

ボタン入力インタフェースの最適ボタン数に関する考察

—入力文字の増加に伴う最適ボタン数の変化—

Consideration on the Optimal Number of Buttons of Button-Input Interfaces

- Transition of the optimal number of buttons by increasing the input letters -

○加藤大助 (新潟大) 前田義信 (新潟大) 谷賢太朗 (新潟大)

伊藤尚 (新潟大) 宮川道夫 (新潟大)

Daisuke KATO, Niigata University Yoshinobu MAEDA, Niigata University Kentaro TANI, Niigata University
Nao ITO, Niigata University Michio MIYAKAWA Niigata University

Abstract: On the button interfaces used in information devices, such as controllers, automatic teller machines (ATM) and ticket machines, we programmed virtual button-interface software to assess physical workload. Then, the number of clicks and the click intervals were experimentally measured. The 36 participants, formed themselves in groups of 6 using 6 sorts of interface identified by the number of buttons, accomplished the task of inputting the unfamiliar letters which composed of 36 characters. As a result, the total operation time changed non-monotonously against the number of buttons.

Key Words: Number of buttons, Usability

1. はじめに

近年, ATM, 券売機ではタッチパネルとして, 家庭内ではリモコンとして, ボタンインタフェースが使われている. ユーザビリティ向上のためには, ヒトの能力そのものがインタフェースから受ける制約を明らかにすることが重要である. 負荷のかからない, 効率よく使うことのできるインタフェース設計とはいかなるものであろうか. Maeda ら⁽¹⁾はこれまで効率よくボタンインタフェースを使用するためのインタフェース設計とはどのようなものかを図式化, 定式化することで, 問題の本質を抽出することを試みてきた.

具体的には, ボタン数 n を 1, 2, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64 の 9 つの仮想インタフェースを用意し, 被験者 81 名を各インタフェースに無作為に割り当てた実験を行った. 入力文字はアルファベット 26 文字とし, ボタン数が 26 以上のインタフェースではギリシャ文字等をダミーとして併用し, ボタン数が 26 未満ではひとつのボタンに複数のアルファベットを割り当て, ボタンを押す回数を変えることで各アルファベットを入力できるように設計した. その結果, ボタン数の増加に対して 1 課題あたりの課題遂行時間 (平均課題遂行時間) が U 字形となり, インタフェース設計における最適ボタン数の存在 (およそ 8) が示唆された. また, U 字形を生成する原因として, 目的のボタンを探す“探索負荷”とボタン操作に要する“操作負荷”を仮定し, 重回帰分析「平均課題遂行時間 = 探索負荷 + 操作負荷 + 誤差」によって定式化を行った.

昨年, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会では, 高橋ら⁽²⁾によって弱視シミュレータ (視野狭窄メガネ) を装着した被験者による同様の実験が行われた. その結果, 主にボタン数の多いインタフェースにおいて平均課題遂行時間の増加が観察され, その影響によって最適ボタン数が増加した (およそ 5). Fig. 1 にその様子を概念図で示す. 視野狭窄メガネを装着することによって視野が制限され, ボタン数の多いインタフェースで探索負荷が増加したことが示唆された.

本稿では, 入力文字をアルファベット 26 文字に加えて数字 1~9 と記号“+ (演算子プラス)”の合計 36 文字まで文字数

を増やして同様の実験を行った. 高橋ら⁽²⁾とは逆に, ボタン数の少ないインタフェースにおいて操作負荷が増加することによる平均課題遂行時間と最適ボタン数の変動を調査した.

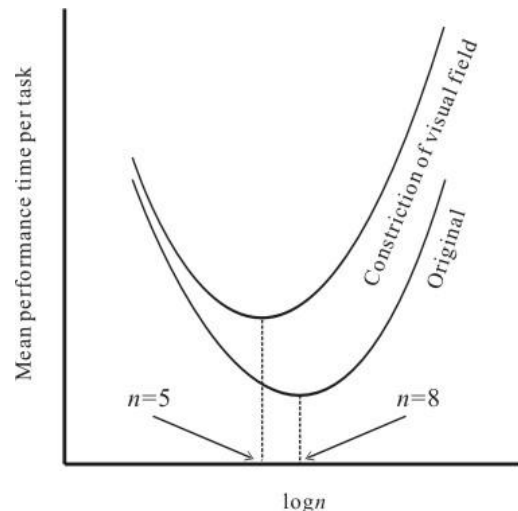


Fig. 1 Conceptual diagram of the mean performance time.

