

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月30日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20300270

研究課題名（和文） 動作実習遠隔指導システムの開発ーフィジカル・アセスメントスキル訓練への応用

研究課題名（英文） Developing a Learning Support System for Remote Body Movement Instruction: An Application in Physical Assessment Skill Training

研究代表者

鈴木直義 (SUZUKI NAOYOSHI)

静岡県立大学・経営情報学部・教授

研究者番号：40112495

研究成果の概要（和文）：看護師のフィジカル・アセスメントスキル学習や書道の学習など、動作を伴う学習の遠隔指導支援を目的として、（1）学習時の各種の動作に伴う圧力などの客観的フィードバック情報を学習者や指導者に効果的に提供する方法、（2）打診音を自動識別し実習者に指標を提示するeラーニングシステム構築のための検討、（3）概念モデリングを学習者自身に行わせる方法の熟練者育成へ導入、などの研究成果を得た。

研究成果の概要（英文）：This research project dealt with learning support for the remote instruction of body movement training, such as physical assessment skill training for clinical nurses and calligraphy skill training. The results are as follows. First, we investigated ways of providing objective feedback to learners and instructors, including feedback related to the application of pressure by nurses learning physical assessment skills. Second, we studied the possibility of developing an e-learning support system for physical assessment skill training which automatically identified percussion sounds and provided learning indicators to trainees. Third, we developed an expert-level skill training method in which learners constructed their own conceptual models.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,000,000	3,600,000	15,600,000
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
総計	15,300,000	4,590,000	19,890,000

研究分野：総合領域

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：遠隔教育, フィジカル・アセスメントスキル

1. 研究開始当初の背景

フィジカル・アセスメントスキルは、臨床看護実践における基本的能力であり、アメリカにおいては1960年代には看護職者の必須の技術とみなされた。一方日本においては、1990年代に入り急速に導入され、看護大学教育への導入は1996年の聖路加看護大学が最初であり、歴史は浅い。

そのため臨床現場において、患者の全身をスクリーニングし、得られたデータをクライアントのライフスタイルにマッチングさせながら分析していく能力は、未だ定着していない。しかし、看護のフィジカル・アセスメントを看護モデルにあてはめていくことは、看護の専門性を発揮するうえで重要である。現在(平成20年当時)国内において、看護の

フィジカル・アセスメント教育を正規に受け、自らその技術を使いこなしている技術指導者は数少ない。また、初級レベルのスキルを学習するために、60時間にわたるプログラムを組まなくてはならず、夜勤勤務を含む激務をこなしている臨床看護師にとって、教育を受ける機会を作ることは困難な現状である。今日の医療の急激な進歩や、社会の看護に向けるニーズに応えるべく、県内看護師の卒後教育（継続教育）に大学が協力していくことは、病院、大学双方にとって「実践の科学」とされる看護の質の向上につながるものと思われる。

臨床看護師の実習をともなうフィジカル・アセスメントスキルの個別学習・指導を包括的に支援するためには、既存の技術や設備の組み合わせだけでは解決できない課題が有ることが明確になってきた。例えば、動画と音声の品質を改善するだけでは、打診触診などの動作の模範試技を効果的に受講者に伝え、受講者の試技を講師が正確に認識することが困難である等々。それらを克服する技術の開発とともに、具体的な訓練教育プログラムの作成が必要である。

2. 研究の目的

上述の困難な状況のもとにある看護師らが、臨床の勤務を継続しながら高度なフィジカル・アセスメント教育を受ける機会を保障することを直接の応用目的として、より一般に動作訓練を伴う学習を包括的に支援する技術を研究・開発する。

