

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 9 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23700155

研究課題名（和文） 聴衆の視線移動の制御によりコンテンツ理解度を高める電子黒板システム

研究課題名（英文） A Study on Digital Whiteboard Systems with Eye-gaze Control of the Audience for Better Contents Understanding

研究代表者

栗原 一貴（KURIHARA KAZUTAKA）

独立行政法人産業技術総合研究所・情報技術研究部門・主任研究員

研究者番号：10462855

研究成果の概要（和文）：普及が進む電子黒板システムにおいて、操作者（教師・発表者）の「システム操作に伴なう身体動作」が聴衆（学生・聴講者）に与える影響を、視線情報の取得などに基づき定量評価することで、操作者のユーザビリティと聴衆のコンテンツ理解度を同時に最適化することを目的とする研究を推進した。得られた知見をまとめた論文は論文賞、発表賞を受賞した。また、新しい研究領域および研究手法が切り拓かれたことは意義深い。

研究成果の概要（英文）：In this research we conducted a study on digital whiteboard systems with eye-gaze control of the audience for better contents understanding, while perusing the presenter's usability. Our focus was to assess the effects of the presenter's behavior for system manipulation on the audience using quantitative methods such as an eye-tracking. Our papers won the best paper award and the best presenter award. This research explored a new research field and a new research method, which will stimulate subsequent research in the future.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学

キーワード：視線計測，電子黒板，コンテンツ理解

1. 研究開始当初の背景

近年、政府による大規模予算などを背景として、大画面ディスプレイおよびダイレクトタッチ入力デバイスにより、授業、プレゼンテーション、会議などにおいて不特定多数の聴衆に対し、直接画面上に提示している資料とインタラクションを行いながら議論を進める電子黒板システムが普及してきている。このようなシステムを構築する場合、HCIの視点からは、インタフェースデザインにおいて考慮すべき問題が存在する。それは、操作インタフェースの局所化(localizing)である[2]。旧来のデスクトップアプリケーションのように、機能切り替えツールボタンがア

プリケーションウィンドウの周辺部に配置されていると、画面サイズが大きくなればなるほどそこにフォーカス(たとえばカーソルなど)を移動するコストが大きくなる。これは大画面ディスプレイだけでなく、フォーカス移動にエネルギーを多く消費する、タブレット PC などのダイレクトタッチインタフェースにおいても同様に見られる現象である。この問題に対し、Callahan ら[1]、Ramos ら[2]、Grassman ら[3]などは、パイメニューや Pressure widget, Hover widget, といった、現在のカーソル位置からの相対的な移動量や、ペンの圧力、ペンの高さといったモダリティの活用した操作インタフェースを実

現してきた。これらは、操作者の現在いるカーソル位置に依存しない操作性を提供することで、インタフェースの局所化を達成したものと云えよう。

私はこれまでの研究で、インタフェースの局所化の概念を継承し、発展させた思想として「聴衆の視線の局所化」という概念を提案している[4]。上記先行研究では、アプリケーションと操作者が1対1で向きあっており、その環境下で操作者の利便性を最適化するという点が目標であった。しかし授業用電子黒板、プレゼンテーションツール、会議支援ツールなどにおいては、アプリケーションを通じて(通常)一人の操作者が、不特定多数の聴衆とコミュニケーションをとるという状況でのインタフェースデザインを考えなければならない。そこでは操作者の利便性の最適化に加えて、「操作者によるツール操作が、聴衆に与える悪影響の最小化」を考慮することが必要である(図1)。たとえば操作者がアプリケーションの機能選択のために、画面上で体幹、腕、指を頻繁に移動していると、聴衆はディスプレイ上の情報よりも操作者の動きに注目してしまう可能性がある。あるいは、操作者が機能選択のためにディスプレイ上に大きなメニューを表示させてしまうと、本来聴衆に提示したい資料が遮蔽されてしまい、またメニュー操作に聴衆の関心が推移してしまう可能性がある。

聴衆の視線の局所化はそのための対策の一つであり、操作者によるツール操作に伴う身体動作やディスプレイ上の提示情報の変化により、聴衆の不必要な視線移動が促進され、本来の目的であるコミュニケーションへの集中・関心が損なわれないようにインタフェースデザインを行なう指針である。

聴衆の視線の局所化を探究する過程で、以下の結果を得ているのが研究開始当初の段階である。本提案はこれらの考察から着想を得て、さらに探究を深めるものとなっている。

- ・聴衆の視線移動は電子黒板システムの操作作用インタフェースデザインに大きな影響を受ける。

- ・聴衆の視線の局所化を達成する電子黒板システムの操作作用インタフェースデザインの事例を示した。

- ・聴衆の視線の局所化が聴衆のコンテンツ理解度に良い影響を及ぼす可能性が示唆されたが、どれほど影響があるかはまだ不明である。

参考文献：

1) Callahan, J. et al, "An Empirical comparison of Pie Versus Linear Menus," In Proc. of ACM SIGCHI' 88, pp. 95-100, 1988.

