

機関番号：13501

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007 ～2010

課題番号：19500106

研究課題名 (和文) 視覚的注意の心的負荷に基づくユーザビリティ評価方法
の確立と評価システムの構築研究課題名 (英文) Establishing an usability evaluation method based on a mental
workload of visual attention and constructing the evaluation system

研究代表者

今宮 淳美 (IMAMIYA ATSUMI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・教授

研究者番号：40006276

研究成果の概要 (和文)： 視線データと生理データの統合による「視覚的注意」のモデル化と視覚的注意負荷に基づくユーザビリティ評価方法を提案する。

主要な成果：

- (1) 視覚的注意支援システムを構築して有効性を実験データの分析により示した。
 - ① タブレットの回転による向き情報を使ってディスプレイを指定できるポインティングシステム
 - ② 複数ウインドウをアクセスしやすくするように管理する使用履歴に基づくシステム
- (2) マルチモーダル注意の実験/分析
 - ① 覚的注意をモデル化するための視線及び生理データを測定・分析するツール
 - ② 注意の心的負荷に基づく注意レベルモデルを提案し、実験でモデルの有効性を検証した。

研究成果の概要 (英文)： We propose the model for visual attention based on the eye gaze and physiological data, and establish a usability evaluation method based on a mental workload of visual attention.

Main Results:

- (1) Constructing a several visual attention support system and showing the effectiveness of these systems:
 - ① Pointing system enabling a user to identify a display from multi-display based on the direction of a rotatable tablet
 - ② Log based management system enabling a user to access multi-windows
- (2) Experiment of a multimodal attention and analysis
 - ① Tool for measuring and analyzing the line of sight and physiological data, which models a visual attention
 - ② Propose a model for visual attention levels based on workload of attention, and show the effectiveness of the model by empirical data analysis.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：視覚的注意、興味、生理データ、マルチモーダルインタフェース、
注意レベル、ユーザエクスペリエンス、ユーザビリティ

1. 研究開始当初の背景

本申請者らは、これまで、視線、ジェスチャ、触覚による知覚インタフェースを開発する目的で感覚・知覚評価実験・分析を行ってきた。さらに、従来のユーザビリティ指標であるタスク遂行時間、操作エラー率などの定量データ、およびアンケート／インタビュー手法と生理学反応データ（自律神経系反応の指標として、皮膚伝導率、心拍数、心拍変動を用いた）のいくつかの関係を実験・分析で示すことができた。

(1) 視野角と皮膚伝導率の間に正の相関が得られた。同時に、質問への被験者の主観的回答と皮膚伝導率に相関がある。これらの結果は、先行研究の結果と統合すると仮想現実の臨場感の評価に皮膚伝導率を使うことができることを示している。

(2) 質問による主観的評価と心拍変動に正の相関がある。

(3) 眼球のサッケード（ひとつの注視点から次の注視点に素早く移動する運動（飛越運動））の速度と心拍変動の間に相関がある。これによって、心的負荷に個人差があることの説明ができる。

(4) 視線スキャンパスが認知的戦略と注意配置、マウスの動きが認知プロセスの結果であると解釈できる。

(5) 眼球の固視とマウスクリック回数の比をユーザビリティ評価指標として利用できる。

2. 研究の目的

(1) ユーザの注意に適応およびガイドするインタラクションシステムの設計と評価の基盤となる生理データ間の関係を解明

(2) 客観的尺度の有効性（誤り率による正確度、一定時間における完成量）、効率（仕事完了時間など）、および主観的(感性的)尺度の満足度(不快、好感度、負荷の認容度)とメンタルと身体的負荷との関係を解明し新たな評価尺度を定義する。

3. 研究の方法

- (1) 視覚的注意支援システム設計／構築
- (2) マルチモーダル注意の実験と分析

4. 研究成果

(1) 視覚的注意支援システム

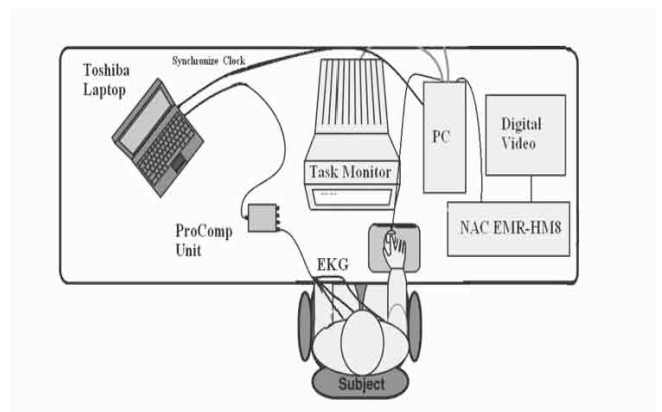
① ユーザの両手の指に位置・圧力センサを

装着することで、両手の位置と圧力を利用した両手操作 GUI を開発した。

② マルチディスプレイ環境において、タブレットの回転による向き情報を使ってディスプレイを指定し、そのディスプレイの範囲をペンで操作するポインティングシステムを提案した。

③ 画面上でいくつかの仕事同時に作業しているとき、各仕事の複数ウィンドウをアクセスしやすくするように管理する使用履歴に基づくシステムを構築して有効性を実験データの分析により示した。