(1) 講師・受講者間の指示・応答コミュニケーション支援方法の研究

① 指示項目の数値化とその意味復元表示方法の開発

② 基準環境の策定

③ 実習評価システムの開発

(2) 複数表示装置の連携動作手順に関する研究

実習を主とした e-Learning においては、講師の指示音声・映像と資料映像などをより高品位の映像で受講者に伝えることは必須である。

(3) 実習訓練環境構築方法に関する研究

講師の指示を受講者が的確に得るためには、実習の実演動画像をはじめ補助情報を的確に受講者が受け取れることが必須である。

(4) 非同期型インタラクティブ学習支援環境の構築技術の開発

(5) 教育プログラムの検討

3. 研究の方法

(1) 講師・受講者間の指示・応答コミュニケーション支援方法の研究

① 心理音響技術や音声認識等を用いて客観的・科学的な指標を検証する。また、講師の

視線の動きも重要であり、打診音の発生源とも密接な関係があると考えられるので、活用する。

② 実習状況をモニタする映像や音声をキャプチャーする方法を検討し、機器の位置・感度などの基準値を決定する。

③ 実習評価表示システムを開発する。

(2) 複数表示装置の連携動作手順に関する研究

遠隔実習の指示伝達では個々の映像の高品位化によるパネル数の大幅な削減とカメラ操作の簡略化を試みる。さらに指示の効率的な伝達の手順とそれを活用する環境構築法を開発する。

(3) 実習訓練環境構築方法に関する研究

いくつかの与件を総合的に満足する環境の構築方法を開発検証し、複数の典型的な場合に応じたモデルを開発する。

(4) 非同期型インタラクティブ学習支援環境の構築技術の開発

同期型の授業内容を動画映像として補助情報と組み合わせて受講者に提示する装置を用意する。動画映像レポート添削システムを開発する。

(5) 教育プログラムの検討

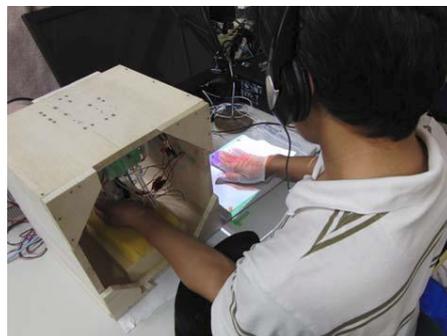
先行実験研究成果の評価分析を取り入れる形での追加実験を行いながら、同期型と非同期型の教育プログラムの内容や教材動画映像等を作成蓄積していく。

4. 研究成果 主な3つを概説する。

(1) 聴覚・視覚・触力覚フィードバックを用いた学習支援

看護師が行う腹部への触診動作では、掌に働かせる圧力分布に加え、その時間変化が重要な要素となる。従って、学習者が自身の体を実際に動かしながら学習支援情報をリアルタイムで受けられることが望ましい。

そこで触力覚に着目し、圧力の差の向きの分布は視覚情報として提示し、学習者の触診に使わない側の手に指導者の圧力分布を提示することとした。



被験者 8 名に対して実験を実施し、指導者動作の圧力分布、および指導者の学習者の圧力の差の向きの分布の両方を視覚情報として提示する支援手法と比較して、より指導者に近い動作を行えていることを確認した。

(2) 打診音の自動識別

遠隔講義による実習実験において指導者と受講者がモニタとマイクを経由する方法では打診音の微妙な特徴を共有できなかった。この課題の克服を目指し、打診音を自動識別し実習生に指標を提示するeラーニングシステム構築のための検討を行った。

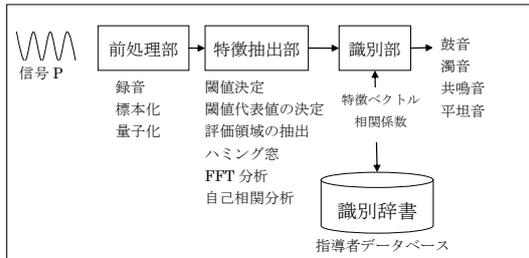


図1 打診音識別システムの構成

図1はシステムの概要であり、代表的な打診音である鼓音・濁音・共鳴音・平坦音を識別する。特徴量としてはFFTと相関係数が使えることを確認したが、音声認識に多用されるLPCスペクトラムは有効ではなかった。FFTは、耳に到達した音の性質をそのまま周波数情報としてとらえるノンパラメトリック手法であり、打診音の一般性を見るには適していると考えられる。一方、自己相関係数は、波形領域での周期性を表現するので、細かな特徴や変化を捉えるには適している。

