

意思伝達支援のためのモールス符号を用いた マウスによる文字入力装置

一色 弘三* 佐藤 孝太† 小野 安季良‡ 三崎 幸典§
金澤 啓三¶ 垂水 良浩|| 村上 浩||

A device for sending short text messages using Morse code with a computer mouse as communication aid

Hiromi ISSHIKI Kota SATO Akira ONO Yukinori MISAKI
Keizo KANAZAWA Yoshihiro TARUMI Hiroshi MURAKAMI

Synopsis

Trivial communications should improve the quality of life for people with physical disabilities. For such communications, large high-tech systems are not necessarily effective. A device using a PIC microcontroller was thus developed to send text messages as communication aid. This low price and simple structure device can input a letter using the international Morse code with a computer mouse. The Morse code is keyed by clicking two buttons on the mouse. The result of experiments with a healthy subject showed that the device was able to input a letter with the 1.7 times speed compared with the eye gaze.

1 まえがき

肢体不自由者に対する意思伝達支援のための入力装置には、身体的特性に応じて様々なものが開発・市販されている。例えば、視線、音声、呼吸、筋電位変化などを利用したものがある^{1)~4)}。入力方式も、走査選択入力、直接入力、符号化入力などいくつかのものが存在する⁵⁾。このような入力装置は一般に、パーソナルコンピュータとの組み合わせで構成されている。このため、これを通して、情報機器の操作や電子メール、インターネットへのアクセス、更にはマルチメディア社会への積極的な参加も可能となる。しかしながら、一方で、パーソナルコ

ンピュータに対して拒否感や苦手意識を有する中高年の重度の肢体不自由者やその介護者の中にはパーソナルコンピュータを含む大がかりでハイテクな入力装置を望まないという意見も存在する。

さて、人間のコミュニケーションにおいて、音声と非音声の比率はおよそ 3 対 7 であるといわれている⁶⁾。重要な点は互いに相手の意をくみ取ることであり、コミュニケーションは必ずしも言葉である必要はない。表情、ジェスチャー、サインなどでも成立する。肢体不自由者にとっては、時として、ささいな会話が生活の質を大きく向上させることがある。そのようなコミュニケーションの実現のためには、ハイテクな手段のみが有効であるとは必ずしもいえない。ハイテクおよびローテクな手段の柔軟な組み合わせが必要である。

本研究では、重度の肢体不自由者を対象に欧文モールス符号を用いてコンピュータマウスから文字入力する装置の試作を行う⁷⁾。これまでにモー

* 諺間電波工業高等専門学校 電子制御工学科

† 諺間電波工業高等専門学校 専攻科

‡ 諺間電波工業高等専門学校 情報通信工学科

§ 諺間電波工業高等専門学校 電子工学科

¶ 諺間電波工業高等専門学校 情報工学科

|| 諺間電波工業高等専門学校 学生課実習係

ルス符号を用いた文字入力装置の研究が見られるが^{5),8)}, それらはパーソナルコンピュータなどの情報機器に対する入力支援装置といった意味合いが強い。これに対して, 本研究における装置での思想は, そのような情報機器のための入力支援にあるのではなく, むしろ日常のささいな会話の実現を目指すことにある。そのために, モールス符号通信に見られる Q 符号/略符号通信に着目したい。上肢の可動範囲や手指の巧緻の低下が進行する場合は, その都度, 装置に修正を加えていかなければならない。そのために, 単純な構成の装置は有効であり, このことは, 効率が良く正確な操作を得るためにも重要である。また, 廉価に提供できることも必要である。これらの点を考慮して, 本装置では, ワンチップ・マイクロコントローラ PIC (peripheral interface controller) で回路を構成した。

以下, 本論文では, 2. でモールス符号を用いた文字入力装置の構成について説明し, 3. でこの装置について透明文字表による視線入力との比較実験を健常者で行った結果を示す。そして, 4. でまとめる。

2 モールス符号を用いたマウスによる文字入力装置

2.1 開発理念

肢体不自由者の障害のレベルは, 人によりさまざまである。このため, その状況・身体的特性に応じて多くの入力装置が開発されている。最近では, そのような入力装置とパーソナルコンピュータを用いることで, 文書作成, 電子メール, インターネットアクセスなどが行え, 人とのコミュニケーションの幅が広がっている。このことは, 重度の障害をもつ人たちの生活の質を大きく向上させたといえる。本研究で試作する入力装置は, このような広く多くの人々とのコミュニケーションを対象にするのではなく, 身近な人々とのささいな会話といったコミュニケーションの支援をコンパクトな構成で安価に提供することを理念とする。

2.2 モールス符号⁹⁾

モールス符号は, 短点 (・ : ドット) と長点 (- : ダッシュ) の組み合わせで文字を表現する。例えば, 欧文 (アルファベット) では ・ - が 'A' とな

表 1 略符号の例

Table 1 Examples of Q signal/CW abbreviations.

