

機関番号：33704

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：平成 20 年 ～平成 22 年

課題番号：20500850

研究課題名 (和文) 血液の流れ検出を中心とした身体計測によるコンピュータ教材の開発

研究課題名 (英文) Development of computer teaching material by body measurement that used detection of blood flow

研究代表者 伊藤 敏 (ITOU SATOSHI)

岐阜聖徳学園大学・経済情報学部・教授

研究者番号：80130946

研究成果の概要 (和文) : 学習者のからだの血液の流れを赤外線を用いて非侵襲的に観察し、得られたデータを処理する過程を通じて情報処理の基本を学ぶ教材システムの開発を行った。拍動の視覚化という立場で、小学校 6 年生を対象に「動物のからだ」単元で、実践を行った。指先からの脈波を波型表示し、クラス全員でプロジェクタを通じて共有した。アンケート調査を通じて体への興味を喚起することが可能なことを実証した。

数値処理の立場で、脈波装置から出される光強度の経時変化数値データを処理解析する教材を作成した。高校生対象に実践授業を行った。高校生各自のそれぞれ自分のデータを csv 形式で渡し、数値からグラフ表示をしてピーク間距離を求め、脈拍数を計算する課題とした。多くの高校生が脈拍数計算を完了し、数値処理の教材としての有効性を示した。

これらの実践を通じて、学習者自身の拍動データを利用した教材は小学校から高等学校までの幅広い学年で有効である可能性を示した。

研究成果の概要 (英文) :

The stream of the blood of learner's body was observed noncritical by using infrared rays, and the teaching material system that learnt the basis of the information processing through the process of processing acquired data was developed. In the standpoint of visualized materials, it practiced it by "Animal's body" unit for the sixth grader in the elementary school. The pulse wave from the tip of a finger was shape of waves displayed, and it shared in the entire class through the projector. It was proven to be able to rouse the interest in own body from the questionnaire survey.

The teaching material that processing analyzed change with the lapse of time numeric data of the light intensity put out from the pulse wave device was made in the standpoint of numeric processing. The practice class was done to the high school student object. The each one high school student passed his data respectively by the CSV file, the graph was displayed from the numerical value, and it was assumed the problem that calculated the number of pulses for the distance between peaks. A lot of high school students completed the pulse number calculation, and effectiveness as the teaching material of numeric processing was shown.

The teaching material using the beat data of the learner showed an effective possibility in a wide school year through these practice.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：情報教育

科研費の分科・細目：科学教育 教育工学 ・教育工学

キーワード：教材情報システム、五感、刺激、血液の流れ

1. 研究開始当初の背景

高度情報社会の進展とともに情報を活用する能力、および独創性・創造性の育成が重視されているが、これには学習者の自発的な学習行動を受け入れる学習環境が重要である。自発的な学習行動を促すには、何をしているかがわかる教材が不可欠である。このために、五感を使った教材は有効であろう。体験できるイベントや「何々を作ろう講座」に多くの参加者がいることも、こういった教材の必要性を示唆している。

2. 研究の目的

学習者自らの体を調べることを軸足に置き、学習者が実感できる教材を提案する。赤外線を用いて指先の血液の流れをリアルタイムで表示・観測する装置を作成し、解析・表示装置と組み合わせて教材システムを構成する。リアルタイムで表示することで、心臓の拍動などと連動して学習者は何をしているかが明確になる。得られたデータの処理過程も目的・結果が明確になる。これにより学習者はコンピュータの支援により、血液の流れと言う実在が数値データとして抽象化され処理過程を経由して実態と結びつく過程を学ぶことで、情報処理の基本を体験しながら学び、さらには独創性・創造性の育成の一助となることを狙いとす。

3. 研究の方法

研究目的を実現するために、(1) 学校現場で安全に血液の流れを検出するシステムの作成 (2) 実践による検証 をする必要がある。

(1) システム作成

指先から非侵襲的にリアルタイムで拍動を検出する装置を開発した。心臓は拡張と収縮を繰り返すことで、血管を通じて血液を全身へ送り出し、心臓へと戻す。この心臓の拡張と収縮である拍動が指先の毛細血管にも伝わる。生体に赤外線を照射すると散乱され、主に血液のヘモグロビンにより散乱光は吸収される。拍動に伴う毛細血管の膨張収縮により指先の血液量は変動し赤外線の散乱強

