

両手テンキーによる数値入力方式の検討

6J-7

須間裕一 角田博保 赤池英夫
電気通信大学 情報工学科

1 はじめに

今日の事務処理において計算機が使われる状況の中には、数値入力を集中的に行う局面が挙げられる。この場合、大概はテンキーを用いて片手で入力を行うが、物理的には両手を用いて打鍵した方が速い可能性がある。また、一般にテンキーを用いて片手で数値入力をするキーパンチャーは、両手で文字入力を行うキータイピストに比べて反復運動過多損傷 (RSI) の危険性が高い [1] と言われている¹。よって、一般的な標準キーボードを利用して両手で数値打鍵を行う配列を提案することにより、入力の効率化と疲労軽減を狙うことができると考えられる。

本論文では数値入力作業を長時間続ける場合を考慮し、熟練後の効率・疲労度・エラー率などを総合して適していると考えられる配列の提案を行う。

2 数値打鍵配列の構成

両手で数値打鍵を行う既知な配列としては、標準キーボードの最上段に数字キーがある。しかし過去の実験からテンキーの方が格段に高速入力できる結果が得られており [2]、両手による数値打鍵配列にはこれ以外の配列が望ましい。そこで高速な両手打鍵配列を構成するにあたって次の要因に注目する。

一般的に直前の鍵と異なる鍵を打鍵する場合は、鍵を押下してから開放する動作が完了する前に次の鍵の押下を始めることで打鍵が高速化される。その一方、連続して同じ指の打鍵をする場合は不可能である。具体的に、異なる指で打鍵する場合は一打鍵あたり 70ms 程度の時間が必要とされているが、同じ指で連続して打鍵する場合は倍の 140ms 程度かかることが分かっている [3]。

そこで両手を用いて交互打鍵する場合を検討すると、逆の手の指を使うため同じ指で連続打鍵する必要がなく、かつ同じ手の異なる指同士で影響を及ぼさない。よって無理な指使いが無くスムーズな打鍵ができるといえる。

Examination of a numerical input system using a two-handed ten key, Hirokazu SUMA, Hiroyasu KAKUDA and Hideo AKAIKE, Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

これを踏まえると両手打鍵配列として「左右それぞれに同じ文字と対応した鍵を配置する配列」が導かれる。

その特徴としては、全ての数値に対して右手と左手それぞれに対応した鍵があり、ユーザは直前の数値を打鍵した手と逆の手で打鍵を行うようにすると、どの数字列に対しても必ず交互打鍵ができることが挙げられる。

左右の打鍵配列には、各々片手で全ての数値打鍵を行える打鍵配列のうち効率の良いものが望ましいため、テンキーの配列を利用した。

その際、右利きユーザを想定して右手に元のテンキーの配列を割り当てると、左手の配列はそれを対称移動したもの (図 1) と平行移動したもの (図 2) の 2 つが考えられる。

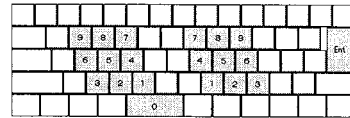


図 1: ダブルテンキー配列 (対称)

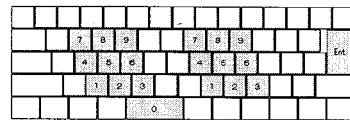


図 2: ダブルテンキー配列 (平行)

3 実験

ダブルテンキー配列 (対称, 平行) とテンキーを対象にして、打鍵測定実験を行った。被験者は画面上に表示された数字列を、指定された打鍵方式で打鍵する。

3.1 被験者

被験者には、各方式ともに筆者らの所属研究室の学生をボランティアとして募った。内訳は対称, 平行, テンキーの順で 6 人, 5 人, 4 人。ただしダブルテンキー配列では対称と平行の方式別に別々の被験者が試行した。またいずれの場合も、被験者の年齢は 20 代であり、全員が右利きでタッチタイピングを習得していた。

¹ 一時間あたり 10,000 keystrokes を超えると危険だと言われる。

3.2 実験装置

実験装置には、Intel Pentium II 266MHz の CPU を搭載した IBM PC/AT 互換機を用いた。キーボードは、PS/2 日本語 109 標準キーボード (FKB8720 Series) を用い、テンキーもそのキーボードのものを使用した。