Example	Meaning
QRZ	Who is calling? (誰かこちらを呼びましたか)
GM	Good morning (おはよう)
TU	Thank you (ありがとう)
WX HR FINE	Weather here is fine (こちらの天気は晴れです)

る。現在, モールス符号は通信分野ではほとんど用いられることはないが, 欧文モールス符号が国際標準であるという有用性は否定されないと考える。また, 欧文符号は, 和文 (イロハ) 符号 48 文字に対して 26 文字である。

モールス符号による通信は伝送効率が悪い。このため, Q 符号や略符号が用いられる。これを用いると, 例えば, 表 1 に示すように通信の確度や効率を上げることが可能となる。このように送り手および受け手で略符号の共通認識を持つことにより, コミュニケーションの質に変化を与えることができる。本研究ではモールス符号による文字入力でコミュニケーションを図ることから, 略符号を取り入れることを提案したい。

2.3 装置の構成

障害のレベルに応じて, 入力装置の仕様を考える必要がある。本研究では, ALS 患者のような肢体不自由者の中でも, 手指の可動範囲は狭いが精密な動きが可能な患者を想定した。

本入力装置は, 入力部, 制御部, 通信部, 表示部から構成される。入力部にはコンピュータマウスを用い, 左右ボタンの 2 スイッチによるモールス符号入力とした。すなわち, コンピュータマウスの左右のボタンを短点および長点に対応づけ, 左右のクリックにより欧文で文字入力を行うことにした。

安価で単純な構成の回路とするため, 制御部には PIC を用いた。PIC ではモールス符号の認識と出力を行う。外部機器への接続も考慮し, RS232C によるシリアル通信を行うことが可能である。表示部を LCD あるいは LED マトリックスとした 2 種類の入力装置を試作した。それぞれを図 1 および

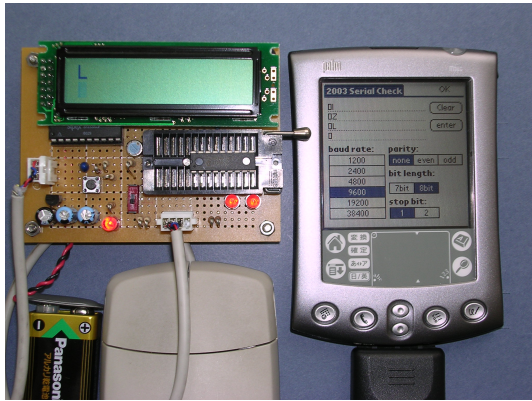


図 1 出力先が LCD の文字入力装置
Fig. 1 Input device using Morse code with LCD.

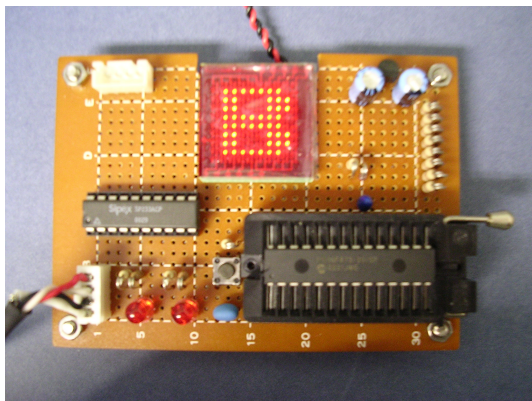


図 2 出力先が LED マトリックスの文字入力装置
Fig. 2 Input device using Morse code with LED matrix.