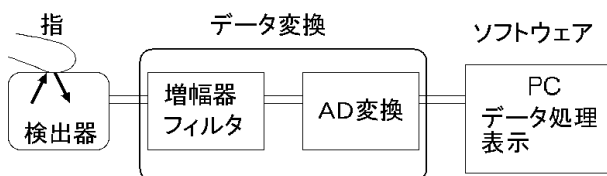


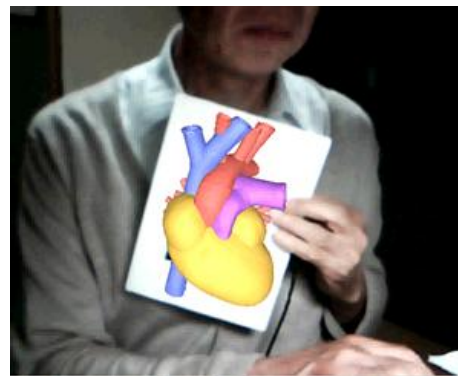
図 1. 測定装置のブロックダイアグラム

度に変化を及ぼす。散乱光強度を電氣的に測定することで、指先での血液量の増減を検出し、拍動を測定することができる。開発した装置のブロックダイアグラムを図 1 に示す。検出増幅をするハードウェア部とデータ表示をするソフトウェア部に分けられる。図左の検出部で赤外線を照射し、散乱光をフォトトランジスタで電気信号へ変換する。データ変換部で信号を 200 倍に増幅し、直流成分・高周波成分をフィルタリングする。サンプリング周期 50ms、10 ビットで AD 変換して、シリアルデータとして USB 経由でコンピュータへ送信する。

測定装置から送信される数値データは光強度であり、指先の血液量、すなわち拍動により変動する。そこで、拍動の表現法として次の 3 つが考えられる。

1. 心臓の模型を数値により拡大収縮表示
2. 数値の時間変化をグラフで表示
3. 直接数値データとして出力

1 は直接的でわかりやすい。しかし拍動の時間による経過を記録することができず、時間



図

2. ミックスリアリティでの心臓拍動表示

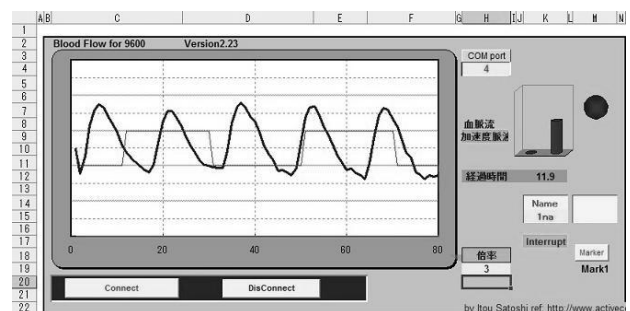


図 3. Excel による拍動のグラフ表示

をさかのぼって確認することができない。1による表示例を図2に示す。2は値の上下動で表現され間接的であるが、グラフにより時間経過を記録・観察でき、拍動の周期性を確認可能である。2による表示例を図3に示す。3はCSV形式のファイルとして提供し、Excel等を用いて数値処理の実習に供することが可能である。

(2) 実践による検証

① 小学校における検証

小学6年の理科の授業で本教材を用いた実践を行った。通常の授業の流れの中で実施され、「動物のからだ」単元後半部、呼吸と食物の授業が終わった後の1時間(45分)、児童30名で実施した。空気と血液および食物と血液の関連を復習した後に、拍動や血液の流れを実感する方法を児童に質問をした。手首・首(頸動脈)を指で押さえて拍動を感じる実践を行った。その後、本教材で、教師と3名の児童が被験者となり測定を行った。上記2の方法を用い、心臓の拍動を模した円グラフによる拡張収縮表示を併用した。被験者の選定は挙手により行ったが、ほぼ全員が手を挙げた。装置の操作は教師が行い、測定画面はプロジェクタで投影し児童全員で共有した。