打診音を観察していると、臓器の位置や皮下組織の厚さや体調に個人差があるため、打診音の響き具合や音の高さにも差が生じる。そのため、鼓音等として典型的だと思われる音があったとしても、標準の音はない。あくまで打診しながらそれぞれの打診音の標準を把握するものであり、識別の際の判定基準を予め定めることは非常に難しい。

以上から、打診音の自動判定に重点を置いたeラーニングシステムとは違う観点から考案した学習効率向上のためのシステムの開発を試みた。打診手技習得において指導者が学生に望むことは、以下である。

- ①打診音の変化を聴き分けられること
- ②正しい叩き方を身に付けること
- ③適切なリズムで十分な音量を出すこと

ここで、eラーニングシステムを構築するにあたり二つの方法による学習システムを提案した。一つは、「打診手技習得」システムである。指導者が人体ではなく、特定の机を打診した音と、学生が同じ机を打診した音をシステムに取り込み、特徴ベクトルの相関をとることで、指導者と同じ打診音を出しているのかを確認する。同時にリズムと音量を検証する。本システムは、40人程度の看護学

生を対象に、看護実習室で打診の技術指導を実施する際に指導者の補助となる。

もう一つは、診査するときに必要な打診音を聴く力を鍛えることを目的とした、自学自習の「打診音聴き分け」システムである。学習者は「鼓音と濁音」「鼓音と共鳴音」「共鳴音と平坦音」がそれぞれセットになった一連の打診音を聴き、音の境界を判定し、その答え合わせすることによって学習する。図4を一例とする12個の聴き取り問題を作成した。

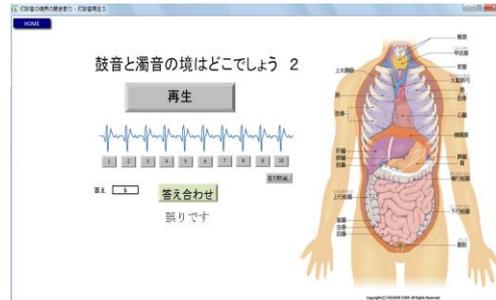


図2 鼓音から濁音への問題の画面例

指導者が表1の机打診の方法に従って、机を打診したデータを収集して検討した。図3に指導者の机打診データを用いて、相関係数によって比較した結果を示している。例えば、横軸の自己相関係数_111という標記は、特徴量として自己相関係数を用いて、標準パターン111を用いた時の結果である。

表1 机打診の方法

データ	1回目		2回目	
	左手	右手	左手	右手
100番台	○	○	○	○
200番台	×	○	×	○
300番台	○	×1	○	×1
400番台	○	×2	○	×2
500番台	×	×2	×	×2

- ◆ 左手： ○・・・あてがう手を机に押さえない。
×・・・あてがう手を机に押さえる。
- ◆ 右手： ○・・・スナップをきかせて叩き、叩いた後はすぐに離す。
×₁・・・スナップをきかせて叩き、叩いた後は押さえる。
×₂・・・スナップをきかせずに叩き、叩いた後は押さえる。

FFT25はFFTを特徴抽出に用いて周波数方向をおよそ1kHz程度までのデータを使っている場合であり、FFT15はおよそ650kHz程度までのデータを使っている場合である。すなわち、打診音は高い周波数領域までの情報はないため、あまり高いところを使うと、差がかえってつかなくなる。図より同じ打診者では自己相関係数の方が類似性をより確認しやすいことが分る。