2. 実験概要

課題はランダムに出現する4つの異なったアルファベット, 1~9までの自然数とプラス記号から成る文字列を30種類とした. 被験者はFig. 2に示されるインタフェースウィンドウ (ボタンを正方形に配置. ノートパソコンLenovo Think Pad x60を使用) と先行実験^(1,2)と同一のマウス, マウスパッドを用いて逐次課題を入力した. Fig. 2に実験の様子を示す. 課題ごとにアルファベットボタンはランダムに再配置される. よって, 前の課題のときの記憶が次の課題に影響することはない. ひとつのボタンに複数のアルファベットを対応させたインタフェースでは, 被験者は携帯電話の入力方式でアルファベットを入力する. カーソルを左右に移動させるために矢印ボタンが2つあるが, これらは分析の際にボタン数には含めない.

被験者は年齢 22.9 ± 1.8 歳の男女36名（男性27名，女性9名）であり，6つのインタフェース（ $n=1, n=4, n=9, n=16, n=36, n=64$ ）に6名ずつ無作為割り当てられた．実験時の画面照度は 20.6 ± 0.9 [lx]，被験者とノートパソコンの間の環境照度は 536.3 ± 6.7 [lx]であった．実験者は被験者に対してノートパソコンに顔を近づけないで使用するよう指示した．

行動指標として1課題あたりの平均課題遂行時間，平均クリック間隔と平均クリック数を求めた．

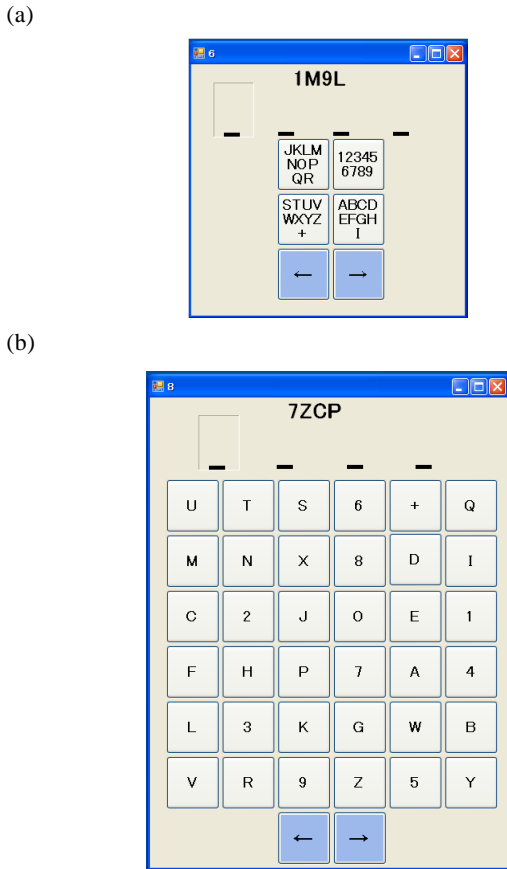


Fig. 2 Examples of the interface window. (a) $n=4$ (b) $n=36$. Upper “1M9L” and “7ZCP” represent current tasks.