3.3 実験システム

打鍵データ測定のために、打鍵時間測定アプリケーションを Java [4] で作成した。Microsoft Windows2000 Professional の JDK1.2.2 で動作の確認と実験を行った。実験システムの外観は図 3 の通りである。

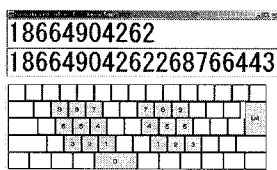


図 3: 打鍵測定画面

この実験システムは、画面上の数字列に対する入力の打鍵文字や打鍵時間などを記録する。同時に実験設定の打鍵配列に従い青色の数字出力を行う。また誤打鍵を行った場合は、画面の数字が赤色に変化してエラーを知らせる。この場合も数字を画面へ反映し打鍵情報を記録するが、入力すべき数字は次に進まず、再び正しい数字の打鍵を要求する。

またダブルテンキー配列の打鍵では、交互打鍵のみを正しい打鍵として受け付ける実験設定を行った。

実験数字列には乱数列を用意し、各被験者の実験回数に対応させ同じ数値列を用いた。また 1 試行に入力すべき数字列は 400 文字であり、システム画面には一度に 20 文字が表示されるため 20 行を打鍵する。これを各方式とも 20 試行ずつ被験者に疲労が溜まらない間隔で行う。

3.4 実験結果と考察

実験の結果、打鍵速度 (1 試行 400 値の内の連続した正打鍵のみを対象とした) には図 4 に示す推移が見られた (縦軸を打鍵速度 [打鍵数/分]、横軸を実験回数とした)。

また打鍵方式別に集計した最終 5 試行の平均打鍵速度は対称、平行、テンキーの順に 153.5, 151.1, 211.5 [打鍵数/分] であり、現段階ではテンキーが速く、ダブルテンキーの対称、平行の間には差が見られなかった。

図 5 には実験結果から算出した打鍵速度の予測を示す。これには練習の中乗則 (power law of practice) [3]

を利用し、グラフには $\log Y = a + b \log X$ の最小二乗近似を用いた。

以上より、被験者が習熟すれば 80 - 100 試行前後でテンキー配列とダブルテンキー配列の打鍵速度に差が無くなるだろうと予測できる。

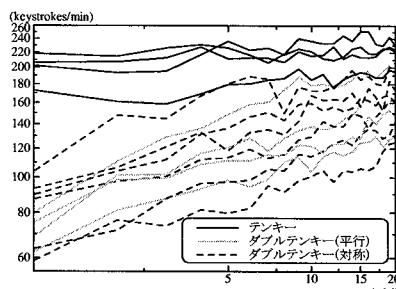


図 4: 実験回数に伴う打鍵方式別数値打鍵速度

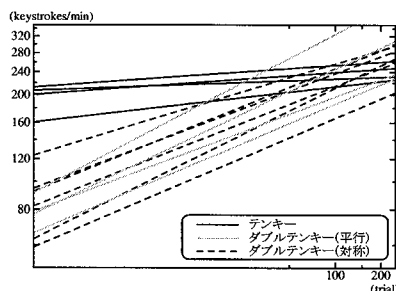


図 5: 練習の中乗則による習熟予測

4 展望

現段階では実験試行数が少ないため、今後も実験を継続しどのような習熟をするのか測定する必要がある。

将来的には本研究により得られたキーボード配列を、既存のアプリケーションと連携して利用できるシステムを実現する。

参考文献

- [1] Chrstine Faulkner : The Essence of Human-Computer Interaction ; Prentice Hall , (1998) .
- [2] 須間 : 打鍵配列変更による入力支援機能の研究
平成 12 年度 電気通信大学 卒業論文
- [3] K.Card , P.Moran , Allen Newell : The Psychology of Human-computer Interaction ; Lawrence Erlbaum associates , (1983) .
- [4] SunMicroSystems Inc : Java2 SDK , Documentation ; <http://java.sun.com/>