

日本語ワープロ向き新打鍵レベル模型の直接的検証

(モデル人間プロセッサと二者択一オペレータの対応付け)

柏川 正充、木村 泉 (東京工業大学理学部)

0. 概要

前回のプログラミングシンポジウムでは、1名の被験者の打鍵データ記録に基づいてCardらの「打鍵レベル模型」を再構成し、「新打鍵レベル模型」なるものを提案し、またモデル人間プロセッサをもとに意味付けを与えてみた。

まだ被験者が少ないため、見落としている部分がないとは言いきれないので、現在様々な側面から検証を進めている。数名の実作業時の打鍵データを収集して、解析を行うなどして、傍証としてはいろいろなものが集まってきているが、この辺である程度多くの被験者について直接的な検証を行いたい。われわれは、すでにそうした試みを始めており、その一部として、Xオペレータ(二者択一オペレータ)の直接計測を行う実験を開始した。この実験は単文を暗記させてから打鍵を行わせるもので、変換時の選択がほとんどXに対応するものとなっている。

ところで、先の新打鍵レベル模型ではXは τ_p 、 τ_c 、 τ_m と関係づけられると考えられる。そこで同じ被験者について、 τ_p 、 τ_c 、 τ_m を計測して、実験で測定されたXと突き合わせ、その関係がどのようなものであるかを調べることにした。本報告では、この τ_p 、 τ_c 、 τ_m の測定結果と、上記の実験で得られたXの値とを比較しての考察を行なう。

1. これまでの内容との関連

1.1 モデル人間プロセッサ

[1]においてCard, Moran及びNewell はコンピュータをインタラクティブに使用する場合の人間の反応をモデル化するため、「モデル人間プロセッサ」(以下MHPと略す)を提案している。このMHPは、人間の情報処理活動をシステムレベルに分解して、3つのプロセッサとそれに関連する記憶系統から構成されるものとしている。即ち人間の視覚、聴覚などを感知する機構である知覚プロセッサ、認知活動の制御機構である認知プロセッサ、動作せよという合図を受けて実際に筋肉を動かす運動プロセッサの3つのプロセッサと、知覚プロセッサから受けた情報イメージを保持す

るイメージ記憶、認知プロセッサが用いる作業記憶、実際の記憶の場である長期記憶である。(図1参照)そして、この知覚、認知、運動の3つのプロセッサは互いに独立して処理を行なっており、それぞれが処理の基本単位であるサイクルタイムを持っていると考えられている。

このモデルによれば、知覚プロセッササイクルタイム(以下 τ_p と略)は100[50-200]msec、認知プロセッササイクルタイム(以下 τ_c)は70[25-170]msec、運動プロセッササイクルタイム(以下 τ_m)は70[30-100]msecとなっている。ただし記号[...]で囲まれた部分は個人差、環境条件等による変動の幅と考えられる。

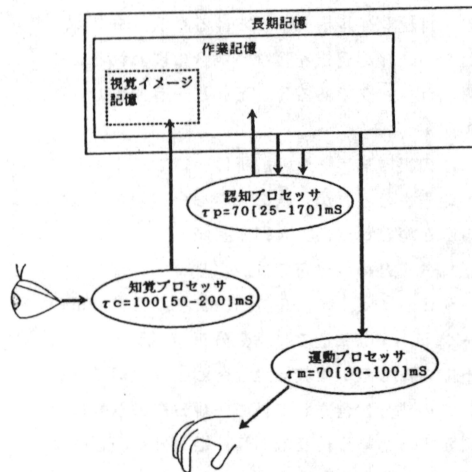


図1 モデル人間プロセッサ

1.2 打鍵レベル模型と新打鍵レベル模型

さて、Cardらは別に[1]において、こうした各プロセッサのサイクルタイムを単位とする認知のモデルだけではなく、キーボードの打鍵を単位として、エディタによる作業時間を予測するための「打鍵レベル模型」を提案している。この「打鍵レベル模型」は打鍵速度及びこれと同等の関係をもつオペレーションから記述されており、直接MHP模型との関連を持たない形で表現されている。

K	打鍵	又	は	ボ	タン	操	作	秒
	最	高	の	プ	ロ	ロ		0.08
	上	手	的	ア	マ			0.12
	平	均	的	ア	マ			0.20
	平	均	的	ア	マ			0.28
	で	複	雑	な	文	字	を	0.50
	複	雑	な	文	字	を	打	0.75
	す	す	る	人	を	打	つ	1.20
H	手	を	マ	ス	は	マ	ス	0.40
P	マ	ス	を	マ	ス	は	マ	1.10
	(詳	し	く	は	Fitt's	law)		
D (nd, ld)	線	2	種	の	可	能	性	$0.9 \times nd + 0.16 \times ld$
X	3	種	の	可	能	性	か	ら
Y	3	種	の	可	能	性	か	ら
M	X	の	範	圍	を	選	択	0.55
R	計	算	機	の	反	応	時	間
								実測値

