

動指標を用いたタッチタイプトレーニングプログラム

木村 清

尚綱女学院短期大学
一般教育科

画面上を動く指標を用いたタッチタイプトレーニングプログラムを開発した。指標は進路線と動指標からなる。進路線はこれから打つべきキーを結んだもので、その上を動指標が動く。その動きは学習者の打鍵に反応し、リズムカルなものである。これにより初心者でもリズムカルで連続的な指の運動をイメージ出来るようになる。

これらの指標は学習者の成績や目標打鍵速度の呈示、あるいは一定周期で打鍵するトレーニングにも有効である。

本プログラムで練習した者の平均的な学習曲線のベキ指数は約-0.3となり、累積1万キー打鍵程度の学習で、打鍵速度が毎分130から200キー程度に達することがわかった。

A Touch-type Training Program using Moving Indicators

Kiyoshi Kimura

Dept. of General Education, Shokei Women's Junior College

4-10-1 Yurigaoka, Natori, 981-12 Japan

A touch-type training program using moving indicators on a computer display has been developed. It enables users to image rhythmical and successive finger movements. The indicators consist of a course line and a moving ring. The location of next coming keys is connected by the course line along which the moving ring moves.

This concept is applicable to presentation of a goal of typing speed, and to such a training regulated by metronome.

From the obtained data through this training program, it is estimated that mean speed of typing reaches 130 to 200 strokes per minutes after 10,000 stroke training.

1. はじめに

実習を主体とする情報処理教育において、キーボードのタイピング技能の習得は本来の情報処理教育の目的ではないという考えがある一方で、実際の実習の量や進度は学習者のキーボード打鍵の速さに大きく依存しているのが現状である。しかし、通常のカリキュラム内でこのような基本技能訓練の時間は確保しづらいため、学習者が自習して習得できるような環境作りが必須のものとなっている。

ところでキーボード操作の究極的な姿として、熟練タイピストが行っているタッチタイプ（ブラインドタッチ）技能があるが、近年パソコンやワープロの普及にとともに、一般社会人にとってもタッチタイプ技能の習得に対するニーズは高くなってきている。

このような背景から、学校教育の場でも単に実習をこなすためだけの間に合わせ的なキー操作学習ではなく、はじめからタッチタイプをめざした学習の機会を与えることが必要である。

さて、パソコンを利用したタッチタイプ習得（自習）のためのトレーニングプログラムはすでに各種開発・市販されている。これらの多くは文字に対応するキー位置を覚えさせることと、面白味によって練習を継続させることに主眼がおかれているようである。

ところで、実際のタッチタイプにおいては、指の連続的あるいは同時進行的な動きができることが重要である。熟練者は何らかの連続的な動作イメージを形成しつつなめらかな打鍵動作を実現しているのである。[1]

筆者はいくつかの市販のキーボード練習プログラムを試用してみた。その結果、人目を引く画面構成や、ゲーム性を高めたプログラムには出会ったが、基本的な指の連続運動をイメージさせるよう意図されたものは見あたらなかった。中には実際の手の形をしたグラフィクスが表示され、打鍵すべき指が動いて見えるものもあったが、これでも連続的な指の運動がイメージできるものではな

かった。

今回筆者は、タイピング練習においてリズムカルに連続する運動を学習者にイメージさせるべく、画面上を動き回る指標を用いたタッチタイプトレーニングプログラムを試作した。本稿ではその概要について報告するとともに、実習室で不特定多数の学生が自習した記録を解析し、学習効果と今後の指針について考察する。

2. タイピングの認知モデル

タッチタイプのような技能訓練においては、熟練者がどのような過程で認知・動作をおこなっているかの、いわゆる認知モデルを考慮しなければならない。技能訓練とは学習者に目標とする認知モデルを形成させることと言える。

図1は河合らの提唱する熟練タイピストの認知モデルを参考とし、筆者が説明のために書き表したモデルである。[2]

熟練タイピストにおいては、文字情報の取り込みと、指の運動は独立・並行しておこなわれる。すなわち文字情報が空間的・時間的つながりをもった一連の運動情報へ翻訳（コーディング）され、運動の待ち行列バッファへ入力されるその一方で、待ち行列バッファの先頭から運動情報が取り出されて実行される。後続する運動情報は直前の動作の完了前に取り出され打鍵指の同時並行動作となる。

