

心肺蘇生法学習支援システムにおける圧力誤差問題の検討

深川 恵輔[†] 境 大地[†] 金森 唯真[†] 高野 美希[†] 神田 祐華[†] 皆月 昭則[†]
 釧路公立大学[†]

1.はじめに

心肺蘇生法（以下、CPR）は、心肺が停止状態の傷病者を実施する唯一の救命措置の手法である。日本では、主に講習会において CPR の学習が行われている。我が国において心臓突然死のリスクが高い年齢は、50 代後半から 70 代にかけての男性に多い。また、在宅時の心停止が 3/4 を占めており、救急車が到着するまで CPR の手法を行使する役割は、家族など子弟の人々である[1]。我が国の CPR 教育及び講習会は高校生以下の生徒へ十分に行われておらず、CPR 講習会では、医療専門用語が用いられることも多く、高校生以下の生徒は CPR 学習に主体的に参加できていない現状がある[2]。本研究では、長時間の講習会方式と異なり、短時間に学習者が学習意欲を持って CPR 学習に取り組めるよう、CPR の体験学習にエンターテインメント性を取り入れ、構築を行った。本システムでは、AR 機能を用いて、体験学習者の CPR の圧迫回数の評価、CPR 時の加圧評価と姿勢評価など、システムのマルチスレッド技術で可能にした。加えて、本研究では、CPR の対象者の個別性の観点の分類によって、成人と乳幼児の圧力減少についてシステムを用いて比較検証した。結果、CPR 時における圧力減少時の課題を発見した。本システムにおいてはフォースプレートの機能を果たす Wii Balance Board 上に設置されたマネキンを加圧する際のフォースプレートのセンサーの誤差が生じる課題に対しても、正確な圧力を検出できるようにシステムの精度を高め、CPR 体験学習時の正確な評価を体験後に出力・表示することを可能にした。

2.システム概要

本システムは Wii Balance Board、Kinect for Windows（以下 KINECTver.2）、Windows OS の PC によって構成されている。開発環境は Visual Studio2017, NET Framework4.5 の環境で、C#プログラミング言語を使用し、開発し実装した。

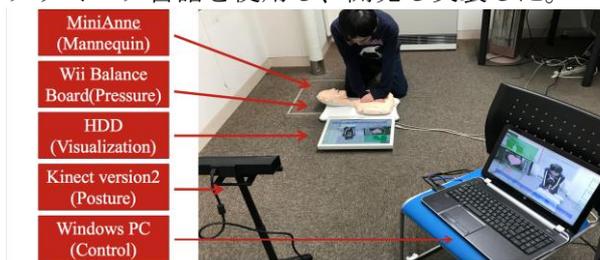


図1 システム設置と体験学習の様子

2.1 システムによる加圧評価と姿勢評価

加圧評価は、本システム上でフォースプレートの役割を果たす Wii Balance Board に内蔵されたセンサーによって行われる[3][4][5]。また、姿勢評価については KINECT センサーが検出した角度構成（左手の場合、左肩から左肘を結ぶ線分と左肘から左手首を結ぶ線分の角度を検出）を基準とし、学習者の腕の伸展位状態と屈曲位状態を判定している[3]。角度設定の閾値から外れる毎に、本システムの AR 機能によって、床面置きモニターに各種アラート表示される。



図2 伸展位圧迫と屈曲位圧迫（成人女性モード）

3.エンターテインメント性を考慮した設計開発

本システムは、学習者が学習意欲を持って CPR に取り組めるよう、エンターテインメント性を考慮した設計による操作・出力シーケンスを実装した。本システムにおけるモニターの出力表示は、キャリビレーション前の準備画面、AR による UI 画面、結果振り返り学習の評価画面である。

3.1 ホーム画面

本システムには、準備（ホーム）画面を設定し、コンテンツには CPR 対象者の選択ボタンを設定した。成人男性、成人女性、乳児のいずれかを選択することにより、対象への心肺蘇生に向け UI や計測パラメーターが変更される。ホーム画面は図3のように学習意欲を持たせるように親和的なクジラのデザインで設計した。