表1 新KL模型(0.2版)の構成要素

現在われわれは、[2]において発表した打鍵データ収集用ツールを用いて一部の被験者についての実作業データを大量に蓄積しており、前回のこのシンポジウムでは、収集した打鍵データを解析し、[1]の打鍵レベル模型を交換型の日本語ワープロソフトに適用した「新打鍵レベル模型」を提案した。このモデルでは、元の「打鍵レベル模型」におけるパラメータに、変換を行なった後の選択を行なう場合に現われるごく短い思考パラメータであるX、Yなどを追加している。(表1参照)

また、この実作業データの解析について、[4]、[5]で報告を行ったが、次のような分布から構成されていることがわかった。(図2参照)

山1は正規分布と指数分布のコンボリューションで、パラメータ3つ(μ 、 σ 、 λ)で決まり、正規分布のパラメータ μ 、 σ は共通で、指数分布のパラメータ λ が異なっているものが複数個足し合わされて構成されている。この成分に含まれている正規分布の意味は、見て、判断するという行為であり、指数分布の意味は、長期記憶への参照を含むような、複雑な時定数を持った思考であると解釈している。そしてKL模型のMパラメータと関連が深いと思われる。

山2は、正規分布と仮定しているが、指数分布を含まないような、ただ判断を下せばよいという事象が現われているものと考えられ、新KL模型のXパラメータに対応するものである。

山3であるが、現在のところ、分布から山1、山2を取り去った残りであり、分布の形ははっきり見当をつけていないが、一応正規分布と仮定している。この山の意味付けもまだはっきりしてはいないが、この山の大きさは個人差があり、人によって大きさが著しく異

なっていることがわかっていてる。

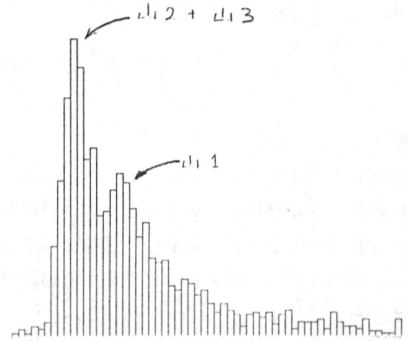


図2 実作業データのヒストグラム

しかし、このモデルのもととなった実験では被験者は1名だけであったため、より多くの被験者を対象として実験を行なう必要を感じていた。また新たに導入したパラメータXは、打鍵レベル模型の思考を示すパラメータM(1.35秒)と比べて、打鍵レベルと同等の関係を持つパラメータとしてよりも、MHP模型との関係が深いと考えられる。

そこで、筆者らはより多くの被験者について実験を行ない、「新打鍵レベル模型」の検証を引き続き行なうとともに、MHP模型における τ_p 、 τ_c 、 τ_m を独立した実験で求めて、Xと τ との関係を見極めようとしている。

以下、第2節では τ_p 、 τ_c 、 τ_m の各測定実験と測定実験に関する考察を行い、第3節ではXの測定実験から得られた3名のXの値についても併せて考察し論じる。

2. τ_p 、 τ_c 、 τ_m の測定実験

第1節において述べた理由から、MHP模型における τ_p 、 τ_c 、 τ_m を求めるために以下で記述するような実験を行なった。

実際に実験を行うにあたっては、以下の小実験を順番に連続して1サイクル行なったのち、若干の休憩をいれて、もう一度同じサイクルを行ない1組とした。これを5人の被験者に対して4組行ない、各小実験について、8回分のデータを収集した。

実験の内容の説明に当たっては、各被験者にこれらの実験の内容を口頭で説明した後、実際に各実験のセッションを被験者の前で行なってみせ、理解したことを

確認した上で本番の実験を行なった。

2.1 τp の測定

[1]の2.2章 Example 3に相当する実験を行なった。この実験は、ボールがCRT画面上で衝突するのを見せ、ボールが衝突してから、その衝撃が伝わって別のボールが動き出すまでに、様々な長さの時間的遅れを挿入し、その遅れを認識できるかどうかで τp を測定するものである。

2.1.1 実験方法(実験p)

被験者

被験者は、共同執筆者も含めて、筆者らの身近にいるワープロ常用者に依頼した。現在のところ5人のデータが収集されている。

実験装置

日本電気のパーソナルコンピュータPC9801E上で、MS-DOSベースで動くN88BASIC(86)で記述された実験プログラムを用いて実験を行なった。

実験手順

- * 被験者を実験装置の前に座らせる。
- * 実験を開始すると、画面上に直径数cmの白い球が2つ描かれる。
- * 画面中央の静止した球に向かって、画面左の球がゆっくり動いていき、衝突する。
- * 衝突を起こすと、左の球は静止し、中央の玉が右へ向かって動いていく。
- * 衝突を起こしてから、中央の球が動きだすまでに少しずつ変化させた時間的遅れを挿入し、そのおのおのについて球が衝突したときに遅れを少しでも感じるかどうかについてy(感じる)、n(感じない)、?(分からない)を答えさせた。

