

令和元年5月30日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01538

研究課題名(和文) 携帯端末に適応した視線・脳波入力インタフェースシステム

研究課題名(英文) Eye glance and electroencephalogram input interface system adapted to portable devices

研究代表者

板倉 直明 (Itakura, Naoaki)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：30223069

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：手指を使用せずに機器への入力を可能とする視線・脳波入力インタフェースを携帯機器で実現するための研究を行った。視線入力では、Eye Glance(瞬間他所視)入力を使用し、脳波入力では、点灯間隔変動刺激を使用した。視線入力では、Open CVを利用した画像解析で90%以上の判別率でEye Glance入力を検出できた。脳波入力では、点灯間隔変動刺激を利用したtransient型脳波解析で90%以上の判別率で注視点減刺激を検出できた。さらに、携帯機器のインタフェースとして、少数自由度で多くの選択肢を入力できる汎用的なデザインを提案し、手首動作を用いたジェスチャ入力方式の検討も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

携帯機器が普及している現在、手指を使わず簡単にコマンドを入力できるインタフェースが必要である。そこで、視線入力や脳波入力が注目されるが、携帯機器に適応できる視線入力や脳波入力は実現されていない。研究成果として、視線位置の相対的変化のeye glanceや、視線を測定せずに視対象で変化する脳波を簡単に利用できることを明らかにしたため、携帯機器においても視線・脳波入力インタフェースが実現できる。さらに、少数自由度で多くの選択肢を入力できる汎用的なデザインを提案したので、視線や脳波に限らず、ジェスチャ入力など種々の入力方式を携帯機器に導入でき、入力方式を限定しない携帯機器を開発することができる。

研究成果の概要(英文)：We researched to realize an eye glance or electroencephalogram(EEG) input interface that enables input to a portable device using eye glance or EEGs without using fingers. For eye glance input, instantaneous other view (eye glance) was used. For EEG input, lighting interval fluctuation stimulus was used. In the case of eye glance input, it was possible to detect eye glances with a discrimination rate of 90% or more by image analysis using Open CV. In the case of EEG input, it was possible to detect the blinking stimulus that subjects gaze with a discrimination rate of 90% or more by transient type EEG analysis using the lighting interval fluctuation stimulus. Furthermore, we proposed a general purpose design that can input many options with a small number of degrees of freedom as an interface for portable devices, and examined a gesture input method using wrist movement.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：視線入力インタフェース 脳波入力インタフェース Eye glance 携帯機器

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンを含む携帯端末が普及し、「google glass」を初めとするウェアラブル端末が具体的に提案されている現在、どんな場所でも簡単にコマンドを入力できる「眼を利用した入力」である視線入力インタフェースが注目されている。既存の視線入力インタフェースの多くは大型画面を想定し、注視対象が入力される注視入力方式を採用している。注視入力方式を採用する限り、小型画面になるほど、高精度な視線位置測定が必要となる。そのため、視線入力インタフェースの大部分の研究は、高精度な視線位置測定の開発が目的となっており、そのような装置が多数、提案されている。しかし、それらの装置では、小型画面になるほど精度が要求され、注視入力方式が不確実になる。結果的に携帯端末に適応できる視線入力インタフェースは実現されていない。

障害者を含め、誰でも使用できる視線入力インタフェースに必要な技術は、入力方式の再検討を含めた大局的観点から考察すれば、高精度な視線位置測定だけではないことは明らかである。また、高精度な視線位置測定に依存しない視線入力インタフェースが実現できれば、使用環境に合わせて、様々な測定装置が選べることを意味する。そこで、大部分の視線入力インタフェース研究とは異なる方向ではあるが、視線位置の相対的変化量である視線方向測定で、または、視線を測定せずに視対象で変化する脳波を利用すれば、小型画面においても使用できる視線・脳波入力インタフェースが実現できるのではないかと考えた。

