

重度身障者における意思伝達と環境制御

坂爪 新一、高橋 晴美^A、川島 孝一郎^A

東北大学極低温科学センター、仙台往診クリニック^A

身体の残存運動機能が眼瞼近傍の運動のみに限られているような最重度ALS患者が、意思伝達専用装置、及び環境制御装置の二つの装置を、1センサー入力のみで同時に使用するため、パソコンを利用して、両装置を統一的に制御可能なコンピュータシステムを試作した。パソコン上で走行するアプリケーションソフトを使用しながら、必要に応じて自力で環境制御装置を制御することが可能である。

An integrated system of communication and environment control using a personal computer

Shin'ichi Sakatsume, Harumi Takahashi^A and Kouichirou Kawashima^A

Center for Low Temperature Science, Tohoku University
Sendai Clinic^A

A multipurpose computerized system has been developed for support of an ALS patient. The system can control both a communication aid and an environment apparatus through a personal computer with a single sensor access. The user who is working with an application software on the computer can control the environment control system by himself.

はじめに

パソコンを利用し、意思発現と環境制御操作を統合的に実行可能とするコンピュータシステムを試作した。本システムは、あるALS患者W氏の要望に応じて製作されたものである。W氏は、意思伝達専用装置としてパソパルPCを、また環境制御装置として自動走査形式のR-508S（メディケア社製、50CH）を使用していた。パソパルPCは額に装着した機械的センサーにより、また環境制御装置については掌に固定した小型弱圧センサーによって操作していた。額のセンサーは、眉を上下させて生じる額の皺の動きによって、向かい合った二枚の金属極板を接触させるものである。W氏は非常に意欲的な方で、近所の家庭電器店や福祉機器販売業者などの協力の下に、痰の吸引装置の駆動やテレビ制御など、自力で環境制御システムを作り上げていた。

しかし、症状が進んで手の筋力が衰え、掌のセンサーを操作することが次第に困難となり、額のセンサー1個に頼らざるを得なくなってきた。センサー1個で2台の装置を動かす方法は、最も簡単には入力センサーの接続プラグを装置に応じて差し替えることであるが、そのためには当然介助者が必要となる。これらの2台の装置を、介助者の手を借りずに全て自力で操作したいというW氏の要望が、本統合システム製作の発端である。

時間的制約を考えると既存の装置を利用出来ることが望ましいが、うまく適応するものが見当たらなかった。また、松本¹⁾によって開発された制御システムを利用することも検討してみたが、病院で使用する場合もあることを考えるとパソコン2台の使用は支

障があるという理由で見送られた。その他の手段についても種々検討した結果、W氏が5年前の発病直前にたまたま購入していたパソコン（PC-9801RX）を利用し、2台の装置を統合して使用することが可能なシステムを試作することにした。またその際、これまで意思伝達的手段として使用してきたパソパルPCをそのまま利用したいという希望が家族の方からあり、パソパルPCも統合システムに組み込むことになった。

システム構成

基本構成を考える上で最も配慮した点は、使用しているアプリケーションソフトウェアのどのような場面からでも環境制御装置へ制御を移行することが可能であること、パソコンのいわゆるハングアップ状態に対して適切な処理を可能にすること、更に、緊急の場合に備え、介助者が制御の移行をキーボードから実行できることの三点である。

システムはパソコンを中央制御装置として使用し、環境制御装置をパソコンの外部附属装置として処理する。システムの制御にはコンピュータの割込み駆動方式を採用し、パソコンに内蔵する試作コントロールボード、及びそのボードを制御するための試作コントロールプログラムによって制御を実現する。その結果、使用者は、意思伝達ソフトウェアを始めとする各種のアプリケーションソフトウェアをパソコン上で使用しながら、必要に応じて自力で制御を環境制御装置へ移したり、また逆に制御をパソコンに戻すことが可能である。製作したシステムの概要を表1に、またブロックダイアグラムを図1に示す。

コントロールボードは二つの独立した回路から構成されている。一つは、使用者が操作する入力センサーからの信号を、三個のサブシステム、すなわちパーソナルPC、通常のアプリケーションソフトウェア、そして環境制御装置のそれぞれへ振り分けるためのスイッチング回路、そしてもう一つは、一定の時間間隔でシステムに割込みを要求するためのインターバルタイマー回路である。

