

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2006-2008

課題番号：18700645

研究課題名 (和文) 視線情報を利用した技能継承手法に関する研究

研究課題名 (英文)

Study on a method of skill transfer using gaze information

研究代表者

長松 隆 (NAGAMATSU TAKASHI)

神戸大学・大学院海事科学研究科・助教

研究者番号：80314251

研究成果の概要：

本研究は、熟練者の視線情報を活用し、既存のビデオ教材などと比較してより有効な技能継承を支援するシステムの設計と開発を行うことを目的とした。開発したシステムは、視線と視野映像による技能の記録、その映像に文字重ねて表示する教材の編集、学習するためのプレイヤーの3つの機能を持ったマルチメディアシステムである。被験者実験により、非熟練者の操作ログから学習困難箇所を推測できるなど、新たな知見が得られた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,200,000	0	2,200,000
2007年度	800,000	0	800,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	150,000	3,650,000

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：視線、ビデオ教材、マルチメディア、訓練、技能学習

1. 研究開始当初の背景

近年、様々な分野で熟練者の引退に伴う技能継承が問題となっている。そのため、熟練者の技能を非熟練者に継承することを支援するシステムの開発が必要とされていた。

2. 研究の目的

通常、師匠から弟子に技能を継承するような分野では、「熟練者は自分の技を非熟練者に観察させ、まねさせる」、「非熟練者にその技を使わせて、その様子を観察してアドバイスを与える」という戦略がとられている。

本研究では、非熟練者が熟練者の作業映像をまねして作業を行い、必要に応じて、アドバイスが得られるシステムを開発することを目的とする。この際、興味・意図を反映する視線情報を新たに活用する。

3. 研究の方法

視線を利用することのできる新たな技能継承支援システムの設計と開発、システムを利用した教材の作成を行い、実験を行って評価を行う。

開発するシステムは、図 1 のように、(1)

技能記録サブシステム、(2)教材作成サブシステム、(3)教育サブシステムの3つのサブシステムからなる。

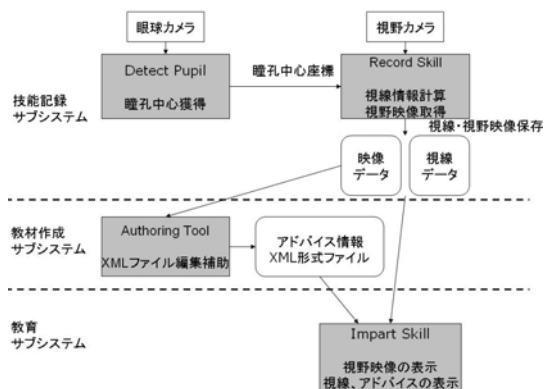


図1 システム全体構成

これらの3つのサブシステムを開発した後、何かの技能の熟練者を被験者として実験を行い、このシステムの有効性を評価すると共に、このようなシステムを利用する上での知見を得る。

4. 研究成果

開発したシステムは、(1)技能記録サブシステム、(2)教材作成サブシステム、(3)教育サブシステムの3つのサブシステムからなる。これらのシステムは、Java、JMF、SAX等を利用して作成した。

(1)技能記録サブシステム

技能記録サブシステムは、熟練者の技能として、視野の映像と視線情報の獲得を行うシステムである。視野の映像はaviファイル、視線データはテキストデータで保存される。視線の計測は、眼球撮影用の眼球カメラと、視野映像撮影用の視野カメラが取り付けられている装置を開発して行った。その装置を図2に示す。図3は、その装置で撮影した眼球画像を取り込んだものである。眼球画像を処理する際のパラメータを調節できる。図4は、その装置で視野方向を撮影した映像を取り込んだユーザインタフェースである。ファイルの記録等が行える。

