

弱視シミュレータを用いたボタンインタフェース操作

—入力文字数が増加したケースについて—

Operation of the button-input interface using a low-vision simulator

— Case of the number of letters increased —

○ 山下真樹 (新潟大) 谷賢太郎 (新潟大) 前田義信 (新潟大)

Maki YAMASHITA, Niigata University
Kentaro TANI, Niigata University
Yoshinobu MAEDA, Niigata University

Abstract: On the button interfaces used in information devices, such as controllers, automatic teller machines (ATM) and ticket machines, we have programmed virtual button-interface software to assess physical workload, or usability. In our experiment, it was formulated a U-shaped curve against increasing the number of buttons, and, as such, must have a unique optimal number of buttons in the sense of reducing the physical workload. In this report, we investigated simultaneously the following cases that *i*) the necessary number of letters to input on the interface was increased from 26 to 36, and *ii*) the participants wore low-vision simulator (eyeglasses reproducing the constriction of visual field). As the results, the influence of the latter case (*ii*) on the physical workload was greater than the former one (*i*).

Key Words: Interface, Optimal number of buttons, Low-vision simulator, Constriction of visual field

1. はじめに

近年, ATM や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], 菊地ら^[2]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.

高橋ら^[3]は弱視シミュレータ (視野狭窄 (Constriction of visual field) 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). 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おこなった. その結果を Maeda ら^[2], 高橋ら^[3]のそれと比較した.

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. 1 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^[1,2,3]と同一のマウス, マウスパッド, 弱視シミュレータを用いて逐次課題を入力した. 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 21.3 ± 0.9 歳の男女 30 名 (男性 20 名, 女性 10 名) であり, 6 つのインタフェース ($n=1, n=2, n=9, n=25, n=36, n=64$) に 5 名ずつ無作為に割り当てた. 実験時の画面照度は 53.3 ± 14.8 [lx], 被験者とノートパソコンの間の環境照度は 827.5 ± 153.9 [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.

比較対象となる Maeda ら^[2], 高橋ら^[3]の実験と基本は同様であるが, 先行研究は 9 つのインタフェース ($n=1, n=2, n=4, n=9, n=16, n=25, n=36, n=49, n=64$) に 9 名ずつ, 計 81 名の被験者によって実験が行われている. 今回の我々の実験は途中段階であることを申し添えておく.

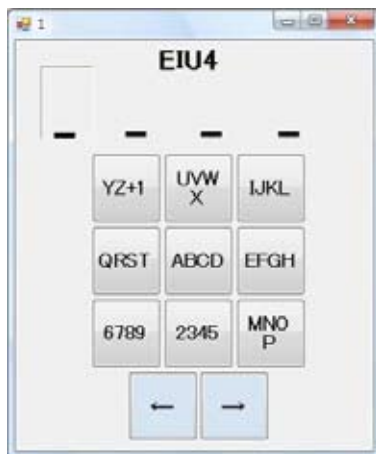
行動指標として 1 課題あたりの平均課題遂行時間 (Mean Performance Time per task, or MPT) を求めた. ただし, 課題遂行に際して間違った文字列を入力したり, 弱視シミュ

レータ装着の影響で画面上のカーソルを見失ったりした場合は、その課題を分析から除外した。

(a)



(b)



(c)



Fig. 1 Example of the interface window. (a) $n=1$, (b) $n=9$, (c) $n=36$. Upper “XOLU”, “EIU4” and “2JH6” represent current tasks.

3. 弱視シミュレータ (視野狭窄メガネ)

本研究で使用した弱視シミュレータ (視野狭窄メガネ) を Fig. 2 に示す. 両目の中心部に直径 1mm の穴が開いており, そこからでないと画面を見ることができない. さらに, 環境光は取り入れるが, 周りの風景は見えない作りになっている. また, 個人差がある目と目の間隔を調節できる設計となっている.



Fig. 2 Low-vision simulator (constriction of visual field)

4. 結果と考察

MPT とボタン数の関係を Fig. 3 に示す. 横軸は先行研究と比較するために対数目盛とした. MPT は $n=9$ の時に最小となり, $n=64$ のときは $n=1$ のときよりも MPT が増加したことがわかった. 3 次多項式を当てはめたところ,

$$\text{MPT} = 11.4x^3 - 3.74x^2 - 19.4x + 28.7 \quad (1)$$

であった ($x = \log_{10}n$, 決定係数は $R^2=0.99$). この近似曲線から最小値を求めると, およそ $x=0.87$, すなわち, $n=7.4 \approx 7$ 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 5 名ずつが割り当てられた結果であるが, 高橋らの結果 (□) とほぼ同様の結果となった. 情報量が多くなった分, 高橋らの結果 (□) より $n=1$ のときの MPT が大きくなると考えられるが, ほぼ同じような結果となったのは, 今回の実験において過剰操作率が低かったためだと考えられる. 今後, 被験者数を 9 名まで増やし, 改めて有意差検定を行う予定である.

5. 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 (MPT) 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 $n=4, n=16, n=49$ 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.

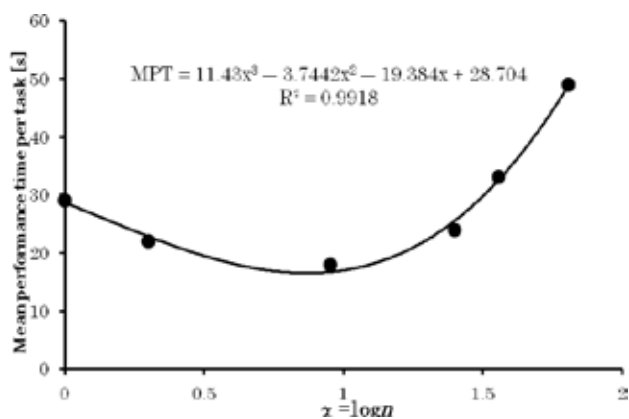


Fig. 3 Mean performance time per task

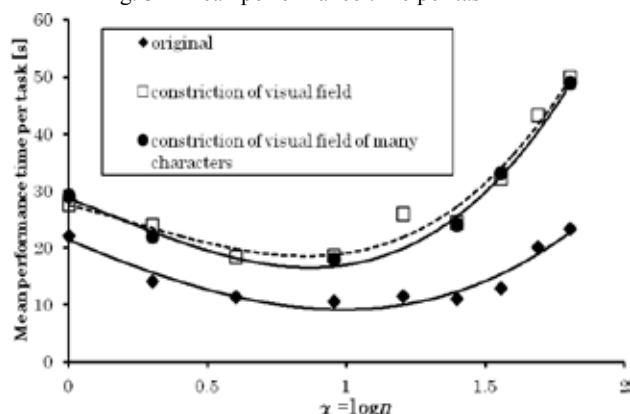


Fig. 4 Comparison among the mean performance time per task. ◆ original result, □ the result using low-vision simulator, and ● the result using characters.

謝辞

プログラム作成において新潟大学大学院人間支援科学専攻前田研究室の大学院生をはじめとし、実際に被験者になっていただいた方々に謝意を表す。

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] 菊地瞳ら, インタフェースデバイスの最適ボタン数に関する考察 -アルファベット出現頻度とボタン配置への依存性-, ヒューマンインタフェースシンポジウム2009, pp.855-860, 2009.
- [3] 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.75-56, 2010.