視覚的刺激テンポの充実時程錯覚におよぼす効果¹

東京学芸大学 神 宮 英 夫²

Filled-duration illusion as a function of visual stimulus tempo

Hideo Jingu (*Department of Educational Psychology, Faculty of Education,
Tokyo Gakugei University, Koganei, Tokyo 184*)

The filled-duration illusion (FDI) was studied by the method of reproduction for longer durations and by that of categorical judgement for shorter durations. The stimulus materials were simultaneously presented dots(LEDs), or successively presented (spatially different) dots, whose duration represented subintervals of a filled duration. Under the successively presented condition, the filled durations shorter than about 600 ms were underestimated (the opposite FDI), whereas the longer filled durations were overestimated, as compared with empty durations. The present results suggest that the major determinant of FDI isn't always an encoding process of subintervals. Rather, it is reasonable to take a view that the determinant is the "personal tempo" as pointed out in the sensory-tonic field theory.

Key words: time (psychological), temporal judgment, filled-duration illusion, visual stimulus tempo, personal tempo.

時程の評価は、その時程の性質によって異なる。一般に、充実時程 (filled duration) は、空虚時程 (empty duration) よりも長く感じられる。これは、充実時程錯覚 (filled-duration illusion: 以下 FDI と略す) と呼ばれている。この FDI の存在は、種々の実験事態によって確かめられているが、空虚時程と比較してどのような充実した内容を持った時程であるかによってこの事態を分類することができる。

一般には、時程内を区切る複数個の刺激 (intervening discrete element: 以下 IDE と略す)——通常はクリック音やフラッシュである——が、充実度の内容である (Adams, 1977; 天野・和田, 1941; Buffardi, 1971; Thomas & Brown, 1974)。また、時程内で何んらかの課題 (暗算やカード分類など) を行なう場合もある (Burnside, 1971; Hicks, Miller, & Kinsbourne, 1976)。さらに、実験者によって与えられた何んらかの情報が、充実度の内容となる場合がある。その情報は、単語や図形などである (Avant & Lyman, 1975; Mo, 1975; Thomas & Weaver, 1975)。

時程の評価に関する認知的決定因として、Fraisie (1963) や Frankenhaeuser (1959) をはじめとして、

¹ 本研究の一部は、昭和 55 年度文部省科学研究費補助金 (奨励研究 (A) No. 571047) による。なお、本研究の一部は日本心理学会第 44 回大会において発表されている。

² 本研究の実験は、東京都立大学人文学部においてなされた。

Ornstein (1969) や Thomas & Weaver (1975) たちは、時間とは直接無関係な (nontemporal) 何んらかの情報の処理結果を考えてきた。つまり、上記の事態で生起する FDI は、空虚時程と充実時程との違い——充実度の内容——が原因である。その処理について、たとえば IDE による事態では、呈示された IDE の数を数えるというような認知的な過程を、Buffardi (1971) は仮定している。ところで、この事態では、2つの時程の違いとして、IDE だけではなく IDE によって分割された各時程をも考えることができる。Thomas & Brown (1974) は、分割された複数個の時程を各々エンコードすることによって、FDI が生起するという "chunking" モデル"を提出した。

本実験の目的は、IDE と同種の事態で、FDI の量が時程の長短によってどのように変化するかを調べることである。安倍 (1936) は、2時程比較事態で充実時程が第2時程となる場合は、時程が長くなるにつれて充実時程の過小評価から過大評価そして過小評価へという3段階に分かれると述べている。また、天野・和田 (1941) は、時程が長くなるにつれて FDI の量が減少すると述べている。彼らの使用した時程は、475 ms から 3000 ms までであった。彼らの実験での IDE の数は、0, 1, 2, 3, 4 個であったが、本実験では3個——分割された時程は4個であり、475 ms よりも短い時程でも実験を行なった。このような短い時程では、引き続き IDE の弁別は大変困難である。そこで、IDE を異なる場所に、

継時的かつ連続的に呈示することによって充実時程を定義した。

実験 I

方法

被験者 被験者は 10 名の大学生（男子 6 名，女子 4 名）である。彼らは、以前に時間知覚の実験の経験がある。実験は各被験者毎に行なわれ、所要時間は約 1 h である。

