

# 同異判断過程における脳内雑音の問題

妻 藤 真 彦

認知心理学の極めて広い分野における実験法としてパターン判別が用いられている。その多くは同異判断 (SAME-DIFFERENT judgement : 以下 SAME-DIFF と略す) に関する反応時間が従属変数とされている (SAME 反応時間を RTs, DIFF を RTd とする)。しかしそれらの研究の基礎であるこのメカニズムについての論争はいまだに決着がつかない。本稿の目的は現在提案されている3種の理論について分析を行うことである。特に脳内雑音に関わる仮説について理論的解析を行い、各々の理論にこの仮説を導入すると各理論の特性についての解釈が変化してしまうことが報告される。

## 研究経過

ブロードマン17野の細胞が網膜上の特定の傾きをもつ線分に対して選択的に反応することが発見されて以来 (Hubel, & Wiesel, 1962), 線分や角を処理単位とする特徴分析理論が重視され始めた。すでにコンピュータの特徴分析システムがかなりの認識を行えることがわかっており、その理論は基本的な意味で知覚のモデルとなる可能性があったわけである。実験結果との対応をとるため理論的モデルが構築され、よくデータに当てはまるように見えた (e.g., Downing & Gossman, 1971; Egeth, 1966; Hawkins, 1969; Rumelhart, 1970)。しかし、測定法の進歩にともなって反応時間がミリ秒単位で分析されるようになり、RTs と RTd の関係が意外なものであることが判明した。

2個のパターンに対して特徴分析を行うとき、双方が1個でも異なる特徴を含むことが分かれば各々が互いに異なっているといえる。そしてそれを発見したところで分析を打ち切ることができる。一方2個の対称が等しいなら各々が含むすべての特徴を調べなければならない。したがって RTs は RTd よりも長いと予測される。ところが実際は逆に RTs の方が約20-60 msec 程度短いのである (e.g., Bamber, 1969; Krueger, 1973a; Silverman, 1973; Taylor, 1976)。もし中途打ち切りではなくイグゾースティブ方略だとしても RTs は RTd に等しいはずである。このため新たな理論が提案され始めた。(実験上の問題点については、Krueger, 1973a; Krueger, 1983; Silverman & Goldberg, 1975 参照。)

## 理論的対立点

以下に各理論の要点を示す。

**2 過程説** SAME と DIFF とが別々の装置によって処理されるなら説明は簡単である。高速の identity reporter と、SAME と DIFF 両方の判定ができるかわり低速の分析装置を仮定すればよい (e.g., Bamber, 1969)。しかし論理的妥当性に関して、これは当初から問題視されてきた。SAME は DIFF の反対概念であり、2種の装置を仮定する理論的根拠が認められないとか、データとのつじつま合わせだという批判である。

**noisy-operator 理論** 2個のパターンに雑音を

乗せると、互いに異なって見える確率は同じに見える確率より大きい。したがって SAME よりも DIFF において慎重な判断が必要であり、処理のやり直しが起こりやすく RT の期待値は大きくなる (Krueger, 1978)。

**統合理論** パターンの判別には物理的な同一性によるものと名目上の同一性とがある (アルファベットの太文字と小文字は形は異なるが同じ「名前」を持つ)。この各々の処理に関連して生ずる速度差と反応の抑制がある。さらに 2 個のパターンが継時的に呈示される場合、プライミングによる SAME パターンコーディングの加速が生ずる (Procter, 1981)。

### シリアル対パラレル

2 個のパターンを同時に呈示すると、継時呈示より FAST-SAME 現象が少ない。これの説明が Krueger の理論にとって難点となっていた。一方 Procter (1981) の理論はプライミングを一つの重要な原理として持っているので説明の困難はない。このため Krueger (1984) は同時呈示において分析の中途打ち切りが生ずるという仮定を付け加えてこの問題の解消を試みた。しかしこれに関する理論的解析は不十分だと思われる。

Krueger (1984) はシリアルとパラレルの問題に言及していないが、以下で述べるように無視することはできない。反応時間について Krueger が挙げている論点がかならずしも彼の結論を強く保証するのではないことを以下で証明する。

