

モジュールの組合せで多目的な評価・訓練を行える

パソコン制御式リハビリ装置の試作

A computer-controlled multi-purpose rehabilitation system
for evaluation and exercise using special input-output modules

北海道大学医療技術短期大学部 吉田直樹
(株)城南電器工業所 中園正吾
溪仁会 西円山病院 伊藤 隆

キーワード：評価、訓練、機器、コンピュータ

1. はじめに

近年、リハビリテーションにおける評価や訓練のためにコンピュータを用いた機器が各種開発され、少しずつ利用され始めている。今回我々は、評価や訓練の目的に合わせて比較的簡単な種々のモジュールを組合せることで、大掛かりな装置を使わなくとも多目的な評価・訓練を行えるパソコン制御式リハビリ装置を考案し、試作品を作製した。

2. コンピュータ制御のリハビリ機器の現状

コンピュータを利用したリハビリテーションの評価・訓練機器はいろいろな種類のもので研究・開発・商品化されてきた。これらの機器の多くは、次の2つのタイプに大別することができる。ひとつは、パソコンをそのまま利用するタイプのものである(例えば文献¹⁾~³⁾)。もうひとつは、マイコンを内蔵して特定の評価・訓練に特化したものであり、このタイプのもので商品化されている物も多い。

それぞれのタイプは、次のような長所と短所を持つと考えられる。パソコンをそのまま利用するタイプの長所として、パソコンさえあれば専用のソフトウェアを利用するだけで

評価・訓練が行えるという点があげられる。また、ソフトウェアを変更するだけで、1台のパソコンで各種の評価・訓練に対応することが可能である。一方、短所としては、マンマシン・インターフェースとして一般に入力装置はキーボードおよびマウス、出力装置はCRTなどのディスプレイに限られ、拡張したとしてもデジタイザやタッチパネル程度という点があげられる。この制限のため、運動機能の評価や訓練は難しい。

マイコン内蔵型の長所と短所はパソコン単体型のちょうど逆であると考えられる。すなわち、長所としては、特定の評価・訓練に特化した入出力装置が用意できること。短所としては通常は特定のタイプの評価・訓練しか行えないことがあげられる。また装置が大掛かりで、高価なものが多い。

今回われわれが考案した装置は、制御装置として一般のパソコンを利用し、入出力用のインターフェースには基本的に on-off 制御される各種の装置(モジュール)を用意し評価や訓練の内容に応じて付け替えるという方式をとった。これにより、大掛かりでなく、非常に柔軟性に富む評価・訓練システムを構

成することを目指した。

3. ハードウェア構成

今回試作した装置は図1に示すように、パソコン、中継器、入出力モジュールからなる。中継器はパソコンに接続され、パソコンからの指令により入出力モジュールに on-off の信号を送る。入出力モジュールからの信号(基本的に on-off 信号)は中継器を介してパソコン本体に送られる。使用例をあげると、入出力モジュールとしてランプとスイッチが一体になったものを複数もちいて、ランプが光っているモジュールのスイッチを押すというルール(プログラム)にすれば「モグラたたきゲーム」ができる。

今回試作した中継器の内部構造の概要を図2に示す。この試作器ではパソコン(IBM AT/PC 互換機)の平行 I/O 端子(プリンタ端子)と中継器がつながれて、最高16個の入出力モジュールの制御が可能である。

入出力モジュールは、評価・訓練内容に応じて、いろいろな物が考えられる。今回は、図3のような、基本的にランプとスイッチが

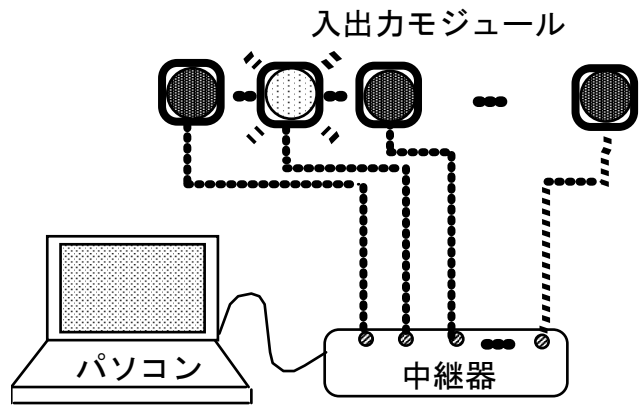


図1 システムの概略

一体になったモジュールを数種類試作した。モジュールは大きさの異なるものをいくつか作り、スイッチも叩けば ON になる物の他に、つまみ上げると ON になる物も作った。このほかに、ゲームセンターのモグラたたきゲームのように、実際にターゲットが飛び出してくるモジュールも試作中である。使用に際しては同じ型のモジュールをたくさん用いても良いし、異なる型の物を組み合わせても良い。