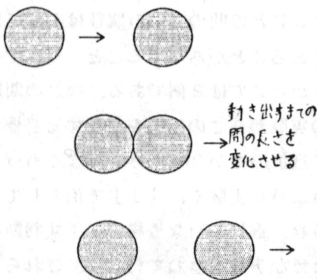


図3 ボールの衝突

この時間的遅れは、誰がみても全く遅れを感じない程の間隔から、誰でも明らかに感じると思われる間隔まで取られており、遅れを感じるか感じないかが微妙な境界付近では、刻み幅を小さくし、現れる試行回数も増やして実験を行なった。

2.1.2 実験結果と討論

被験者Aによる実験の結果を示すグラフを図4に示す。横軸は、時間(秒)、縦軸は答え全体に対する、遅れの見え方の割合(%)をそれぞれ示している。実線は遅れが見えたという回答(y)を、破線は遅れが見えなかったという回答(n)を示している。なお、?という回答は全体に対する割合が0.8から5%と少なかったため、0.5件と換算して両方に編入してプロットした。この被験者においては、およそ70msecのところに、遅れて見える場合と見えない場合が拮衡する点がある。現在のところ実験pは試行回数が不足しているため、この点が明確な τp であることを統計的に十分な水準で述べるだけのデータ件数は収集されていないため、とりあえず拮衡する点を τp と判断している。

また、まだ解析を行なってはいないが、遅れが生じたと感じた後に曖昧なものを見せると遅れて見え、生じていないと感じたあとに曖昧なものを見せると遅れていないように見えるという履歴依存性の現象が起こっていると思われる。

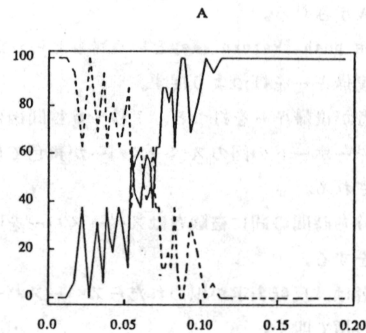


図4 τp の測定結果(単位:秒)

さらに、件数が少ないため確定的なことは言いにくい、遅れが全く見えない状態から、完全に見えるようになるまでの遷移の途中に幾つかの山が見られる。これらの現象をはっきり確認できるようさらに実験回数を増やすとともに、他の実験からも τp を求めてこの

結果の追試ができるよう、計画を立てている。

2.2 τc の測定

τc は認知的思考の反映であるため、これのみを外に表われる物理的事象として取り出して計測することはできない。 τc は基本的には、刺激に対して反応するときの思考のサイクル数として捉えられるため、 τp (刺激の入力) + $n * \tau c$ (刺激に対する応答) + τm (応答の発現)

という形で、必ず τp 、 τm に挟まれて現れる。

従って、 $\tau p + \tau c + \tau m$ で反応を起こすと考えられる実験と、 $\tau p + 2\tau c + \tau m$ で反応を起こすと考えられる実験をそれぞれ行ない、その2つの差から τc を測定する。

2.2.1 実験方法 (実験c 1, c 2)

被験者

2.1の場合と同一人物である5人の被験者に対して行なった。

実験装置

日本電気PC9801E上で [3] で行なったキーボードのキー別の打鍵速度を測定する実験に用いた、反応速度を測定記録するプログラムで実験を行なった。

実験手順

(実験c 1)

- * 被験者を実験装置の前に座らせて、準備させる。
- * 実験プログラムを実行すると、画面上にキーボードが表示される。
- * Please push 'Return' Keyというメッセージが現れ、復帰キーを打つよう促す。
- * 被験者が復帰キーを打つと、1秒~5秒間後に画面のキーボードの図のスペースバーが黄色で反転表示される。
- * この待ち時間の中に被験者はスペースバーを叩く準備をする。
- * 被験者は、反転表示が現われたらスペースバーを人差し指で叩く。
- * 再び、Please push 'Return' Keyというメッセージが表示され、復帰キーを打つよう促す。

こうして画面上のスペースバーが反転表示されてから、スペースバーを叩くまでの打鍵時間を5分間の間繰り返し測定し、その結果を収集した。

(実験c 2)