彼の論点は、1. スtring が長くなると、SAME の優位が消える。つまり String の長さに対して RTs の傾きが RTd より大きい (具体的には約 2 倍)。2. DIFF 項目が String 内の左にあるほど RTd が短いという系列位置効果がある。3. String の長さによる分散の変化は RTd の方が大きいという 3 点である。

ここでは Krueger (1978) 実験の解析が目的であり、論理を簡単にするため特定の刺激ペアに含まれる DIFF 項目は常に 1 個しかないとする。また同様

な理由で期待値と分散に関する数量的予測は行わない。

いまある特定の時点で有効な処理容量を  $\phi$  とする。個々の処理単位に割り当てられる容量を  $\phi_i$  (注意の配分) とする (ここで  $i$  は String 内の左から見た系列位置)。当然  $\phi = \sum \phi_i$  であり、処理レートは  $\phi$  に関連して決まる ( $V_i = F(\phi_i)$ )  $F$  は線型単調増加関数、ここでの  $V$  は単位時間に処理可能な情報量)。

まず注意の配分がすべての String 内系列位置で等しいようなシステムを考える。

$$\phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = \dots = \phi_m \text{ より,}$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_m$$

かつ Krueger にしたがって処理単位 (文字項目) ごとの所要時間が、SAME より DIFF で長くなる確率が十分に大きいとする。パラレルシステムの場合には、最も長い時間を要した単位の処理時間

( $t_i = l_i / V_i = \max : l_i$  は  $i$  番目の項目を判定するのに必要な情報量 = 簡単のため雑音による処理やり直しの影響は  $I$  に現れるものとする)

が RT を決定するので、一箇所でも期待値が他よりも大きいものがあればそうでないものに比べて全体の期待値は大きくなる。つまり  $n$  番目の系列位置に DIFF 項があれば処理終了までの時間を  $t$  として、 $t = \max (l_i / V_i)$ 、各  $t_i$  の分布型が等しいとし、ここで  $\rho_i = P(l_i / V_i = \max)$  とすると、

$$E(l_j / V_j) < E(l_n / V_n) \text{ ならば}$$

$$\rho_j < \rho_n \text{ であるから,}$$

処理容量の分割が可能な限界内ですべての処理単位数において各判断の期待値の関係は、

$$E(t | \text{SAME}) < E(t | \text{DIFF}) \quad (1)$$

したがって、処理単位が常に各文字でありかつその処理が noisy-operator であるとすれば、 $\phi$  がすべて等しいパラレルシステムは、中途打ち切りを行ったとしても平均 RTs が RTd より上にくる確率は極めて小さい。また (1) 式は処理単位数をどこまで増やしても成立する。

こんどは  $\phi_i \neq \phi_j$  であるようなパラレルシステ

ムを考える。Krueger の論点 2. を考慮して、処理容量の割り当ては視野内左側方が多いと仮定する。つまり、

$$\phi 1 > \phi 2 > \phi 3 > \dots > \phi m \quad (2)$$

ここから、

$$V1 > V2 > V3 > \dots > Vm \text{ より}$$

DIFF 試行について、

$$P(t_i = \max | i \text{th item} = \text{DIFF})$$

$$< P(t_j = \max | j \text{th item} = \text{DIFF})$$

$$\text{ただし } j > i$$

明らかに、DIFF 項目が系列位置に関して右にあるほど期待値は大きくなる。したがって、中途打ち切りを仮定しなくとも、(2)式のような注意配分を考えるだけで系列位置効果を説明できる。さらに中途打ち切りを仮定したとしても(2)式を満たすシステムであれば、 $P(t_j \neq \max | j \text{th item} = \text{DIFF})$  が極めて大きくないかぎりその動作は殆ど変わらない (Krueger の理論によれば、これは外部雑音がかなり大きいのか SAME と DIFF の差異がよほど小さいときにしか生じない)。

以上で、Krueger (1978) の noisy-operator 理論が正しいとするならば、これまでのシリアル・パラレルモデルに関する解析の結果 (Townsend, 1971 ; 1974) とは逆に、反応時間の期待値について、パラレルシステムの場合に中途打ち切り型とイグゾースティブ型の区別が、少なくとも質的には出来なくなるということが証明された。つまり一個のみ DIFF 項目が含まれているようなストリングを用いたとき、その DIFF 項目の位置に対して系列位置効果が発見されたとしても、それが直ちに中途打ち切りを示唆するとは言えないのである。