図 2 に示す。使用した PIC デバイスは、前者が PIC16F84A、後者が PIC16F873 である。

それぞれの回路で、並立した 2 個の LED は左右のボタンの押下状態を示す。モールス符号の入力は一定の速度で行い、符号間の時間間隔を大きく空けることで、文字確定が行える。モールス符号の入力の速度は、PIC プログラムを書き換えることで使用者に応じたものに变更できる。LCD を表示部にもつ回路では、入力したモールス符号とそれに対応するアルファベットが表示される。左右ボタンのクリックの状況が、その都度、‘.’, ‘-’ で表示されるので、入力した符号を視覚的に確認できる。一方、LED マトリックスではアルファベット 1 文字だけの表示となるが、LCD より大きい文字サイズとなることが利点である。LED マトリックス（秋月通商、10x10 ドットマトリックス LED）は 8x8 ドット

トで表示させた。

3 実験結果および考察

3.1 モールス符号入力

試作した入力装置を用いて、いくつかの語を略語による文章に見立てた文字入力の実験を行った。実験は、送り手が 5 文字を 1 語とし、4 語受け手に伝えるというものである。実験前に、被験者が実験手順や装置の操作に慣れるよう、20 文字を連続的に入力する予備実験を 10 回行った。被験者は送り手、受け手側ともに健常者とした。

伝える 4 語は予めカードに書き出されており、送り手はそのカードを見ながら文字入力した。語間は約 2 秒空けた。実験に用いた 4 語の例を図 3 に示す。なお、送り手の被験者は、過去にモールス通信の教育を受けた経験がある。

1: KQOFD WXHIG PRNDT GMLVE
2: KQSDP HNXOG IQUHB ANLUW
3: KEPRI KDTVK NXRZF CJWYO

図 3 実験で用いた 4 語の例

Fig. 3 Some examples of four words used in the experiment.

3.2 視線入力

ローテクではあるが有効なコミュニケーション手段として文字表がある。これは、透明なフィルムの上に書かれた文字表に対する肢体不自由者の視線から、介護者が文字を読み取るというものである。本入力装置との比較を行うために、この文字表を用いた視線による文字入力について実験を行った。

実験に用いた文字表を図 4 に示す。文字表にはアルファベット 26 文字だけを配置した。文字表の 1 つのセルは 8 cm 四方であり、この中に 250 pt 相当の大きさでアルファベットを書き込んだ。

この文字表を用いて、3.1 と同様、予備実験後に 4 語を伝える実験を行った。伝える文字は送り手が任意に選択した。そして、語間は文字表から約 2 s 視線をそらすことで表現した。受け手は、送り手の視線を読み取り、発音しながら文字を確認した。

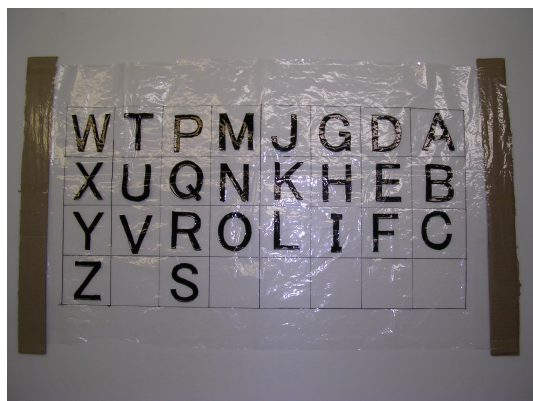


図 4 透明文字表

Fig. 4 Low-tech eye gaze board.

3.3 実験結果

モールス符号入力および視線入力の実験をそれぞれ 10 回ずつ行った。10 回の実験は、実験間に約 2 分間の休憩を入れながら進めた。また、モールス符号入力および視線入力の実験は、同日に行わず日を変えて行った。結果から、4 語 (20 文字) を伝えるのに要した時間 (t_w)、1 文字を伝えるのに要した時間 (t_c)、送り/受け取りミスの文字数 (n_e) を求めた。 t_c は $t_w/20$ で計算した。結果を表 2 に平均値 ± 標準偏差で示す。

実験結果からわかるように、本装置によるモールス符号での文字入力は、視線による文字入力の約 1.7 倍の速さとなった。また、4 語入力に要した時間 t_w の変動係数 (標準偏差/平均値 × 100%) が、モールス符号入力は 6.7 %、視線入力は 15.9 % であることから、モールス符号入力の方がばらつきが小さく安定して文字入力を行えたことがわかる。本

表 2 実験結果 (平均値 ± 標準偏差)。 t_w : 4 語入力に要した時間; t_c : 1 文字入力に要した時間; n_e : 入力ミス。

Table 2 Experimental results of Morse code and eye gaze input. All data is represented by mean ± SD ($n = 10$). t_w : total input time for four words; t_c : input time per letter; n_e : number of input errors.

