ディジタル表示の表示時間条件と可読性について

大阪大学 桑 野 園 子 ・ 難 波 精一郎

Relation of on-time and off-time durations to the accuracy of quantitative readings in digital presentation

Sonoko Kuwano (*Department of Physiology, College of Bio-Medical Technology, Osaka University, Toyonaka 560*) and Seiichiro Namba (*Department of Psychology, College of General Education, Osaka University, Toyonaka 560*)

The relation of the durations of on-time (numeral presentation period) and off-time (interval between presentations) to the accuracy of quantitative readings in digital presentation was investigated. A micro-computer (Pana-Facom L-kit 16) was used for presenting numerals. Four kinds of numerals were presented successively and three subjects reported their readings after presentation was over. By changing on-time and off-time systematically, threshold duration for correct readings of four numerals was obtained. It was found that shorter off-time resulted misreadings even if the total duration of on-time and off-time was equal, and that the threshold decreased when off-time was longer. These facts suggest that off-time may play an important role in the visual information processing.

Key words: digital presentation, iconic memory, micro-computers, effects of on-time, effects of off-time.

近年、種々の計測にディジタル表示が多く用いられるようになってきた。このディジタル表示とアナログ表示の優劣についてはしばしば問題となるところである。たとえば、飯山 (1977) の報告によれば、他の作業をやりながらという動的条件下では、ディジタルよりアナログ 3 針式による表示の方がすぐれていたという結果が得られている。

しかしながら、一般にアナログ表示と比べて、ディジタル表示は早く、正確に読み取れるという利点があるが、数字を連続的に表示する場合、変化速度が速くなると数字が流れて、読み取り不能となる可能性がある。そこで、ディジタル表示において、いかなる時間条件にした時、可読性が高まるかについて実験を行ない、検討した。

なお、本実験にはマイクロコンピュータを使用した。もしこのような実験を、たとえば Grether (1949) が行なったように、瞬間露出器など、従来の機械的刺激呈示装置などを用いて行なうなら、非常に労力を要し、かつ時間制御の精度にも問題があろう。しかし、マイクロコンピュータを用いることによって、時間条件、数字の桁数などの諸条件をプログラム中の変数を変えることにより、精度よく、かつ簡単に設定することが出来るので、マイクロコンピュータは本実験のように正確な時間制御が要求される実験に適している。

方 法

装置 マイクロコンピュータ (Pana-Facom, L-kit 16) を用い、その LED (MAN 74 A, 赤, 8 素子表示) による 1 つの数字の大きさは縦 8 mm, 横 4 mm) の表示部の数字の呈示条件をコントロールした。実験に使用したプログラムのフローチャートを Fig. 1 に示す。高度計のように一定方向への変化だけでなく、時々刻々ランダムに変化する表示にも適用出来るよう、あらかじめランダムな数字が格納された番地を呼び出し、その内容を表示するようなプログラムを用いた。このプログラムはアセンブラを使用し、75 ステップから成り、比較的容易に作成出来る。また、一度作成したプログラムをカセットテープに入れておけば、約 2 分でカセットテープからマイクロコンピュータに LOAD 出来る。なお、Pana-Facom, L-kit 16 では 1 ms 単位で時間制御が可能であるが、本実験ではプログラムをより簡便にするため、8 ms 単位で時間制御を行なった。

手続 Fig. 2 に数字の呈示の模式図を示す。被験者自身の内観報告でもみられたが、実験時にはかなり注意を集中することが必要であり、わずかなタイミングが結果に影響すると思われるので、実験のスタートは被験者が自分でボタンを押すことにより行なった。Fig. 2 に示すように、被験者がボタンを押すと、2 s 間表示が消えた後、一定の時間条件で数字が 4 回継時的に表示される。

Flow chart

Fig.1. Flow chart of the program used in the experiment.

Fig.2. Schematic representation of stimulus presentation. Two seconds after a subject pressed the start button, four kinds of numerals were presented successively. The initial values of on-time and off-time were 200 ms and 8 ms, respectively. On-time was shortened when the subject made correct readings in successive 2 trials. Off-time was prolonged when the subject made misreadings in successive 2 trials.

Fig.3. Results of the experiment (Subject A). Symbol O indicates correct readings and X indicates misreadings. Even when the total duration of on-time plus off-time was equal, shorter off-time gave rise to misreadings. The same tendency was found in two trials by the same subject. Training effect was also found.

Fig.4. Results of the experiment (Subject B). The same tendency was found as shown in Fig.3.

