

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330230

研究課題名(和文) スマートフォンを用いた脳波・視線のオンライン解析による知的生産性の客観評価

研究課題名(英文) Real time evaluation of intellectual productivity using the smartphone and eye direction analysis

研究代表者

満倉 靖恵 (MITSUKURA, YASUE)

慶應義塾大学・理工学部(矢上)・准教授

研究者番号：60314845

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、スマートフォンのみで脳波と視線を簡単に同時計測し、建物内の環境および知的生産性をオンライン評価するシステムを初めて構築する事である。最終年度までに、スマートフォンのみで脳波と視線を同時に計測するシステムを構築し、興味・関心、集中、ストレス度をオンライン評価する新しいスマートシステムを構築した。脳波と視線情報を用いて執務環境における知的生産性の新しい定量評価を確立した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to construct a system for on-line evaluation of the environment and intellectual productivity in the building by simultaneously measuring EEG(brain waves) and eye direction with only smartphones. We construct the following. 1. We built a system that simultaneously measures EEG and eye direction with only smartphone, 2. Using a EEG and gaze information, we have constructed a new smart system that evaluates interests, concentration, stress level in real time. 3. We have established a new quantitative evaluation of intellectual productivity in the working environment using EEG and eye direction information. In order to verify the effectiveness of the proposed method, we calculated the stress, concentration and interest index obtained by the EEG in the actual work space. These experiments show that the results obtained by on-line evaluation of intellectual productivity correlate largely with the progress and accuracy of the work content.

研究分野：生体信号解析

キーワード：脳波計測 感性認識 知的生産性

1. 研究開始当初の背景

脳波は電極を配置する部位が国際 10-20 法により定められている。申請者らはこれまでに、感情が出やすいとされている前頭葉 FP1 箇所に着目し、FP1 のみを取得できる簡易型脳波計測器を独自に開発し、興味度推定システムや嗜好取得、触感の好み、音楽の好き嫌いなど五感から得られる情報をもとにそれらに対する嗜好の評価を行う方法を提案している。また、持ち運び可能で iPhone 上で脳波を保存するためのアプリを制作しており、無線で脳波をサーバに転送できるシステムとなっている。さらに、iPhone のカメラと脳波計測器を連動させ、厳密ではないが見ている大よその方向と脳波を同時に取得するシステムも独自に開発した。しかし作業効率などを計測するためには顔の向きではなく、視線を分解能高く追跡し、脳波と同期を自動で取るシステムを構築する事が必要である。視線を正確に測り、見ている対象物に対する興味や関心、嗜好やストレス度などを取得できれば、建物内の新たな評価システムに成り得ると考える。また、作業空間における脳波を用いた集中度評価においても同様、視線の推移を同時に取得する事で新たな客観評価の一つに成り得ると考えている。

これまでも脳波を用いて室内を評価する研究は行われているが、電極数の多い大型脳波計測装置や血中酸素濃度を計測した評価手法が主流である。大型脳波計測器を用いる場合、装着に 30 分かかり頭を締め付けられた状態でペーストを必要とする評価を行っているため、正確な評価であると言えない。また、血中酸素濃度を測る場合も装着に 30 分程度時間が必要である他、刺激から酸素濃度が変化するまでに数分のタイムラグがあるため、どちらの方法も実用的であるとは考えにくい。我々が既に開発している脳波による感性評価システムは、ジェルやペーストは必要とせず、装着も 15 秒程度であることから、被験者への負担が少なく、実環境下で使用が可能であるため、実用的であると考え、それぞれの評価（興味・関心度や集中、ストレス）も安定して得られる事は実証済みである（感性評価キット：株式会社電通より発売）。この脳波計測装置と視線計測装置を用いてリアルタイムに建物内の環境および知的生産性を評価するシステムはどこにも存在していない。また、これまでも視線を追跡するカメラは数多く製品化されているが、その装置も高価でかつ視線方向を決定するためには PC による計算にも時間がかかり、iPhone などのスマートフォン上で行えるものは存在しない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、スマートフォンのみで脳波と視線を簡単に同時計測し、建物内の環境および知的生産性をオンライン評価するシステムを初めて構築する事である。

3. 研究の方法

本研究計画は以下の 4 フェーズに分け、脳波と視線追跡によって建物内の環境評価および室内作業における知的生産性を評価するシステムを構築した。

(1) スマートフォンのみで脳波と視線を同時に計測するシステムを構築。

(2) 脳波と視線情報を用いて興味・関心、集中、ストレス度をオンライン評価する新しいスマートシステムを構築。

(3) 脳波と視線情報を用いて執務環境における知的生産性の新しい定量評価を確立。

(4) 実際の施設を用いて、知的生産性を高める因子（望ましい環境）の特定

4. 研究成果

脳波、視線情報を用いて実際の執務環境において、(1) 執務作業評価、(2) 建物移動実験および評価、(3) 建物内のお気に入りポイント計測それぞれの実験を行った。

まずは脳波計測のみによって、執務空間内における集中度および興味度の違いを計測した。この結果を図 1 に示す。図 1 の網掛け部は執務タスク中を示しており、白い部分は日タスク中を示している。さらに青が集中度の移り変わり、赤が興味度の移り変わりをしめている。またタスクはマインドマップを行っている。