Assessment parameter	Morse mouse	Eye gaze
t_w [s]	55.34 ± 3.73	94.90 ± 15.05
t_c [s]	2.77 ± 0.19	4.75 ± 0.75
n_e	0.6 ± 0.8	4.9 ± 3.1

装置では、送り手がモールス符号を覚えていることが前提となる。そこで、実験ではモールス符号に経験のある被験者を選んだ。一方、視線入力の実験については、送り手、受け手とも視線入力に経験のない被験者であった。このことが、入力速度の違いとなって現れたと考える。

3.4 考察

まず、文字入力装置について考察する。本研究では、表示部に LCD と LED マトリックスを用いた 2 種類の装置を試作した。どちらも左右のマウスボタンのクリックに応じて点灯する 2 つの LED があり、これによりモールス符号入力を視覚的に確認できる。LCD を用いた装置は、LCD 上に短点、長点のマークが表示されるため、モールス符号の練習に向いているといえる。本装置はシリアル出力も有しており、他の機器への接続が可能である。図 1 は出力先として PDA に接続している。現プログラムでは、モールス符号に対応するアルファベットのみ表示する。LCD を用いた装置は、表 3 のように使用している PIC16F84A の入出力端子と LED、マウスなどの入出力素子が接続されている。表示部としてシリアルポートを有する他の機器を使用するのであれば、LCD や LED を取り除き回路を更に簡素化できる。こうすることで、マウス内に回路基板を収納することが可能となる。文字入力は 1 文字あたり約 3 s かかった。文字入力速度は PIC プログラムにより変更することが可能であるが、一定の速度でマウスボタンをクリックしなければならない。符号間隔の判断をより柔軟に行えるよう、アルゴリズムに修正を加える必要がある。

次に、実験結果について考察する。図 5 は、10 回の実験における 1 文字当たりの入力時間 t_c と誤入

表 3 PIC16F84A と入出力素子の接続

Table 3 PIC16F84A connections to input / output elements.

PIC pin name	input/output elements
RA2-3	RS232C driver (MAX233)
RA4	speed selection
RB0	left mouse button
RB1	right mouse button
RB2	LED for left mouse button
RB3	LED for right mouse button
RA0-1, RB4-7	LCD

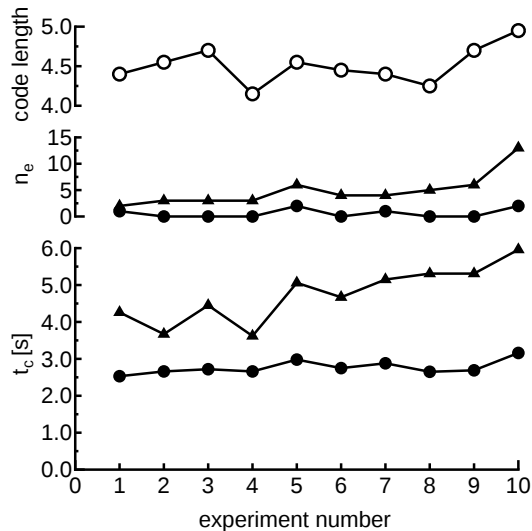


図 5 入力方式の比較．●：モールス符号入力方式；▲：視線入力方式；○：平均符号長．
Fig. 5 Comparison between different input methods. solid circle: Morse mouse; solid triangle: eye gaze board; open circle: average code length.

力の回数 n_e の変化を示したものである。●はモールス符号入力、▲は視線入力である。また、同図には入力したモールス符号 20 文字の平均の符号長*も○で示している。

平均の符号長は、10 回の実験で 4.51 ± 0.23 (平均値 $\pm$ 標準偏差) であり、実験間に大きな偏りはないと考える。結果から、モールス符号入力の t_c は n_e とよく対応していることがわかる。すなわち、文字入力は反射的で一定の速度で行われており、誤入力が入力速度を下げる原因となっている。誤入力は、単なる誤字とマウスクリックのタイミングを誤って生じた場合があった。被験者からは、モールス符号を一定スピードで入力しなければならないという心的負担や速度に対するストレスがあったとの感想が得られた。

被験者はモールス符号をすでに身に付けており、装置の操作だけが問題であった。しかし、結果から、文字入力の速度はばらつきが小さく、また、誤入力の回数も少ないことから、被験者はわずかな練

習で装置の操作に慣れたといえる。本装置のような符号入力式は、符号を暗記しなければならない点が短所となるが、一度、暗記すると効率的な入力が期待できる。

視線入力の結果を見ると、実験回数の増加に伴って、誤入力が増え文字入力速度が低下していることがわかる。送り手および受け手側双方の被験者からは、文字表を注視することに疲れる、一度誤入力すると失敗感から文字確定までの時間がかかったり誤入力が続いたりする、という評価があった。このことから、初めて視線入力を経験する被験者にとっては、休憩を挟むものの約 30 分間連続の実験は長く、心理的な負担があったといえる。従って、今回の実験での誤入力および入力速度低下の原因は、技術的な問題のみならず心理的な問題もあったと考えられる。

