

ランダムドットノイズ下のターゲット文字の検出

筑波大学心理学系 菊地 正

Detection of target in random dot noise

Tadashi Kikuchi (*Institute of Psychology, University of Tsukuda, Ibaraki 305, Japan*)

Detection of a digit target in random visual noise was examined using a computer-controlled 16×16 LED matrix display. Target was presented at a central 7×5 area with noise dots scattered all over the matrix display.

Detection became difficult as noise density increased. Repeated presentation of a target with different noise patterns, however, made it easier to detect the target. SOA between frames was found to be a determining factor. The maximal detection rate (70-90%) was obtained at an SOA of 70 ms. With repeated presentation, the target stood clearly at the central position in the background of randomly moving noise dots. Although there were no predetermined corresponding dots among frames for apparent movement, human visual system was able to find corresponding dots for movement from frame to frame and moreover to perceive changes in the distance of apparent movement as a function of SOA.

Key words: detection of target, random dot noise, apparent movement.

1. はじめに

Kikuchi (1981) のランダムドットパターンのドット密度の逆向マスク効果に関する実験では、テストパターンとマスクパターンの構成ドット間の混同が大きな要因となっていた。テストとマスクの両パターンが継時的に短い時間間隔で提示されると、ひとつの複合パターンが知覚される。この複合パターンの中から被験者はテストパターンの構成ドットとマスクパターンの構成ドットとを区別して取り出さなければならなかった。視覚的ノイズのランダムパターンの中に埋もれたテストパターンを抽出する課題を被験者は遂行していたことになる。ドット密度が中程度の時に、テストパターンのドットのグルーピングが最も困難となった。継時提示されるマスク事態では、明るさ加重の効果も加わっていた。

テストパターンがランダムドット内に入れられた場合をランダムドットの密度を変化させて実際にどのような様子になるか見てみよう。Fig. 1はテストパターンとして数字の「7」がランダムドット内に埋込まれている。数字の「7」は他の数字と比べ特異的な形態を持っているため、視覚的ノイズの中からの抽出は比較的容易であろう。視覚的ノイズのランダムドットパターンはドットが一部分に偏らずに全体的に散ばるように、 16×16 のマトリックスをさ

らに16個の 4×4 の小マトリックスに分割し、その小マトリックス内にランダムにドットを分布させて作られている。小マトリックスに含まれるドット数を2~14個の範囲で2個ステップで増やしてゆくと、ドット密度は12.5%, 25%, 37.5%, 50%, 62.5%, 75%, 87.5%となる。Fig. 1の左側はランダムドットパターンで、それに数字の「7」を埋没させた結果が右側に示されている。()内の数字は構成ドット数である。図で明らかなように、ドット密度が高くなるにつれて数字の「7」の把握はしだいに困難となってゆき、62.5%ともなるとほとんど不可能に近い状態となってしまふ。

Fig. 2の数字を50%と62.5%のドット密度に埋込み、3名の被験者に5ms提示で20試行ずつ観察してもらったところ、50%密度で平均36.7%, 62.5%密度で平均20%の正答が得られた。完全に推測で答えていれば10%の正答となるはずであるので、62.5%のドット密度に埋もれた数字を抽出することはほぼ不可能に近いことがわかる。

ノイズに埋没してしまい、一見ただけでは信号の検出が不可能のような場合でも、同一の信号を含んでいる視覚パターンを繰り返し提示すると、写真の重ね焼きや誘発電位の加算のように信号の検出が可能となるのであろうか。もし、可能とすれば、人間の視覚系は連続的に提示される視覚パターンの中