そこで、携帯端末での使用を想定した視線・脳波入力インタフェースにおいて、次のようなことを提案し、研究を行ってきた。

(提案1) 眼電図による視線方向測定を利用する。

(提案2) 視線を測定せずに(視覚誘発脳波を利用して)注視対象を判定する。

その結果、次のような成果が得られ、実用化できる目途が得られてきた。

(成果1) 眼電図による視線方向測定で、入力成功率80%以上のEye Glance入力を開発した。

(成果2) 視線を測定せず、判定率70%以上で視覚誘発脳波から注視対象を判定できた。

以上の成果を踏まえ、実用化時の価格、使い易さなども総合的に考慮し、注視入力方式に拘ることなく、入力方式から再検討した過程で、視線移動方向の限定した組み合わせで入力する「Eye Glance入力(瞬間他所視入力)」を新しく考案した。「Eye Glance入力」とは、以前開発した移動方向の組み合わせ入力であるEye Gesture入力から、移動回数を2回かつ必ず初期視線位置に戻る移動に限定し、その繰り返しにより、簡易、高速かつ多選択肢の入力を行う方式である。

この「Eye Glance入力」の利点は以下の通りである。

(利点1) 眼は高速に動くので、繰り返し「Eye Glance入力」をしても入力時間は掛からない。

注視入力の場合、注視時間が充分長くないと見たもの全てが入力される「ミダスタッチ問題」が起きるため、結果的に入力時間が掛かる。

(利点2) 限定した視線移動方向だけを判別するので、視線測定に精度を必要としない。

従って、携帯端末に搭載されている内蔵カメラも利用できるため、特別な装置を必要としない視線入力インタフェースが実現できる。

以上の背景と現状に基づき、実用化に向けた研究の課題を下記のように整理した。

(課題1) カメラによる視線方向測定で、Eye Glance入力成功率を100%に近付ける。

(課題2) 視覚誘発脳波の波形識別方法や誘発刺激方法の検討を加え、判定率95%以上を目指す。

(課題3) 視覚誘発脳波の測定において、電極貼付を簡素化できるシステムを開発する。

上記の課題に基づき、目的を(2-1)~(2-3)(課題1~3に対応、後述)とした研究を行うこととした。また、提案する研究の特徴は、以下の2点である。

(1-1) Eye Glance入力を採用した独創的な視線入力インタフェース

「Eye Gaze input」を日本では視線入力と訳すほど、今日まで開発されてきた視線入力インタフェースでは、注視している文字やコマンドが入力されるEye Gaze入力(注視入力)が殆どである。従って、現在の研究の主流はEye Gaze入力を扱い、入力選択肢を増やすために、注視位置の測定精度をあげることが目的となっている。必然的に、実用化した時の価格、使い易さなどは殆ど議論されていない。現在、Eye Gaze入力以外の視線入力インタフェースを提案している研究は、国内外を含めて我々の研究だけである。

(1-2) 高速点滅周波数で行う特色あるtransient型視覚誘発脳波解析

現在、脳波を利用した入力インタフェースが多数、研究されている。本研究の特色は、「見た(注視した)ものが入力される」インタフェースに視覚誘発脳波を応用することである。そこで重要なのは、視覚誘発脳波の処理方法、及び、誘発脳波を発生させる視覚刺激方法の検討である。視覚刺激としては、通常、点滅光を用いるが、点滅光の点滅周波数の違いにより、脳波処理方法に区別があった。具体的には、点滅周波数が3.3Hz以上(刺激間隔300ms以下)の視覚刺激に対しては、脳波として定常誘発脳波(一定リズムの脳波)が発生することから、脳波を周波数解析する(steady-state型脳波解析)。一方、点滅周波数が3.3Hz以下(刺激間隔300ms以上)の視覚刺激に対しては、脳波の誘発成分だけを抽出し、視覚情報処理のメカニズムを議論するため、刺激に同期した脳波の加算平均処理を行い、波形を解析する(transient型脳波解析)。従って、点滅周波数が3.3Hz以上の視覚刺激に対して、transient型脳波解析を行うこ

