

F i t t s の法則は F i t するか？

1U-3

内堀貴世* 佐藤千奈津* 富樫雅文**
 * 日本興業銀行 ** お茶の水女子大学理学部

1. Fittsの法則とは

Fittsの法則とは、人間が特定の目標に向かって手を移動させるときの行動予測に用いられる法則であり、移動時間をMT、目標までの距離をA、目標の大きさをWとすると次の式で表わされる[1][2][3]。

$$MT = I_m \log_2(2A/W)$$

ここで、 I_m は個人によって変動する係数である。この法則は、移動時間が移動距離と目標の大きさの比によって決定されることを示しており、ボタン押しの操作時間などを見積るのに簡便な方法として広く利用されている。その後、Fittsとは異なるいくつかの式も提案されている[4][5][6]。

2. ねずみを使った実験

Fittsの行なった代表的な実験は、16人の右利きの大学生を被験者とし、金属プレート上に左右に設定された目標の間を往復するものであったが、筆者らは、パーソナルコンピュータ（NEC-PC9801Ap）上でマウス（ねずみ）とCRTディスプレイを用い、5人の右利きの大学生を被験者とし、Fittsの追試実験を行なった。マウスの実移動距離と画面上の移動距離の比は約1:1.25、マウスの時間分解能8 msec、空間分解能は1/100inchとした。また、実験プログラムでは精度8 msecのタイマーを使用して測定を行なった。Fittsのときと異なり、この実験では移動途中の位置と時刻をも細密に観測している。

2.1 実験方法

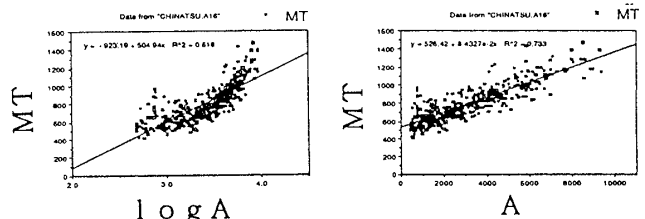
実験では、ディスプレイ画面上に2本の帯を設定し、往復運動を行なった。移動距離や目標の大きさなどの実験条件はFittsのものと同様にした。しかし、この実験の結果はFittsの法則から系統的にずれていることを示していた。そこであらためて距離や大きさをまったくランダムに変化させ、かつ移動方向もランダムにした実験（もぐらたたき）を行なった。

もぐらたたきでは、始点が設定されると同時に扇型の目標が現われ、それに向かってマウスを動かし、

目標の中に入ったら、クリックする。すると、その場所が次の始点となり、これを繰り返す。

2.2 実験結果

もぐらたたきの実験データより $\log W$ 、 $\log A$ 、 A の関係を見たところ A を固定したときの移動時間は $\log W$ に対して線形であったが、 W を固定したときは $\log A$ に対しては線形ではなくむしろ A と線形であるように見える。（図1（A）図1（B））



log A

A

図1（A）

図1（B）

3. 手は等速運動をしない

目標へマウスを移動させる場合、その速さの変化はどうなるだろうか？（図2）

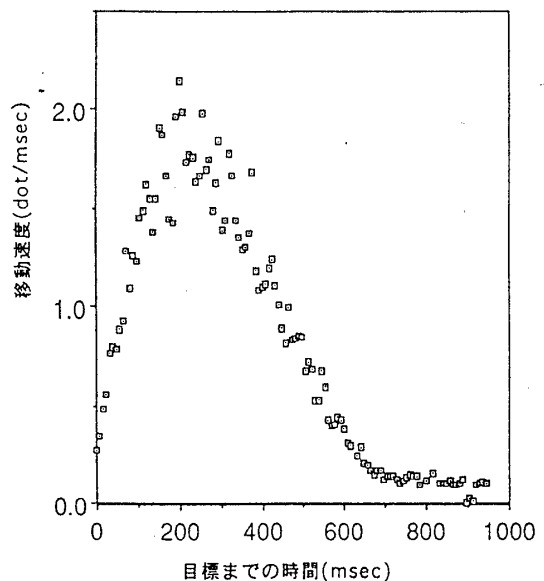


図2

目標の大きさと移動距離を変えて移動時間と移動速度の関係を調べてみた。その結果が図3である。縦方向は目標までの距離Aが等しくなるように、横方向は目標の大きさWが等しくなるように並べた。この結果を見ると目標までの大きさや距離が変わってもグラフの形は変わっていないことに気付く。グラフに共通していえることは山がありその右側に尾

Does Fitts' Law Fit?

