

## 視線入力により定形文を選択するメール操作支援システム An Eye-gaze based Mail System with User-defined Message Selection Function

佐藤 寛修<sup>†</sup>  
Hironobu Sato

阿部 清彦<sup>†</sup>  
Kiyohiko Abe

大山 実<sup>‡</sup>  
Minoru Ohyama

大井 尚一<sup>†</sup>  
Shoichi Ohi

### 1. はじめに

近年、福祉工学の分野において ALS (筋萎縮性側索硬化症) 患者のような重度肢体不自由者向けのコミュニケーションなどの支援装置として、視線入力の研究がさかんに行われている [1~4]。筆者らは、自然光 (蛍光灯照明) のもとで家庭用ビデオカメラとパソコンのみの構成による視線入力システムを開発している。このシステムでは、ビデオカメラにより撮影された眼球画像を解析して視線方向を検出し、水平 5 × 垂直 3 計 15 個の指標を実用的な精度で判別できる。

応用例として、汎用性の高いコンピュータ操作支援システムを開発した [4] が、文字入力に多大の時間と労力を要し、メールなどによる外部とのコミュニケーションの目的には不向きであることがわかった。文字入力に特化した肢体不自由者向けのシステムも提案されている [1, 2, 5] が、別室にいる介助者とのメーラなどによるコミュニケーションを想定しているものは少ない。

筆者らは、視線入力の応用としてメール送受信専用のシステムを開発した。宛先やメール本文などの文字入力をする代わりに、あらかじめ登録してある文字列を選択する方式にすることで、少ない指標選択でコミュニケーションをとることができる。これにより、病院内等で利用されることの多いページャや PHS などの端末にメールを短時間で送付して、介助者を呼ぶだけでなく用件の内容を伝えることができる。

### 2. システムの構成

本システムは、筆者らが開発した視線入力 [3] の応用システムである。これまで開発してきた基本システムでも、自然光のもとで撮影された眼球近傍画像を解析し入力を行っている。水平方向は強膜反射法を応用して画像解析により視線方向の移動量を検出する。眼球近傍画像中で眼裂の中央を境に左右に矩形領域を設け、それぞれの領域における画像データの光強度の積分値を求め、視線方向に対応した値を取得する。この値と視線方向の移動量はほぼ直線な関係になることから、視線移動を計測できる。垂直方向は虹彩の位置変化から検出する。キャリブレーション時に、眼球近傍の領域について上中下それぞれの位置に対する注視画像から光強度の水平方向 1 次元射影 (以下、光強度分布とよぶ) を基準として取得しておき、計測時には撮影画像から取得した光強度分布と基準光強度分布との残差値を検定し、垂直方向の視線移動を計測する。また頭部の微小な移動は目頭位置をリアルタイムに追跡し、基準位置を補正している。

これらの方法を用いて注視指標判定を行い、パソコンのモニタ上に表示した複数の指標のうち 1 つを注視する

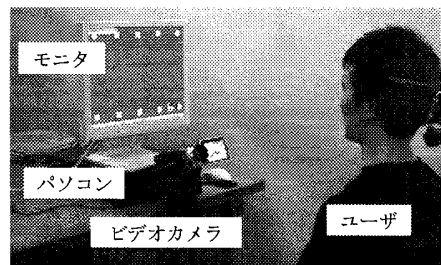


図 1: システム外観図

ことで、該当した文字の入力や機能の実行を行う。本システムでは、これをメール送受信操作に特化させた。

ハードウェア構成の外観を図 1 に示す。ビデオカメラで撮影した画像は IEEE 1394 インタフェースを介して、横 360 × 縦 240 の解像度でパソコン (Pentium3, 800MHz) に入力される。パソコンのモニタは 17 インチの TFT 液晶を使用している。実際の利用時には、介助者がビデオカメラの位置を調整したのち、ユーザの個人特性と撮影条件を測定するためのキャリブレーションを行う [3, 4]。

メール送受信の各操作は、ユーザがモニタ画面上に表示された指標群を注視することで該当する機能が実行される。本システムではモニタの中央部をワークエリアとして用いるため、指標は水平 5 × 垂直 2 計 10 個とした。指標群の表示範囲は任意に設定できるが、本システムではこれを人間工学的な見地から決定した。人の有効視野 (頭部を移動させずに注視できる範囲) は視角にして水平方向 30 度程度、垂直方向 20 度程度である [3]。この範囲内で縦横の比がモニタの解像度と同様に 3 : 4 となる整数値を選び、指標群の表示範囲は指標中心で水平 24 度、垂直 18 度とした。各指標の大きさは視角にして 1.5 度の正方形とし、このときユーザとモニタの間の距離は約 70 センチである。これらの指標にはメーラを操作するための各機能を割り当てている。実行画面の例を図 2 に示す。メーラの各ウインドウは指標に重ならないように表示されるため、指標が操作の妨げになることはない。

本システムのソフトウェアは Windows2000 上で稼動し、Outlook Express および DirectX Runtime がインストールされていることを前提としている。

### 3. 定形文入力によるメール作成

本システムでは介助者とのコミュニケーション用として、あらかじめユーザの要望により介助者が記述しておいた定形文を用いる。定形文の内容は宛先、送信文、返信文の 3 種類に分けて定義することができ、ユーザの要望により介助者があらかじめテキストファイルとして入力する。各定形文について、文字列は 128 字以内で 9 個まで設定できるが、文字数や文字列の数をさらに拡張す