とはなかった。

本研究に先行して、10Hz 前後の点滅周波数の視覚刺激に対して、transient 型脳波解析を行った結果、以前は 10s 以上必要だったが、2s 程度の脳波信号だけで特徴的な波形が得られた。そこで本研究では、視覚誘発脳波から見ている場所や方向の判定が非常に短時間でできるため、この方法に関して詳しく解析を行う。

2．研究の目的

従来研究の多くは据え置き型のインタフェースを想定し、注視位置の測定精度を上げるために頭部を固定するか、または、複雑な装置を開発して精度を補償する方法を採用していた。そのため、開発された装置は、自ずと複雑で高価な装置となるため使用者が限定される。一般的には、「視線入力インタフェースの使用者 = 肢体不自由者」のように考えられている場合が多い。

一方、本研究では、携帯端末を想定している。このため、「Eye Glance 入力」を採用すれば、端末の内蔵カメラがあれば、精度のよい高価な光学的測定装置は必要なく、また、視覚誘発脳波を利用する場合でも、インタフェース装置は小型かつ安価になる。その結果、最終的に、使用者や使用する環境に制限のないユビキタス環境を想定したインタフェースを実現でき、誰でも何処でも使用できるインタフェースとなる可能性がある。

本研究で開発する視線・脳波インタフェースは手指を使用せずに視線、脳波を利用して機器への入力が可能となるインタフェースである。この視線・脳波入力インタフェースを携帯端末で実現するために、

(2-1) 端末内蔵カメラだけで対応できる Eye Glance 入力（限定した方向への瞬間他所視入力）方式を完成させる。

(2-2) 短時間入力可能な transient 型脳波解析を利用した注視対象の判定方法を確立させる。

(2-3) インタフェース装置の低価格化、小型化を実現するシステムを開発すること。これを研究の目的とする。

3．研究の方法

研究初年度（平成 28 年度）から、主に以下の計画 3-1～3-3 を実施する予定とした。

(3-1) Eye Glance 入力に有効な生体信号処理方法と画面デザインの確立

(3-2) 使用する点滅刺激に対する視覚誘発脳波の解析方法の確立

(3-3) 携帯可能でコンパクトな測定装置の開発

(3-1) Eye Glance 入力に有効な生体信号処理方法と画面デザインの確立

Eye Gaze 入力方式に拘ることなく、Eye Glance 入力方式の仕様を確立する。従来の Eye Glance 入力では、交流増幅眼電図の差分眼電図を利用して、「ちらっと見る」= (Glance) 入力を判別していた。眼電図を使うと電極貼付に伴う電解ペーストが必要となり、簡単に使える入力インタフェースとはならない。一方、多くの小型端末には内蔵カメラが搭載されていることから、この内蔵カメラを使い、そのカメラから得られる画像を処理することで Eye Glance 入力を判別できれば、特別な装置を一切必要としない Eye Glance 入力を実現できる。そこで、内蔵カメラから得られる画像をできるだけ処理に負荷の掛からない簡単な計算で Eye Glance 入力を判別するアルゴリズムを検討する。具体的には、Eye Glance 入力時だけに発生する特徴的な高速眼球移動だけを効率的に抽出する方式を検討する。

さらに、多選択入力が可能な画面デザインを検討する。現在、検討している Eye Glance 入力では、画面の四隅を「ちらっと見る」ことだけで、視線移動方向を全く意識せずに Eye Glance 入力を発生させることを考えている。この方式だと Eye Glance 入力の選択肢は 4 選択肢となり、この 4 選択肢を繰り返すことで多選択入力を可能とする画面デザインが必要となる。多くの画面デザインを提案し、実験を繰り返すことで画面デザインの仕様を確定する。