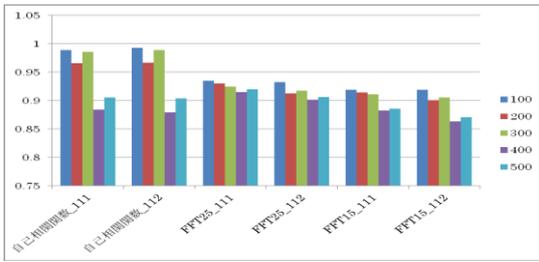
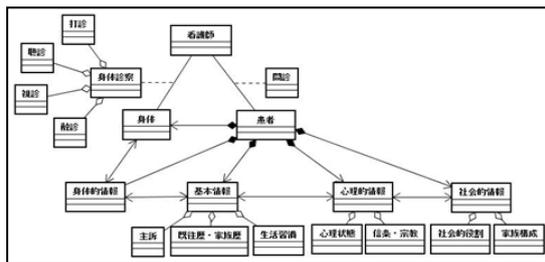


図3 機打診の結果

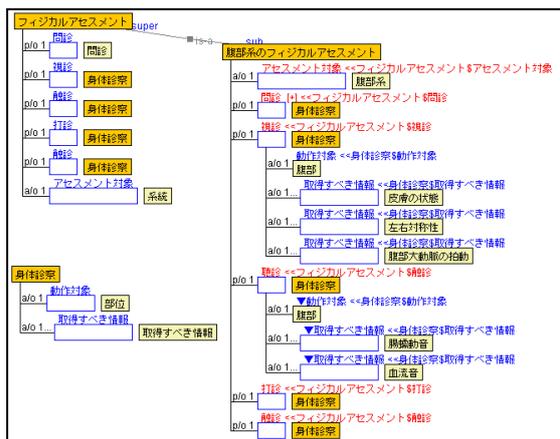
(3) 概念モデリング導入による熟練者育成
 熟練者は必ずしも経験したことのない事態や想定外の状況への対処が可能である。これは、知識や経験から行動モデルが生成されているためであり、熟練者はこのモデルを作り上げる能力を獲得していると考えられる。

そこで熟練技術者育成のための学習プログラムには、概念モデルと、モデル化の過程自体を組み込むことが必須であると考えて、フィジカル・アセスメントスキルを応用例とした学習支援プログラム作成を想定した概念モデルの構築を試みた。

特に経験の抽象化の重要性に焦点を当て、概念モデルの構築とその過程の学習への組み込みを想定した、モデル化をUMLとOWLの表現で試みた。



[フィジカル・アセスメントの概念図]



[フィジカル・アセスメントのオントロジー]

本研究は開発・支援対象の認識を目的として始めたが、このような認識手法は通常の看護教育ではあまり明確になっていない視点である。概念モデリングは研究代表の研究室において数十年間実証的な経験を積んだ結

果をフィジカル・アセスメントに適応したもので、モデリングを導入したことによる教育効果が明らかとなっている。

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) 査読論文のみ

① 横山 航, 鍋田 真一, 山本 洗希, 丸山 陽平, 二見 晃平, 中北 惇介, 八木田 知弘, 渋沢 良太, 湯瀬 裕昭, 青山 知靖, 鈴木 直義, 「視線情報の可視化による熟練者・非熟練者間の比較分析—書道における熟達度の観点から—」, 日本 e-learning 学会誌, Vol. 12, 掲載決定, 査読有。

② 鍋田 真一, 横山 航, 山本 洗希, 八木田 知弘, 中北 惇介, 二見 晃平, 細澤 あゆみ, 湯瀬 裕昭, 青山 知靖, 鈴木 直義, 「学習者による概念モデル構築を導入した熟練技術習得に関する考察」, 日本 e-learning 学会誌, Vol. 12, 掲載決定, 査読有。