被験者はこれらの数字を約 30 cm の距離の所から読み取り、全表示終了後に答える。この表示時間 (Fig. 2 の中で、 t_1 で示す on-time) と消灯時間 (Fig. 2 の中で、 t_2 で示す off-time) は原則として、on-time は 200 ms, off-time は 8 ms から開始した。4 つの数字が 2 回続けて正しく読み取れた時、その条件は成功したものとみなし、on-time を短かくして繰り返した。なお、呈示される数字は毎回ランダムである。また、2 回続けて読み取れない時は失敗とみなし、off-time を長くした。こうして継続的にランダムに呈示される 4 つの数字が正しく読み取れる閾値を求めた。本実験では数字はすべて 1 桁の数字 4 個の逐次連続表示のみを使用した。実験に参加した被験者は、20 歳代の女性 1 名、30 歳代、および 40 歳代の男性各 1 名、計 3 名である。いずれの被験者も実験は十分な時間をおいて 2 回反復して行なった。

結果 3 名の被験者の結果をそれぞれ Fig. 3—5 に示す。○印は読み取りが成功したことを表わし、×印は失敗を表わす。Fig. 3 の被験者 A の結果をみると、左側に示す 1 回目の試行では、全時間は 112 ms と同じであっ

ても、斜線で示す off-time (消灯時間) が短い時には読み取り不能となり、off-time が長くなると読み取れることが分る。別の日に行なった 2 試行目の結果 (Fig. 3 右側) でも同様の傾向が認められ、この結果が信頼しうるものであることが確認出来た。また、この被験者 A では練習効果も認められ、2 回目の方が短い時間で読み取ることが出来た。なお、被験者 A はマイクロコンピュータの熟練者、B は初心者、C は未経験者であるが、Fig. 4, 5 に示すように、被験者 B, C についても被験者 A と同様に off-time の効果が認められた。ただし、今回のデータに関する限り、マイクロコンピュータ経験者の方が読み取り時間が短くなる傾向が認められた。

Fig. 6 に 3 名の被験者の 2 回目の試行について、off-time の長さと読み取りの閾値の関係を示す。いずれの被験者においても、off-time が短い時には on-time を長くしなければ読み取れないが、off-time を長くすると、on-time は短かくてもよいことがわかる。特に、off-time が長い場合の方が全体の時間は短かくても読み取れることが注目される。

Fig. 5. Results of the experiment (Subject C). The same tendency was found as shown in Figs. 3 and 4, though training effect was not found in this subject.

Fig. 6. Threshold durations of correct readings for three subjects. In all subjects threshold decreased when off-time was longer. This fact suggests that off-time may play an important role in the visual information processing.

考 察

本実験の結果、デジタル表示を用いる場合、連続して表示すると、数字が流れて読み取れなくなるが、表示間に適当な長さの off-time を設けることにより、より短い時間で読み取りが可能となることが示唆された。

この事実はまだ、感覚情報の処理過程についても示唆を与える。すなわち、視覚的に与えられた情報は、iconic memory として VIS (visual information storage) に一時的に保存され、STM (short term memory) に送られると考えられている。本実験で行なったように、視覚刺激を短い間隔で続けて与えると、この処理を妨害するものと思われる。誤読された場合についてみても、4つの数字の内、最初に呈示される数字は正答率が高く、誤読された中でも約 90% まで正しく読み取られており、2—4 番目に呈示される数字の誤読が多くなっている。従って、松田 (1975) が視覚マスキングと関連づけて言及しているように、off-time を設けることにより、VIS の内容を保持することが出来、そのため可読性を高めることが出来ると思われる。たとえば、被験者 A の場合、on-time を 8 ms と極めて短かくした時の読み取りの閾値を求めたところ、160 ms の off-time を設ければ読み取ることが出来た。しかし、off-time のみ

が長ければよいというわけではなく、この被験者の場合、適切な時間条件 (on-time が 48 ms, off-time が 32 ms) では全時間が 80 ms で読み取ることが可能であった。

したがって、今後、種々の時間条件、2桁以上の数字などを用いて、より詳細な実験を、より多くの被験者について系統的に行ない、適切な on-time (表示時間)、off-time (消灯時間) を見い出すことから、この情報処理過程を解明する手掛りが与えられるのではないかと思われる。

引 用 文 献

- 飯山 裕 1977 計器の読み易さに関する一考察——動的条件下での人間の処理機能を重視した計器の表示方式の評価法—— 人間工学, 13, 163.
- Grether, W.F. 1949 Instrument reading. I. The design of long-scale indicators for speed and accuracy of quantitative readings. *Journal of Applied Psychology*, 33, 363-372.
- 松田隆夫 1975 情報処理のしくみ 磯貝芳郎・藤田 統・森 孝行 (編著) 心の実験室 4 福村出版 pp. 85-111.

——1981. 1. 16. 受稿, 1981. 7. 4. 受理——