これに対し、初心者においては待ち行列バッファが形成されておらず、認知および運動のプロセ

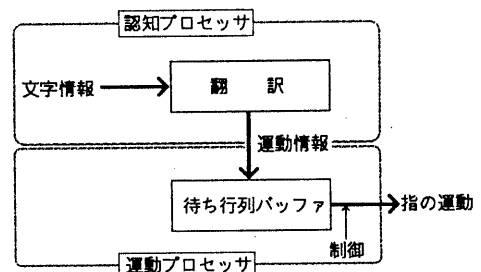


図1 タイピングの認知モデル

ッサは未分化の状態にある。したがってそれらは独立・並行しては機能できない。そこで初心者は一文字ずつ認知と動作を交互に繰り返す。

初心者の認知モデルから熟練者のモデルを形成させるためには、運動の待ち行列バッファを形成し認知および運動のプロセッサを独立に機能させるような訓練が必要である。待ち行列バッファを形成するためには常に連続した運動の中で打鍵操作を行う訓練が効果的である。初心者にこのような動作を行わせるためには、文字情報から運動情報へのコーディングの負担を軽減させなくてはならない。逆に、その負担を軽減するような指示、すなわち「リズムカルに連続した運動がイメージできる指示」を与えることで、初心者のうちから待ち行列バッファの形成を促進することができる。

3. 運動提示の指標

3.1 動指標

パソコンを用いた一般のタッチタイプトレーニングでは、打鍵位置を示す指標を画面上のキーボード図上に表示し、学習者が手元を見なくても打鍵できるように配慮しているものが多い。しかしこの指標は単に打鍵位置に表示するだけで、継続した運動のイメージは学習者には伝わらない。初心者はまだ文字とキー位置の対応がついていない状態にあるため、キーを打つたびに、今度はどこに指標が飛んだかを探すことになる。このため余計な視線の動きが生じてしまい、タイピングの認知モデルとは無関係な能力を必要としてしまう。

そこで、画面上で今打鍵したところから次のキー位置まで視線をガイドするように動く指標を導入する。これを「動指標」と呼ぶ。このような指標を用いれば前述の余計な視線の動きを抑えることができる。

今回用いた動指標は、図2(a)に示したようなリング状のものである。これは画面上のキートップの文字を隠さないようにしたためである。動指標の動きはA点で打ち出された物体に一定の摩擦係力が働き、T秒後にB点で停止する運動とした

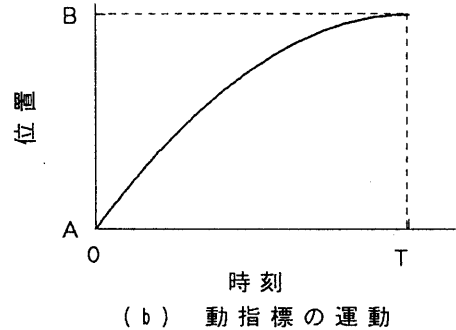
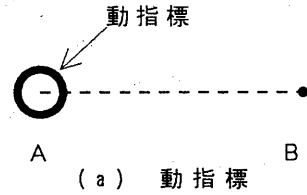


図2 動指標とその運動

(図2(b))。ここでA点、B点は、画面に表示されたキー位置に対応する。

この運動は、2点間の所要時間(T)が決まれば一意に決定される。そして毎回の打鍵時間(2打鍵間の間隔)を測定し、それによって次の動きの所要時間を設定すれば学習者の打鍵速度に追従した動きが実現できる。

3.2 進路線

動指標だけでは、次々と継続するキー位置を事前に示すことはできない。そこで動指標の位置から今度打つべきキーを経由しさらに次に打つべきキーまで延びる直線を表示する。これは動指標の今後の進路をあらかじめ呈示する直線であり「進路線」と呼ぶ。

進路線があることにより動指標の動きが予測でき、継続して打鍵すべき位置が進路のつながりによって知覚される。それによって継続する指の運動が容易になる。

(当初は進路線ではなく、継続するキー位置に本来の動指標に先行して動く小さな動指標を置き前

述の運動をさせた。しかし学習者の注意が両方の指標にいってしまい、かえって混乱させることがわかった。その後、今度打鍵する位置まで進路線を引き、さらに次のキー位置には飛び飛びの運動をする小円状の指標を表示することで上記の問題を低減した。後の章で述べる運用と評価はこのタイプの指標でのものである。