装置と刺激 刺激は、30 cm×30 cm の黒いパネルの中に直径 5 mm の赤色発光ダイオードを、正方形に 4 個とその中央に 1 個とを埋め込んだものを用いる。正方形の 1 辺の視角は 2° である。この中央の 1 個は、空虚時程用の刺激（empty：E タイプ）であり、4 個は充実時程用の刺激（dynamic：D タイプ）である。この D タイプでは、4 個が継時的かつ連続的に時計回りで 12 時，3 時，6 時，9 時の位置の順に呈示される。なお，D タイプでの 4 個が同時に呈示される場合（static：S タイプ）も実験を行なった。

E タイプと S タイプでの呈示時間は、800，1200，2000，2400 ms の 4 種類である。また，D タイプでは、4 個の分割時程は各々同じ長さであり、1 個の分割時程（各刺激の呈示時間）は 200，300，500，600 ms である。D タイプでの分割時程の合計時間は、E タイプと S タイプでの呈示時間と同じである。

呈示時間とブザーとの時間制御は、竹井製のタイムプログラマーとリレーボックスによってなされた。なお、

このマグネットリレー接点の動作時間は 20 ms 以下である。また、再生された時間は、サンワ製のミニタイムカウンターによって、10 ms 単位で計時された。

手続き 被験者は、時間知覚の実験であり、呈示された時間を再生するように教示された。D タイプでは、各分割時程の合計時間を再生するように教示された。反応は再生法であり、呈示時間終了後 2 s 経過するとブザーが鳴り、このブザー音の直後に手元のスイッチを押すと、E タイプと同じ刺激が呈示されるようになっている。被験者は、先に呈示された時間と同じであると判断するまで、そのスイッチを押し続けるように教示された。なお、時計などを見ないように、また数を数えたりしないように教示された。これらの手続の説明後、4 種の呈示時間と 3 つのタイプ（E，S，D）との 12 の組合せが各々 1 回練習試行として呈示された。

試行数は、12 の組合せに対して各 10 試行、計 120 試行を行なった。各組合せは、被験者毎でランダム順に呈示され 40 試行毎に 5 分間の休憩を入れた。

結果

再生された時間は、刺激のタイプと呈示時間との 12 の組合せに対して、各被験者毎で 10 試行の平均値を計算した。10 人の被験者に対する平均を、Fig. 1 に示す。

各被験者毎の 10 回の平均値で、刺激のタイプ（3 通り）と呈示時間（4 種類）と被験者（10 人）とで分散分析を行なった。結果は、刺激のタイプは $F_{(2,18)}=14.82$ ，呈示時間は $F_{(3,27)}=250.62$ で、1% 水準で有意であった。しかし、これら 2 条件間の交互作用は、 $F_{(6,54)}=0.69$ で有意ではなかった。なお，S と D タイプの条件間では、 $F_{(1,9)}=12.08$ で 1% 水準で有意であった。これらの結果より，S タイプよりも D タイプの方でより大きな FDI が存在したといえる。

Fig. 1 について、呈示時間（ X ）と平均の再生時間（ Y ）との間の関係を、最小自乗法によって示すと、E タイプでは、

$$Y=0.870 X+0.142 \quad (1)$$

であり，S タイプでは、

$$Y=0.872 X+0.248 \quad (2)$$

であり，D タイプでは、

$$Y=0.911 X+0.468 \quad (3)$$

であった。これら 3 つの回帰係数間での t 検定では、いずれも有意ではなかった（E タイプ対 S タイプ， $t=0.01$ ， $df=4$ ；E タイプ対 D タイプ， $t=0.13$ ， $df=4$ ；S タイプ対 D タイプ， $t=0.12$ ， $df=4$ ）。つまり，3 つの直線は、互いにほぼ平行であると考えられる。

実験 II

方法

被験者 被験者は 8 名の大学生（男子 5 名，女子 3 名）

Fig. 1. Mean reproduced interval, Y , as a function of the presented interval, X . ○—○ E (empty) type, ×---× S (static) type, △---△ D (dynamic) type.