③ 渋沢 良太, ヤエム ヴィボル, 葛岡 英明, 山下 淳, 鈴木 直義, 「視覚・触覚フィードバックを用いた触診型動作の学習支援手法」, 日本 VR 学会誌 Vol. 16 No. 4 【教育・訓練・協調】特集, pp. 607-614, 2011年12月, 日本 VR 学会, 査読有り。

④ 細澤あゆみ, 渋沢良太, 岡本恵里, 佐藤智子, 横山航, 山本洗希, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「学習支援プログラム作成を想定した概念モデルの構築」, 日本 e-learning 学会誌, Vol. 10, pp. 4-11, 2010年5月, 査読有。

⑤ Koji Hashimoto and Yoshitaka Shibata, "MidField system: configuration of media processing modules for multipoint communication", World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 7, No. 1/2, 2010, pp. 33-50, 査読有。

⑥ 細澤あゆみ, 渋沢良太, 岡本恵里, 佐藤智子, 酒井美那, 堀口貴光, 青山知靖, 鈴木直義, 「動作実習教育における動画レポート作成・添削システムの設計」, 日本 e-learning 学会論文誌, Vol. 9, pp. 74-83, 2009年, 査読あり。

⑦ 渋沢良太, 渡邊貴之, 佐藤智子, 岡本恵里, 細澤あゆみ, 湯瀬 裕昭, 松浦博, 青山知靖, 鈴木直義, 「客観的な指標に基づく触診型手技の学習支援システムの試作」, 日本 e-learning 学会論文誌, Vol. 9, pp. 64-73, 2009年, 査読あり。

⑧ 渋沢良太, 渡邊貴之, 酒井美那, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「動作学習のための

e-Learning システムの提案」, 日本 e-Learning 学会学会誌, Vol. 8, pp. 49-55, 2008 年, 査読あり.

〔学会発表〕(計 21 件) ※筆頭が発表者

- ① 樋口 愛, 後藤うらら, 松浦 博, 岡本恵里, 佐藤智子, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「フィジカル・アセスメントにおける打診音の e ラーニング方式の検討」, 日本音響学会 2012 年春季研究発表会抄録集, 3-Q-30, (2012. 3. 15), 神奈川大学横浜キャンパス.
- ② 福田 宏, 小島 佐恵子, 黒澤 麻美, 高橋 勇, 「Moodle によるアンケートの日本語環境」, MoodleMoot2012, 2012 年 2 月 23 日, 三重大学
- ③ 横山 航, 鍋田 真一, 丸山 陽平, 山本 洗希, 丸山 陽平, 二見 晃平, 中北 惇介, 八木田 知弘, 渋沢 良太, 湯瀬 裕昭, 青山 知靖, 鈴木直義, 「視線情報の可視化による熟練者・非熟練者間の比較分析」, 日本 e-learning 学会 2011 年度学術講演会, 2011 年 12 月 2 日, 日本 e-learning 学会, 産業技術大学院大学, ※奨励賞受賞.
- ④ 鍋田 真一, 横山 航, 山本 洗希, 八木田 知弘, 中北 惇介, 二見 晃平, 細澤 あゆみ, 湯瀬 裕昭, 青山 知靖, 鈴木 直義, 「熟練技術習得のための学習者による学習対象の概念モデル構築の提案」, 日本 e-learning 学会 2011 年度学術講演会, 2011 年 12 月 2 日, 日本 e-learning 学会, 産業技術大学院大学.
- ⑤ 渋沢良太, ヤムムヴィボル, 葛岡英明, 山下淳, 鈴木直義, 「視覚・力覚フィードバックを併用した触診型動作の学習支援手法の提案」, 第 16 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp. 177-180, 2011 年 9 月 20 日, 公立はこだて未来大学.
- ⑥ 鍋田真一, 横山航, 山本洗希, 細澤あゆみ, 渋沢良太, 八木田知弘, 小田奈緒, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「フィジカル・アセスメントスキル習得における学習者支援へのモデリング導入の提案」, 情報教育シンポジウム 論文集, p. 161~167, 情報処理学会, 査読あり, 岡山いこいの村, 2011 年 8 月 20 日. ※奨励賞受賞論文.
- ⑦ 阪本敦哉, 鈴木直義, 湯瀬裕昭, 渡邊貴之, 「複数作業者に対応した遠隔地間作業指示支援システム SPRInTx」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02011) シンポジウム論文集, セッション 5C (コミュニケーション支援), pp. 858-864, 2011 年 7 月 7 日, 天橋立宮津ロイヤルホテル, 情報処理学会, 査読有り. ※ヤングリサーチャ (Young Researcher Awards) 賞受賞.
- ⑧ 松浦 博, 佐藤隆彦, 岡本恵里, 佐藤智子, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「フィジカル・アセスメントにおける打診音の e ラーニングシステム