Tokayo Uchibori*, Chinatsu Sato* and Masatomo Togasi**

* The Industrial Bank of Japan, Limited

2-3-Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100

** Ochanomizu University

2-1-1 Ohtsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112

を引いているところである。つまり、手の動きはまず一定の割合で加速し最高速度に達した後直ちにまた一定の割合で減速し、最後に目標まで低速で接近している。等速運動の部分は存在していないことがわかる。

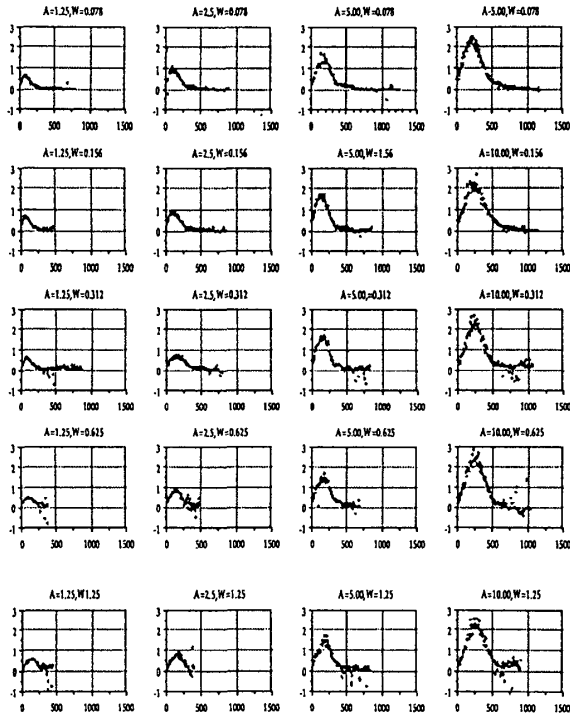


図 3

4. 移動は3つの過程から成る

時間と速度の関係の図2を見るとその特徴的な形から移動は「加速」「減速」「着陸」という3つの過程からなることがわかった。また各々に対応した時間がAとWに関係していることは図3から予想が付き、この図をAが等しい縦の方向で見ると山の形はほぼ同じになる。またWが等しい横の方向で見ると尾の引き具合はほぼ同じ長さになる。このことから山の形はAによって変化し、尾の引き具合はWによることがわかった。

そこで、速度曲線から加速・減速・着陸の各時間を分離してlogA、A、logWとの関係を調べたところ、以下のようなことがわかった。

- (1) 加速時間はlogAに対して線型に依存する
- (2) 減速時間はAに対して線型に依存する
- (3) 着陸時間はlogWに対して線型に依存する

移動時間 = 加速時間 + 減速時間 + 着陸時間
であるので、

$$MT = k_1 \log A + k_2 A + k_3 \log W + k_4$$

この式による理論値およびFittsの理論値、実測値との対応を図4 (A) 図4 (B) に示す。この式はFittsの式やその後の予測式よりも実測値をよく再現する。

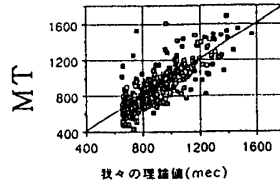


図 4 (A)

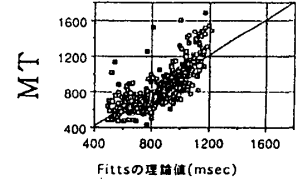


図 4 (B)

5. まとめ

マウスを使ってFittsの法則の検証をした。2次元のランダムポインティングをするもぐらたたき実験によって、A、Wと移動時間の関係をあらためて探ったところ、(1) Fittsの法則はマウスには当てはまらない。(2) 移動は3つの過程から成り、その時間はそれぞれlogA、A、logWに対して線型に依存する、ということがわかった。

参考文献

- (1) Fitts, P. A. : The Information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. Journal of Experimental Psychology, 47, 381-391, 1954.
- (2) Fitts, P. A., Peterson, J. R. : Information capacity of discrete motor responses. Journal of Experimental Psychology, 67, 103-112, 1964.
- (3) Fitts, P. A., Radford, B. K. : Information capacity of discrete motor responses under different cognitive sets. Journal of Experimental Psychology, 71, 475, 482, 1966.
- (4) Welford, A. T. : Fundamentals of Skill. London, Methuen, 1968.
- (5) Kvalseth, T. O. : An experimental paradigm for analyzing human information processing during motor control tasks, Human Factors Soc., Santa Monica, CA., U.S.A., proceedings of the Human Factors Society 25th Annual Meeting, 581-5, xiv+782, 1981.
- (6) Jagacinski, R. J., Repperger, D. W., Ward, S. L. and Moran, M. S. : A test of Fitts' law with moving targets. Human Factors, 22, 225-233, 1980.