(3-2) 使用する点滅刺激に対する誘発脳波の解析方法の確立

この課題では、実際に注視した部分に様々な点滅刺激を与え、刺激に同期して脳波を処理する Transient 型脳波解析を用いることで、注視した点滅刺激を特定する。まず、点滅刺激を見た場合と見なかった場合とで、両方の視覚誘発脳波を測定し、その脳波の違いや特徴が異なるような Transient 型脳波を明らかにする。現在、点滅刺激を見なかった場合でも、Transient 型脳波に背景脳波の影響が強く現れ、点滅刺激を見た場合と同じような大きな振幅を持つ Transient 型脳波が観察され、両者の判別が困難になる。

そこで、点灯間隔を変動させた点滅刺激を使うことで、一定間隔の同期加算を使わなくなるため、一定リズムを持つ背景脳波の影響を減少できることが分かってきた。従って、点灯間隔を変動させた点滅刺激を使うことで、点滅刺激を与えた場合と与えなかった場合において、Transient 型脳波の振幅に大きな差が生じることとなり、両者の判別を簡単に行える。実験において、両者の判別が最も簡単に行えるような点灯間隔を変動させた点滅刺激を探索する。

次に、様々な点滅刺激を用いて得られた視覚誘発脳波の波形の違いを検討する。検討する項目としては、点滅刺激の明るさ、周波数などがある。例えば、点滅刺激を見る不快感を与えない明るさや、点滅刺激の明るさを点滅ごとに変化させた場合に、一定の明るさの点滅刺激とどのように視覚誘発脳波が変化するかなどを調べる。

以上の結果に基づき、視覚誘発脳波の波形が大きく異なる点滅刺激の与え方を工夫することで、注視した場所の違いを確実に判断できるようなアルゴリズムを開発する。この手法を確立させるためには、定常的かつどの被験者でも、脳波に明らかな違いが現れるような脳波の導出方法なども調べる必要がある。

(3-3) 携帯可能でコンパクトな測定装置の開発

視覚誘発脳波は非常に微小な信号であるため、電極から離れた場所に設置する据え置き型の測定装置を用いると、電極から測定装置までに混入する雑音信号が非常に問題となる。これを解決するために、電極に近い場所に装着できるコンパクトな生体信号測定装置を開発する予定である。28年度では、まずプロトタイプを開発し、必要な性能等に関して検討を加える。この装置には、増幅器、アナログフィルター、A/Dコンバータ、無線機能などを搭載する予定であり、バッテリー駆動可能な省電力性、装着しても邪魔にならないコンパクト性を満たす仕様を計画している。

平成29年度以降は、基本的に平成28年度と同様な計画3-1～3-3を継続して研究するが、計画に目途が立った時点で入力装置を構成するために以下の計画3-4、3-5も設定した。

(3-4) 脳波、視線、音声を統合した入力インタフェース仕様の検討

システムを構築するための準備を行う。その際、以下の項目も検討する実験を行う。

(a) インタフェース仕様として足りない機能

脳波、視線から得られる情報だけで入力操作を行った場合、入力操作が十分に足りているかを考察する。現状として、視線移動方向の組み合わせは、移動回数が増加すれば指数関数的に増加（1回の移動に m 方向あれば、 n 回の移動回数で、その組み合わせは mn となる。）する。1回の移動は、300ms程度であるので移動回数を増やしても入力時間が極端に増加することはないが、短時間に視線を移動することで起こる疲労感を考慮し、入力操作が増えるような時は、それを補うような音声入力を組み合わせるなど、総合的なインタフェース仕様の検討を行う。

(b) インタフェース画面の設計における問題点

画面の大きさが変化すれば、表示できる情報量が変化する。従って、画面の大きさごとに最適なインタフェース画面デザインが存在するものと考えられる。オフィスや家庭などで使用される大型画面におけるデザインと、スマートフォンなどで使用される小型画面におけるデザインとは異なるものでなければならぬので、使用する画面に対する最適デザインを検討する実験を行う。

(3-5) 心理的疲労などの作業負担評価

脳波を測定しているため、一般的に解析される波、波成分なども解析できる。従って、作業中の心理的な疲労も評価することで、インタフェース仕様の検討に、作業負担評価をフィードバックし、更なるインタフェースの改良を検討する。

