

RE-09「頭部および視線追尾システムを利用した肢体不自由者のための安価なコミュニケーション支援ツールの開発」

研究代表者：ソフトウェア情報学部 准教授 プリマ・オキ・ディッキ  
 研究メンバー：伊藤 史人（島根大学総合理工学部、助教）

<要 旨>

肢体不自由者のための意思伝達装置が多く開発されているが、その多くは特殊なハードウェアを要しているため、多くの肢体不自由者に普及していない。本研究では、PCまたはタブレット端末に内蔵されたWebカメラによる視線追尾システムを開発し、視線による文字入力やWeb閲覧などの一般的なコンピュータ操作に必要な視線追尾の精度を確保し、肢体不自由者のための安価なコミュニケーション支援ツールを実現した。開発したツールは、注視者と注視画面が約45cm離れた場合、視線のズレを1cm以内に確保できることを確認した。

1 研究の概要（背景・目的等）

これまで肢体不自由者を支援するために、種々の意思伝達装置が開発されてきている。視線追尾システムによる意思伝達装置の場合、肢体不自由者が視線だけで、人による操作補助なしで文書の作成やインターネットの閲覧、ツイッターなどを行うことができるようになる。視線追尾システムの中で、トビー社が販売したトビー・コミュニケーターが日本において、もっとも大きな市場のシェアをもっているが、当該装置の価格が150万円以上と高額である。そのため、多くの肢体不自由者が購入することは難しい。

本研究は、標準的なパソコンやタブレット端末に搭載されたWebカメラを利用して視線の動きを追尾する方法を提案し、肢体不自由者のための安価なコミュニケーション支援ツールの開発を試みたものである。開発したシステムは、先天性の障害による肢体不自由者だけでなく、震災によって肢体が不自由になった者の不自由な生活を解消するために、視線で、パソコンによるナースコールや文字入力、または入力した文字の発話（発声）をできるようにする。

2 研究の内容

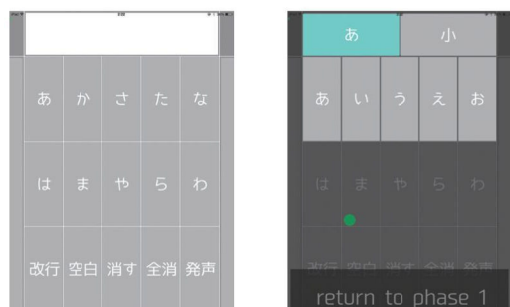
本研究は、肢体不自由者のための安価なコミュニケーション支援ツールを実現させる為に、iPadなどのタブレット端末に注目した。このような端末に視線追尾システムを実現することで、場所による利用の制約がない意思伝達の制作が可能となる。タブレット端末上での視線追尾システムによるコミュニケーション支援ツールを開発する上で、以下を考慮している。

・画面の大きさ

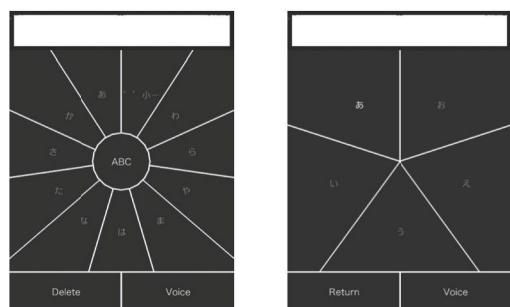
タブレット端末の特徴の一つとしてコンパクトという点が挙げられるが、精密な操作が困難な視線操作では画面の小ささは大きな課題となる。コミュニケーション支援ツールのためのインタフェースを開発する上では、選択項目の大きさの工夫が必要となる。

・縦長の画面

縦方向の眼球運動は不得意な傾向があると言われていいる。iPadの画面が縦長であるため、インタフェースの設



(a) 基本画面 (b) 「あ」を選択時の候補  
 図1 3x5分割のメッシュ型の仮想キーボード



(a) 基本画面 (b) 「あ」を選択時の候補  
 図2 円周分割型の仮想キーボード

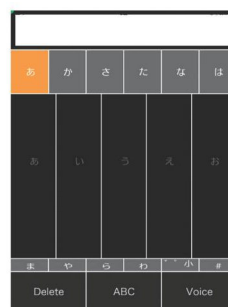


図3 スライド型の仮想キーボード

計も縦長の画面に合わせる必要がある（iPadを横にして使用することもできるが、開発する視線追尾システムが内蔵のWebカメラを利用しているため、正面からの顔画像を取得することが困難である）。以上のことから、コミュニケーション支援ツールのためのインタフェースにおいて、その上部および下部の項目配置に留意する必要がある。

