

マイクロ・コンピュータを用いた視覚刺激呈示装置： 漢字と無意味図形のパターンマッチング実験

斉藤洋典・浮田 潤・賀集 寛・石原岩太郎*

本研究は漢字及び無意味図形をマイクロ・コンピュータによって任意に呈示し得るシステムの開発を志向するものである。小論においては、以下の3点について言及する。第1に標準的なプロジェクター式タキストスコープを刺激呈示装置として用いた際の問題点を述べ、第2にマイクロ・コンピュータを用いた視覚刺激呈示装置の概要を紹介した後に、タキストスコープと本システムの差異について比較検討する。第3に本システムを用いて実施した実験例を報告する。

序

小論の目的は、視覚刺激呈示装置として標準的なマイクロ・コンピュータ・システムの利用可能性を検討することである。周知のごとくマイクロ・コンピュータ・システムは、ミニ・コンピュータ・システムと比較して処理速度及び記憶容量等において種々の制限を受けている。よって、ここで紹介する本システムの内包する問題点の幾つかは、ミニ・コンピュータ・システムを用いることによって解決され得るものである。事実、千葉大学や武蔵野通信研究所（研究代表者：御領謙；淀川英次）においては既にミニ・コンピュータ・システム用いた視覚刺激呈示装置を開発している。しかしながら、それらの装置は使用機器の性質上、簡便な移動が比較的困難なものである。これに反し、本システムはマイクロ・コンピ

* 本研究は、石原岩太郎（関西学院大学・文学部）に与えられた昭和五十五年度文部省科学研究費補助金一般(C)（課題番号：551033）による研究の一部である。

ータを用いているために、それを使用し得る場所がかなり広範なものとなっている。この故に本システムは、例えば、幼稚園、小学校等における多様な被験者からのデータ収集を可能なものとしている。また、この事は本システムが単に実験装置としてだけでなく、将来、教育機器としての汎用性をも有することを示唆するものである。

第 1 部

最近、我が国においてもマイクロ・コンピュータ・システムを視覚刺激の呈示及び制御装置として用いる試みが、知覚や文字認知研究の分野で隆盛を得つつある（森、1977、1980；田井中、1980）。ここでは、従来の知覚実験で用いられて来たプロジェクタ式タキストスコープ・システムとマイクロ・コンピュータを用いて CRT (cathode ray tube) 上に刺激を呈示するシステムとを比較し、現段階における両システムの問題点について言及する。なお、マイクロ・コンピュータに関する最近の情報や将来の動向についてはここでは触れないが、その点については Osborne (1979) と美濃 (1980) を参照されたい。

標準的プロジェクタ式タキストスコープ・システムは視覚刺激の瞬間呈示を可能とする電動シャッターと、それを駆動させるドライバー、及びスライド・プロジェクタから構成されている。さらに、この種のタキストスコープはこれらの機器を時間制御するためのタイマーを必要とする。なお、マスキング課題やマッチング課題を実施するためには、これらの各機器が少なくとも2台以上必要である（一般に、標準的プロジェクタ式タキストスコープと呼ばれるものは各機器3台を一組として構成されている）。また、刺激材料はあらかじめ写真撮影によって35mmスライドとして作製されねばならない。

そこで、プロジェクタ式タキストスコープを使用する際の問題点として次の5項目があげられよう。

- (1) 刺激材料の作製が煩雑である：数十枚から数百枚に及ぶ材料を作り、それ

マイクロ・コンピュータを用いた視覚刺激呈示装置：
漢字と無意味図形のパターンマッチング実験

- らを同一条件で撮影し、全てのフィルムの現像を常に一定に保つためには多くの時間と労力を要する。
- (2) 刺激材料の観察に負担を伴う：一般にタキストスコープは視野を暗黒にしておき、そこに短時間明るい観察刺激を呈示する。そのために背景に対する刺激の輝度比が非常に大きくなり、マスキング効果が強く現われる(森, 1977)。この事は実験事態によっては利点とも成り得るが、長時間にわたる刺激の観察は被験者に眼せい疲労をもたらす。
- (3) 刺激材料の呈示位置が完全には一致しにくい；刺激材料の作成、撮影、スライド化の諸過程で各材料間に微妙な違いを生じており、かつスライドを挿入するトレイに隙間があるために、瞬間的に連続投影した際に刺激間の呈示位置の違いが顕著と成る。
- (4) 刺激系列の変更が煩雑である：原則的には刺激呈示の順序はスライドをトレイに挿入する順序によって固定されるため、これを完全に変更するには実験の必要に応じて全刺激系列を組みなおさなければならない。
- (5) 装置が簡単に移動できない：先に述べたごとくプロジェクタ式タキストスコープ・システムは実験の実施に複数の機器を要し、かつ暗室を必要とするために簡便な移動が困難である。