コントロールプログラム（ECS.COM）はメモリーに常駐し、コントロールボード上のインターバルタイマーにより、定期的（例えば0.1秒ごと）にパソコンシステムに対して発生する割込みを処理しながら、システムのキー入力バッファ内のキーコード、及び環境制御装置からの復帰信号の発生を監視する。予め適当に選んだ、環境制御装置へ制御を移すためのキーコードが、キーバッファに入力されたことを検知した時、また環境制御装置からの復帰信号を検知した時には、直ちに相当するスイッチング命令を実行し、センサーからの入力をそれぞれのサブシステムへ切り替える。すなわち、環境制御装置へ移行するためのキー入力をアプリケーションソフトウェア上で行っても、実際の移行命令はアプリケーションソフトウェアではなく、コントロールプログラムによって実行される。

このような割込み制御方式を採用することにより、使用したいアプリケーションソフトウェアを解析して移行命令を埋め込むという、極めて困難な作業を行なう必要がない。また、アプリケーションソフトウェアのキー入力処理ルーチンが、パソコンシステムのキー入力バッファを参照している限り、ど

のようなアプリケーションソフトウェアに対しても、本システムは汎用的に使用可能である。

使用者はセンサーを押している時間を僅かに制御可能な時もあるが、実用上多くを期待できず、パソコンへの入力は一入力とならざるを得ない。従って、使用するアプリケーションソフトウェアや装置類は、全て自動走査形式でなければならない。そこで、パソコンへのキー入力を処理するプログラムとして、さし当たり市販のHA3（ゆり電子社製）を採用した。HA3は自動走査形式の選択キー入力ソフトで、入力にはマウス端子の左ボタン信号を利用するものである。本システムでは、パーソナルPCを使用する場合を除き、全てのキー入力はHA3を利用しているので、使用できるアプリケーションソフトウェアはHA3の持つ制約に依存することになる。HA3はグラフィック画面を使用しているため、その画面を使用するアプリケーションソフトウェアとの共存は困難である。パソコンを立ち上げた時に走行する多くのメニューソフトはグラフィック画面を使用しているため、テキスト画面のみを使用するメニューソフトを自作した。使用者の主目的であったワープロソフト一太郎V4.3は支障無く動作する。

環境制御装置へ制御を移すためのスイッチングキーとしては、今のところファンクションキー（f4）を採用しているが、これは主に一太郎を使用する際の便宜のためで、他のキーを任意に選択可能である。アプリケーションソフトウェアがそのキーコードを使用していると、センサー入力の行き先が環境制御装置へ移ると同時に、そのキーに附

属する機能が実行されてしまう。多くのアプリケーションソフトウェアが使用していないv fキーを利用したいのであるが、HA3のキーテーブルがv fキーを利用しにくい構造になっていることが不便である。

パソパルPCは意思伝達専用装置として市販されているものであるが、本システム上での位置づけは単なるアプリケーションソフトウェアの一つである。パソパルPCの場合には、キー入力についてそれ自身が自動走査型の選択入力方式になっている。しかし、画面上にファンクションキーが表示されておらず、また表示される文字や記号類の数が少ないため、スイッチングキーの選択に制約が多い。そこでやむを得ずパソパルPCのプログラムを解析し、このソフトウェアが呈示する幾つかの画面上にスイッチングキーを表示できるようにプログラムを改造した。この場合には、スイッチングキーとして特にf4キーを使用する必要はなく、直接スイッチング命令を実行する。パソパルPCは元来DISK-BASIC上のプログラムであるが、これをMS-DOS上で走行するBASICプログラムに翻訳するためにプログラムを解析する必要があったので、スイッチングキー埋め込みのための改造作業はそれほど困難ではなかった。むしろ、かなり特殊なプログラミング技法を採用したプログラムであったことから、この翻訳作業が本システムを製作する上で最も困難な作業であった。

環境制御装置からパソコンに制御を移すには、使用している環境制御装置が第0CHを選択すると直流出力(12V)を発生するので、それを利用している。キーボードからの制御は、パソコンがハングアップしてい

ない限り常に可能である。現在は、環境制御装置への移行、及びそこからの復帰に、それぞれf4キーとv f4キー、及びf5キーとv f5キーを割り当てている。また、パソコンの電源がOFFの場合には、環境制御装置を操作できるように回路を構成してある。