構築のための検討」, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会抄録集, 1-Q-37, 2011 年 3 月 9 日, 早稲田大学西早稲田キャンパス.

⑨ 松浦博, 佐藤隆彦, 岡本恵里, 佐藤智子, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「フィジカル・アセスメントにおける打診音の e ラーニングシステム構築のための検討」, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会, 2011 年 3 月 9 日, 早稲田大学西早稲田キャンパス.

⑩ 松浦博, 岡本恵里, 佐藤智子, 佐藤隆彦, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「フィジカル・アセスメントにおける打診音の音響分析と識別」, 日本音響学会 2010 年秋季研究発表会抄録集, 3-2-11, 2010 年 9 月 16 日 (木), 日本音響学会.

⑪ 細澤あゆみ, 渋沢良太, 岡本恵里, 佐藤智子, 横山航, 山本洗希, 鍋田真一, 八木田知弘, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「スキル習得支援システムへのモデリング導入の提案」, 日本 e-learning 学会 2010 年度学術講演会論文集, pp. 9-13, 2010 年 11 月 13 日, 法政大学市ヶ谷キャンパス, 日本 e-learning 学会.

⑫ 阪本 敦哉, 鈴木直義, 湯瀬裕昭, 渡邊貴之, 「スマートフォンによる遠隔地間作業指示支援システムの実装とその評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02010) シンポジウム, pp. 1954 - 1961, 2010 年 7 月 9 日, 情報処理学会.

⑬ 若杉侑輝, 後藤洋平, 松浦博, 岡本恵里, 佐藤智子, 渋沢良太, 細澤あゆみ, 横山航, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「打診の遠隔実習指導環境における音情報の取り扱いに関する基礎的検討」, 日本 e-learning 学会 2009 年秋季学術講演会論文集, pp. 122-127, 2009 年 11 月 27 日.

⑭ 細澤あゆみ, 渋沢良太, 岡本恵里, 佐藤智子, 横山航, 山本洗希, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「学習支援プログラム作成を想定した概念モデルの構築—フィジカル・アセスメントスキル型学習への適用」, 日本 e-learning 学会 2009 年秋季学術講演会論文集, pp. 136-141, 2009 年 11 月 27 日, 日本 e-learning 学会, 最優秀賞受賞.

⑮ 渋沢良太, 葛岡英明, 山下淳, 佐藤智子, 岡本恵里, 細澤あゆみ, 渡邊貴之, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, "Test Production of an Asynchronous Distance Learning System for Palpation Training based on a Pressure Distribution Blended into a video - A Support to objectively Assessing the Performances of Clinical Nurses" (圧力分布情報の合成提示による触診動作の非同期型学習支援システムの試作-自己の学習の客観視の支援-), ASIAGRAPH2009 Proceedings, Vol.3 No.1 pp.80-83, Oct 22-24 2009.

⑯ 佐藤智子, 「腹部フィジカルアセスメント

技術の授業改善に向けた学生の「学びの手応え」に関する調査」, 日本看護学教育学会第19回学術集会, 2009年9月21日, 日本赤十字北海道看護大学(北見市).