4. 研究成果

(4-1) Eye Glance 入力に有効な生体信号処理方法と画面デザインの確立について

Open CV を利用し、画像解析で Eye Glance 入力を検出する方法を提案し、90%を超える正確性で Eye Glance 入力を検出できるようになった。また、実際のスマートフォンに搭載されているインカメラで、操作者の顔を撮影した動画から、Eye Glance 入力を検出する実験を行い、眼球近辺の画像を抜き出せば、Eye Glance 入力を検出できることが判明した。

画面デザインについては、少数自由度で多くの選択肢を入力できる汎用的なデザインを提案した。具体的な画面デザインとして、縦4行×横16列の64選択領域を設定し、QWERT配列のキーボードデザインも、そのまま使用できるデザインとした。Eye Glance 入力においては、4方向（画面4隅）×2瞬間他所視時間（長短）=8自由度のEye Glance 入力を2回繰り返すことで64選択が可能な仕様とした。

実験の結果、8自由度のEye Glance 入力実験に関して、入力判別率は83%となった。また、より具体的な文字入力想定実験を行ったところ、入力判別率は75%、入力速度は15文字/分の結果が得られた。入力判別率を改善すれば、特別な測定装置を使用せずに、注視入力よりも速く入力できることが判明した。

また、8自由度かつ素早い操作入力であれば、Eye Glance 入力と同様な入力は可能である。そこで、この画面デザインの有効性を確認するため、4入力領域ボタン×上下2方向フリック=8自由度入力の新たな入力方式と、64選択領域に直接タップして入力する従来の方式との比較実験を行った。入力領域の表示面積が画面全体に対して小さく、邪魔にならない程度の面積（4cm²）では、従来方式と比較して、入力速度は7割程度と遅くなるが、誤入力率は半減することが明らかになった。

(4-2) 使用する点滅刺激に対する視覚誘発脳波の解析方法の確立について

点灯間隔が一定な点滅刺激の周波数を変化させた場合、8Hz～12Hzの周波数に対しては、2秒間の視覚誘発脳波の波形における波長の違いが顕著に表れることが判明した。波長としては、

83msec ~ 125msec の間の違いであるため、判別率 90% 以上の条件だと 4 種類程度の周波数の違いしか実際には使えないことが分かった。同様に、点灯間隔が一定な点滅刺激の位相を変化させた場合、判別率 90% 以上の条件だと、90 度ずつ位相を変えた 4 種類程度の位相の違いしか実際には使えないことも分かった。さらに、点灯間隔が一定な点滅刺激の点灯輝度を、「高高低低」、「低低」、「高低」、「低高」と変える場合でも判別率 90% 以上の結果が得られたが、それ以上の組み合わせでは判別率が低下することも分かった。

以上のことから、点灯間隔が一定な点滅刺激において、周波数と位相を組み合わせれば、理論上は、 $4 \times 4 = 16$ 種類程度の点滅刺激を用いることは可能であるが、点灯間隔が一定な点滅刺激は、脳波引き込み現象を引き起こし、点滅刺激を見た人に不快な感覚を与えることが知られているため、単純な点灯間隔が一定な点滅刺激は出来るだけ避けることが必要だと考えた。

そこで、点灯間隔を変動させた点滅刺激を使うことを考え、種々の実験を行った。まず、点灯間隔を変動させた点滅刺激を使うことで、一定間隔の同期加算を使わなくなるため、一定リズムを持つ背景脳波の影響を減少できることが分かった。従って、点灯間隔を変動させた点滅刺激を使うことで、点滅刺激を与えた場合と与えなかった場合において、Transient 型脳波の振幅に大きな差が生じることとなり、両者の判別を簡単に行える。また、点灯間隔を変動させた点滅刺激は、単純な点灯間隔が一定な点滅刺激より不快な感覚が減少することも確かめられた。