学習後、参加全児童にアンケート調査を実施した。アンケートの質問と5段階評価による平均値をつぎに示す。

- a. 指先に血が流れていることを実感できたか? : 4.2
- b. 指先の血の流れと心臓の動きが繋がっていることを実感できたか? : 4.6
- c. 拍動を感じられたか? : 4.5
- d. 人のからだは素晴らしいと思ったか? : 4.5
- e. この装置を使った授業に興味を持てたか? : 4.4

数値が大きいくほど高い評価を示す。指先と心臓の動きの関連、拍動を実感できるかについては、すべての項目で4.2を超え、指先と心臓の関連を強く感じている結果を得た。

② 高校での実践検証

開発した教材の評価を行うため、高校での授業実践を行った。「情報」の模擬授業という形をとり、1)普通科2年生の希望者16名を2クラスに分けて、8名を対象にそれぞれ50分授業を実施、2)商業科1年希望者20名を1クラスとして60分授業を実施。参加者全員の測定を行い、測定はプロジェクタを通じて全員で共有をした。各自の数値データを配布して、ピーク間時間と脈拍数を算出する課題とした。1)の普通高校では数値データをExcelで波形グラフをして表示後、印刷をして各自に渡した。2)の商業科ではCSV形式の数値データをファイルで渡し、各自がExcel

で処理する手法をとった。なお、学習後、小学校と同じアンケート調査を実施した。結果はいずれの場合の、3.4から4.1と比較の高い値を示した。「何をしているかわかった」を問う項目では4.0という評価を得た。また、脈拍数の計算は1)で70%が、2)では85%が計算完了した。

4. 研究成果

本教材は学習者の心臓の動きの結果としての血液の流れを観測するため、何をしているかが明確であり、小学校においては、体への関心を深めることに成功した。その成果は、[雑誌論文]②で公表をした。高等学校においては、抽象的な数値計算の過程を伴う課題に70から80%の生徒が正しく処理を行うことができた。その成果は[学会発表]②で公表をした。また、拍動の表現方法でミックスド・リアリティを利用して、学習者の心臓の動きをコンピュータグラフィックスで表し、学習者の心臓に位置に重畳表示するシステムを作った。その成果を[雑誌論文]③、⑤、⑧および[学会発表]⑨で公表した。

本教材は教育システム情報学会での口頭発表の際に多くの聴衆の関心を呼んだ。しかし、システムで用いるハードウェアは現状では、一つ一つが手作りであり、大量生産出来ない。そこで、Webページでハードウェアの回路およびExcelでのデータ処理プログラム、C#によるデータ表示処理プログラムなどを公表し、利用可能にした。さらに、汎用のUSBカメラを光検出装置の代わりとして利用できる方法を[学会発表]⑧で公表した。これは図1の光検出部とAD変換部をUSBカメラが併せて持っていることで、その出力をソフトウェアで抽出して処理することで、同等の機能を持たせる試みを公表したものである。これにより、ハードウェアを製作せずにソフトウェアと汎用USBカメラで血液の流れ測定が可能になる可能性を示した。

本研究で得られる脈波データは測定時間精度を上げることで、心拍の揺らぎの計測に利用可能である。この揺らぎは心臓・血管系自律神経の支配を受けているので、自律神経機能評価および医学教育への展開も可能と思われる。その可能性について[雑誌論文]①で公表をした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8件)

①伊藤敏、鷲野嘉映、井上祥史、自律神経機能の連続測定を目指した脈波測定装置の開発、計測自動制御学会中部支部教育工学研究委員会教育工学論文集、33巻、pp27-29、平

成 22 年 (2010)、査読有

② 伊藤敏、井上祥史、拍動の視覚化教材の開発、教育システム情報学会誌、Vol. 27 pp290-293、平成 22 年(2010)、査読有

③ Itou Satoshi and Inoue Shoshi、Information of Cardiovascular Through Fingers, 2009 International Forum on Strategic Technologies (IFOST2009)、Session 3B, pp66-69、平成 21 年(2009)、査読有