以上がタキストスコープの使用に随伴する問題点と思われるが、次にこれらの問題点に照らしてマイクロ・コンピュータ・システムを用いた視覚刺激呈示装置の特徴について言及する。そこで、まずこの種のシステムの理解の一助として我々が試作したプログラムの概要を報告する。ただし、小論で紹介するシステムは現在市販されている標準的マイクロ・コンピュータ及びCRTを用いており、ハード・ウェア上の改造を避けるために既成の周辺機器をでき得る限り使用している。

第 2 部

ここで紹介するマイクロ・コンピュータによる実験システムは、任意の文字あ

るいは図形のパターンの作成，それらを用いた実験手続ファイルの作成，実験の実行及びデータの収集，保存等を全てプログラムによって簡単に行なえるようにしたものである。また，本システムは，テキストスコープの機能をマイクロ・コンピュータで実現することを目指したものである。ここで使用したマイクロ・コンピュータ，Apple II plusは，高分解能グラフィックス機能を備えており，プログラムによって任意のパターンを CRT (TV ディスプレイ) 上に表示することができるのでこの様な目的に好適である。さらに，高分解能グラフィックスの各々のページに予めパターンを書き込んでおき，スクリーンモードを機械語サブルーチンによって切り替えることによって，テキストスコープ的な瞬間呈示が可能である (BASIC のみを用いた場合は，処理速度が遅すぎるので，この様な瞬間呈示は不可能である)。しかしこの方法によっても瞬間呈示できるのは 2 画面だけであり，3 画面以上を連続的に瞬間呈示することはできない。したがって本システムで現在実行できる実験は，継時的に呈示される 2 つのパターンのマッチング及びこれに類するパラダイムのみである。以下システムの具体的内容を示す。

〈使用機器〉 Apple 社製マイクロ・コンピュータ，Apple II plus (RAM 48K) を用いた。周辺機器としてはミニフロッピーディスク (Apple 社製，Disk II) 1 台，クロック (Mountain Hardware INC 製，Apple Clock)，デジタイザ (Apple 社製，Graphics Tablet)，TV ディスプレイ (SONY 製，13 インチ F-1 Citation) 及び Apple II plus の GAME I/o ピンに接続された二肢選択反応盤 (自作) を用いた。

〈プログラム〉プログラムのうち主要なものは次の三つである。使用言語はいずれも BASIC (Applesoft II) であり，刺激呈示の時間制御等一部に機械語サブルーチンを用いている。

PROG-1 文字，図形パターンファイル作成プログラム

PROG-2 実験手続ファイル作成プログラム

PROG-3 実験実行プログラム

以下，これらを具体的に説明する。

I. PROG-1: 本プログラムは、グラフィック・タブレットから入力される文字図形パターンをシーケンシャルファイルとしてディスクに、登録するためのプログラムである。入力は、TV モニタに表示された 32×32 のマトリックス上に、パターンを構成する線分の始点及び終点を次々にプロットしていくことによってなされる。ファイルには、各パターンの線分の数、及び各線分の始点及び終点の位置が登録される。また各パターンはファイルネーム (PICFILE: 4けた数字によって識別される。さらに本プログラムは、入力したパターンの修正機能及びパターンの拡大機能1倍—6倍を持っている。拡大サイズはファイルネームに含まれる4けた数字の先頭1—6によって表わされ、残り3けた(000—999)が各パターンの見出し番号である。従って、例えば001番のパターンを倍率2倍で登録すると PICFILE: 2001というネームのファイルが作成される。