- * 被験者を実験装置の前に座らせて、準備させる。

* 実験プログラムを実行すると、画面上にキーボードが表示される。

* Please push 'Return' Keyというメッセージが現れ、復帰キーを打つよう促す。

* 被験者が復帰キーを打つと、1秒~5秒間後に画面のキーボードの図の、スペースバーの位置か、X F E Rキーの位置が黄色で反転表示される。

* この待ち時間の中に、被験者は手を動かしてスペースバーとX F E Rキーを叩く準備をする。

* 被験者は反転表示が現れたら、どちらが反転したかを判断し、黄色く反転した方のキーを、スペースバーの場合は人差し指で、X F E Rキーの場合は中指で叩く。

* 再び、Please push 'Return' Keyと表示が出て、復帰キーを打つよう促す。

このセッションを5分間繰り返し、画面上のキーが反転表示されてからそのキーが叩かれるまでの時間を測定し、その結果を収集した。

これら2つの実験の反応時間の差から間接的に τc を求める。

2.2.2 実験結果と討論

実験中に誤打鍵を起こした試行はあらかじめ取り除いて解析を行なった。

実験c 1、c 2の結果を重ね合わせたグラフを図5に示す。破線のグラフは実験c 1を、実線のグラフはc 2をそれぞれ示している。

結果として、実験c 1ではかなり鋭く尖ったピークが出ているが、実験c 2ではピークはあるがc 1の場合ほど鋭くはない。 τc を求めるための代表値として、それぞれの実験での平均値を用いた。これによれば、この被験者Aにおいては、 τc は97msecとなっている。なお、実験c 1とc 2との間の τc の個数は1個ではなく、2個以上であることがあり得ること、c 1では押すキーは1個だがc 2では2個である、などの問題があるため、他の実験からこの結果を検証する必要がある。そのため、選択の幅が2個だけではなくもっと多くの選択を行うような実験や、[1]で例として上げられているような、選択を行なう場合に下す判断の複雑さが異なるような実験を重ねて行ない、これらの反応時間がほぼ直線上にあることを確認する必要があると考えられるため、追加実験を準備している。

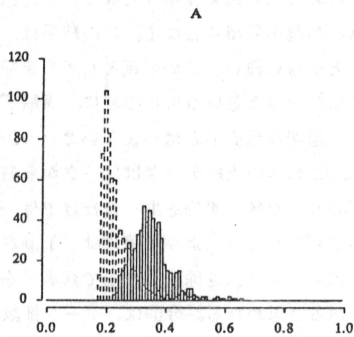


図5 τ_c の実験結果 (単位: 秒)

2.3 τ_m の測定

[1]では、 τ_m を求める簡単な一例として、2本の平行線を引いておき、一定時間の間に鉛筆で何回線をなぞって往復できるかその回数を測定する、という方法を示している。われわれは、キーボードを叩くという作業から直接的にデータを得たいと考えたため、次のような方法を取った。

2.3.1 実験方法 (実験m)

被験者

2.1、2.2と同一人物の5人の被験者について実験を行った。

実験装置

2.1、2.2と同様PC9801E上で、[2]で発表した打鍵データ収集プログラムを用いて計測し、データを収集した。

実験手順

- * 被験者を実験装置の前に座らせて準備させる。
- * 打鍵データ収集プログラムを立ち上げ、データ収集の準備を行なう。
- * 打鍵の反応速度が十分に速いワープロソフトを立ち上げる。
- * 被験者に、できる限り高速に、交互打鍵を行なうように指示し、順番にJとK (右手人差し指と中指)、FとD (左手人差し指と中指)、JとL (右手人差し指と薬指)、FとS (左手人差し指と薬指)、FとJ (左手人差し指と右手人差し指)をそれぞれ2行(80文字)を越えるまで打鍵させた。
- * 打鍵終了後、打鍵データ収集ツールをもう一度立

ち上げ、データをフロッピーディスクに記録した。

2.3.2 実験結果と討論

実験のセッションとしては、JK、FD、JL、FS、FJの交互打鍵を被験者に行なわせたが、実際には、 τ_m はJKの交互打鍵だけから算出した。その理由は、指の動きの連合が最も良く取れている右手の人差し指と中指の打鍵であるため、他の指での打鍵に比べて筋肉の動きに対する干渉が少ないため、より自然に高速打鍵が可能であると考えたためである。

実作業時の打鍵と実験で行った交互打鍵を比較して考えた場合、実作業時の打鍵では指の動きはある程度まとまってチャンク化されており、一つの動作指令でまとまった動きが行なわれると考えられるため、個々の指の動作がオーバーラップしており、より速い動きが行なわれている。また、次の動作チャンクが作業記憶にロードするためと思われる時間的な跡切れが起こる。このため、実作業時の連続した打鍵は τ_m とはみなしにくいと考えられる。この実験では2本の指の交互打鍵であるため、2本の指の上げ下ろしが互いにオーバーラップして起こっているが、複数の指が同一の打鍵チャンクで動くことはないため、打鍵時の τ_m が測定できると考えられる。