また、視線計測部については、カメラを取り付けたヘッドセットが頭部からずれる問題があるため、ずれを補正するアルゴリズムについての検討も行った。



図2 視線計測用の装置

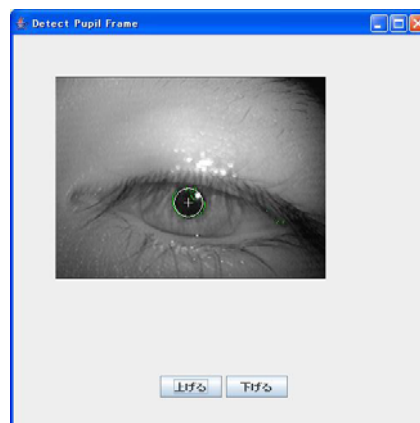


図3 眼球撮影画像



図4 技能記録サブシステムのユーザインタフェース

(2)教材作成サブシステム

教材作成サブシステムは、熟練者によるアドバイスなどの文字情報を映像データ等とともに統合して教材を作成するシステムである。

図5に示すオーサリングツールを開発した。これを利用して、映像のどこにアドバイスの文字を重ね合わせるかという情報を作成することができる。

アドバイス情報は、マルチメディアプレゼンテーション記述の標準であるSMILのサブセットとして実装した。アドバイス情報の記述例を図6に示す。

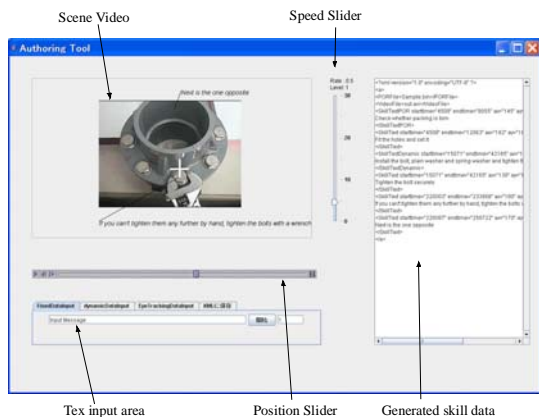


図5 オーサリングツール

```

<SkillText starttime="4508" endtime="12063"
  gx="182" gy="187" cx="217" cy="271" level="3">
Fit the holes and set it.
</SkillText>
<SkillText starttime="4508" endtime="8055"
  por="test-por" cx="145" cy="-20" level="3">
Check whether packing is torn.
</SkillText>

```

図6 アドバイス情報の記述例

(3) 教育サブシステム

教育サブシステムは、作成した教材を利用して学習を行うシステムである。学習者にとってその時その時により必要な情報だけを提供できるようにするため、映像の再生速度に応じてアドバイスの表示数が増減される機能を開発した。この機能により、学習者は、スロー再生時は詳細な情報を、早送りではアウトライン情報を得ることが可能である。

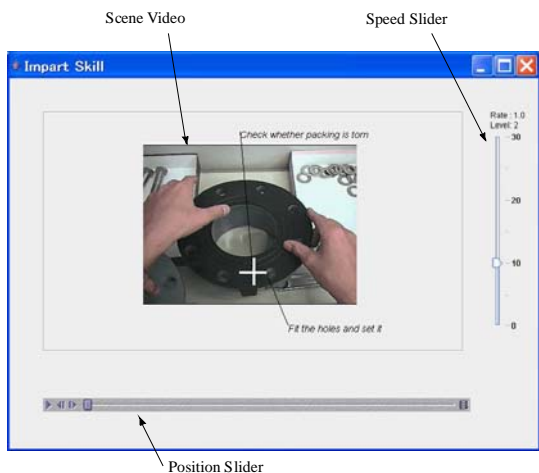


図7 教育サブシステムのインターフェース

(4) 知識獲得手法に関する検討

熟練者を長時間拘束することなしに、知識を獲得する次のような手順による手法について検討した。

①熟練者が行っている技能のビデオを撮影する。

②非熟練者が、そのビデオを再生、巻き戻しをしながらその技能をチェックし、その技能をまねて実践してみる。

③非熟練者のビデオの操作ログを解析し、何度も確認している場所を、学習困難な箇所として推定する。

④推定された学習困難な箇所に絞って、熟練者にインタビューを行いアドバイス・ノウハウの情報を獲得する。

この手法が実現できるかどうかを明らかにするために、熟練技能としてロープワークを選択し、実験を行った。図8に、実験で操作ログを取得する機能を追加した教育サブシステムのユーザインタフェースを示す。図9は、実験時の様子である。