本プログラムは各パターンの直線を構成要素として入力するため、曲線を含むパターンでは、これをいくつかの線分に分割して入力しなければならない。

ディスプレイ上でのパターンの大きさは、倍率1のとき、最大で縦2.7cm×横2.5cmであり、倍率2では5.4cm×5.0cm、以下同様に拡大される。

II. PROG-2: 本プログラムは、具体的な実験手続をランダム・アクセス・ファイルとしてディスクに登録するためのプログラムである。

本プログラムでは、第1画面及び第2画面に呈示するパターンの数、番号及び呈示位置、さらに第1、第2画面の呈示時間、呈示間隔、第1画面と第2画面の関係(same か different か)をファイルに作成する。具体的には以下の様な手順を経る。

まず、第1画面に呈示したパターンの番号をキーボードより入力し、ディスクから対応するファイルを読み込む。次にモニタ上に表示されるマスを手がかりに、呈示したい位置をグラフィック・タブレットより入力する。次いで第2画面も同様に入力する。第1画面、第2画面とも、一画面に2つ以上のパターンを呈示させる様に入力することも可能である。次に、各々の画面の呈示時間及び呈

示間隔（いずれも 0.001sec—99.999sec の範囲，ただし実用上可能な最短時間は 0.016sec である）を入力する。続いて TEST として以上に入力したデータに基づく画面を実際にモニタ画面上に表示し，その結果が良ければ，最後に当該刺激対が same か different か (O or X：アルファベットのオーあるいはエックス) を入力して，ディスクットへの書き込みを行なう。TEST の結果に不都合や間違いがあれば入力をやり直すことができる。この様にして各試行のファイルを次々に作成して行く。なお，呈示時間及び呈示間隔が全試行を通して同じ場合は，最初に一度入力すれば，第 2 試行以降は入力しなくてもすむようになっている。

こうして作成したファイルは JIKKEN：name（キィボードより入力した実験名）というファイルネームでディスクットに登録される。このファイルはランダム・アクセス・ファイルなので，試行の内容や順序の変更，呈示時間の変更などの編集を自由に行なうことができる。但しそれにはその為のプログラムを作る必要がある。

Ⅲ．PROG-3：本プログラムは，実際に実験を行ない，その結果をシーケンシャル・ファイルとしてディスクットに保存するためのプログラムである。その機能は次の様なものである。

まず，任意の実験手続ファイルをディスクットより全て読み込んでおき，その後実験をスタートさせる。各試行では，まず第 1 画面及び第 2 画面で呈示するパターンのファイルを読み込んで，高分解能グラフィックスのページ 1 及びページ 2 に書き込む。次に，TV ディスプレイ上の，パターンが呈示される位置にアスタリスク (*) を約 1 sec 呈示し，同時にブザーを鳴らす。これは注視点ならびに warning signal である。続いて第 1 画面及び第 2 画面を設定された呈示時間及び呈示間隔で呈示し被験者の反応を待つ。反応の入力があると，第 2 画面の onset からの反応時間，どちらの反応キィが押されたかのデータ及び試行番号をメモリ上へ残し，反応の正誤についてのフィードバック (O or X) を約 4 sec 画面上に呈示する。その後次の試行に移る。全試行が終了するとメモリ上に残された結果

をディスクケットに書き込む。

本プログラムでは、各試行のスタートを自動的に行なうか (Auto start)、あるいは被験者自身がキーボードからスペースバーを入力することによって行なうか (Manual start)、また画面を白バック (白地に黒文字呈示) にするか、黒バック (黒地に白文字呈示) にするかという各モードを選択することができる。これらは、いずれも実験の開始前に入力しておかねばならず、実験中での変更は不可能である。また、被験者番号も実験前に入力しておき、この番号を実験データファイルのファイルネームに書き加えることによって各被験者のデータを識別している。この様にして得られたデータファイルはそのまま別の集計用あるいは統計用プログラムにかけることによって簡単に処理することができる。

本プログラムは、データをメモリ上に残しておく様になっているので、一度に連続して行なうことのできる試行数は最大50試行である。従って、これを超える試行数の実験を行なうには、50試行以下のブロックに分けて、各々別の実験手続ファイルを作る必要がある。第3部で報告するサンプル実験では、1セッション144試行を48試行ずつの3つのブロックに分けて行なっている。また、本プログラムでは、各試行ごとに必要なパターンのファイルを読み込んでいるために、試行間間隔が比較的長くかかり、かつ一定でない (約10—15sec, 単純なパターンほど短くなる) という問題も持っている。しかしこれらの問題点は、いずれもメモリ容量の制限によるものであり、現行のシステムではやむを得ないと言わなければならない。