また実験データの解析時に、打鍵開始直後と打鍵終了直前の打鍵速度の不安定な部分を取り除くため、最初と最後の5ストロークを取り除いて解析した。

被験者Aの τ_m のグラフを図6に示す。

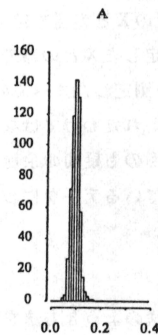


図6 τ_m の実験結果 (単位: 秒)

2.4. 総合討論

2.1、2.2、2.3で求めた τ_p 、 τ_c 、 τ_m の値を第3節のXの値と共に表2に示した。

一応それぞれについてある程度妥当な値が得られているが、この値が本当に求める τ_p 、 τ_c 、 τ_m であるかはまだ疑わしい点が残っているため、表2では?を付記してある。

τ_c 、 τ_m については平均値をとり、 τ_p については遅れを認識したという解答が50%になった点を目測で取り出した。

2.4.1 反応時間への当てはめ

こうして求めた τ_p 、 τ_c 、 τ_m が実際に計測された反応とどの程度一致しているかを調べる。

全体として、おおむねモデル人間プロセッサの個人差の範囲内に納まっているが、一部にこの範囲外の値の例が見られる。

実験p、mから求めた τ_p 、 τ_m と実験c1、c2から求めた τ_c を加えたものと、仮定から $\tau_p + \tau_c + \tau_m$ となると期待されるc1の反応時間を比較してみた。

被験者	$\tau_p?$	実験c1	実験c2	$\tau_c?$	$\tau_m?$	X	エラー率
A 50代	66	237	349	112	91	669	38.4%
B 20代前半	66	297	394	97	91	542	43.4%
C 20代後半	41	229	281	52	87	---	----
D 20代前半	56	259	323	64	104	---	----
E 20代前半	66	225	300	75	78	660	52.2%

表2 被験者ごとの τ_p 、 τ_c 、 τ_m 及びX(単位msec)

3. 新打鍵レベル模型のXとの当てはめ

[6]において測定したXとの当てはめを試みた。まだ τ_c 、 τ_p 、 τ_m を測定したすべての被験者についてXを求める実験が行われたわけではなく、また τ_p 、 τ_c 、 τ_m の測定法そのものも疑問の余地なしとは言いが、現状で得られているデータについて、やや強引な当てはめを試みる。

3.1 Xの測定

Xを求めるため、次のような方法を用いて測定を行った。

被験者

これまでのところ、第2節で行った被験者の内3人(A、B、E)が実験を行っている。

実験装置

被験者Aでは32msecの過剰見積りとなり、また被験者Bでは41msecの過小見積りとなる。この結果は、よく合っているとは言いがたい。この解釈として、実験が適当なものではなかったという解釈の他に、実験データの平均値が、適切な代表値とはいえないという解釈も考えられる。これらの実験データはピークから右側に尾を引いており、単純に平均を取っただけでは右側に値がずれてしまう。より正確には、予測される分布を当てはめ、ノイズを除去した上で代表値を取り出す必要があると思われる。今回は、データ件数が不足気味であることなどの理由から、そうした解析を行わないまま、とりあえず平均を代表値として提示した。また、実験の不備という可能性も無視できないため、傍証を得るべく、異なった方法による実験を行うことも検討している。

日本電気PC9801E上で、被験者が日頃使いなれたワープロを用いて実験を行った。

被験者AとEは新「一太郎」を用い、被験者Bは旧「一太郎」を用いた。なお辞書の学習機能は停止させて実験を行った。

実験方法

- * 被験者をつれてきて、実験装置の前に座らせる。
- * 一度に暗記できると思われるくらいの長さの単文を3回口に出して唱えさせ、それを入力させる。
- * 全く同じ入力方法を用いて、誤りを含まない試行が3回成功するまで入力を繰り返す。

これを各被験者につき55個の単文について行い、その中のインタラクションでXに対応する部分を取り出した。

3.2 実験結果と討論

実験で求められたXを表2に示す。また、表2中のエラー率とは、失敗した試行の全試行中の割合であり、Xを求める実験において、同一のメソッドでエラーフリーの試行を3回やり遂げるために、失敗した試行が全試行に対してどの程度の割合で起こったかを示している。

これらの被験者のワープロについての熟練度を比較すると、被験者Eは実験を行ったワープロを週一度、3カ月程度しか使用しておらず、熟練者とはいえない。そのため、とりあえず議論の対象からは外す。他の2人の被験者はほぼ熟練者と考えてよい。Aはワープロ一般についての経験はかなり長く、「一太郎」については、約2年の経験を持ち、5月に新「一太郎」がリリースされてから、約6か月使用している。Bはワープロ一般について約2年、旧「一太郎」について約1年の経験を持ち、新「一太郎」がリリースされた後も、旧「一太郎」を使い続けている。