<sup>†</sup>東京電機大学 工学部 電子工学科

<sup>‡</sup>東京電機大学 情報環境学部 情報環境工学科

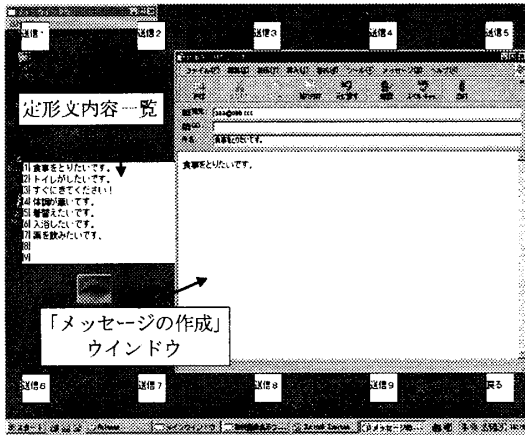


図 2: 実行画面の例 (定形文入力時)

ることは可能である。また、複数の定形文を追加形式でつないで入力できる。他の機能の実行と同様に、定形文の入力も指標選択で行う。入力の際には画面上に定形文の内容と指標番号との対応関係を一覧として表示しており、それを参照しながら入力できるため、ユーザが定形文の内容を覚えておく必要はない。

各指標の機能はユーザの作業に合わせて、メインウインドウ、新規メール作成、受信内容表示、待機の4つのモードに切り替わる。各モードの関係を図3に示す。メインウインドウモードで、ユーザが目的とする作業を選択する。新規メール作成モードは、表示された定形文に対応した指標を選択することにより宛先や本文を入力する。受信内容表示モードは、受信した内容の表示と返信メール作成のため新規メール作成モードへの移行を行う。待機モードは、メーラの使用を終了した状態である。これらのモード間は、返信メールの作成時以外は互いに遷移が可能である。文字入力を必要とするモードにはすべて定形文入力機能が実装されており、定形文入力により作業を行うことができる。図2は、新規メール作成モードにおける定形文入力時の画面を示している。

新規にメールを作成する場合、メインウインドウモードから指標選択で新規メール作成モードに移行して入力を行う。新規メール作成モードでは「メッセージの作成」ウインドウと定形文の内容一覧が表示されているので、該当する指標を選択することで各項目を入力していく。項目間の移動や入力後の送信作業、そしてモード切替えは操作を選択することで自動的に行われるため、ユーザは各モードを意識することなくシステムを利用できる。

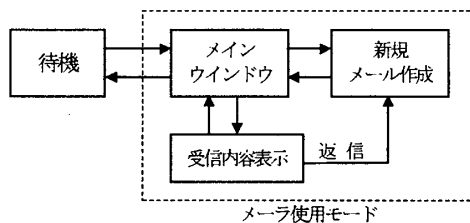


図 3: システムの画面設計

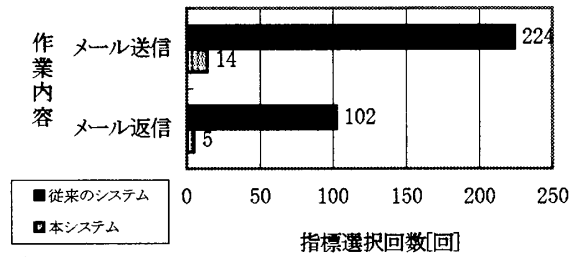


図 4: メーラ操作にかかる指標選択回数

#### 4. 評価

本システムの評価のために、メール作成の開始から送信までの作業と、受信メールを読み返信メールを作成して送信する各作業について筆者らの従来のシステム [4] と、指標選択数および時間のシミュレーションを行った。送信メールの内容については、件名およびメール内容を「すぐに来てください!」、メールアドレスは英小文字13字とし、返信メールの内容については、件名は読んでいるメールに対して自動的につくられる「Re:~」とし、内容は「メールありがとうございました。」とした。各操作の指標選択回数を図4に示す。図4から明らかのように、本システムではメール操作に要す指標選択回数、つまり手数と時間を大幅に改善することができた。

#### 5. むすび

10個の指標を配置し、登録した定形文を選択入力する方式により、基本的なメーラの操作がより直感的に、またメール送受信の作業時間を大幅に短縮することができた。短時間でメールの作成や送信ができることによって、本システムはある程度離れた場所にいる介助者への意思伝達のためのツールとして利用できると考えている。

現在筆者らは本システムの他にもいくつかのアプリケーションを開発中であるが、今後はそれらを実装した統合的な視線入力ソフトウェアの開発をすすめ、一般に公開する予定である。

#### 参考文献

- [1] 伊藤, 数藤, 伊福部: “重度肢体不自由者向け視線入力式コミュニケーション装置”; 信学論, J83-D1, 5, pp.495-503 (May 2000)
- [2] 岸本, 米村, 広瀬, 長江: “カーソル移動方式による視線入力システムの開発”; 映像学誌, 55, 6, pp.917-919 (May 2001)
- [3] 阿部, 大山, 大井: “自然光下における画像解析を用いた視線入力システム”; 信学技報, 103, 453, pp.43-48 (Nov. 2003)
- [4] 渡辺, 阿部, 大井, 大山: “視線入力によるコンピュータ操作支援システム”; ヒューマンインタフェース学会研究報告, 5, 1, pp.1-6 (Jan. 2003)
- [5] 落合, 石松, 高見, 松井: “目の動きを利用した身障者文字入力装置の試作”; 機学論C編, 63, 609, pp.1546-1550 (May 1997)