以上が本システムのプログラムの概要である。本システムは、現在のところ先に述べた標準的プロジェクト式タキストスコープと比較して次の様な利点と欠点を有する。

利点：

- (1) 刺激パターンの呈示、反応の記録及び分析が全て自動的に行ない得る。
- (2) スライド作製に伴う刺激パターンのコントラストや呈示位置の均一性の問題がない。さらにパターンの作成が簡単であり、かつ自由度が大きい。

- (3) システム全体がコンパクトなため、その設置及び移動が簡単である。

欠点：

- (1) パターンの読み込みに時間がかかる。そのため試行間隔が長くなる。
- (2) 現在のところ、線画のパターンしか呈示できない。
- (3) 連続して瞬間呈示できる画面数が2画面に限られているので、プロジェクトタキストスコープに比べて実行できる実験パラダイムのバリエーションが少ない。
- (4) プログラムの開発、作成に大きな労力と時間が必要である。

第 3 部

ここでは、第2部において述べたマイクロ・コンピュータ・システムを用いて行なった実験例を報告する。

一般に既知のパターンである漢字については言語的符号化が可能であり、この言語符号が大きさの異なる同一漢字の同定を容易にしていると思われる。これに対して、未知のパターンである無意味図形（ランダム・シェイプ）については言語的符号化が困難であり、この事が大きさの異なる同一図形の同定を困難にしていると思われる。

そこで、本実験は既知パターンと未知パターンの同定に対して刺激対の大きさの変化率がどの様に影響するかを検討する。

〈方法〉

被験者：大学生及び大学院生 24名（男女各 12名）であり、12名ずつの2群に分けられた。

材料：一漢字一教育漢字881字から、単純漢字として画数及び線数が4のもの6字（木、天、不、牛、少、仁）複雑漢字として画数が18以上20以内、線数が19以上21以内のもの6字（願、難、競、臨、識、曜）の合計12字を用いた。

一無意味図形—単純図形として3本の直線から構成される図形6個，複雑図形として7本の直線から構成される図形6個の計12個を任意に作成して用いた。これらの無意味図形は Fig. 1に示した。

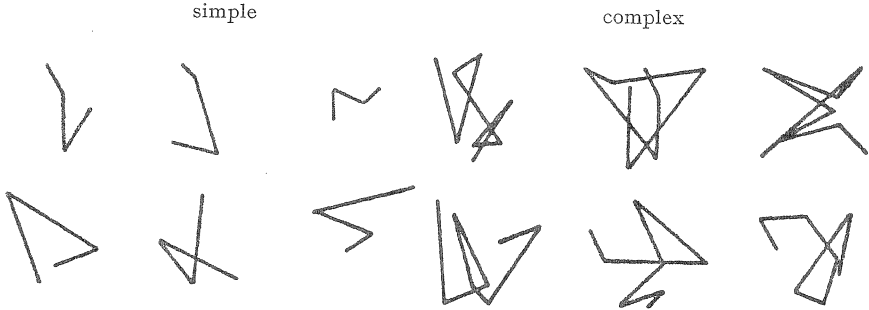


Fig. 1 実験において用いた無意味図形 (Random Shape)

これらの漢字及び無意味図形は，いずれも PROG-1を用いてファイルとしてディスクに登録した。この際，漢字はゴシック体字典（マール社編集部編，1975）から1mm方眼紙上に32mm×32mmの大きさに収まるように書写し，これと，PROG-1で表示される32×32のマトリックスとを対応させながらグラフィック・タブレットより入力した。また無意味図形についても同様の手続きによって入力した。さらに漢字，無意味図形とも，PROG-1の拡大機能を用い，各々の漢字，図形について，1倍，2倍，4倍の3種類の異なる大きさのものをファイルとして登録した。これら3種類の大きさは，CRTディスプレイ上で各々2.7cm×2.5cm，5.4cm×5.0cm，10.8cm×10.0cmであり，また垂直，水平視覚は各々2.6°×2.4°，5.2°×4.8°，10.3°×9.5°であった。