3.3 求められたXの吟味

この実験で測定されたXの値は、被験者Aが「松」を用いて行った実作業から得られたXの値480msecと比較してかなり大きくなっている。また被験者Bと比較しても、Xはかなり大きい。これにはいくつか理由が考えられる。

まず、実験Xでは山1の成分はできる限り排除されるようデザインされているが、どうしても取りきれない部分があり、こうした成分は打鍵レベル模型からは説明できない雑音となる。実作業データでは、[4]で述べたような統計的手法を用いてこうした成分を取り去ることができるが、実験Xでは十分なデータ件数がないためこのような成分の除去が行えない。また、実験の条件や、個人差によっては、山2よりも山3のほうが大きく現れてくることがある。このため、平均値が、山2からの代表値であるXよりは、山3からの代表値に近づく場合が考えられる。この場合も十分な量のデータがなければXを取り出すことは困難である。

それ以上に大きく影響していると思われるのは、「一太郎」の画面更新速度の遅さである。「松」では、ディスクアクセスが起こった直後には画面が更新されているが、旧「一太郎」ではディスクアクセス後に僅かに間が開いてから、画面が更新される。さらに新「一太郎」では、ディスクアクセスが不規則に起こる

とともに、連文節変換などを用いた場合など、ディスクのアクセスが終了してから、見ていてはつきりわかるくらいに間があいてから画面が更新される場合がある。これらの現象が実験Xのデータ、特に新「一太郎」を用いて実験を行なった被験者に対して現われているのではないかも考えられる。

3.4 Xと τ_p 、 τ_c 、 τ_m との関連づけ

Xオペレータと考えられるものが現れた場所での被験者のふるまいを考えると、入力を行って変換キーを押した後に、画面に現れた表示について、二者択一の判断を行ない、一方を選択するという動作を行っている。従って、第2節で行った実験c2の状況に極めて近い。異なっているのは実験c2の場合は単純に刺激を受けたことに対する反応であったが、Xオペレータの場合には漢字や熟語の照合という、やや複雑な、しかし長期記憶への参照を含まない業記憶内での認知的プロセスが余分に加わるといことである。

従って、オペレータXは実験c2で得られた反応時間に認知的プロセスの単位時間と考えられる τ_c の整数倍を加えたものとして当てはめを行ってみた。

打鍵レベル模型は本来熟練者に対する当てはめであるため、被験者Eを除いたAとBについて当てはめを行うと、

$$\begin{aligned} A: c2 + \tau_c * 2 &= 573\text{msec} \\ X &= 669\text{msec} \\ c2 + \tau_c * 3 &= 685\text{msec} \\ B: c2 + \tau_c * 1 &= 491\text{msec} \\ X &= 542\text{msec} \\ c2 + \tau_c * 2 &= 582\text{msec} \end{aligned}$$

となり、3.2節で述べたような条件を考え合わせると、比較的よく合っていると見えそうである。加えて、この2人の被験者のエラー率を比べると、被験者Aの方が5%程低い。これを深読みすれば慎重に判断を下す習慣があるため、確認作業が入るため1 τ_c 余分に時間がかかっているとも取れる。

また、被験者Aの「松」による実作業のデータから得られたX=480msecについて当てはめをおこなうと、 $c2 + \tau_c * 1 = 461\text{msec}$ であるから、こちらの方とはかなりよく合っている。

さらに、これを基に被験者Eが熟練した場合のXを予測するとすれば、

$$c2 + \tau_c * 1 = 375\text{mS} \leq X \leq 525\text{mS} = c2 + \tau_c * 3$$

近似値として、 $c2 + \tau_c * 2 = 450\text{msec}$

といった値が推測できる。今後実験を行っていく上で、

この予測がどの程度的中するか、などについては、データを十分揃えた上で機会を改めて報告する予定である。

謝辞

忙しい中貴重な時間を割いて実験に参加して下さいった被験者の方々と、Xを求める実験を実施し、その実験データを提供して頂いた根岸康君に感謝する。

参考文献

[1] : S.K.Card, T.P.Moran & A.Newell: The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey (1983)

[2] : 粕川、木村: パーソナルコンピュータ用打鍵データ収集プログラムとその応用、情報処理学会第30回全国大会、3G-8(1985.4), pp1645-1646

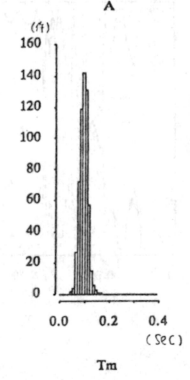
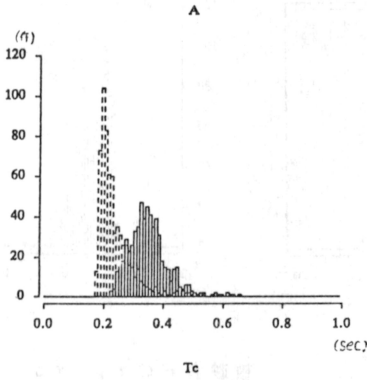
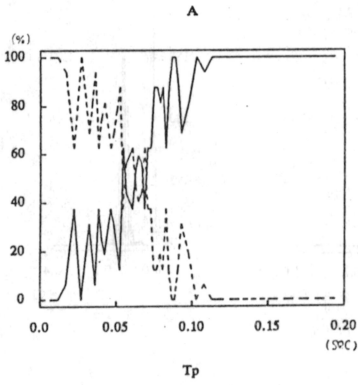
[3] : 粕川、木村: パソコン用鍵盤の打鍵所用時間と思考時間模型、情報処理学会日本語文書処理研究会8-4 (1986.9.)