Table 1
Stimulus durations and response categories

Stimulus durations (ms)	Durations for response categories (ms)	Response categories
160	120	1
240	200	2
320	280	3
400	360	4
	440	5

である。彼らは、以前に時間知覚の実験の経験がある。実験 I と同じ被験者は 2 名である。実験は各被験者毎で行なわれ、所要時間は約 1 h である。

装置と刺激 装置と刺激は実験 I と同じである。呈示時間は、160, 240, 320, 400 ms の 4 種類である。したがって、D タイプでの 1 個の分割時程は、40, 60, 80, 100 ms である。

手続き 反応は、カテゴリー判断法によった。5 つのカテゴリーは、Table 1 のように、各呈示時間より 40 ms 異なる時間に各々対応している。試行開始前に、5 つのカテゴリーに対応する時間を、E タイプと同じ中央の発光ダイオード 1 個を使って、上昇・下降法で各 2 回呈示した後、50 回の弁別学習を行なった。また、30 試行毎の休憩後に、25 回の弁別学習を行なった。

Fig. 2. Mean categorical response, Y , as a function of the presented interval, X (E, S, and D types).

呈示された時間は、学習した 5 つのカテゴリーの中でどれに 1 番近いと感じたかを判断するように教示された。なお、実験 I と同様に数などを数えないように教示された。これらの手続の説明後、4 種の呈示時間と 3 つのタイプ (E, S, D) との 12 の組合せが、各々 1 回練習試行として呈示された。

試行数は、実験 I と同様である。また、休憩は 30 試行毎に 5 分間である。

結 果

カテゴリー判断値は、刺激のタイプと呈示時間との 12 の組合せに対して、各被験者毎で 10 試行の平均値が計算された。8 人の被験者に対する平均を Fig. 2 に示す。

各被験者毎の平均値で、くり返し 8 回の分散分析を行なった。結果は、刺激のタイプは $F_{(2,84)}=5.64$ 、呈示時間は $F_{(3,84)}=125.93$ で 1% 水準で有意であった。しかし、これら 2 条件間の交互作用は、 $F_{(6,84)}=0.88$ で有意ではなかった。また、E と D タイプ間での分散分析では、刺激のタイプが $F_{(1,56)}=6.53$ で 2.5% 水準で有意であり、呈示時間は $F_{(3,56)}=116.59$ で 1% 水準で有意であった。しかし、交互作用は $F_{(3,56)}=0.76$ で有意ではなかった。なお、E と S タイプの条件間では、 $F_{(1,56)}=0.90$ で有意ではなかった。これらの結果より、E や S タイプよりも D タイプの方が、判断値は低かった。

Fig. 2 について、実験 I と同様に、呈示時間 (X) と平均の判断値 (Y) との間の関係は、E タイプでは、

$$Y=9.906 X+0.108 \quad (4)$$

であり、S タイプでは、

$$Y=8.563 X+0.590 \quad (5)$$

であり、D タイプでは、

$$Y=11.063 X-0.473 \quad (6)$$

であった。これら 3 つの回帰係数間での t 検定では、いずれも有意ではなかった (E タイプ対 S タイプ, $t=0.48$, $df=4$; E タイプ対 D タイプ, $t=0.42$, $df=4$; S タイプ対 D タイプ, $t=0.83$, $df=4$)。つまり、3 つの直線は、互いにほぼ平行であったと考えられる。

考 察

実験 I では、4 点を継時的かつ連続的に呈示した D タイプとともに、これらを同時に呈示した S タイプも充実時程と仮定して実験を行なった。Fig. 1 の S タイプと E タイプとの FDI は Mo (1975) の“数量” (numerosity) ——本実験では 4 個と 1 個——に関する再生法による時程評価の結果と同様である。本実験では、D タイプと S タイプとの間に FDI の量に関して差異があった。2 つのタイプでは、充実度の物理的内容は 4 個で同じである。したがって、このような差異が生じたということは、この内容の情報処理結果のみが、必ずしも FDI の原因ではないということを表わしている。D タイプでは