4. ソフトウェア

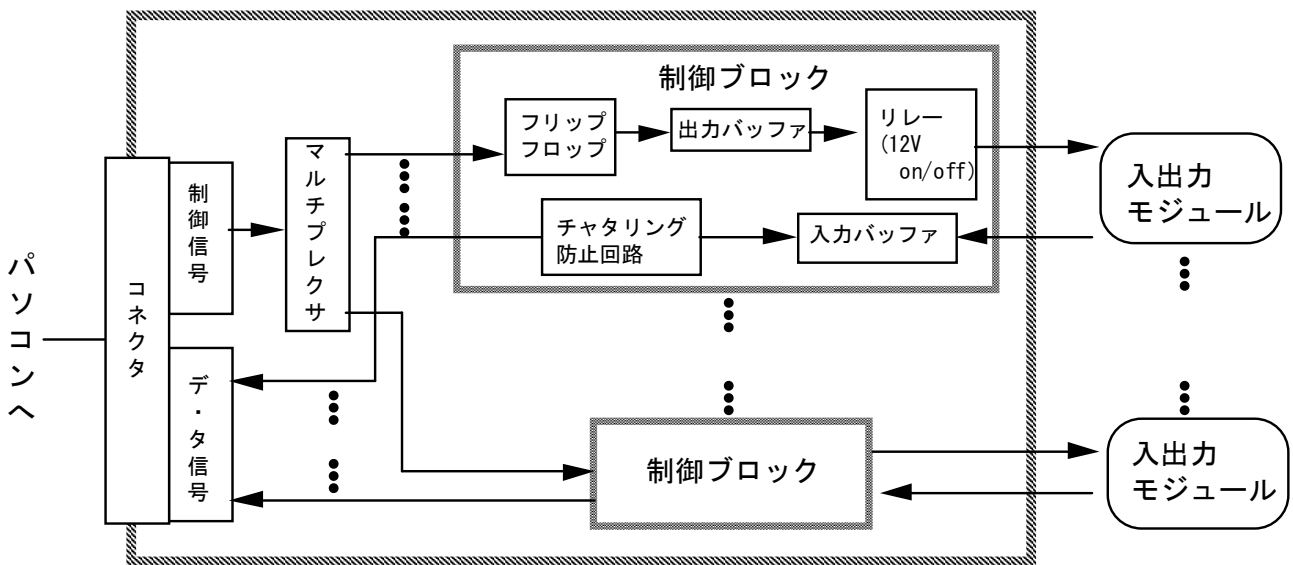


図2 中継器の概要

ソフトウェアではパラレル I/O ポートであるプリンタ端子の入出力を制御することで、中継器を介して入出力モジュールとの信号のやりとりを行う。今回は「モグラたたき」のようなゲームを行うソフトウェアを試作した。図4に示すような設定画面から評価や訓練に影響するいろいろなパラメータを設定することができる。

5. 使用例

現在リハビリ訓練を受けている数名の脳梗塞後遺症の方に、ランプとスイッチが一体になったモジュールを利用した「モグラたたき」ゲームを試用して頂いた(図5)。ランプ・スイッチ・モジュールの数が4個の場合と8個の場合のそれぞれで、横一列に並べた場合と図4の様に四角状に並べた場合を試した。どういう条件の場合を難しいと感じるかは、利用者の障害のパターンや程度によって変わってくる。ある試用者はモジュールの数が多いときには四角状に並べられた場合より横一列に並べられた場合の方が難しいという感想を持った。この試用者のモジュール8個の場合の平均正答率と平均反応時間(ランプが光っ

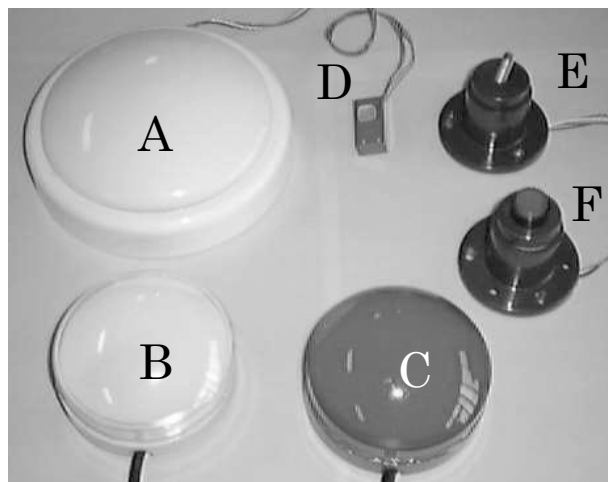


図3 試作した入出力モジュールの例
全てランプとスイッチが一体になったモジュール。A:大型ランプ, B:中型ランプ(白), C:中型ランプ(赤), D:小型ランプ(レゴブロック型), E:つまみスイッチ, F:小型ランプ

てからスイッチが押されるまでの時間の平均値)は、四角状配置のときは98%, 0.87秒であり横一列配置のときは88%, 1.04秒であったので、本人が感じた事柄が定量的にも記録されていたことになる。