2) Gonzalo Ramos et al, "Pressure Widgets,"

In Proc. of ACM SIGCHI' 04, pp. 487-494, 2004.

3) Tovi Grossman et al, "Hover Widgets: Using the Tracking State to Extend the Capabilities of Pen-operated Devices," In Proc. of ACM SIGCHI' 06, pp. 861-870, 2006.

4) 永野 直, 栗原 一貴, 渡辺 裕太, 藤村 裕一, 皆月 昭則, 林 秀彦, "マルチタッチとパイメニューを用いた電子黒板インタフェースの開発と評価," 日本教育工学会論文誌, Vol. 34, No. 3, pp. 161-170, 2011.

2. 研究の目的

本研究は、現在普及の進んでいるダイレクトタッチ電子黒板システムにおいて、操作者(教師・発表者)の「システム操作に伴う身体動作」が聴衆(学生・聴講者)に与える影響を、視線情報の取得などに基づき定量評価することで、操作者のユーザビリティと聴衆のコンテンツ理解度を同時に最適化することを目的とする。

本研究成果は、教育現場などの実際の電子黒板システムの使用現場に、開発したソフトウェアと「使用する上で注意すべきTIPS」の組み合わせを公開することにより速やかに社会還元される。

3. 研究の方法

2年間の計画で推進する。23年度の計画は、一般的な電子黒板システムの使用時に聴衆のコンテンツ理解度に影響を与える要因を定量的に調べ、運用TIPSとしてまとめて公開することである。

24年度の計画は、聴衆の視線の局所化を達成するインタフェースデザイン手法を洗練させ、最終的に開発したソフトウェアを公開することである。

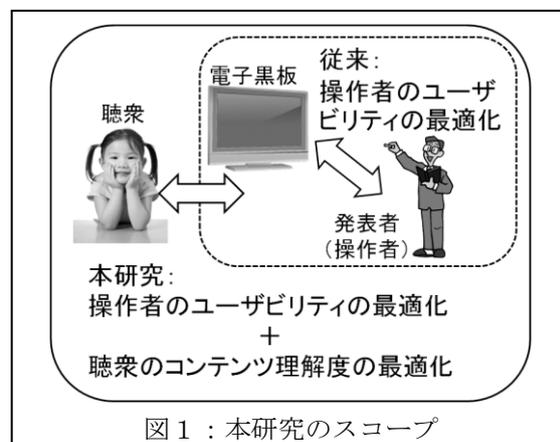


図1：本研究のスコープ

4. 研究成果

23年度の計画は、一般的な電子黒板システムの使用時に聴衆のコンテンツ理解度に影響を与える要因を定量的に調べ、運用 TIPS としてまとめて公開することであった。

実際に研究を推進した結果、動画コンテンツ提示時の聴衆の視線移動とコンテンツ理解度に関する興味深い知見(図2)を偶然発見することができ、その分析を中心に深めていった。最終的に得られた知見は動画コンテンツの高速鑑賞支援システムとして結実し、開発システムは一般公開された。また得られた知見および運用 TIPS をまとめ、国内の当該分野の査読付きのトップカンファレンス WISS'11 に論文を投稿し、採録され、登壇発表を行った。本論文は採録論文全20件から1件だけ選出されるベストペーパー賞を受賞し、また本発表は全登壇発表から1件だけ聴衆の投票で選出される発表賞を受賞した。いずれも希少価値のあるものである。

本成果は本研究が目指す「操作者のユーザビリティと聴衆のコンテンツ理解度を同時に最適化する電子黒板システム」の実現に向けて、まずは操作者の介在しない状態での聴衆の視線移動の性質やコンテンツ理解度との関係についての基礎的検討として位置づけられる。具体的に得られた知見・運用 TIPS としては、冗長な言語情報であっても字幕情報を同時に提示することがコンテンツ理解に良い影響をもたらす可能性があること、またその際に字幕提示位置がコンテンツ理解と密接な関係を持つ可能性があることなどが挙げられる。

24年度の計画は、「聴衆の視線の局所化を達成するインタフェースデザイン手法を洗練させる。最終的に開発したソフトウェアを公開する。」であった。

講演や、授業等では電子黒板使用者(発表者)が電子黒板上の提示コンテンツを視認しながら内容を確認し、進行していくことがあるが、その際に人に備わっている共同注意(ジョイントアテンション)が促され、発表者が見ている対象へと聴衆の視線が誘導されてしまう可能性がある。主として発表者自身への聴衆の視線の集中が望ましい際にこの現象が起こることを防ぐため、発表者が装着したワイアレスヘッドセットにより提示コンテンツの内容を音声化したものを発表者自身に秘密裏に提示することで、発表者の不用意な提示コンテンツ視認行為を減少し、意図しない聴衆の視線誘導を減少させる発表支援システムのプロトタイプ版を開発し、公開した。今後はプロトタイプ版を洗練させるとともに、効果についての定量的評価を行