各分割時程が継時的に呈示されるので、Thomas & Brown (1974) が示唆したような各々のエンコード化の過程も、FDI の重要な原因であると考えられる。Fig. 1 の3つの直線 ((1), (2), (3)式) は、互いにはほぼ平行であった。したがって、(2) と (1) 式との差 (0.106 s) は、4個と1個との違いに関する充実度の内容の情報処理結果を表わしており、(3) と (1) 式との差 (0.326 s) は、このような情報処理結果と各分割時程のエンコード化の過程とを表わしていると考えられる。

実験Ⅱでは、実験Ⅰとは異なってDタイプで逆のFDIが生じた。この結果は、Buffardi (1971) や Thomas & Brown (1974) たちの充実度の内容に FDI の原因を求める考えからは説明不可能である。また、安倍(1936)の指摘と同じ結果ではあるが、第1時程が充実時程である本実験には、彼の指摘は、必ずしも当てはまるものではない。Jingu (1980) は、E と D タイプについて、マグニチュード推定法によって、600 ms 近辺よりも短い時程で逆 FDI の存在を見出した。これは、本実験の結果と同様である。この結果は、4個の発光ダイオードによる仮現運動のような何んらかの別の要因によって生じたとも考えることができる。しかし、Lhamon & Goldstone (1975) は、呈示刺激の運動による通常の FDI の存在を示している。充実度の内容としての“刺激変化”という観点からは、実験Ⅱで何んらかの運動が存在しても、このような逆 FDI の生起は説明できない。

Denner, Wapner, McFaland, & Werner (1963) は、“感性・緊張場の理論”(sensory-tonic field theory)を時間知覚に適用した。彼らは、“personal tempo”よりも速いテンポの下では時程は過小評価され、遅いテンポの下では過大評価されるという結果を得た。このような“personal tempo”の考え方によれば、実験Ⅱの逆 FDI の結果は十分説明可能である。つまり、4個の分割時程の下では、1個の長さが約 150 ms のテンポが基準としての“personal tempo”に相当するということである。したがって、実験Ⅰの結果も、このテンポよりも遅いテンポの下での過大評価と考えることもできる。今後は、この 150 ms 近辺という値が、他の個数の分割時程の下でも当てはまるかどうかを確かめる必要がある。

引用文献

安倍三郎 1936 時間意識の心理 東宛書房
Adams, R. D. 1977 Intervening stimulus effects on category judgments of duration. *Perception &*

Psychophysics, **21**, 527-534.

天野利武・和田陽平 1941 分割時程の過大評価について(第一報告) 日本心理学会第8回大会発表論文集, 14-15.

Avant, L. L., & Lyman, P. J. 1975 Stimulus familiarity modifies perceived duration in prerecognition visual processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **1**, 205-213.

Buffardi, L. 1971 Factors affecting the filled-duration illusion in the auditory, tactual, and visual modalities. *Perception & Psychophysics*, **10**, 292-294.

Burnside, W. 1971 Judgment of short time intervals while performing mathematical tasks. *Perception & Psychophysics*, **9**, 404-406.

Denner, B., Wapner, S., McFaland, J. H., & Werner, H. 1963 Rhythmic activity and the perception of time. *American Journal of Psychology*, **76**, 287-292.

Fraisse, P. 1963 *The psychology of time*. New York: Harpner & Row.

Frankenhaeuser, M. 1959 *Estimation of time: An experimental study*. Stockholm: Aimovist & Wiksell.

Hicks, R. E., Miller, G. W., & Kinsbourne, M. 1976 Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *American Journal of Psychology*, **89**, 719-730.

Jingu, H. 1980 Filled-duration illusion by successively presented visual stimuli. *Journal of Social Sciences and Humanities (Jinbun Gakuho)*, No. 138, 55-60.

Lhamon, W. T., & Goldstone, S. 1975 Movement and the judged duration of visual targets. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **5**, 53-54.

Mo, S. S. 1975 Temporal reproduction of duration as a function of numerosity. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **5**, 165-167.

Ornstein, R. E. 1969 *On the experience of time*. London: Penguin.

Thomas, E. A. C., & Brown, I. 1974 Time perception and the filled-duration illusion. *Perception & Psychophysics*, **16**, 449-458.

Thomas, E. A. C., & Weaver, W. B. 1975 Cognitive processing and time perception. *Perception & Psychophysics*, **17**, 363-367.

—1981.5.18. 受稿, 1982.7.11. 受理—