6. 考察

使用例にもあげた「モグラたたき」を例に



図5 使用場面例
ノートパソコンの下の黒い箱が中継器

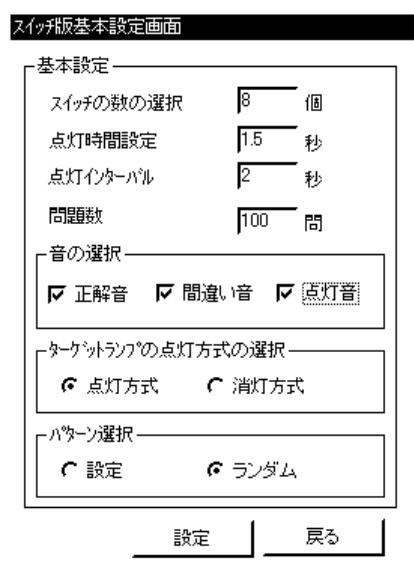


図4 ソフトウェアの設定画面例

あげて、本装置の特徴を考察する。このプログラムは、ランプがでたらめな順番で光り、光っているスイッチを押すというものであり、注意障害・半側無視などの高次脳機能、目と手の協調、リーチ範囲、耐久力などの評価・訓練目的の使用が考えられる。同様の機能に特化した市販の装置もあるが、それらと比べると以下のような利点が考えられる。

まず、ハードウェアについては、次の3つのタイプの柔軟性がある。1つは入出力モジュールの交換が可能であること。大型スイッチタイプを利用して粗大運動の評価・訓練を行い、小型スイッチやつまみスイッチのタイプを利用して巧緻動作を行う、などの選択が可能である。2つ目は入出力モジュールの数が可変であること。注意力や認知能力に障害がある場合は、少数のモジュールを使った訓練からはじめて、だんだん数を増やして行くという方法をとることができる。3つ目は配置が自由であること。リーチ範囲が狭い場合は狭い範囲にモジュールを集め、リーチ範囲が広い場合には遠くに置く、といった方法をとることができる。あるいは、半側空間無視のような障害に対しては、モジュールを置く位置を左右に偏らせて難易度を調節することもできる。さらに、複数の利用者にそれぞれ1つつつ入出力モジュールを持たせ集団訓練に利用する方法も考えられる。

一方、本装置はパソコンで制御しているので、ソフトウェアの面でも非常に柔軟性が高い点と、記録ならびにその解析がパソコンで容易に行える点も利点としてあげられる。今回試作した「モグラたたき」プログラムの場合には、「ブザーが鳴った場合はランプが光っても押しはいけない」「一つ前に光った場所のスイッチを押す」といったオプション・ルールを選択できる。光らせたランプと押されたスイッチの場所と時間をパソコンに記録できるので、日々の訓練の様子を客観的なデータとして記録し、解析することが容易

である。

リハビリテーションの対象疾患、対象者の合併症の組合せや機能レベルは非常に多彩である。効果的な訓練のためには、対象者のレベルやその日の状態などにあわせて訓練内容の難易度を調整する「段階付け」という操作が重要である。このため、訓練用具や訓練機器は、利用者のタイプやレベルに合わせて柔軟に対応できるものが好ましい。リハビリテーションの現場では棒、ゴムバンド、お手玉、訓練用粘土、タオルなどの単純な道具を療法士が利用者に合わせて用いることで実に多様な訓練を行っている。また、障害児を対象とした分野では非常に単純なセンサー（スイッチ）を利用して対象者の反応を引き出すという方法も使われる^{4)~6)}。本装置は基本的にon-off制御しかできないが、装置が単純であるからこそ工夫次第で様々な評価・訓練が行えると考えている。

参考文献

- 1) 野上雅子, 他: コンピュータ利用による線分末梢テストシステムの開発, 作業療法, 15(Suppl. 2), 191, 1996
- 2) 瀧雅子, 他: コンピュータによる前頭葉検査の試み (第1報), 作業療法, 16(Suppl), 103, 1997
- 3) 大房真美, 他: パーソナルコンピュータを用いた遂行機能の測定, 作業療法, 16(Suppl), 101, 1997
- 4) 利島保, 中邑賢龍: 障害者のための小さなハイテク, 福村出版, 1986
- 5) 奈良進弘, 他: 重症例に対するスイッチ・デバイスを用いた作業療法の効果 (第1報), 作業療法, 17(1), 25-34, 1998
- 6) 奈良進弘, 他: 重症例に対するスイッチ・デバイスを用いた作業療法の効果 (第2報), 作業療法, 17(1), 35-44, 1998

連絡先: 〒060-0812 札幌市北区北12西5
北海道大学医療技術短期大学部作業療法学科
吉田 直樹 TEL & FAX:011-706-3388
yoshi@cme.hokudai.ac.jp