[4] : 木村、粕川: 変換型日本語ワープロ向き打鍵レベル模型、第27回プログラミングシンポジウム (1986.1)

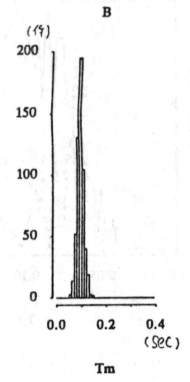
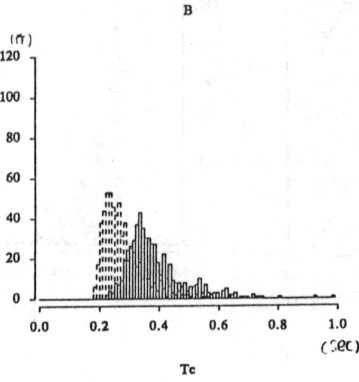
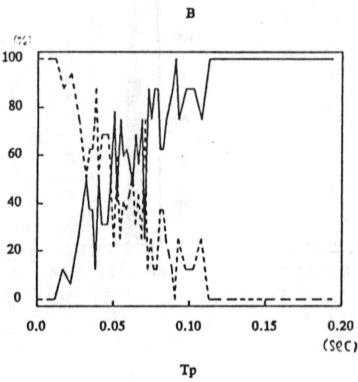
[5] : 木村、粕川、谷越: ワープロ利用者の思考時間に関する統計的模型、情報処理学会日本語文書処理研究会8-3 (1986.9.)

[6] : 根岸、谷越、木村: 新打鍵レベル模型の検証、情報処理学会第34回全国大会

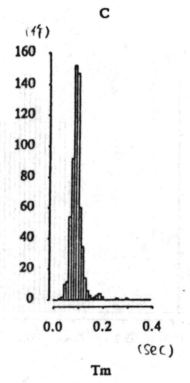
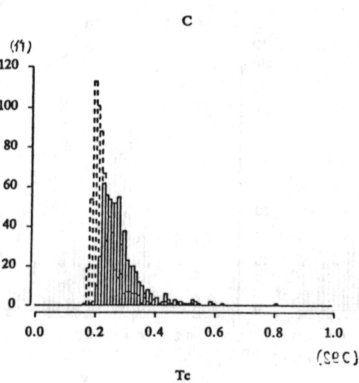
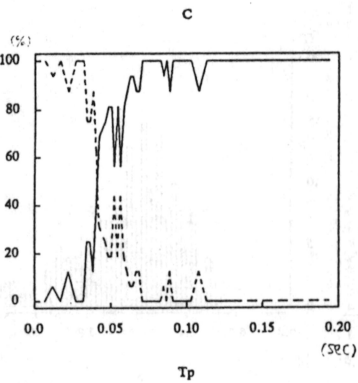
被験者Aの τ_P 、 τ_C 、 τ_M



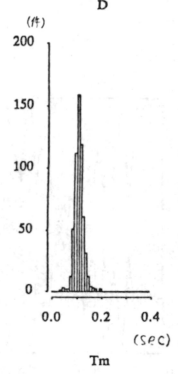
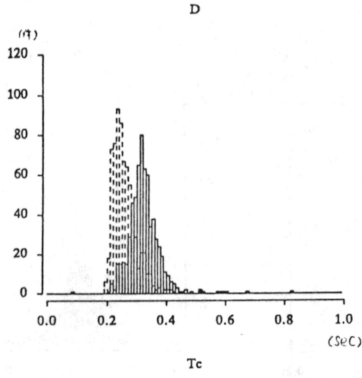
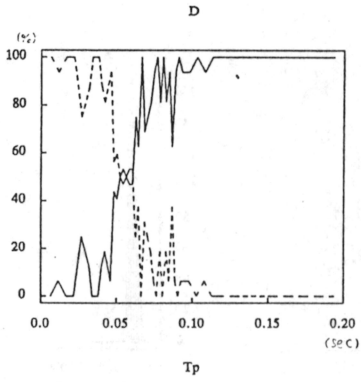
被験者Bの τ_P 、 τ_C 、 τ_M