したがって、Krueger はシリアルとパラレルの問題に言及を避けているにも関わらず、彼の実験結果から別の解釈を行うことができる。パラレルモデルにおいて系列位置効果を中途打ち切りによって説明するのであれば、(2)式のようなシステムでは不可である。しかもそのことによってストリングの長さに対する RT の傾きが、SAME において DIFF の 2 倍

であることを説明できなくなった。これらのモデルでは、中途打ち切りがあったとしてもそれによる処理時間の変化はかならずシリアルシステムより少ない (noisy-operator を仮定しないときには、以前に Townsend, 1974 が証明したように、どちらのシステムでも 1 対 2 とすることができる)。そのためパラレルモデルは、彼の論点 1 と 2 の両方を同時に満たすことができないのである。このため同時呈示と継時呈示で FAST-SAME 現象の程度が異なることを説明するにはシリアルモデルを仮定した上で中途打ち切りが前者で多いとしなければならない。しかし Miller (1978) の実験結果は少なくとも短いストリングについて、シリアル処理に疑いをいだかせるのである。

ここで Krueger (1984) と Bamber (1969) との比較を行う必要がある。後者ではストリングの中に DIFF 項が一個しか含まれていない場合でも、RTd の傾きが RTs よりもはるかに大きい。つまり Krueger のデータと全く逆である。彼はこの説明として、Bamber の場合ストリングの長さが 4 までしかなく (Krueger では 8)、そのため被験者は中途打ち切りを行わないのだと解釈している。彼自身のデータにおいても、4 以下の部分では SAME の傾きはかなり少ない。そして、ストリングが長い場合の同時呈示・継時呈示の違いによる FAST-SAME 効果の違いは中途打ち切りによるものとして説明出来るが、短い場合は結局 Proctor (1981) のプライミング仮説を持ち出さねばならない。

本来 noisy-operator 理論は、複雑過ぎると考えられる 2 過程説に比べ、単一のオペレータのみで SAME-DIFF の差を説明出来るという優位性を持っていた。しかし Krueger & Shapiro (1981) および今回のストリング比較実験の解釈のように二つの理論を合成してしまうなら、単純性に関する優位性は失われてしまう。つまり明確に実験的に否定されたわけではない 2 過程説を再び考慮の対象にいれなければならないであろう。一方 Proctor 説も nominal-matching まで説明できるという幅広さの原理を主張するものであったが、後述のように 2 過程

説でこれを説明できるならばやはり同列に扱われなければならない。また Proctor & Rao (1983) のように雑音の問題を完全に否定し、自身の理論についてもストカスティックな面について全く触れないのは疑問である。Krueger の雑音に関する解析は経験的なものではなく理論の前提となるものである。SAME と DIFF が困難さの点で非対称である可能性が証明されている以上なんらかの形で対処しなければならない。少なくともブラックボックスを対象とするかぎり Popper (1972) の主張する反証法では明確な結論を出すことは難しい(妻藤, 1984)。理論自体の総合的分析をより進めておかねばならないであろう。

## 2 過程説による解釈

2 過程説には「装置」の性質あるいはそれらの運用に関するソフトウェアについて各種のモデルがある(e.g., Bamber, 1969; Bamber, Herder, & Tidd, 1975; Cunningham, Cooper, & Reaves, 1982; Cleaves, 1977; Decker, 1974; Hock, 1973; 妻藤 1983; Silverman, 1973; Taylor, 1976; Tversky, 1969)。ここでは処理容量に関する仮説を含んでいる Silverman (1973; 1974) のモデルを取り上げる。彼は Neisser (1967) が提案した前注意過程が簡単なパターン判別を行えると仮定する。この過程は SAME のみを出し、DIFF の場合には焦点化注意過程の介入を要するのである。この点について、すなわち DIFF は SAME の逆であるから片方しか判定できない装置の存在を仮定することは不合理であるとか「もっともらしさ」に欠けるという批判により、2 過程説を捨てたように見える研究者が多い。

しかし妻藤 (1983) が指摘したように Krueger (1978) の理論には二つの面があり、処理の繰り返しと脳内雑音による非対称の影響という議論は別々に扱うことができる。またその両方を 2 過程説の中にとりこむこともできる。さらに脳内雑音に関して Saito (1982) が示したデータは、妻藤 (1983) 自