その後の検討で以下に述べる動指標と進路線を用いると、継続する運動をよりよくイメージさせやすいことがわかっている。）

3.3 指標の動作の詳細

次に図3を用いて指標の動きの詳細を説明する。ここで、リング状の指標が動指標、直線が進路線である。

図3 (a)の状態では、今度はキーAを、その次にはキーBを打鍵すべきことを示している。

キーAが打鍵されると動指標は進路線をキーBに向かって打ち出される。それと同時に、進路線の先端は次のキーCまで延長される図3 (b)。

動指標は進路線上で減速運動し、設定された時間後にキーBへ到達する。到達した時点で、進路線がキーCへ向かうように更新される。(c)

もし動指標がキーBへ到達する以前にキーBが打鍵されると(d)のように、その時点の動指標の位置からキーCへ進路線が描かれ、動指標は進路

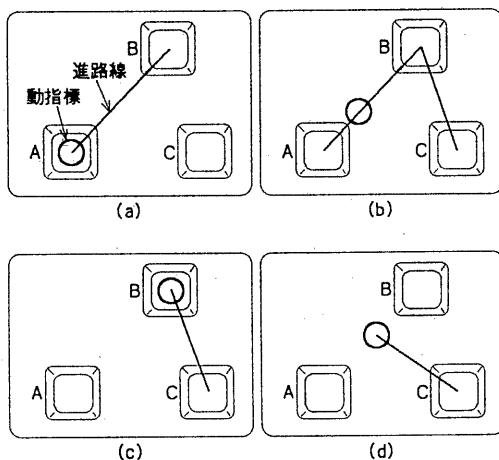


図3 動指標と進路線の動き

線上をキーCへ向けて新たに打ち出される。

なおミスタッチはこれらの指標の動きには影響を与えない。

3.4 指標の動作モードと適用場面

筆者は過去に、垂直方向の放物運動を繰り返す動指標を提示し、被験者がその動きに同期して打鍵するという実験を行った。[3]

その結果動指標によってタイミングの知覚や、同期が容易になるということを確認している。すなわち動指標は単に視線をガイドするだけでなくリズムミカルな打鍵をイメージさせる効果をも持つ。

この特性を生かし、プログラム中で設定された到達時間で動指標を自走させて表示することで、一定間隔のリズムミカルな動きに同期して打鍵する練習法に応用できる。本稿ではこれをメトロノームモードと呼ぶ。一般には実際のメトロノームやコンピュータのピーブ音が用いられているが[4]、動指標を用いることでより効果的なトレーニングが期待できる。

また、キー入力を検知しないで指標を自走させて、目標とする打鍵速度や学習者の成績(打鍵速度)の呈示に用いることができる。これらを数字で呈示する場合と比べ、より直感的に速度を把握できるようになる。本稿ではこれをデモモードと呼ぶ。

4. システムの実現

4.1 システムの機能概要

以上述べてきた指標を用いたタッチタイプトレーニングプログラムについて述べる。

プログラム開発に当たっては、以下の機能も盛り込んだ。

(a) コースデータのカスタマイズ機能。特にキーボード図中のキートップ部文字表示に柔軟性を持たせる。

(b) ミスタッチの文字と回数表示、現コース内での成績表示、個人成績履歴のグラフ表示機能。

(c) ミスタッチ、打鍵速度ムラが設定値を越えた場合の矯正練習モードを備える。

(d) 学習者個人用、システム用2種の履歴記録機能。特にシステム用履歴には打鍵時間分布の変化を解析できるようコース内打鍵のヒストグラムデータも記録する。

(d) 練習のどの時点においても中断でき、また学習者の指定したところから練習が始められるようにする。これは学習者の時間的制約から来る心理的負担を軽減することと、授業開始時になどに一斉に練習を中断させることなどの状況に対応するためである。

4.2 コース画面

練習時には、図4に示すような画面が表示される。画面上部に、画面タイトル、課題文字列とそれに対応するアルファベットが示される。その下にキーボード図が表示され、ここを動指標などが動き回る。

画面下部は、メッセージ領域であり、学習者へのメッセージが表示される。また、1画面分の課題文字列の打鍵終了時、スコア表示時には、ミスタッチ数などの数値が表示される。