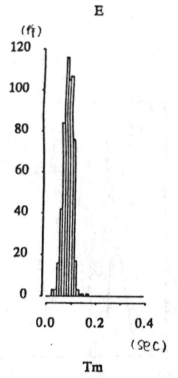
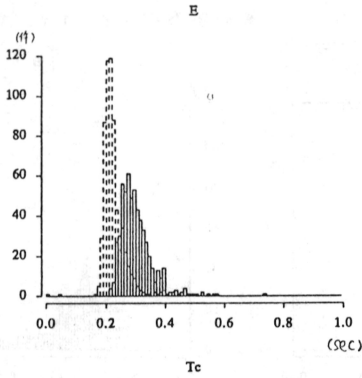
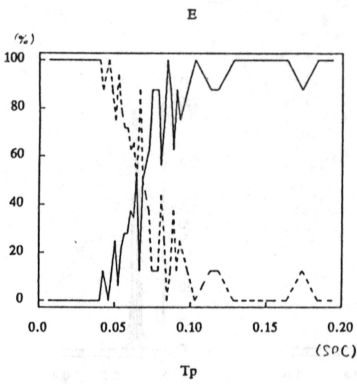
被験者Cの τ_P 、 τ_C 、 τ_M



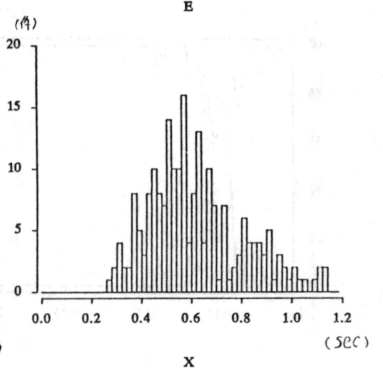
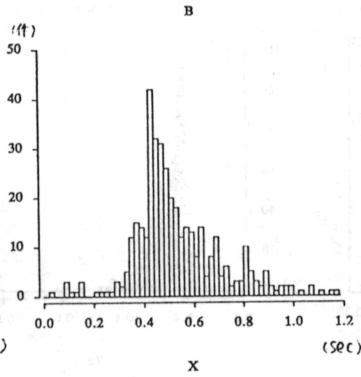
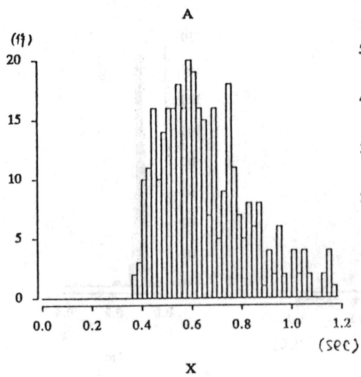
被験者 D の τ_p 、 τ_c 、 τ_m



被験者 E の τ_p 、 τ_c 、 τ_m



被験者 A、B、E の X



本 PDF ファイルは 1987 年発行の「第 28 回プログラミング・シンポジウム報告集」をスキャンし、項目ごとに整理して、情報処理学会電子図書館「情報学広場」に掲載するものです。

この出版物は情報処理学会への著作権譲渡がなされていませんが、情報処理学会公式 Web サイトに、下記「過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について」を掲載し、権利者の検索をおこないました。そのうえで同意をいただいたもの、お申し出のなかったものを掲載しています。

https://www.ipsj.or.jp/topics/Past_reports.html

過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

情報処理学会発行の出版物著作権は平成 12 年から情報処理学会著作権規程に従い、学会に帰属することになっています。

プログラミング・シンポジウムの報告集は、情報処理学会と設立の事情が異なるため、この改訂がシンポジウム内部で徹底しておらず、情報処理学会の他の出版物が情報学広場 (=情報処理学会電子図書館) で公開されているにも拘らず、古い報告集には公開されていないものが少からずありました。

プログラミング・シンポジウムは昭和 59 年に情報処理学会の一部門になりましたが、それ以前の報告集も含め、この度学会の他の出版物と同様の扱いにしたいと考えます。過去のすべての報告集の論文について、著作権者（論文を執筆された故人の相続人）を探し出して利用許諾に関する同意を頂くことは困難ですので、一定期間の権利者搜索の努力をしたうえで、著作権者が見つからない場合も論文を情報学広場に掲載させていただきたいと思います。その後、著作権者が発見され、情報学広場への掲載の継続に同意が得られなかった場合には、当該論文については、掲載を停止致します。

この措置にご意見のある方は、プログラミング・シンポジウムの辻尚史運営委員長 (tsuji@math.s.chiba-u.ac.jp) までお申し出ください。

加えて、著作権者について情報をお持ちの方は事務局まで情報をお寄せくださいますようお願い申し上げます。

期間： 2020 年 12 月 18 日 ~ 2021 年 3 月 19 日

掲載日： 2020 年 12 月 18 日

プログラミング・シンポジウム委員会

情報処理学会著作権規程

<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/copyright.html>