文字表による視線入力では、受け手は視線検出および文字認識という作業を要する。一方、本装置では、受け手は文字認識だけでよい。このことは、受け手のみならず送り手である肢体不自由者にとっても大きな意味をもつ。すなわち、肢体不自由者が装置と一体となり、自主的に他者へ働きかける新たな能力を備えることとなる。

今回は、試作した文字入力装置を用いて健常者による基礎実験を行った。肢体不自由者による臨床実験に向けて、次のような課題が挙げられる。

- 臨床においては、LCD や LED マトリックスよりも大きな出力表示画面が好ましい。
- 文字入力時のフィードバックや結果出力を充実させるため、音声出力などを用いる。
- 入力部、表示部など装置の各部を肢体不自由者にとって操作しやすい機能的な配置にする。
- モールス符号に対するトレーニングやガイドなどの支援機能を加える。
- 誤入力時の効果的な訂正手法を導入する。

これらについて、今後、肢体不自由者、専門医、技術者の三者間で議論を重ねる必要がある。

4 むすび

本研究では、肢体不自由者の意思伝達を支援するため、コンピュータマウスを用いたモールス符号に

* ここでは、1 短点長のマークにデリミタとしての 1 短点長のスペースを加えた長さを 1 符号長としている。従って、短点は 1 符号長である。1 長点は 3 短点長であり、これにデリミタの 1 短点長が加わるため、長点は 2 符号長となる。

よる文字入力装置を試作した。この装置は、モールス符号の短点、長点を左右のマウスボタンにそれぞれ対応づけており、符号間隔を大きく開けることで文字確定できる。マウスからの文字入力、LCD や LED マトリックス、シリアル通信への出力の制御は PIC を用いて行った。このことは、安価で単純に装置を構成するという点で有益である。装置を評価するため透明文字表との比較を行った。健常者による 5 文字を 1 語として 4 語入力する実験の結果、1 文字の入力にかかる時間は、本装置では 2.77 s、透明文字表では 4.75 s となった。今後、装置の改善を含め意思伝達の方法について議論を進める必要がある。

謝辞 本研究は平成 14 ～ 16 年度 詫間電波工業高等専門学校教育研究活性化経費の支援を受けて行われた。記して感謝する。

文 献

- 1) 伊藤和幸, 数藤康雄, 伊福部達, “重度肢体不自由者向けの視線入力式コミュニケーション装置,” 電子情報通信学会論文誌 D-I, vol.J83-D-I, no.5, pp.495-503, 2000.
- 2) 井上真由美, 江頭広幸, 岡崎泰久, 渡辺健次, 近藤弘樹, “発話障害をもつ肢体不自由者のための音声による入力支援システム,” 電子情報通信学会技術研究報告, ET2002-89, pp.29-34, 2003.
- 3) 宮崎信次, “手足を使わないパソコン高速入力インターフェイス,” バイオメカニズム 17, pp.227-234, 2004.
- 4) 福田修, 藤田真治, 辻敏夫, “EMG 信号を利用した代用発声システム,” 電子情報通信学会論文誌 D-II, vol.J88-D-II, no.1, pp.105-112, 2005.
- 5) 伊藤和幸, 数藤康雄, 内山幹雄, “直接選択方式・符号入力方式によるキーボード・エミュレータ,” 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2001-1, pp.1-6, 2001.
- 6) 畠山卓朗, “コミュニケーションとは自分の意思で “生きる” ことの証,” Home Care Medicine, Medical Tribune, vol.3, no.2, pp.41-43, 2002.
- 7) 三崎幸典, 小野安季良, 金澤啓三, 一色弘三, 垂水良浩, 尾田浩, “モールス符号を用いた新しい文字入力システムの開発,” 詫間電波工業高等専門学校 2002 年度プロジェクト研究報告会講演論文集, p.1, 2003.
- 8) 田中久美子, 伊藤和幸, “重度身障者のための 1 ボタン自然言語入力システムに向けて,” 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2004-2, pp.43-47, 2004.
- 9) CQ Ham Radio 編集部 (編), モールス通信 - 通信の原点 = CW その魅力 / 運用法 / 歴史, CQ 出版, 1998.