このコース画面には、前述のノーマル、メトロノーム、デモの3種のモード、それに、単にメッセージの表示だけの場合の計4種がある。これら

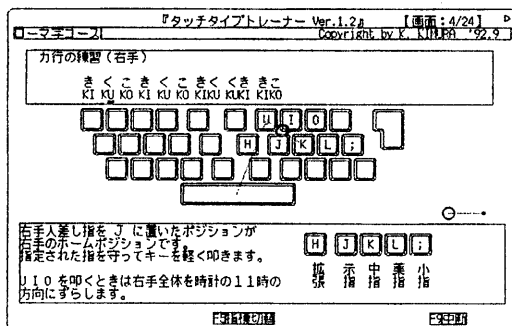


図4 コース画面の例

の画面設定は後述のコースデータ中に記述できる。ノーマルモードではすべての打鍵の打鍵時間を採取し、コース終了または中断時にシステムの履歴データに蓄積する。

4.3 カスタマイズ機能

本システムでは使用現場の実状に合うよう各種項目についてコースデータやそのリスト、画面の色彩などをカスタマイズできるようにした。このうちコースデータの例として、図4のコース画面に対応するコースデータを図5に示した。

また、以下のように特にキーに関する表示について柔軟な表示ができるよう考慮した。

(a) そのときの練習に必要なキーの文字だけを表示し、学習者の心理的負担を軽減する。(図4参照)

(b) 1キー単位でキーのグラフィクス部分を高速ブリンク表示(毎秒約30回)させ、学習者の注意を促す。

(c) キートップ文字の代わりに打鍵順序を示す番号を表示する。

(d) 増田の創案 [5] によるキー表示を行い、指のグラフィクスを使わずにキーと打鍵指との対応を表示する。(図4参照)

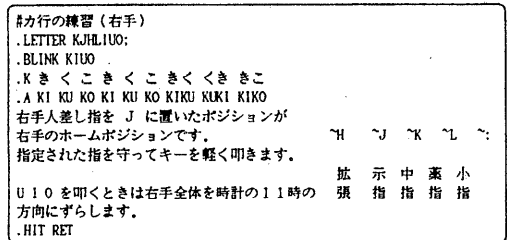


図5 コースデータの例

上図は図4の練習画面に対応したコースデータの例である。

<>で始まる行はコマンド行で、画面のモードや課題文字列などを指定する。

それ以外の行はメッセージ行で、練習画面のメッセージエリアに表示す内容を記述する

5. 運用と評価、今後の問題

5.1 コース内容と利用状況

今回採用したコース内容は増田の方法 [5] に準ずるものである。本システムは '92 年 4 月に本学のパソコン実習室の一室に導入し自由な利用を促している。パソコン実習を伴う授業などでトレーニングプログラムがあることを紹介するケースもあったが、どの科目でもタッチタイプについての課題を課すことは行わなかった。したがって、以下に述べる学習記録は学生の自由意志による自習の記録に基づく。

表 1 に各コースの画面数と現在までの利用状況を示した。

表 1 本システムの利用状況

コース名	画面数	利用回数[回]	打鍵数[stroke/回]
□-マ字	91	518	1203
□-マ字復習	14	290	271
英文タイプ	57	128	968

調査期間：'92.4.12 - '92.10.8
利用者数：111人
のべ利用回数：936回

*表中の打鍵数は、1回の利用あたりの平均打鍵数で、ミスタイプも含む

5.2 学習効果

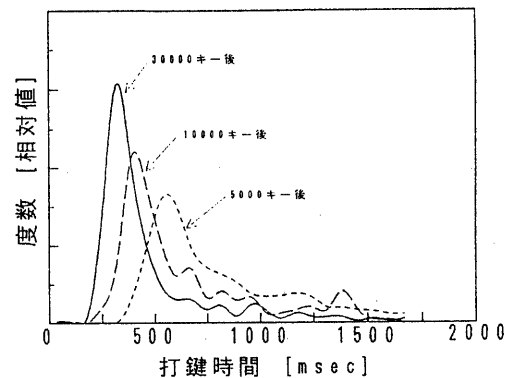
動指標そのもの有効性を学習効果の差などで実証することは別の機会に行うこととし、本稿では不特定多数の自習者の学習記録から得られた知見を述べ、今後のタッチタイプトレーニングプログラム全般の指針を考察する。

図 6 に、はっきりとした学習効果が得られている例を、(a) 打鍵時間分布の推移、(b) 平均打鍵時間の変化で表した。本稿では平均の打鍵時間としてヒストグラムデータから求めたメジアンを用いている。