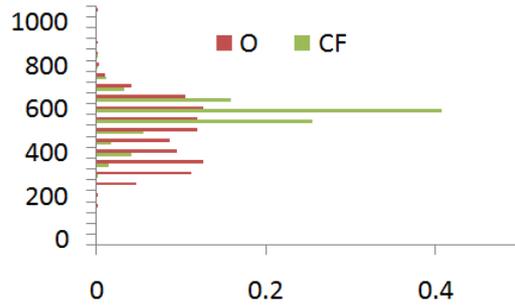


図2：動画コンテンツ提示時に付加情報としてテキスト情報(字幕等)を重畳表示する場合のある聴衆の視線停留位置の垂直方向のヒストグラム。テキスト情報を動画下部に提示する場合(O)は視線が上下にゆらぎ、動画中央部に提示する場合(CF)は視線が中央に局所化される傾向が見られた。視線のゆらぎは疲労につながり主観的満足度、引いては理解度の低下の恐れがあるため、局所化させることが望ましい。

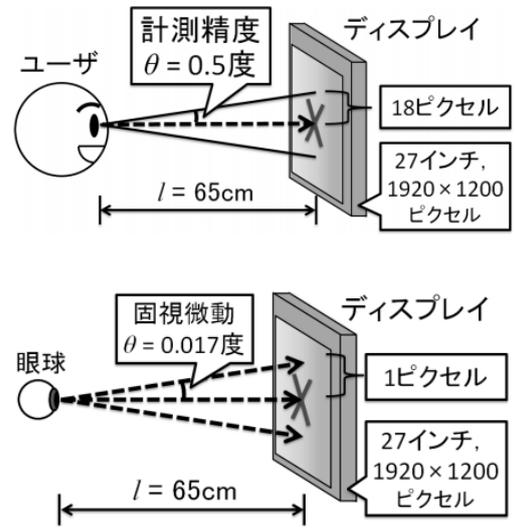


図3：視線計測器を用いてディスプレイ上の注視オブジェクトを正確に得るのは、計測誤差および眼球の固視微動を考慮すると原理的に難しいが、「どこを見ていないか」を検出することは正確に可能である。この領域を有効活用し操作者のユーザビリティ向上を図る。

なっていく予定である。

また電子黒板システムの使用時に、操作者に対し視線計測器を用いることにより、「注視していない」という領域および状況を感じし、有効活用することで聴衆のコンテンツ理解度を損なわないままで操作者のユーザビリティの向上を図るコンセプト(図3)を提案し、その第一段階としてデスクトップPC操作環境における有効性を確認した。得られた知見をまとめ、国内の当該分野の査読付きのトップカンファレンスWISS'12および国内論文誌コンピュータソフトウェア誌に論文を投稿し、採録された。今後は電子黒板使用時へと作業環境を拡張し、研究を継続する予定である。

研究期間全体を通じて、視線計測等を用いた定量評価を裏付けとして、電子黒板操作者と聴衆の相互の利便性を考慮したシステム構築を行うという新しい研究領域および研究手法が切り拓かれたことは意義深い。

さらに、本研究の副産物として、個々のサブ研究課題から実用的なシステム/アプリケーションがそれぞれ構築され、公開等を通じて社会還元されている点も特記すべきである。

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 6件)

- ① 山中祥太, 栗原一貴, 宮下芳明, 注視していないことを利用したポインティング高速化手法とその評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 30, No. 3, (印刷中), 2013, 査読あり.
- ② 山中祥太, 栗原一貴, 宮下芳明, 注視していないことを利用したマウスカーソル高速化手法, 第20回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ予稿集, pp. 127-132, 2012, 査読あり.
- ③ 栗原一貴, 教育現場におけるマルチモーダル・メディアインタラクションと支援ICTシステム, 映像情報メディア学会誌, Vol. 66, No. 2, pp. 635-640, 2012, 査読あり.
- ④ 栗原一貴, CinemaGazer: 動画の極限的な高速鑑賞のためのシステムの開発と評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 29, No. 4, pp. 293-304, 2012, 査読あり.
- ⑤ Kazutaka Kurihara, CinemaGazer: a System for Watching Videos at Very High Speed, In Proceedings of AVI'12, pp. 108-115, 2012, 査読あり.
- ⑥ 栗原一貴, 動画の極限的な高速鑑賞のためのシステムの開発と評価, 第19回イ

ンタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ予稿集, pp. 24-29, 2011, 査読あり.

[学会発表] (計 3件)

- ① 山中祥太, 栗原一貴, 宮下芳明, 注視していないことを利用したマウスカーソル高速化手法, 第20回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 青森, 2012/12/6.
- ② Kazutaka Kurihara, CinemaGazer: a System for Watching Videos at Very High Speed, International Working Conference on Advanced Visual Interfaces'12, Italy, 2012/5/22.
- ③ 栗原一貴, 動画の極限的な高速鑑賞のためのシステムの開発と評価, 第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 京都, 2011/12/1.

[その他]

ホームページ等
<http://unryu.org>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

栗原一貴 (KURIHARA KAZUTAKA)
独立行政法人産業技術総合研究所・情報技術研究部門・主任研究員
研究者番号: 10462855