聴覚刺激の認識における視覚情報量の影響

○梅室博行, 伊藤謙治, 圓川隆夫(東京工業大学工学部)

Influence of Visual Information Quantity on Auditory Perception

○Hiroyuki Umemuro, Kenji Itoh, Takao Enkawa (Faculty of Eng., Tokyo Inst. of Tech.)

1 背景と目的

視覚と聴覚などの複数のタスクを同時に処理する場合の情報の干渉はこれまでも議論されているが [1], 定性的な議論にとどまっていた。

本研究の目的は視覚・聴覚両インターフェースから異なる情報を人間に与えるとき, 情報の干渉による聴覚認識のパフォーマンスの低下を定量的にとらえることである。そのために, 感覚刺激に対して単純に効果器で反応するような単純なタスクにおいては, 副タスクのパフォーマンスの低下は主タスクの情報量で説明できるという仮説を立て, 主タスクとして視覚刺激を, 副タスクとして聴覚刺激を用いた実験により仮説を検証する。

2 モデル

複数の感覚器からの刺激に対して複数の効果器で単純に反応するようなタスクを考える。これは情報処理のレベルとしては Rasmussen のスキルベース [2] に相当し, 情報処理は図 1 に示すような感覚器から効果器への情報の伝達で表現できる。

図 1: 通信路とみなせる情報処理

またこの通信路は 言語的および空間的リソース [1] に対応して独立に存在すると考える。

このとき, 情報処理を時分割の通信路とみなすと, 人間の情報処理のキャパシティ [1] は通信路容量とし

てとらえることができるしたがって主タスクの単位時間あたりの情報量 R が大きいほど副タスクはパフォーマンスが低下し, R が通信路容量を越えると副タスクは実行できなくなると考えることができる。この様子を図 2 に示す。

図 2: 主タスクの情報量が副タスクのパフォーマンスに与える影響

感覚器からの刺激を, 事象 $a_i (i=1, \dots, n)$ が確率 p_i で発生するような確率事象系と考える。この事象系のエントロピを H , 各事象の時間長を τ_i とすると, 単位時間あたり情報量 R は

$$R = H/\bar{T} \quad (1)$$

$$= -\frac{\sum_{i=1}^n p_i \log p_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i p_i} \quad (2)$$

となる。

3 実験

本実験では, 主タスクとしてコンピュータのディスプレイに表示された数字を制限時間内にできるだけ正確にキーボードでタイプするという課題を, 副タスクとしてスピーカーから再生される単語を復唱するとい

う課題を与え、主タスクの情報量を変化させて副タスクのパフォーマンスを測定変化を調べる。

主タスクは、時間 t 秒ごとに r 種類の数字が d 桁提示される。すべての数字について出現確率が等しければ (2) 式で すべての i について $p_i = 1/r^d$, $\tau_i = t$ となり、

$$R = \frac{d \log r}{t} \quad (3)$$

となる。

副タスクは、主タスク実行中に互いに無関係な単語 15 語が無作為な順序、30 秒 ± 15 秒の一樣分布乱数の時間間隔で再生される。パフォーマンスは再生された語数に対する正確に復唱された語数の割合 (認識率) と定義する。

被験者は、22 才から 29 才までの男女 8 名で、聴覚の異常を申告したものはなかった。

実験条件は表 1 のような within-Ss の繰り返しのある二元配置でおこなった。

表 1: 実験の条件 (カッコ内は R , すべて $r=3$)

d	$t=1$	$t=2$	$t=4$
3	条件 I(4.8)	条件 II(2.4)	条件 III(1.2)
6	条件 IV(9.5)	条件 V(4.8)	条件 VI(2.4)

4 結果

各条件の認識率を表 2 に示す。ただし条件 IV は設定条件が厳しすぎて大多数の被験者がおこなえなかった。条件 II, III, V, VI の 2×2 の分散分析の結果は要

表 2: 認識率 (%)

	$t=1$	$t=2$	$t=4$
$d=3$	50.0	66.3	77.5
$d=6$	—	48.6	69.1

因 d, t はそれぞれ $F_0(1, 28) = 7.29$ ($p = 1.16\%$), $F_0(1, 28) = 10.89$ ($p = 0.26\%$) と有意であるが交互作用は $F_0(1, 28) = 0.941$ ($p = 34.03\%$) と有意ではない。

次に R の値が等しい条件 I と V, II と VI の各条件間で平均値の差の検定を行なったところ、結果はそれぞれ $t(14) = 0.205$ ($p = 84.02\%$), $t(14) = 0.562$ ($p = 58.29\%$) となり、それぞれ平均値が等しいという仮説は有意に棄却できない。

最後に、要因を R の一元配置として分散分析をおこなうと $F_0(2, 37) = 15.61$ ($p = 1.2 \times 10^{-3}\%$) となり、要因 R に対して有意であることがわかる。認識率を R の関数として表現すると、図 3 に示すようになる。ただし、点線は 95% 信頼区間である。

図 3: R -認識率関数の推定

5 結論

本研究では、複数の感覚器を用いた作業での情報の干渉によるパフォーマンスの低下を定量的にとらえるために、情報処理プロセスを通信路と見なすという考え方を導入した。そして、これを用いて副タスクのパフォーマンスの低下は主タスクの単位時間あたり情報量で説明できるという仮説を立て、実験で検証した。

参考文献

- [1] Wickens, C.D.: *Information Processing, Decision Making, and Cognition*, in Salvendy, G. ed: *Handbook of Human Factors*, pp72-107, Wiley Interscience, New York, 1987
- [2] Rasmussen, J.: *Information Processing and Human Machine Interaction*, North Holland, New York, 1986