⑰ 細澤あゆみ, 渋沢良太, 山本洗希, 湯瀬裕昭, 青山知靖, 鈴木直義, 「臨床看護師のフィジカルアセスメント動作学習支援システムの開発: これまでの成果と今後の展望」, 情報処理学会コンピュータと教育研究会研究報告, Vol.2009-CE-99 No.7, 7ページ, 2009年5月23日, 査読あり.

⑱ 細澤あゆみ, 岡本恵里, 佐藤智子, 田中沙侑美, 浅見龍太郎, 酒井美那, 青山知靖, 鈴木直義, 「動作実習教育における実習ブースでの動画レポート作成・添削システムの設計」, 日本 e-learning 学会秋季学術講演会, pp.80-87, 2008.11.

⑲ 渋沢良太, 渡邊貴之, 佐藤智子, 岡本恵里, 米榊蒼洋, 湯瀬裕昭, 松浦博, 青山知靖, 鈴木直義, 「客観的指標に基づく触診型動作の繰り返し学習支援システムの試作」, 日本 e-learning 学会秋季学術講演会, pp.87-94, 2008.11.

⑳ Koji Hashimoto and Yoshitaka Shibata, "Configuration of Streaming Modules for Multipoint Video Communication", 5th International Conference on Information Technology and Applications (ICITA2008), 23-26 June 2008, Cairns, Queensland, Australia.

㉑ 渋沢良太, 渡邊貴之, 酒井美那, 湯瀬裕昭, 鈴木直義, 「音情報によるフィードバックを用いた動作の非同期型学習支援システム」, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム, pp.1429-1434, 2008年7月10日.

〔産業財産権〕

○取得状況(計1件)

名称: カラーマトリックスによる色覚特性評価システム, プログラム及び方法

発明者: 福田宏, 植松正吾, 勝矢光昭, 村上篤司

権利者: 勝矢光昭, 福田宏, 植松正吾, 村上篤司, 株式会社ステップコム, 大隅裕, 石本功

種類: 特許

番号: 第4759696号

取得年月日: 2011年6月17日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 直義 (SUZUKI NAOYOSHI)
静岡県立大学・経営情報学部・教授
研究者番号: 40112495

(2) 研究分担者

松浦 博(MATSUURA HIROSHI)
静岡県立大学・経営情報学部・教授
研究者番号: 60451085

湯瀬 裕昭(YUZE HIROAKI)
静岡県立大学・経営情報学部・准教授
研究者番号: 30240162

池田 哲夫(IKEDA TETSUO)
静岡県立大学・経営情報学部・教授
研究者番号: 60363727

渡邊 貴之(WATANABE TAKAYUKI)
静岡県立大学・経営情報学部・准教授
研究者番号: 90326124

武藤 伸明(MUTTOU NOBUAKI)
静岡県立大学・経営情報学部・准教授
研究者番号: 40275102

岡本 恵理(OKAMOTO ERI)
三重県立看護大学・看護学部・教授
研究者番号: 20307656

佐藤 智子(SATOU TOMOKO)
杏林大学・保健学部・講師
研究者番号: 10336662

福田 宏(FUKUDA HIROSHI)
北里大学・一般教育部・准教授
研究者番号: 70238484

柴田 義孝(SHIBATA YOSHITAKA)
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授
研究者番号: 80129791

橋本 浩二(HASHIMOTO KOJI)
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授
研究者番号: 80305309

青山 知靖(AOYAMA TOMOYASU)
静岡県立大学・国際関係学部・助教
研究者番号: 50295549

葛岡 英明(KUZUOKA HIDEAKI)
筑波大学大学院・システム情報工学研究科・教授
研究者番号: 10241796

(3) 連携研究者

高橋勇 (TAKAHASHI ISAMU)
北里大学一般教育部准教授
研究者番号: 40345674