

5J-1

中指シフト仮名鍵盤配列

富樫雅文

北海道大学 理学部

1. 中指シフト方式

JISで定める仮名文字は63字ある。これに対して文字キーの数は標準鍵盤では48鍵であり、さらに円滑な触指打鍵(touch typing)を考慮すれば、使用するキーは3段30鍵程度であることが要求される。このため、シフト機構を導入するか、または、ローマ字などによるマルチストローク化が考えられてきた。シフト方式とした場合、シフトキーの使用頻度は少なくとも16%程度となる。従来のシフト方式ではこのシフト操作を最も弱い指である小指や他の指と運動方向の異なる親指に割り当てている。

本研究では、シフト操作の重要性に鑑み、これを中指に割り当て、鍵盤中央部の文字キーを前置型のシフトとして使用する新しい文字配列を求める。新しい配列は標準鍵盤の使用を前提とし、使用するキーは3段32キーまたは33キーとする。

2. 自由打鍵データ

鍵盤文字配列を設計する方法として、交互打鍵やホーム段打鍵の優位性などの定性的知見をもとに最適化を行なうものがあるが、これらの定性的知見の背後には実験による定量的データが存在するはずである。その主たるものは2打鍵間時間(キーからキーへの遷移時間)であって、これに基づいた平均打鍵時間の最小化による最適化も試みられてきた。しかしながら、この2打鍵間時間の測定には、打鍵するテキストが自然文であるとランダム文字列であるとを問わず、使用する既存の鍵盤文字配列の影響を免れない。

そこで本研究では、文字を媒介する方法をとらず、自由に指を動かして「でたらめに」打鍵する状況での打鍵特性を調べた。1名の被験者による約110万打鍵の打鍵時間データを採取した。実験にはNEC-PC9801VX2と森川【1】の打鍵時間測定プログラムを使用した。このとき、第2打鍵が前置シフトキーの場合はその直後の打鍵との合計をとり、2文字打鍵間時間となるようにした。また、この自由打鍵実験からは同時に各指の使用頻度を割り出し、配列の最適化における目標負荷配分として使用する。

3. 2元評価

鍵盤配列の評価は2文字打鍵間時間の期待値と指負荷バランスによる2元評価とする。打鍵間時間の期待値は、 T_{ij} を評価対象配列における2文字組 $\langle i, j \rangle$ の打鍵間時間とし、 P_{ij} を2文字組の出現確率、 \bar{P} を平均出現確率としたとき、

$$\sum_{ij} (T_{ij} P_{ij} (\frac{P_{ij}}{\bar{P}})^{-0.15})$$

となる。最後の項は、高頻度の文字は馴れによってより速く打たれるという、いわゆる頻度効果を表している。これにより最高頻度の2文字組は、実際には、測定データの約2倍の速度で打たれるものと見込まれる。2文字組の頻度はビジネス文書を対象とする坂村【2】のデータによった。一方、指負荷バランスは G_f を目標負荷配分における指 f への負荷、 L_f を評価対象配列における指 f への負荷としたとき、

$$\log_e (1 + \sum_f \frac{|L_f - G_f|}{G_f})$$

と定義する。

スカラー量としての配列評価値は、このふたつの成分を多数のランダムな配列における平均からのずれを標準偏差を単位として計ることによって正規化したベクトルと評価係数ベクトルのスカラー積をとる。仮名文字を配列する組み合わせは $63! = 1,98 \times 10^8$ の87乗通りあるが、ここでは乱数によって10の7乗個の試行配列を生成して平均打鍵時間および指負荷バランスの分布を調べた。図1にその結果を示す。シフトキーとしてはQwertYのDキーを使用している。

4. 最適化

最適化は、初期配列を与えて、ふたつの文字キー(シフト側文字も含めた論理的キー)のすべての置換の中から最良の評価値を与えるものによって実際の置換をおこない、もはやいかなる置換も評価値の改善をみないところ(極小値)までこの操作を繰り返す、いわゆる最急降下法によった。さらに極小値から沢づたいに最大10ステップまでの探査をおこない、この極小値よりも良い配列が見つければその地点から降下を続行するようにした。

