外れるごとにユーザインタフェース上にアラートを重畳表示する. ユーザは腕や肩・頭の姿勢推定のAR表示に気づき, 腕が伸展位になる姿勢維持を目標に補正し, 正しい胸骨圧迫姿勢を学習することが可能である.



Fig. 3 ARによる伸展位圧迫(左)と屈曲位圧迫(右)

3.3 圧迫テンポ想起と圧迫力の実況機能

システムでは, 報知モニターにハートマーク色で「Hot Pink, Light Pink, Black」の3段階表示することで視覚的に圧迫テンポが学習可能である. 圧迫パラメータはFig. 1の N_1, N_2 とし, Wii ボードを用いて検出した処理判定によって, $N_1\text{kg}$ 以下の圧迫の場合「圧迫不足」, $N_2\text{kg}$ 以上の場合「過剰圧迫」と判定表示される. 過剰圧迫と判定された場合, モニター全面が赤色に変化して警告する. 圧迫不足, 過重圧迫のパラメータ値は事前検証データを分析して設定した.

3.4 達成値の学習フィードバック保存機能

Fig. 3のように1分間の胸骨圧迫後, 伸展位圧迫と屈曲位圧迫, 過重圧迫それぞれの回数の各達成値に評価コメントを付加する達成学習評価モジュールを実装した. Fig. 4は伸展位圧迫や屈曲位圧迫の回数に応じて学習フィードバック表示でユーザに提示され, 同時にシステムに保存される.

<p>Excellent !!</p> <p>伸展位圧迫: 83回 屈曲位圧迫: 2回 過重圧迫: 1回</p> <p>合計圧迫回数: 85回</p>	<p>Keep trying !!!</p> <p>伸展位圧迫: 70回 屈曲位圧迫: 8回 過重圧迫: 5回</p> <p>合計圧迫回数: 78回</p>
--	---

Fig. 4 達成学習フィードバック画面遷移例

3.5 システムのアジリティ性の実現

システムでは, 圧迫力パラメータ値を変更し, 胸骨圧迫時の腕を両腕と片腕の両方に対応し, 小児に対する CPR の訓練も可能になった. また, 在宅医療用ベ

ッドでの急変時の訓練機能も可能にした. 高齢者人口の増加や, 近年では疫病や障害を抱えながらも自宅や住み慣れた地域で生活をする実態から在宅医療のニーズ対応した. よって, 本システムのアジリティ性は, CPR をさまざまな場に対応させた.

4. 検証結果と社会貢献

本システムによる訓練で正しい胸骨圧迫姿勢の会得が可能であり, 救命現場での実践が期待できる. 検証の詳細は学会登壇時に述べる. 「リバイビング・プロジェクト」は, ホームページによる手法の紹介やシステムの公開, 活動報告等を通して, 正しい心肺蘇生に対する関心を社会に浸透し, 拡大することを目指している.

5. まとめと展望

従来の CPR 講習では, 胸骨圧迫時の姿勢の矯正指導は難しい. 蘇生を達成するためには, 「圧迫深度・テンポ」の実現のための確かな姿勢が必要である. システムでは, リアルタイムで姿勢を視認補正しながら胸骨圧迫の訓練学習が可能である.

今後は検証結果を踏まえた改良を継続していく. 一般人(医療者ではない)の心肺蘇生術は路上に倒れている傷病者(成人)に対して行うことを想定しているが, 本システムは, アジリティ性によって成人と小児, ベッド上の高齢者に対しての心肺蘇生の訓練を可能としており, 今後, さまざまなシーン(場所)や姿勢状態, さまざまな傷病者に対しての CPR を想定した, システムデータを得てシステムの向上を実施する.

参考文献

- [1] Dana P. Edelson, Benjamin S. Abella, JoKramer-Johansen, etc: Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest, Resuscitation. Volume 71, Issue 2, November 2006, pp.137-145.
- [2] A. E. Tomlinson, J. Nysaether, J. Kramer-Johansen, P. A. Stroom, E. Dorph: Compression force-depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation, Resuscitation. Volume 72, Issue 3, March 2007, p. 364-370
- [3] Christina M. Gilmore, MD, Thomas D. Rea, MD, MPH, Linda J. Becker, MA, and Mickey S. Eisenberg, MD, PhD: Three-Phase Model of Cardiac Arrest: Time-Dependent Benefit of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation, The American Journal of Cardiology. Volume 98, Issue 4, 15 August 2006, pp. 497-499.
- [4] 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生理と薬物治療, 薬事日報社(2010), p. 92.