以上のことから、点灯間隔を変動させた点滅刺激を主要な点滅刺激として使い、2 秒間の視覚誘発脳波の波形から判別可能な 8 種類の点滅刺激の組み合わせを探索した。その結果、点灯間隔が、順次長くなるもの、順次短くなるもの、+ を組み合わせたもの、点灯間隔が一定のもの、4 種類の点灯刺激に、点灯輝度の高低を加えた計 8 種類の点滅刺激の組み合わせにおいて、2 秒間の Transient 型脳波波形に、その平均振幅と標準偏差の比率が、時間的に異なる特徴として現れることを発見した。実際に実験を行った結果から、2 秒間の点滅刺激に対する視覚誘発脳波の解析で、90% 程度の判別率でどの点滅刺激を見ているかの判別が可能であることが明らかになった。

以上のように、視覚誘発脳波の波形が大きく異なる点滅刺激の与え方を工夫することで、注視した場所の違いを確実に判断でき、かつ不快な感覚を与えないような点滅刺激の組み合わせと、それを判別するアルゴリズムを開発することに成功した。一方、点滅刺激を与えるシステムにおいて、画面制御が正確に行えない問題も生じるため、画面制御を正確に行えるようなシステムとプログラムの改良が必要であることも分かった。

(4-3) 携帯可能でコンパクトな測定装置の開発について

市販の汎用 CPU を搭載した小型ボードと市販の計装アンプ等を用いた自作の脳波増幅測定装置のプロトタイプを開発した。高性能な生体アンプと比較したところ、電源に対する雑音対策を十分に行えば、携帯可能でコンパクトな測定装置を開発できることが分かった。

(4-4) 脳波、視線、音声を統合した入力インタフェース仕様の検討について

(4-1) の研究成果でも記述したが、8 自由度かつ素早い操作入力であれば、種々の入力方式でも対応できるような画面デザインを持つ入力インタフェースであることから、この研究とは異なる方向ではあるが、実現した場合に便利であると考えられる手首動作を用いたジェスチャ入力方式の検討を行った。具体的には、スマートフォンを持った手の簡単な 8 つの手首動作だけで、画面に触れずに入力できる入力インタフェースを開発した。その結果、本研究と同様な画面デザインで、90% を超える正確性で入力できることを確認した。

一方、脳波、視線、音声を統合した入力インタフェースであるが、脳波を用いた入力では、コンパクトな測定装置の開発が終了していないことや、視線を用いた入力では、入力判別率が 75% と低く、判別率を上げる改良が必要なことから、統合した入力インタフェースの研究には未着手となっている。心理的疲労などの作業負担評価についても同様に未着手となっている。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 5 件)

K.Akehi, S.Matsuno, N.Itakura, T.Mizuno, K.Mito : Non-contact Eye-Glance Input Interface Using Video Camera, Journal of Signal Processing, 査読有, 21 巻, 2017, 207-210

Shogo Matsuno, Minoru Ohyama, Kiyohiko Abe, Shoichi Ohi, Naoaki Itakura : Feature Analysis Focused on Temporal Alteration of the Eyeblink Waveform Using Image Analysis, IEEJ Transaction on Electronics, Information and Systems, 査読有, 137 巻, 2017, 645-651
DOI: 10.1541/ieejieiss.137.645

松野省吾, 伊藤雄太, 明比宏太, 板倉直明, 水野統太, 水戸和幸 : 斜め視線移動を用いた多選択肢入力インタフェースの開発, 電気学会論文誌 C, 査読有, 137 巻, 2017, 621-627
DOI: 10.1541/ieejieiss.137.621

松野省吾, 王夢夢, 相沢彰吾, 板倉直明, 水野統太, 水戸和幸 : Transient 型 VEP 解析手法を用いた脳波インタフェースにおける指標点灯間隔および輝度の変化を利用した多選択肢化の検討, 電気学会論文誌 C, 査読有, 137 巻, 2017, 616-620
DOI: 10.1541/ieejieiss.137.616