④ Inoue Shoshi and Itou Satoshi、Simple mixed reality system using GPS sensor, 2009 International Forum on Strategic Technologies (IFOST2009)、Session 2B, 平成 21 年(2009)、査読有

⑤ 伊藤敏、井上祥史、ミックスドリアリティによる血流と同期した心臓拍動表示、計測自動制御学会中部支部教育工学研究委員会教育工学論文集、Vol. 31 pp10-12 平成 21 年(2009)、査読有

⑥ 菊池拓己、伊藤敏、井上祥史、ImageJ による画像計測法の評価-デジタルカメラやビデオカメラを計測器として活用するために-、岩手大学教育学部研究年報、Vol68, pp65-70、平成 21 年(2009)、査読有

⑦ 菊池拓己、高城大、井上祥史、伊藤敏、ImageJ による水平面内の運動解析、日本産業技術教育学会東北支部研究論文集、Vol. 3 pp15-18 平成 20 年(2008)、査読有

⑧ 高城大、菊池拓己、井上祥史、伊藤敏、血脈流に同期した心臓の鼓動表示、日本産業技術教育学会東北支部研究論文集、Vol. 3 pp11-14 平成 20 年(2008)、査読有

[学会発表] (計 11 件)

① 伊藤敏、井上祥史、拍動の視覚化教材、日本理科教育学会第 56 回東海支部大会、B0945、平成 22 年(2010)、査読なし

② 伊藤敏、井上祥史、拍動の視覚化装置を用いた脈拍数算出教材-高等学校での実践-、教育システム情報学会全国大会 JSiSE2010、Vol. 35、pp291-292 平成 22 年(2010)、査読なし

③ 井上祥史、伊藤敏、音声による制御プログラミング環境の特性、教育システム情報学会全国大会 JSiSE2010、Vol. 35、pp39-40 平成 22 年(2010) 査読なし

④ Itou Satoshi and Inoue Shoshi、Pulse wave Measuring Instrument that used Infrared Rays, 招待講演, Research and Business Joint Forum 2010 at the Faculty of Electrical and Electronics Engineering Ho Chi Minh City University of Technology、平成 22 年(2010)、査読なし

⑤ Inoue Shoshi and Itou Satoshi、Restoration of ancient architecture by mixed reality system, 招待講演, Research

and Business Joint Forum 2010 at the Faculty of Electrical and Electronics Engineering Ho Chi Minh City University of Technology、平成 22 年(2010)、査読なし

⑥ Itou Satoshi and Inoue Shoshi、Information of Cardiovascular Through Fingers, IFOST2009, Session3-B, pp66-69、平成 21 年(2009)、査読有り

⑦ Inoue Shoshi and Itou Satoshi、Simple Mixed Reality System using GPS Sensor、IFOST2009、平成 21 年(2009)、査読有り

⑧ 伊藤敏、井上祥史、汎用 Web カメラを用いた血液の流れ観察、教育システム情報学会全国大会 JSiSE2009、Vol. 34、pp174-175 平成 21 年(2009)、査読なし

⑨ 高城大、菊池拓己、井上祥史、伊藤敏、血脈流に同期した心臓の鼓動表示、日本産業技術教育学会東北支部大会講演会、平成 21 年(2009) 査読なし

⑩ 伊藤敏、井上祥史、ミックスドリアリティによる血流と同期した心臓拍動表示、計測自動制御学会中部支部・教育工学研究会シンポジウム、平成 20 年(2008) 査読なし

⑪ 伊藤敏、井上祥史、血液の流れ観測装置を用いた体験学習教材 - 小学校での実践 -、教育システム情報学会全国大会 JSiSE2008、Vol. 33、pp156-157 平成 20 年(2008)、査読なし

[その他]

ホームページ

<http://www.gifu.shotoku.ac.jp/itous/heartpulse/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 敏 (ITOU SATOSHI)

岐阜聖徳学園大学・経済情報学部・教授
研究者番号：80130946

(2) 研究分担者

井上 祥史 (INOUE SHOSHI)

岩手大学・教育学部・教授
研究者番号：00211061