MainWindow - □ ×



図3 準備（ホーム）画面

3.2 視覚認知性を向上させる AR-UI 機能

インターフェース (AR-UI) は、学習者が CPR に集中して取り組めるように拡張現実感と視覚認知特性を考慮して設計した。伸展位圧迫と屈曲位圧迫の動的変化の視覚的認知性を考慮し、瞬時に変化が判読できるようにした。



図4 AR インターフェース画面 (成人男性モード)

3.3 結果・自動評価フィードバック機能

本システムは、学習者が行った伸展位圧迫と屈曲位圧迫の合計回数に応じた全5種類の評価のフィードバック画面が CPR 後に自動的に表示され、学習者は、自身の CPR の結果を振り返ることが可能である。講習会を調査・観察すると、医療専門用語が多く、一般人にとって難解なため、振り返り機能の評価の文言では、それらの用語を用いなくて、一般人の CPR 学習向けにコンテンツを検討し、図5のようにフィードバック画面のレイアウトに採用した。フィードバック画面で、CPR 学習のアドバイスの指導者は、ほ乳類最大の心臓をもつクジラをモチーフにしたキャラクターが教師であり、体験学習者の記憶に残りやすい学習支援のエンターテインメント性を設計デザインした。



図5 フィードバック画面

4. システムの圧力誤差問題への精度向上策

乳幼児を対象とした CPR の学習評価システムの設計開発では、システム設計・実装時の有用性の仮説と具体的方策の明確化を行うため、検証テストを行った。乳幼児を対象にする機能化では、二本指圧迫法 (乳幼児に CPR を行う際の加圧手法 [6]) で学習者の指先が Wii Balance Board の表面上を直接圧迫した場合と、乳幼児用

のマネキン (ミニアン) を Wii Balance Board 上に設置し、マネキンの胸郭前後径部から Wii Balance Board へ鉛直方向に加圧を加えた場合で、システムが検知する圧力に誤差が生じている課題を解決した。課題の具体的現象は、指先で Wii Balance Board の表面上を直接加圧した場合に、システムが検知する圧力の値が相対的に高くなることに対して、圧力誤差が生じる原因を動力学的モデルから解明し、Wii Balance Board が検知する圧迫面積 (接地圧) の違いによることを明確にするためパラメーター設定テストから最適パラメーターを導出し、プログラムコードを改良して実装した。

5. 検証

検証は学習者が 100 回の加圧を行い、システムが検知した Wii Balance Board にかかる加圧毎の圧力の最大値のデータを取り、直接の圧迫と、マネキンを介しての圧迫とで比較検証した。加えて、これは乳幼児対象と成人対象のシステムとの両方でデータを取得しており、詳細は登壇時に述べる。

6. まとめ

本システムでは、エンターテインメント性を備えた CPR 学習システムであり、成人用マネキン、乳児用マネキン共に、学習の際の圧迫力加減 (圧力誤差値) への対応も行い実装した。システムは、保育士の CPR 講習会にも導入した。CPR 講習会においては、学習者の CPR への評価が困難であるため、記憶に残る学習法が検討されるべきであり、システムの改良を継続する。また、CPR 学習においては、学習を反復する取り組みが必要であり、小学校、中学校、高等学校を通して、子どもの理解段階に応じた学習コンテンツも検討し、命の教育を分かりやすく、かつ正確に行うことの重要性を明確にしていく。

参考文献

- [1] Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): Ken Nagao Dr, et al (SOS-KANTO study group). An observational study. Lancet 2007; 369: 920-26
- [2] The problems and barrier of the CPR in school on school environment : Hiroyuki TAKAHASHI, Hideharu TANAKA, Yuki NAKAYAMA, Tomoya MAESUMI, Ami NAKAO, Toru SHIRAKAWA and Tutomu KOMINE
- [3] JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, 第2章 成人の二次救命処置 (ALS), 日本蘇生協会
- [4] Chest wall injuries following cardiopulmonary resuscitation : Catherine J. Black Anthony Busuttill, Colin Robertson
- [5] Compression force-depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation : A.E.Tomlinson, J.Nysaether, J.KramerJohansen, P.A.Steen, E.Dorph
- [6] JRC 蘇生ガイドライン 2015 オンライン版, 第3章 小児の蘇生 (PLS), 日本蘇生協会