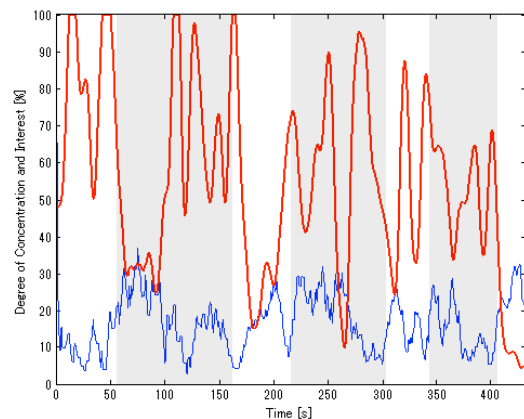


図 1：執務空間内における集中度と興味度（網掛け：タスク中、青：集中度、赤：興味度、タスク：マインドマップ）

この結果から、タスク中には興味度が明らかに上がり、非タスク中には下がる事が顕著に見受けられた。図 2 はタスクとして、小豆

をトレイからトレイ間を30センチ開けた片側から箸で小豆を移動させる実験結果をしめしている。

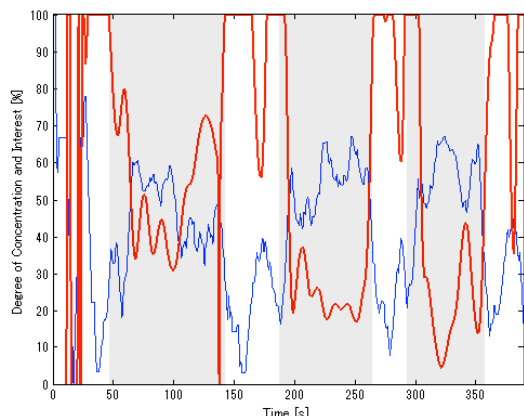


図2：執務空間内における集中度と興味度（網掛け：タスク中，青：集中度，赤：興味度，タスク：小豆移動実験）

これらの結果から、小豆移動中は明らかに集中が上がり、非タスクになった瞬間に集中が下がることがわかった。一方で、興味に関しては、終わった瞬間に上がる、という結果が得られた。いずれも被験者に聞き取りを行った結果、実験中は集中した、終わった瞬間にほっとしてうれしかった、という感覚が反映されている結果であると考えられる。

次に、脳波および視線情報を用いて屋内における建築物の明るさ、広さ等の要素による、人の快適度への寄与を解析した。環境の計測として、室温・湿度・放射温度・風速・騒音・CO2濃度・照度を計測した。また、ブラインドの開閉なども可変にしておき、それぞれの条件において、人間が何をみてストレスや集中、興味がどれだけ変動するか、解析を行った。ブラインド開閉による内装の見え方の違い、家具による違いなども考慮しているが、共同研究先の施設のため、秘密情報が含まれるため紙面にその詳細は記述できないが、空間内を自由に歩き回り、視線情報との同期によりどの空間でストレスを感じ、どの空間で興味関心を持っているか、リアルタイム計測を行うことが可能であった。建物内の映像が映っているため、結果として出すことができないが、映像を抜いた脳波から得られるストレス、興味・関心のみをリアルタイムで取得した結果を図3に示す。これらの結果から、リアルタイムに人の感情の移り変わりを得ることができる装置を構築することで、それぞれの場所におけるストレスや興味を移動を伴う計測において計測することが可能になった。

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 2件）

（1）叶賀卓，満倉靖恵，“半正定値テンソル分解による瞬きアーチファクト除去手法の提案”，電気学会論文誌C, Vol. 135, No. 7, pp. 848-855, 2015年7月（査読あり）

〔学会発表〕（計 27件）

（1）山口素直，木田茉由子，満倉靖恵，“室内空間の構成要素による快適度への影響”，電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp. 566-569, 長崎大学（長崎県・長崎市），2015年8月

〔図書〕（計 0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.mitsu.sd.keio.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

満倉 靖恵 (MITSUKURA, Yasue)
慶應義塾大学・理工学部・准教授
研究者番号：60314845

(2) 研究分担者

伊香賀 俊治 (IKAGA, Toshiharu)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：30302631

滝本 裕則 (TAKIMOTO, Hironori)

岡山県立大学・情報工学部・助教
研究者番号：10413874

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :

(4) 研究協力者 ()

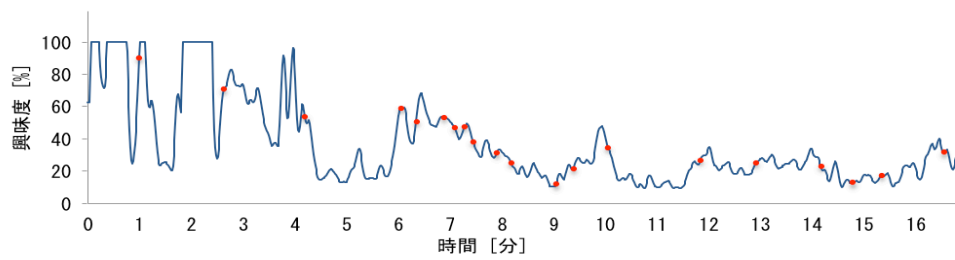
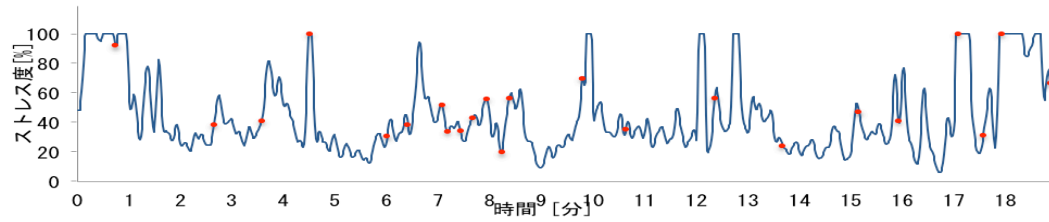


図3 : 屋内の空間における移動実験 (ストレス, 興味)