刺激呈示対としては，漢字は漢字と，無意味図形は無意味図形と組み合わせ，また単純なものは単純なもの，複雑なものは複雑なもの組み合わせた。

大きさの比率については，1倍のものを1，2倍のものを2，4倍のものを4とし，第1刺激—第2刺激の形で表わせば，4—4，4—2，2—4，4—1，1—4の5種類の組み合わせを用いた。

材料に関する要因は、漢字か無意味図形か、単純か複雑か、反応が positive か negative か、及び大きさの比率（5種類）の $2 \times 2 \times 2 \times 5$ であり、これらは全て被験者内要因であった。これら40種類の条件について各々6対ずつの刺激対を構成した。但し4-4の組み合わせのみについては、12対ずつ構成した。従って、総試行数は漢字144試行（漢字刺激材料：288）、無意味図形144試行（図形刺激材料：288）の計288試行であった。これらの試行は、漢字及び無意味図形の2つのセッションに分けられ、また各セッション内で48試行ずつの3つのブロックに分けられた。またブロック内での刺激対の配列はランダムであった。これらの刺激対系列は全てPROG-2を用い、実験手続ファイルとしてディスクケットに登録された。また本実験では、被験者間要因として第1刺激と第2刺激の呈示間隔（inter stimulus interval：ISI）に、0.1secと3secの2条件が設けられ、この各々について別々の実験手続ファイルが作られた。

手続：各試行においては、まず画面中央にアスタリスク（*）が約1sec呈示され、すぐ引き続いて第1刺激が100msec呈示された。その後0.1secまたは3secのISIを置いて第2刺激が同じく100msec呈示された。そして、この第2刺激のonsetから被験者の反応までの時間が反応時間として自動的に記録された。これらの刺激呈示に関するタイムスケジュールはFig. 2に示した。

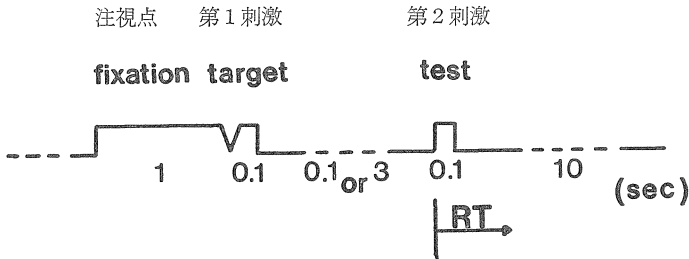


Fig. 2 実験における刺激呈示時間及び刺激呈示間隔

被験者の課題は、呈示される一対の漢字または無意味図形が、その大きさの比率に関係なく同じものであるか否かを判断するというものである。反応は、被験

者の手元に置かれた反応盤上の2つのキィのうち、いずれかを押すことによつてなされた。また刺激対は、被験者から約60cmの距離に置かれたCRTディスプレイ上に呈示された。各試行のスタートはAutoのモードを用いて自動的になされ、画面モードは黒バック（黒地に白文字）が用いられた。

実験は、漢字及び無意味図形の2つのセッションを2日に分けて実施した。この際、この2つのセッションの順序内での3つのブロックの順序は全て被験者間でカウンターバランスした。また、実験は全てPROG-3を用いてマイクロ・コンピュータの制御のもとで自動的に行なわれたが、各セッションの各々のブロックの間には、データのディスクケットへの書き込み及び次のブロックの手続ファイルの読み込みに必要な最短時間として約3分の休息時間が置かれた。実験に必要な時間は1セッション約1時間であり、合計約2時間であった

〈結果及び考察〉

Fig. 3は、positive反応の試行について、各条件別の平均正反応時間を示す。但しここでは、4-2と2-4、4-1と1-4の組み合わせは、それぞれ込みにしてプロットしている。

このグラフからは、漢字、無意味図形ともに、ISIが短い(0.1sec)条件では、刺激対間の大きさの比率が大きくなるにつれて反応時間が長くなるが、ISIの長い条件(3sec)では、この効果の減衰していることがうかがわれよう。

ISIの条件別に、刺激タイプ(漢字、無意味図形)、複雑性(単純、複雑)、及び大きさの比率について $2 \times 2 \times 3$ の分散分析を行なったところ、ISI 0.1sec条件では複雑性($F(1, 11) = 21.09, P < .01$)及び大きさの比率($F(2, 22) = 48.41, P < .01$)の主効果が有意であったが、刺激タイプの主効果及び全ての交互作用は有意ではなかった。またISI 3sec条件では、複雑性のみ有意($F(1, 11) = 26.63, P < .01$)であり、他の主効果、交互作用はいずれも有意とならなかった。