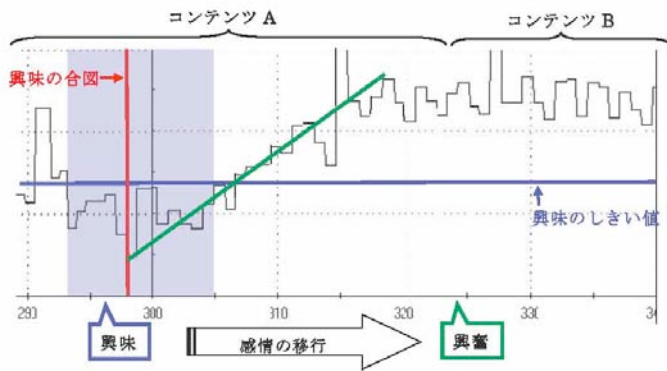
マルチモーダル注意実験状況



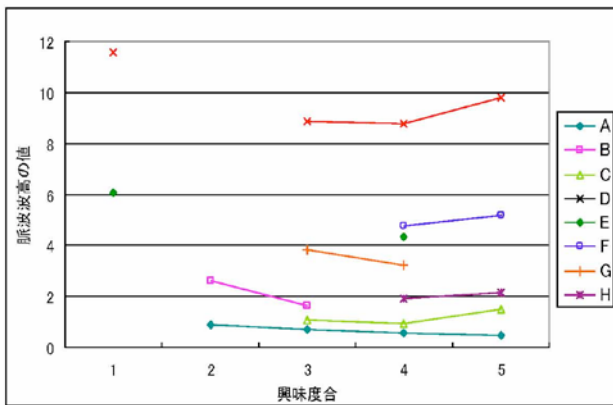
(2) マルチモーダル注意分析

① コンピュータを使って作業しているユーザに香りを呈示すると、そのユーザの生体情報がどのように変化するかについて、2つの実験を通して検証した。

② 視覚的注意をモデル化するための視線及び生理データを測定・分析するツールを構築：視線停留時間に加え、瞳孔径と脈波データを用いたWeb ページ上の興味箇所を特定する手法を提：ユーザが興味を示すときに得られる生体データの変化を利用することで、ユーザー一人一人に合わせて、Web ページ上の興味箇所を特定する手法、特に、瞳孔径と脈波のデータが有効であり、これらのデータを利用した興味箇所特定手法および瞳孔径と脈波波高の振幅とによる興味度合の特定手法を得た。



興味時の脈波データの変動上昇率を用いた感情状態の特定の様子



脈波波高と興味度合いの関係

③ 注意の心的負荷に基づく注意レベルモデルを提案し、実験でモデルの有効性を検証した：視線情報と脳血流データに基づいた注意箇所検出手法として、実験分析で注意と脳血流データおよび視線情報の関連を得た

④ コンピュータからのメッセージに対するユーザの気付き（アウェアネス）を生体情報の変化で検出するシステムの提案：五感への刺激と生体データとの関係を実験で明らかにできた。脈波は触覚と味覚、呼吸は臭覚と味覚、皮膚伝導率は触覚と味覚に相関が高いことがわかった。

⑤ コンピュータを使って作業しているユーザに香りを呈示すると、そのユーザの生体情報がどのように変化するかについて、2つの実験を通して検証した。

Web サイトでの単語調べ中に香りを呈示す

ることで、呈示していない場合よりも呼吸数が減少すること、および、コンピュータ・ゲーム中にローズマリーの香りを呈示すると LF/HF が減少することを解明した。

⑥ ユーザが描きながらそのときの感情を自動的に色へ反映できるようにするため、ユーザの生体信号から感情を推定し、感情価を色の明度へ、そして覚せい度を色の彩度へ対応付ける「お絵描きツール」を提案した。

⑦ ドキュメント中のキーワードを視的に検索するのに触覚情報を加えたシステムを構築しその情報をユーザが利用する場合の有効性を実験データ分析により示した。

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12件)

- ① Masaki Omata, Kei Ogasawara, Atsumi Imamiya A Project Restarting Support System Using the Historical Log of a User's Window Usage, Proceedings of OZCHI 2010, Vol.22, 25-32. 2009 査読有
- ② Masaki Omata, Masahiro Kosaka, Atsumi Imamiya: A Pen-Tablet -Orientation-Pointing Method for Multi-Monitors, Proceedings of CHINZ, Vol. 10, 53-60, 2009, 査読有
- ③ Lin, T. Imamiya, A. Mao, X: Using Multiple Data Sources to Get Closer Insights into User Cost and Task Performance, Interacting with Computers, Vol. 20, 364-374, 2008, 査読有
- ④ 小俣昌樹、内藤雄也、今宮淳美: 生体信号に連動する吹き出しオンラインチャットの設計と評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 第10巻179-190, 2008, 査読有

[学会発表] (計7件)

- ① 渡邊聡, 小俣昌樹, 今宮淳美: 視線と脳血流データに基づいた注意箇所検出手法の提案, 日本バーチャリアリティ学会, 2009年3月5日, 山梨大学
- ② 深澤綾, 小俣昌樹, 今宮淳美: Web ページにおける視線停留時間と脈波波高に基づく興味度合いの特定, 情報処理学会第70回全国大会, 2008年3月15日, 筑波大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今宮 淳美 (IMAMIYA ATUMI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・
教授

研究者番号：40006276

(2) 研究分担者

小俣 昌樹 (OMATA MASAKI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・
准助教

研究者番号：60402088

平成19年→平成20年（連携研究者）

郷 健太郎 (GOU KENTAROU)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・
准教授

研究者番号：50282009

平成19年→平成20年（連携研究者）

(3) 連携研究者

なし