聴覚ターゲットにおける Fittsの法則の検討

○大倉 元宏, 池上 敦子 (成蹊大学・工学部)

Prediction of positioning time for auditory target using Fitts' law

○Motohiro Ohkura, Atsuko Ikegami (College of Tech., Seikei Univ.)

1. はじめに

最近のコンピュータとユーザのインターフェースは”WIMPS (Window, Icon, Menu and Pointer systems)”という言葉で代表されるように、ますます視覚依存性を高めている。このような動向はコンピュータを仕事や意思伝達的手段として活用している視覚障害者にとっては全く不利といわざるを得ない。本研究では視覚表示の聴覚表示への代替を図る研究の一環として、聴覚ターゲットに対するマウスによるポジショニングタイム (PT) についてFittsの法則の適用可能性を検討した。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は30名 (年齢21~40才) で、大学生28名、教員2名であった。いずれもコンピュータの使用経験を有している。

2.2 実験装置と実験変数

実験装置は、パーソナルコンピュータ (PC-9801DA, NEC; 以下PCと記す), PC内臓のFM音源, 規則音声合成器 (音次郎pro, マイコンス) およびマウス (ミッキー/ドット比=8, デフォルト値) であった。CRTディスプレイ上に図1に示すような隣接した8個 (縦2x横4) の正方形マスとマウスカーソル (矢印) が出力される。それぞれのマスには図にみられるように1から8までのラベルが割り振られている。マウスカーソルが縦横の境界線を通過すると、そ

れぞれ異なる音程の通過音 (持続時間1/6秒) が出力される。マウスカーソルは8個のマスのみ移動可能で、外枠に接触した際には、境界線通過音とは異なる音出力される。これらの音はいずれもPC内臓のFM音源が利用された。さらに、マウスの左ボタンクリックにより、カーソルのあるマスラベルが合成音で出力される。正方形マスのサイズを実験変数とし、一辺の長さが15, 25, 35mm (ディスプレイ上) の3条件を設定した。

図1 実験画面

2.3 手続

アイマスクを装着した被験者には、指定されたマスサイズにおいて20試行、実験者より口頭で指示されたマスへできるだけ速く正確にカーソルを動かし、マウスの右ボタンをクリックすることを求めた。20試行のなかには4種類の移動距離 (マス単位で測って、最小1, 最大4; 視覚情報をもたない被験者は水平と垂直の動きを組み合わせでカーソルを移

動させると仮定) がランダムな順で、等頻度ふくまれている。3つのマスサイズの提示順は全部で6通りあり、それぞれに被験者を5名ずつ割り振った。なお、実験に先だって被験者は各条件において視覚情報なしでのマウスの操作に十分慣れた。

2.4 測定項目

実験者による移動先の指示後、マウスカーソルが5mm以上移動してから右ボタンが押されるまでの時間(0.1s単位)とそのときのマ斯拉ベルが記録された。ただし、マ斯拉ベルの合成音出力中は所要時間計測は一時中断される。

3. 結果と考察

被験者はマウスカーソルを水平と垂直の動きの組み合わせで移動し、仮説は適切であることが確認された。

P TはWelfordの修正式にあてはめた。同式は $PT = a \log_2(D/S + 0.5) + b$ (ただし、D, ターゲットまでの距離; S, ターゲットの大きさ; a, bは定数) であらわされる。logの項は困難度を示す指標(単位はbit)である。式から分かるように、本実験における困難度は、マスサイズに依存せず、距離のみによって決まる。マス単位で測った距離1, 2, 3, 4において困難度はそれぞれ0.59, 1.32, 1.81, 2.17 bitsとなる。

被験者ごとに各マスサイズ・困難度条件のP Tを抜き出し、それらの中央値をその被験者の当該マスサイズ・困難度条件の代表値とした(誤ったマスを選択した場合には、そのP Tは捨てないで、その移動距離に基づく困難度条件に入れた)。この操作によって各マスサイズ・困難度条件ごとに30個の中央値が求まり、その平均値を当該マスサイズ・困難度条件の代表値とした。図1はこの値を用いて、P Tと困難度との関係を示したものである。マスサイズごとの回帰直線方程式と寄与率は表1の通りである。寄与率は97~99%と極めて高く、回帰線の傾き、切片とも3つの

マスサイズで接近している。各困難度条件ごとに3つのマスサイズについて平均値の差の検定を行ったところ有意な差は認められなかった。以上のことは、今回設定したような聴覚ターゲットについてもFittsの法則が成り立つことを示している。

図1 ポジショニングタイムと困難度

表1 回帰直線方程式と寄与率

マスサイズ	回帰直線	寄与率
15 mm	$PT = 1.23H + 0.22 \text{ s}$	98 %
25	$PT = 1.02H + 0.44$	99
35	$PT = 1.12H + 0.38$	97

ただし、 $H = \log_2(D/S + 0.5)$

表2は30名の被験者がそれぞれのマスサイズ・困難度条件で犯した誤選択の総数を示したものである。誤選択数は最もマスサイズの小さい条件(15mm)で著しく数が多くなっており、位置制御の難しさをうかがわせている。また、困難度とはいわゆるU字形の関連を呈している。

表2 各マスサイズ・困難度条件での誤選択数

マスサイズ (mm)	困難度(距離)				計
	1	2	3	4	
15	14	15	9	10	48
25	6	6	0	5	17
35	8	1	2	5	16
計	28	22	11	20	81