これらの結果は、パターンを同定するメカニズムが、既知パターンと未知パタ

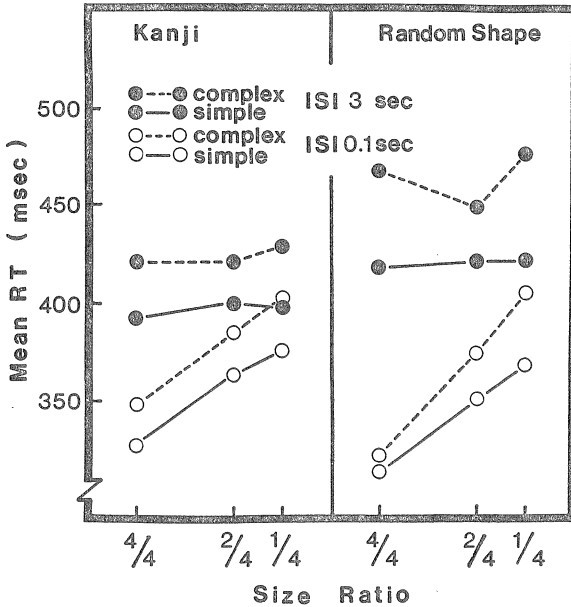


Fig. 3 パターンマッチング課題における条件別平均正反応時間

に対する特徴抽出が終了しているので、第2刺激の大きさの変化率に関わらず同定処理時間が一定であったと考えられよう。但し、ISI 3 sec 条件における複雑な漢字と複雑な無意味図形の条件については、統計上有意味な差は認められなかったが、Fig 3 の形状の違いから見て両条件に関して異なった処理が遂行されたとも考えられる。この点についてはさらに分析を加える必要があると思われるので、現在検討中である。

要 約

小論では、標準的タキストスコープとマイクロ・コンピュータを用いた視覚刺

の如何に関わらず、つまり言語的符号化可能性の如何に関わらず、ほぼ同一であることを示唆している。従って、ISI が短い条件では、第1刺激のパターン全体の特徴が十分に抽出できておらず、そのため第2刺激のパターンを第1刺激と同一の大きさに拡大あるいは縮小するために、大きさの変化率に応じた処理時間を必要としたと考えられる。しかしながら ISI の長い条件では、既に第1刺激のパターンに

マイクロ・コンピュータを用いた視覚刺激呈示装置：
漢字と無意味図形のパターンマッチング実験

刺激呈示装置とを比較し、両システムの利点と欠点について検討を加えた。さらに、マイクロ・コンピュータ・システムを用いたパターン・マッチング実験の例を報告し、本システムが心理学の実験装置として、その使用に耐え得るものであることを確認した。今後の課題としては、同一実験計画において、標準的タキストスコープと本システムが同様の実験データを示し得るか否かについて比較検討してゆく必要があると思われる。

References

- マール社編集部編 ゴシック体字典, マール社, 1975.
- 美濃哲郎 心理学研究と電子計算機 人文論究 (関西学院大学 文学部), 1980, 30, 46-67.
- 森 英雄 オンライン CRT 視覚マスキングシステム 心理学研究, 1977, 47, 338-342.
- 森 英雄 CRT 視覚マスキングによる特徴抽出過程解析の試み テレビジョン学会技術報告, 1980, 57-62.
- 宇阪直行 マイクロコンピュータによるリアルタイム・BASIC・ラボラトリ —知覚実験のランダム制御— 心理学研究, 1980, 51, 100-104.
- Osborne, A. *Running Wild—The Next Industrial Revolution*. McGraw-Hill, 1979.
(日本情報処理開発協会監修 マイコンショック—21世紀の進路指導 アローインターナショナル出版会, 1980.)
- 田井中秀嗣 マイクロ・コンピュータを利用したのノイズ埋め込み文字の認知実験 大阪府立公衛研所報 労働衛生編, 1980, 18, 35-41.

— 斎藤洋典 大学院博士課程後期課程 —

— 浮田 潤 大学院博士課程前期課程 —

— 賀集 寛 文学部教授 —

— 石原岩太郎 文学部教授 —