3. 結果と考察

Fig. 3 に1課題あたりの課題遂行時間（平均課題遂行時間 MPT ）とボタン数の関係を示す． n の値が小さいとき平均課題遂行時間が大きくなり，特に $n=16$ のとき最小となることがわかった．しかし， $n=64$ のとき再び平均課題遂行時間が増加したが $n=1$ のときほど大きくないことがわかった．各インタフェースにおいて値にばらつきがあったことから，ノンパラメトリックなクラスカル-ウォリス検定を行ったところ，有意水準1%で有意差が認められた．よって，先行研究と同様，ボタン数の増加に対して平均課題遂行時間がU字形となることが示唆された．

3次多項式を当てはめたところ，

$$MPT = 2.05x^3 + 8.60x^2 - 27.8x + 27.8 \quad (x = \log n) \quad (1)$$

であった（決定係数は $R^2=0.95$ ）．この近似曲線から最小値を求めると，およそ $x=1.15$ ，すなわち， $n=14.1$ であった．

Fig. 4 に Maeda らの結果（◇），高橋らの結果（▲）と本研究の結果（●）を重ねて示す．2つの先行研究では9つの仮想インタフェースが用いられており，それぞれに被験者が9名ずつ割り当てられている．本研究では途中経過であるため，6つの仮想インタフェースに6名ずつが割り当

てられた結果であるが，主にボタン数の少ないインタフェースで平均課題遂行時間の増加が認められた．高橋らの視野狭窄メガネを用いた実験とは逆の結果が得られた．

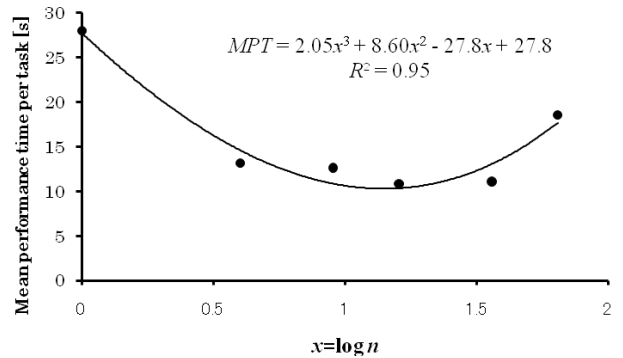


Fig. 3 Mean performance time per task.

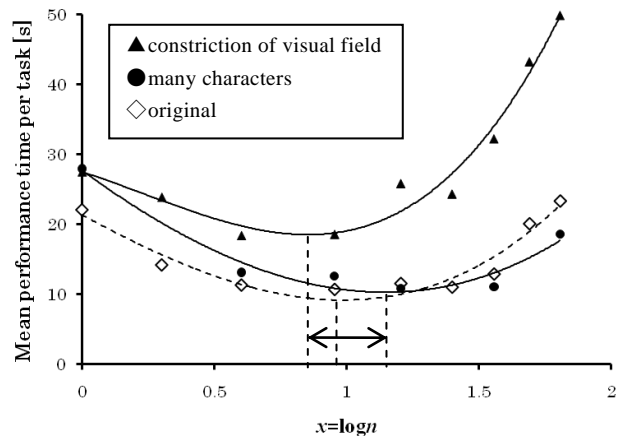


Fig. 3 Comparison among the mean performance time per task. ◇original result, ▲the result using low-vision simulator, and ●the result using 36 characters

4. おわりに

本研究ではボタンインタフェースの使いやすさに関して，扱う情報量がアルファベット26文字から数字とプラス記号を含めた36文字に増えたときの平均課題遂行時間の変化を定量的に調べた．

今後の課題は，重回帰分析を用いて，今回の結果が探索負荷と操作負荷の直和で表現できるかどうかを明らかにすることである．そのために，先行研究に合わせて，ボタン数 $n=2, n=25, n=49$ のインタフェースを用いた実験を追加し，各インタフェースに9名まで被験者を割り当てる．

謝辞 プログラム作成において協力頂いた新潟大学大学院人間支援科学専攻の佐藤輝宏君，村山尚紀君をはじめとする大学院生に謝意を表す．

参考文献

- (1) Y. Maeda et al., Quantitative analysis on usability of button-input interfaces, IEICE Trans. Fundamentals, vol. E94-A, no. 2, pp. 789-794, 2011.
- (2) 高橋ひとみら，弱視シミュレータを用いたボタンインタフェース操作，生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会，pp. 75-76, 2010.