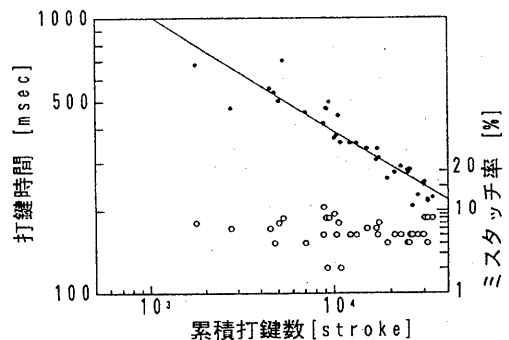
図 6 (a) では学習がすすむにつれ打鍵時間の減少（速度の向上）とともに分布が集中していく様子が見られる。すなわちより一定のリズムで打鍵することが身についていっていることがわかる。

図 6 (b) では打鍵時間は練習のベキ法則に従って減少している一方で、ミスタッチ率はベキ法則には従わないことがわかる。この傾向は他の学習者についても同様である。タイピングに習熟した後もミスタッチは極端には減らない。そこで、ミス修正操作（たとえばバックスペースキーあるいは Ctrl+H キー）も含めたトレーニングが必要と考える。

ところで、練習のベキ法則とは、一般に、第 N 試行の課題遂行時間を T_N とすると



(a) 打鍵時間分布の推移



(b) 打鍵時間の変化

図 6 学習効果の例

$$\log T_N = \log T_1 - \alpha \log N$$

が成り立つというものである [6]。ただし T_1 は第1 試行の課題遂行時間である。

本稿では図6 (b) における回帰直線の傾きから α の値を求め、それを学習効果の目安とする。

表2 に、採取した記録のうち、累積1 万キー以上で、学習曲線のフィットが良いもの ($r > 0.5$) についての学習効果指数 (α) と、1000、1万、5万キー打鍵後の打鍵時間の理論値を示した。表中のデータは1000 キー打鍵後の値でソートしてある。また、学習者番号は、学生の学籍番号下3桁に相当する。

今回使用したローマ字コース1 回の打鍵数の平均は1200 キー程度であるから、表中 $T(1k)$ の値は初回練習時の打鍵時間と見なせる。

この表から、当初約 $850 \pm 110\text{msec}$ 程度だった打鍵時間が1 万キー後に $370 \pm 70\text{msec}$ 程度に達することが期待できる。

1 万キーというのは表1 のローマ字コース約8 回分であり、約1 0時間で達成できる量と見積られる。その程度の練習で毎分136 から200 キー

表2 学習者別の学習効果指数と打鍵時間

学習者No.	α	打鍵時間 [msec]		
		T(1k)	T(10k)	T(50k)
138	0.42	1037	389	196
609	0.47	968	325	151
619	0.46	926	319	151
110	0.26	923	513	340
805	0.49	899	291	132
423	0.50	833	261	116
631	0.32	812	388	232
507	0.25	806	453	303
712	0.30	792	397	245
503	0.30	720	361	223
418	0.20	642	405	293
* 803	0.16	237	164	127
平均	0.36	851	373	217
σ	0.10	109	69	71

・ $T(1k)$ 、 $T(10k)$ 、 $T(50k)$ の値はそれぞれ1000、1万、5万キー打鍵後の打鍵時間を回帰直線から求めた値である。

・ 平均、 σ は* 印の学習者を除外して計算した。

の速さに到達できると期待できる。

他のトレーニングシステムでの同種のデータが得られなかったため一概に比較できないが、練習量や到達速度などから本システムでの学習効果は他システム [7][8] でのそれに劣らないものが得られていると考える。

なお、ここには示さなかったが、累積で1 万キーを越えている学習者の α の値は、それ未満の学習者のものよりもよく、また学習曲線にもよくフィットする傾向がある。このことから、累積1 万キーを一つの目安として動機づけをおこなうことでより大きな効果が期待できる。