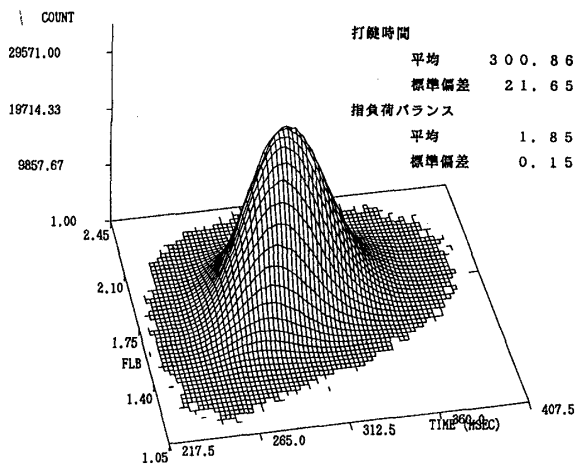


図-1 打鍵時間-指負荷バランスの分布

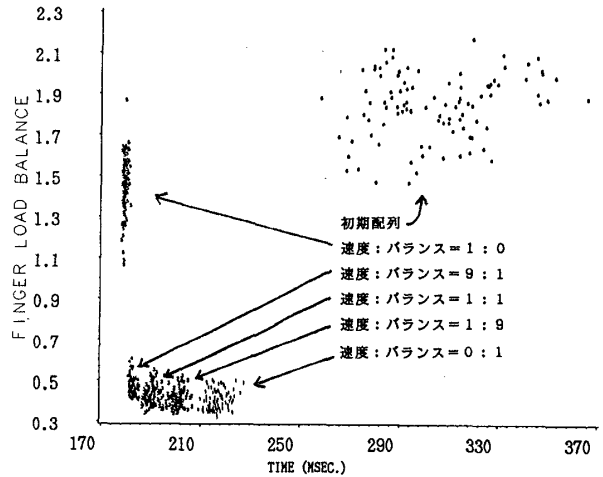


図-2 各種の評価係数ベクトルによる最適化

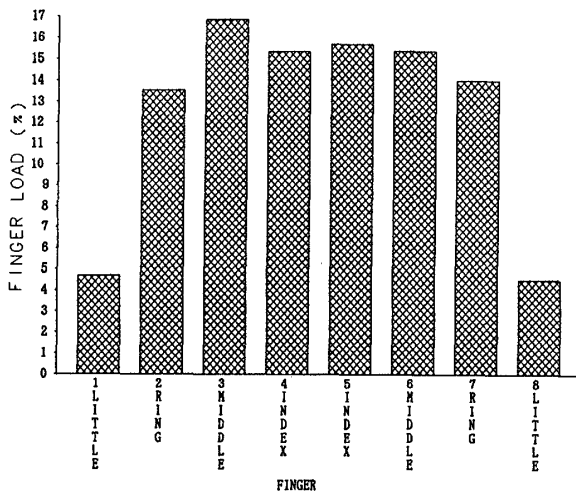


図-3 最適化配列の指負荷配分

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| ! | " | # | \$ | % | & | ' | (|) | = | ^ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | - |
| Q | W | E | R | T | Y | U | I | O | P | @ |
| す | て | の | に | な | | | | | っ | ね |
| A | S | D | F | G | H | J | K | L | ; | : |
| PS | り | し | ☆ | つ | る | ん | 、 | い | ; | も |
| T | Z | X | C | V | B | N | M | , | 。 | / |
| | れ | か | ろ | こ | た | き | を | は | う | ま |

図-4 最適化配列

乱数によって生成した異なる初期配列からの最適化を1万回繰り返した。評価係数ベクトルとしては $\langle 1, 1 \rangle$ を使用した。また比較のために、いくつかの評価係数ベクトルによる各100回の最適化の結果も合わせて図2に示す。この図から、速度のみの最適化では指負荷バランスは初期値からみてほとんど改善されないことがわかる。これは最急降下法の重大な欠点であった。

最適化プログラムはfortranで書かれ、ベクトル型計算機HITAC-S820上で実行された。1万回の最適化には約6時間のCPU時間を要した。1万個の最適化配列のうち、最も評価の良かったものについて、その指負荷配分を図3に、文字配列を図4に示す。最適化配列の指負荷バランスは0.33、1文字あたり打鍵時間は188.27msec、1文字あたり所要打鍵数は1.19であった。

5. まとめ

仮名鍵盤配列のために、シフトキーを中指ホームポジションに設定する「中指シフト方式」を提案した。自由打

鍵実験による2打鍵間時間データを使用し、頻度効果を組み込み、速度と指負荷バランスの2元評価による最急降下法を適用して最適化配列を見出した。

謝辞

打鍵時間測定プログラムを提供して下さった通産省製品科学研究所の森川治研究官と、仮名文字出現頻度表の使用を許諾された東京大学理学部情報科学科の坂村健助教授に感謝します。

参考文献

- 【1】 森川 治：時間情報を利用した制御を可能にするMS-DOSの機能拡張について、情報処理学会文書処理とヒューマンインターフェース研究会資料14-2, (1987)
- 【2】 坂村 健：BTRONにおける入力方式-TRONキーボードの設計、情報処理学会日本語文書処理研究会資料7-2, (1986)