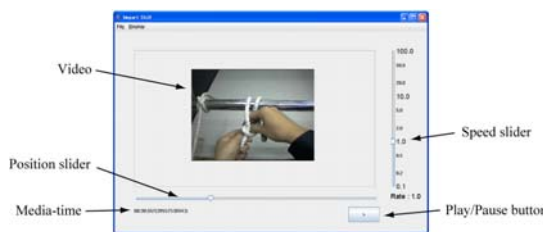


図8 ログ機能を追加した教育サブシステムのユーザインタフェース



図9 実験の様子

実験結果を図10に示す。横軸はメディア時間で、縦軸は実際にかかった時間である。傾きが負の部分はビデオを巻き戻した部分である。

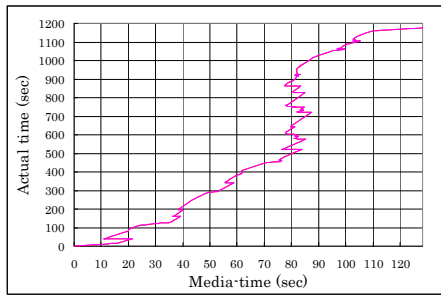


図 10 実験結果の例

図 11 に、被験者 1 名分の実験結果の解析結果の例を示す。再生回数が多い箇所または、停止している箇所において、非熟練者が難しいと感じていることが分る。

以上のような方法により、非熟練者 10 名の操作ログを分析した結果、非熟練者が習得困難な箇所をログ分析からある程度推定できることが分かった。

非熟練者が難しいと感じる場所が分かれば、難しいと感じた箇所に絞って熟練者にインタビューすることが可能となり、熟練者に教材作成のために協力してもらい拘束時間を減らせ、効率的に知識の獲得が行えるようになると考えられる。さらに、熟練者が非熟練者が間違いそうだと考えつかないような場所も発見できることが分かり、このログ分析による手法にはさらなるメリットがあることも分かった。

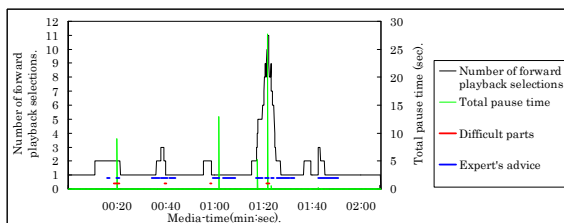


図 11 実験結果の解析の例

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)

[学会発表] (計 7 件)

①世良亘, 長松隆, 鎌原淳三, 海江田洋平, 動画を用いた技能継承手法のロープワーク教育への適用、日本航海学会 第 120 回講演会、2009、東京海洋大学 平成 21 年 5 月 21 日 査読無

②Takashi Nagamatsu, Junzo Kamahara, and Naoki Tanaka, 3D Gaze Tracking with Easy Calibration Using stereo Cameras for Robot and Human Communication, Proceedings of

IEEE RO-MAN 2008, pp. 59-64, 1-3 Aug., 2008, Munich, Germany 査読有

③ Takashi Nagamatsu, Junzo Kamahara, Takumi Iko, Naoki Tanaka, One-point Calibration Gaze Tracking Based on Eyeball Kinematics Using Stereo Cameras, Proceedings of Eye Tracking Research & Applications Symposium 2008, pp. 95-98, 26-28 March, 2008, Savannah, U.S.A. 査読有

④ 長松隆, 鎌原淳三, 伊香拓真, 田中直樹 ステレオカメラを利用した 1 点キャリブレーションによる視線計測手法, 情報処理学会第 70 回全国大会予稿集 pp. 2-7 - 2-8, 筑波大学 平成 20 年 3 月 13~15 日 査読無

⑤ 鎌原淳三, 海江田洋平, 長松隆, 嶋田博行, 視線を利用した技能継承視線システムにおけるマルチメディア拡張, 信学技報, vol. 107, no. 114, DE2007-4, pp. 19-24, 北海道大学, 2007 年 6 月 28~29 日, 査読無

⑥ Takashi Nagamatsu, Yohei Kaieda, Junzo Kamahara, Hiroyuki Shimada, Development of a Skill Acquisition Support System Using Expert's Eye Movement, Proceedings of HCI International 2007 Volume 9, LNCS_4558, pp. 430-439, 22-27 July, 2007

Beijing P.R.China, 査読有

⑦ 海江田洋平, 長松隆, 鎌原淳三, 嶋田博行, 視線を利用した技能継承支援システムの設計と開発, 情報処理学会第 69 回全国大会予稿集 pp. 4-477 - 4-478, 早稲田大学 平成 19 年 3 月 6~8 日, 査読無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長松隆 (NAGAMATSU TAKASHI)
神戸大学・大学院海事科学研究科・助教
研究者番号：80314251

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者