身による再解釈によれば、かならずしも 2 過程説を不利にはしない。このデータは脳内雑音の影響を示唆するだけであり、これによって Krueger の理論全体を検証するのではない。

いま雑音の問題を Krueger の理論全体から切りはなして考えると、不合理と考えられた 2 種類の処理装置が合理的だという根拠が生ずる。かなりの確率で差異度の偏りが生ずるなら、より単純な処理装置でパターン判別を行う時 DIFF 判断を下すにはより厳しい判定基準が必要である。よって Neisser (1967) が仮定したように、おおざっぱな認知は単純な装置を用い焦点的注意は介在しないというシステム構成が合理的であるなら、2 過程説はそれと同程度の「もっともらしさ」を持つのである。以上で 2 過程説の論理的困難は排除された。また Krueger の理論との対応づけは妻藤 (1983) が行っているのここでは触れない。そして Krueger (1984) の実験についての解釈は、以下で述べるように Silverman (1974) のモデルを拡張応用するとむしろ「複雑さ」の少ない説明ができる。

前注意過程によって SAME 判断を行い得る範囲はあまり大きくない。だいたい 4 個前後までであり、それを越えると SAME の優位性は失われる。(このことは知覚の範囲に関する研究からみて、量的質的両面において妥当だと思われる。Klahr, 1973 あるいは大山, 菊池, & 宮本, 1977; 大山, 1977 参照。) これは課題の難しさにも関連があり、判断が極めて難しくなると同様のことがおこる。したがってストリングの長さに対して RTs の傾きが RTd より大きいのは、ある点で前注意過程の容量を越えるからである。このことによりシリアルとパラレルの問題も自動的に解決される。すなわち前注意過程は、Neisser (1967) が述べたようにパラレルあるいはホーリスティックなシステムだと仮定することで意味を持つのであるから、制限容量を越えない限り SAME 判断についてもパラレルシステムのように振る舞うと仮定することは妥当である。その範囲内においてのみ FAST-SAME 現象が生ずるのである。

そしてこのことだけで、プライミング仮説を持ち出すことなく同時呈示と継時呈示の違いを導ける。前者は明らかに継時呈示と比べて特定時点で処理しなければならない情報量が多い。そのため4個前後の文字数であっても、雑音による確率的変動によってパラレル（あるいはホーリスティック）になったりシリアルになったりする（かならずしもシリアルでなくともよい。単に焦点的注意過程に移行するといっただけで十分である）。このような場合RTsの期待値はRTdよりも小さくはなるが、継時呈示ほどの差は生じない。

Proctor 理論の優位性を保証する「幅広さ」の原理も問題ではない。前注意過程では高度な認識ができないので nominal-matching の場合は焦点的注意に移行する。したがって事実上なにも付け加える必要はない。Proctor (1981) のように3種の原理を仮定しさらにそれらの組み合わせを8通りも考えるのに比べると、はるかに単純である。Proctor (1981) が報告しているある種のプライミング現象は確かに説明を要する。しかしもしセット効果に関する妻藤 (1979 ; 1980 ; 1981) の仮説あるいは Smith, Kemler, & Aronfreed (1975) のどちらかが正しければ、この現象はそれ自体前注意過程の特性である可能性が強いと思われる。

以上の分析はいささか意外な結果をもたらしたことになる。SAME-DIFF 判断の理論が幅広い現象を包括的に説明しようとするなら、これまでの常識に反して2過程説が最も単純だということになるのである。

ただしすべての2過程説が生き残るのではない。最も初期に、例えば Bamber (1969) が提案したような複数の処理単位全体に対し常にパラレルに働く SAME 判断専用装置 (identity reporter) は明らかにデータに合わない。また Hock (1973), Cunningham et al. (1982), あるいは妻藤 (1983) のような個人差に重点をおくモデルもそのままではなく stochastic process として再構成が必要である。Silverman (1973 ; 1974) が提案したモデルは本