## 2.1 3×5分割のメッシュ型の仮想キーボード

本キーボードにおいて、画面をいくつかの長方形に分割した文字盤の形をとる。この配置はPC用の意思伝達システムGazeTalkなどの既存の視線入力システムに多く利用されている。本キーボードは、15分割とし、10個の項目を行選択（あ段～わ段）、5個の項目を「改行」、「空白」、「削除」、「全削除」、「発声」というようにそれぞれ機能を割り振っている。

図1のように、文字入力を行選択（a）と段選択（b）の2段階で行われる。まず、選択したい行を一定時間注視することで、段選択画面に移動する。段選択画面でも同様に選択したい段を一定時間注視することでテキストボックスに入力される。「削除」などの機能に関する項目も同様に一定時間注視することで実行される。

## 2.2 円周分割型の仮想キーボード

本キーボードにおいて、画面の中心から放射状に引かれた直線で等角度（約33度）に項目を分割して配置される。このように分割することで小さな画面の中でも各項目の大きさを効率よく確保することができ、さらに円形であることから、項目間の移動も少なくすることができる。また、注視中に項目を徐々に拡大させることで、注視中に選択項目から外れにくくなるように工夫を施した。図2のように、行選択画面（a）は「あ」行から「わ」行の10項目と濁点、半濁点、小文字、長音符（ー）をまとめた1項目の計11項目となっている。段選択画面（b）は5分割となっている。画面下部には「削除」と「発声」の2つの項目を配置した。

文字入力は上記の3×5分割のメッシュ型の仮想キーボードと同様に、行選択と段選択の2段階で行われ、それぞれの画面で一定時間注視すると画面遷移または文字入力が行われる。また、各機能に関する項目も同様に一定時間注視することで実行される。

## 2.3 スライド型の仮想キーボード

本キーボードにおいて、図3のように、画面上部または下部を注視することで行選択の領域が広がり、行を選択することができる。選択された行の項目部分は色が変わる。行選択の時点では注視は不必要で、選択したい行に注視点を合わせるだけで選択される。このことで、注視する回数を1つ減らすことで、より早く文字入力が行える。さらに注視点が項目内に入っている間、横に拡大させることで、行選択のミス減らすように工夫した。段選択エリアは縦方向にスペースを広くとり、注視をしやすくした。また、横方向の眼球運動が精密にできるということから、すべて横に項目を展開することで、項目を選択しやすくした。

具体的な入力の流れとしては、行を選択すると段選択エリア（画面中央の黒い領域）が選択した行に対応した段5文字に切り替わる。その後、入力したい文字を一定時間で注視することで入力することができる。削除等の機能や配置については上記の円周分割キーボードと同様である。

図3 スライド型の仮想キーボード

キーボード	入力した文字列		
	おふろ	なにか のみたい	あしたこう えんいきたい
メッシュ型	45.0秒	58.0秒	85.7秒
円周分割型	36.9秒	61.0秒	102.2秒
スライド型	25.4秒	55.3秒	55.5秒

## 3 文字入力の実験

視線による文字入力の有用性を検証するために、男女11名（21～23歳）の被験者による文字入力実験を行った。ここで、使用したタブレット端末を9.7インチのiPad（A6Xチップ デュアルコア）とし、タブレット端末を被験者から45cmに離れて設置した。なお、重度の肢体不自由者による意思伝達装置の利用を想定しているために、被験者の頭部を顎台で固定した。

表1は、3種類の仮想キーボードによる文字入力時間を示す。この表のように、どの文字列においても、スライド型の仮想キーボードが最も早く文字入力を行えることが分かる。さらに文字列が長くなるほど、メッシュ型や円周分割型の仮想キーボードと比べて顕著な時間短縮が見られた。これはスライド型の特徴である1文字入力を一つの画面内で行えることによる効果だと考えられる。なお、今回の実験において、平均の視線のズレを1cm以内に確保することができることも確認した<sup>(1),(2)</sup>。

## 4 今後の具体的な展開

本研究では、視線追尾システムとiPadとの組み合わせによる安価なコミュニケーション支援ツールを開発した。現在、その開発はさらに進められており、視線によるインターネットのコミュニケーション（FacebookやTwitterなど）や家電製品のリモコン操作も行うことができるようになってきている。また、視線の代わりに、瞬きを利用したコミュニケーション支援ツールも同時に開発を行っており、障害の度合いに応じたツールの提供も行いたいと考えている。

## 5 学会発表等の実績・受賞

本研究でのシステム開発で利用した視線追尾の技術について、情報処理学会第76回全国大会で発表(1)を行い、学生奨励賞を受賞した。

### <参考文献>

- (1) 今淵貴志, 菊池輝, プリマオキディッキ, 伊藤久祥, 非接触型視線追尾システムに向けた虹彩検出手法の検証, 情報処理学会第76回全国大会, 2014.
- (2) T.Imabuchi, O.D.A.Prima, H.Kikuchi, Y.Horie, H.ITO, Visible-spectrum Remote Eye Tracker for Gaze Communication, 2014 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC 2014), pp. 1-5, 2014.