明比宏太、松野省吾、板倉直明、水野統太、水戸和幸：ビデオカメラを用いた非接触な視線入力インタフェースの検討、電気学会論文誌 C、査読有、137 巻、2017、628-633
DOI: 10.1541/ieejieiss.137.628

〔学会発表〕(計 13 件)

菅原香穂、明比宏太、Marzieh Aliabadi Farahani、水戸和幸、水野統太、板倉直明：前腕動作を用いたジェスチャ入力の検討、IEEE 主催 2018 年度第 2 回学生研究発表会、2018

鳥羽友梨恵、明比宏太、Marzieh Aliabadi Farahani、水戸和幸、水野統太、板倉直明：スマートフォンカメラを用いた Eye Glance 入力の検討、IEEE 主催 2018 年度第 2 回学生研究発表会、2018

松浦隼人、明比宏太、Aliabadi Farahani Marzieh、水野統太、水戸和幸、板倉直明：手首動作を入力とするスマートデバイス向けユーザインタフェースの検討、電気学会計測研究会、2018

明比宏太、Aliabadi Farahani Marzieh、水戸和幸、水野統太、板倉直明：画像処理による Eye Glance 入力インタフェースの多選択肢化に関する検討、平成 30 年電気学会電子・情報・システム部門大会、2018

松浦隼人、明比宏太、Aliabadi Farahani Marzieh、水戸和幸、水野統太、板倉直明：スマートデバイス向け手首動作入力インタフェースの検討、平成 30 年電気学会電子・情報・システム部門大会、2018

Shogo Matsuno, Susumu Chida, Naoaki Itakura, Tota Mizuno, Kazuyuki Mito : A method of character input in an operating environment with low degree of freedom, 23rd International Symposium on Artificial Life and Robotics(国際学会), 2017

S.Matsuno, M.Tanaka, K.Yoshida, K.Akehi, N.Itakura, T.Mizuno, K.Mito : Automatic classification of eye blinks and eye movements for an input interface using eye motion, the 19th International Conference on Human-Computer Interaction(国際学会), 2017

Kota Akehi, Shogo Matsuno, Tota Mizuno, Kazuyuki Mito, Naoaki Itakura : Non-contact Eye-Glance Input Interface Using Video Camera, Proceedings of 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing(国際学会), 2017

明比宏太、Marzieh Aliabadi Farahani、水戸和幸、水野統太、板倉直明：画像処理を用いた Eye Glance 入力インタフェースの選択肢増加の検討、電気学会計測研究会、2017

Shogo Matsuno, Yuta Ito, Naoaki Itakura, Tota Mizuno, Kazuyuki Mito : Study of an Intention Communication Assisting System using Eye Movement, 15th International Conference on Computers Helping People with Special Needs(ICCHP)(国際学会), 2016

Susumu Chida, Shogo Matsuno, Naoaki Itakura, Tota Mizuno : Input Interface Suitable for Touch Panel Operation on a small Screen, IEEE Region 10 Conference 2016 (TENCON)(国際学会), 2016

Ryohei Osano, Masato Ikai, Shogo Matsuno, Naoaki Itakura, Tota Mizuno : Development of Small Device for the Brain Computer interface with Transient VEP Analysis, IEEE Region 10 Conference 2016 (TENCON)(国際学会), 2016

Shogo Matsuno, Sorao Saitoh, Susumu Chida, Kota Akehi, Naoaki Itakura, Tota Mizuno, Kazuyuki Mito : Eye-Movement Measurement for Operating a Smart Device - A Small-Screen Line-of-Sight Input system, IEEE Region 10 Conference 2016 (TENCON)(国際学会), 2016

〔その他〕

ホームページ等 <http://www.italab.inf.uec.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：水戸 和幸、水野 統太、松野 省吾、明比 宏太

ローマ字氏名：Kazuyuki Mito, Tota Mizuno, Shogo Matsuno, Kota Akehi

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。