稿で行われたように確率変動を考慮することで最近の理論と対抗できる。ただし当面質的な分析しか行われていないので量的な予測について定式化すること、および個人差を扱えるようにすることが今後の課題である。少なくとも妻藤 (1983) が試みたように Krueger (1978) の仮説と Hock (1973) の個人差型モデルを結合すれば極めて幅広い現象を説明できるのはわかっている。妻藤 (1983) のモデルは暫定的な試みでありいささか複雑過ぎるのであるが、おそらく Silverman の提案を同様な形で発展させれば非常に少ない仮定から強い予測力を持つモデルにできるであろう。

## 結 論

現在までに提出されているパターン判別の理論に関して、各々の特性が分析された結果これまで最も論理的当性に欠けると考えられていた2過程説が、脳内雑音に関する仮説を付加して再構成することにより、むしろ注目すべきものに変わることが判明した。伝統的に認められてきたようにデータに当てはまることを当然の前提として、理論内での仮説の少なさ (単純性の原理)、適用範囲の広さという観点で理論の優位性を決定するのであれば、2過程説が最も優れたものとみなさざるを得なくなるのである。ただし Krueger (1978) の理論のように、数学的エレガントさは持っていないという点が欠点であるといえるかもしれない。妻藤 (1984) で論じたように、理論の優位性についてこれまで妥当だと考えられてきた基準に頼りすぎることはかえって危険であると思われる。ホワイトボックス的アプローチをも含め、理論的なエレガントさをも無視してはならないであろう。

Krueger の貢献は彼の理論そのものではなく、脳内雑音が非対称の影響を持ちうることを指摘した点にあると思われる。このアイディアは今後より幅広い理論的応用が考えられる可能性が強い。彼の指摘は2次元以上のパターンすべてにあてはまるはずであり、どのような知的機能にせよなんらかの形でパ

ターンの判別を含んでいるからである。そしてSAME-DIFFERENT 判断, 特に反応時間については今後実験的に行われる分析だけではなく, 理論的な特性を解析するような研究がより必要になるであろう。

### 要 約

SAME - DIFFERENT 判断に関する理論が分析された。その結果脳内雑音の影響を考慮すると, これまでのシリアル・パラレル各々のシステムに関する理論的解析の結果とは変わってくることが判明した。これにより各理論の優劣を決めがたくなり, もう少し詳細な定式化を要すると結論された。

### 引 用 文 献

- Bamber, D. 1969 Reaction time and error rates for "Same"-"different" judgements of multidimensional stimuli. *Perception & Psychophysics*, **6**, 169-174.
- Bamber, D., Herder, J., & Tidd, K. 1975 Reaction times in a task analogous to "same"-"different" judgement. *Perception & Psychophysics*, **18**, 321-327.
- Cleaves, W. T. 1977 Comparisons of reaction time patterns in a sequential visual recognition task with simple geometric forms. *Perception & Psychophysics*, **22**, 191-200.
- Cunningham, J. P., Cooper, L. A., & Reaves, C. C. 1982 Visual comparison processes: Identity and similarity decisions. *Perception & Psychophysics*, **32**, 50-60.
- Decker, L. R. 1974 The effect of method of presentation, set, and stimulus demensions on "same"-"different" reaction times. *Perception & Psychophysics*, **16**, 271-275.
- Downing, B. D., & Gossman, J. R. 1970 Parallel proprocessing of multidimensional stimuli. *Perception & Psychophysics*, **8**, 57-60.
- Egeth, H. E. 1966 Parallel and serial processes in multidimensional stimulus discrimination. *Perception & Psychophysics*, **1**, 245-252.
- Hawkins, H. L. 1969 Parallel processing in complex visual discrimation. *Perception & Psychophysics*, **5**, 56-64.
- Hock, H. S. 1973 The effect of stimulus structure and familiarity on same different comparison. *Perception & Psychophysics*, **14**, 413-420.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. 1962 Receptive fields, binocular interaction, and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, **160**, 106-123.
- Klahr, D. 1973 Quantfication processes. In W. G. Chase (Ed), *Visual information processing*. Academic Press, New York.
- Krueger, L. E. 1973a Effect of stimulus frequency on speed of "same"-"different" judgements. In S. Kornbaum (Ed), *Attention and Performance IV*. New York, Academic Press.
- Krueger, L. E. 1973b Effect of irrelevant surrounding material on speed of same-different of two adjacent letters. *Journal of Experimental Psychology*, **98**, 252-259.
- Krueger, L. E. 1978 A theory of perceptual matching. *Psychological Reviw*, **85**, 278-304.
- Krueger, L. E. 1983 Probing Proctor's priming principle: The effect of simultaneous and sequential presentation on Same-different judgements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **9**, 511-523.
- Krueger, L. E. 1984 Self termination in Same-different judgements: Multiletter comparison with simultaneous and sequential presentation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and cognition*, **10**, 271-284.