5.3 練習量の問題

それではなるべく早期に累積1 万キーが達成できるような集中的な練習がよいのであろうか。

図7 に示したのは練習1 回あたりの平均打鍵数と学習効果指数 (α) の散布図である。

ここでの平均打鍵数は、表1 に示したローマ字、及びローマ字復習の長短2 種のコースの比重の目安と見なせる。図では弱い負の相関が見られる。これから直ちに因果関係を述べることはできないが、毎回長いコースを練習するのではなく、比較的短い時間(数分~1 0分程度)で終わる練習を数多く行った方が効果的であるということを示唆している。実際、学習効果がよく現れている者のコース選択の履歴を見ると、長短2 種のコースを

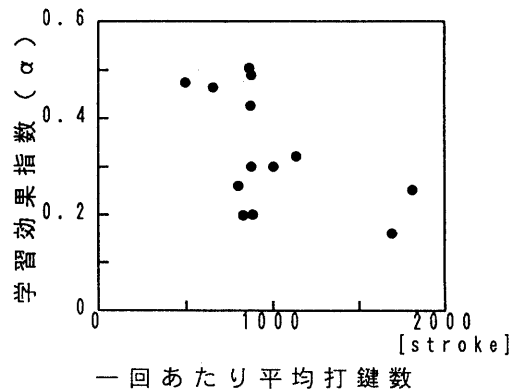


図7 練習一回あたり打鍵数と学習効果指数の散布図

適当に織り混ぜて練習していることがわかった。

また、ここには示さないが、累積1万キーまでの所要日数と α 値との間には相関がみられなかった。これは短期集中型の練習が必ずしも効果的ではないことを示すものである。

これらのことは今後のコースデータの整備にあたっての参考としたい。

5.4 学習者の個別対応機能

この種のトレーニングプログラムでは、個々の学習者の状態に応じてシステムが適切な練習を課すことが望ましい。たとえばミスタッチや打鍵ムラが多い場合には矯正練習を行うようにする。現在は、コースデータ中で設定したミスタッチ率を越えた場合は同じ課題（画面）を再度課すようにしている。また、打鍵ムラに対しては、プログラム中で学習者のそのときの打鍵速度からシステムが設定した速度のメトロノームモードに移行するようにしている。しかし、画面ごとのわずか1行分の練習結果から打鍵ムラを適切に判断することは困難で、今後の検討課題となっている。なお今回の運用に際しては、打鍵ムラの判断の閾値を高く設定したため実質的には対応していない。

一方、動指標や進路線はあくまで初心者向けに導入したもので、あるレベル以降はこれらに頼り過ぎないような配慮が必要となる。現在は練習中の任意の時点で、動指標と進路線とを独立に表示、非表示をキー操作によって切り替えられるようにしてあるが、個々の学習者に応じてシステムが指標の表示状態を判断する機能も必要である。

6. まとめ

タッチタイプトレーニングプログラムにおいて空間的・時間的に継続する打鍵動作をイメージさせる指標（動指標と進路線）を導入した。

この指標を使うことで特に初心者に対し指の継続的な運動を促すことが期待できる。また、指標を自走させることにより、通常の練習モードだけでなく、メトロノームモードの練習にも、また成

績や目標速度の呈示にも有効である。

今回は動指標導入の効果そのものを実証するような実験は行わなかったが、パソコン実習室で不特定多数の学生が利用した結果から、ほぼ満足すべき学習効果が得られていることがわかった。

今後は今回の試作と運用の結果を生かし、より実用に即したシステムになるよう改善・整備をほかりたい。

参考文献

- [1] Smyth, M.M., Wing, A.M.: The psychology of human movement, Academic Press, London, p.175- (1984)
- [2] 河合和久他: 認知モデルを利用した知的タイピング教育システムのための打鍵データ収集実験とその評価, 教育における新しいコンピュータ利用の方法シンポジウム (昭和62年6月), p.91-96, (1987)
- [3] 木村 清: 種々のメトロノーム信号に合わせたタッピングに関する研究, 尚絅女学院短期大学研究報告, 第38集, p.19-25 (1991)
- [4] 村田俊和他: 打鍵速度制御型タイピング教育システム, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究報告, HI-29-2, p.1-10 (1990)
- [5] 増田 忠: キーボードを3時間でマスターする法, 日本経済新聞社 (1987)
- [6] Card, S.K. et al.: The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, London, p.57- (1983)
- [7] 松川秀夫他: 情報教育における指導法の研究, 日本教育工学会第6回大会, Sept.29-30 (1990)
- [8] Glencross D.J. et al: A field study report of intensive computer keyboard training with school children, Applied Ergonomics, 20 (2), p.131-135, (1989)