パソコンがハングアップした場合、通常の介助者はパソコンの画面状況からパソコンが停止しているかどうかの判断を下すことが出来ないから、ハングアップ状態からの回復を介助者に求めることは困難である。当初はどのように対処すべきか対応策を持たず、この点が本システムの致命的な弱点であった。現在、入力センサーを数秒間押し続けるとモータが駆動され、パソコンのリセットボタンを自動的に押すことが出来る装置を開発して試行しているが、恐らく実用に耐えるものと期待している。

おわりに

システムは、環境制御装置とのインタフェース部分を除けば、PC-9801/EPSONマシンにおいて汎用的に動作可能である。また、現在のパソパルPCなら新たにパソコンを用意する必要は無く、そのまま利用できる。コントロールボードの製作に多少労力を払う必要があるが、その問題を除けばシステムの構築は極めて容易である。

謝辞

センサーの製作について上野 忠浩氏(横浜市総合リハセンター)から貴重な助言を戴いた。パソパルPCの入出力ポートについて(株)ナムコから、また環境制御装置

(R-508S)について(株)メディケアから、それぞれ技術情報を提供して戴いた。パソパルPCの翻訳作業について安達、松坂の両氏(東北学院大学工学部)、またパソコンのリセット装置の開発について大友氏(東北学院大学工学部)の協力を戴いた。以上の方々に深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 松本 廣、国立特殊教育研究所研究紀要 第20巻、1993、p. 55.

表 1. システムの概要

パソコン	: PC-9801 RX, ハードディスク(80 MB)
コントロールボード	: 試作
コントロールソフト	: ECS.COM(メモリー常駐型)
選択入力ソフト	: パソパル P C (MS-DOS BASIC移植版) H A ライブラリー(ゆり電子社製)
環境制御装置	: R-508 S(メディケア社製、50 CH)

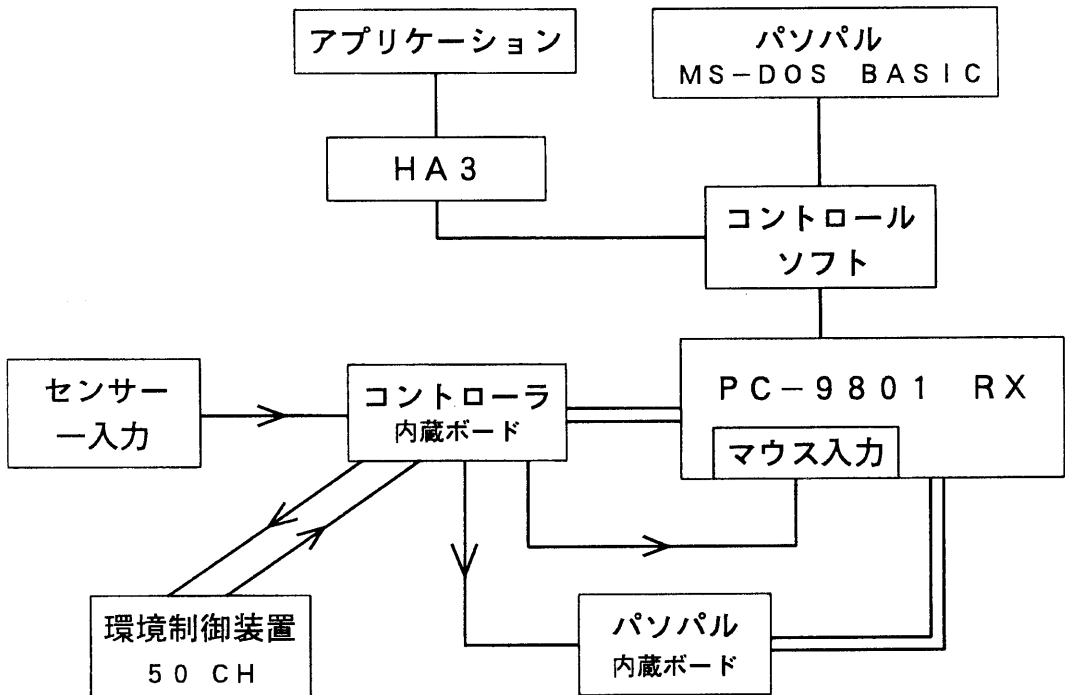


図 1. 統合化システムのブロックダイアグラム