- Krueger, L. E., & Shapiro, R. G. 1981 A reformulation of Proctor's unified theory for matching - task phenomena. *Psychological Review*, 1981, **88**, 573-581.
- Miller, J. 1978 Multidimensional same-different judgements : Evidence against independent comparisons of dimensions. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, **4**, 411-422.
- Millspaugh, J. R. 1978 Effects of array organization of same-different judgements. *Perception & Psychophysics*, **23**, 27-35.
- Nickerson, R. S. 1978 On the time it takes to tell things apart. In Requin (Ed), *Attention and performance VII*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. New Jersey : Appleton - Century - Crofts.
- 大山正 感覚・知覚の精神物理学。1977 In 伊藤正男, 小幡邦彦, 田崎京二, 塚原伸晃, 松尾裕 (Eds), 脳の統御機能3 感覚と知覚。医歯薬出版株式会社。
- 大山正, 菊地正, 宮本孝雄 1977 知覚の範囲について (II) 日本心理学会第41回大会発表論文集, 250 - 251.
- Popper, K. R. 1972 *Conjectures and refutations : The growth of scientific knowledge* (4th ed. revised) Routledge and Kegan Paul, London.
- Proctor, R. W. 1981 A unified theory for matching task phenomenon. *Psychological Review*, **88**, 291-326.
- Proctor, R. W., & Rao, K. V. 1983 Reinstating the original principles of Proctor's unified theory for matching - task phenomena : An evaluation of Krueger and Shapiro's reformulation. *Psychological Review*, **90**, 21-37.
- Rumelhart, D. E. 1970 A multicomponent theory of the perception of briefly presented displays. *Journal of Mathematical Psychology*, **7**, 191-218.
- 妻藤真彦 1979 選択の情報処理と覚知。人文論叢 **7**, 55-64.
- 妻藤真彦 1980 知覚のセットおよび選択の情報処理心理学研究, **51**, 1-8.
- 妻藤真彦 1981 認知発達と知覚的セット効果に関する一考察。人文論叢, **10**, 1-8.
- Saito, M. 1982 Same - different reaction times studied with a flash masking technique. *Perception & Psychophysics*, **31**, 573-576.
- 妻藤真彦 1983 Same - different 反応時間に関する理論的問題 美作女子大学・同短大部紀要, **28**, 19-27.
- 妻藤真彦 1984 認知心理学と理論的アナーキズム。美作女子大学・同短大部紀要, **29**, 8-15.
- Silverman, W. P. 1973 The perception of identity in simultaneously presented complex visual displays. *Memory & Cognition*, **1**, 459-466.
- Silverman, W. P. 1974 The effect of irrelevant surround on speeded visual discriminations varying in complexity. *Perception & Psychophysics*, 1974, **15**, 320-324.
- Silverman, W. P., & Goldberg, S. L. 1975 Further confirmation of same vs. different processing differences. *Perception & Psychophysics*, **17**, 189-193.
- Smith, L. B., Kemler, D. G., & Aronfreed, J. 1975 Developmental trends in voluntary selective attention : Differential effects of source distinctness. *Journal of Experimental Psychology*, **20**, 352-362.
- Taylor, D. A. 1976 Holistic and analytic processes in the comparison of letters. *Perception & Psychophysics*, **20**, 187-190.
- Townsend, J. T. 1971 A note on the identifiability of parallel and serial processes. *Perception & Psychophysics*, **10**, 161-163.
- Townsend, J. T. 1974 Issues and models concern-

ing the processing of a finite number of inputs. In B. H. Kantowitz , *Human information processing : Tutorials in performance and cognition*. Lawrence Erlbaum. New Jersey.

Tversky, B. 1969 Pictorial and verbal encoding in a short - term memory task. *Perception & Psychophysics* , **6** , 225 - 233 .