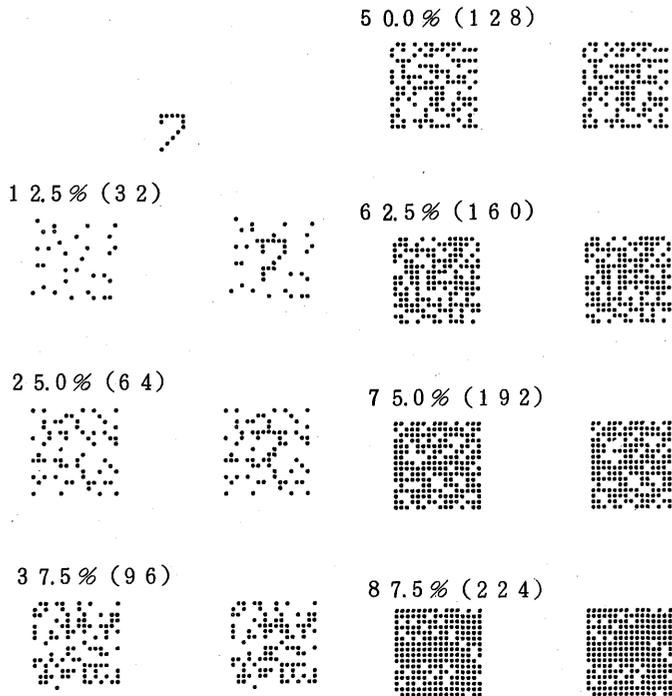


Fig. 1 数字の「7」が種々のドット密度のランダムノイズパターンに埋込まれている例。ドット密度 (%) とドット数 (カッコ内に示されている) の示されているパターンがランダムノイズパターンで、その右側のパターンに数字の「7」が中央に埋込まれている。

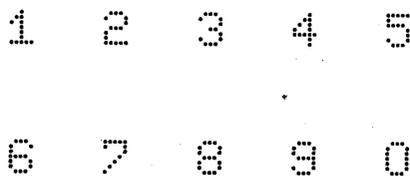


Fig. 2 実験に使用した数字パターン。数字は7×5で作られている。

から埋もれている信号という不変成分を抽出できることになる。本実験研究はノイズに埋没している信号を繰り返し提示する時、信号の検出は可能か否か、また可能ならば、どのような要因が働いているのかを検討する。

2. ドット密度と ISI の効果：実験 I

2.1 実験方法

Kikuchi, Oyama, & Ichihara (1983) と同じミニコンピュータで制御される発光ダイオード (Toshiba

TLR-103) が16×16のマトリックス状に配列されたドットパターン提示装置を使用する。発光ダイオードの中心間隔は6.5mm、表示面の大きさは約10cm×10cm (視覚5°×5°) である。信号として7×5で作成した0~9の数字 (Fig. 2) を提示面のほぼ中央に提示する。視覚的ノイズとして16×16のマトリックスを4×4の小マトリックスに分割し、各小マトリックス内でランダムにドットを分布させて作ったランダムドットパターンを使う。実験ではドット密度50%と62.5%の2種類を用いる。Fig. 3は50%と62.5%のドット密度の視覚的ノイズに信号として数字の「8」を入れた例を示す。数字は常に一定の場所を占め、ノイズパターンは提示刺激ごとに変化する (Fig. 3の62.5%の例を参照のこと)。実験では図の右側のパターン (フレームと呼ぶこともある) が次々と提示されてゆく。視覚パターンの提示時間 (t) は5ms、フレーム間の時間間隔 (ISI) は0~1000msの範囲の10段階 (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 1000ms) である。フレームの提示回数 (nf) は一定で10回である。

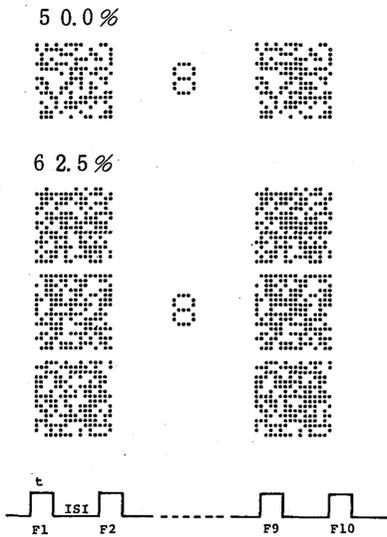


Fig. 3 数字の「8」を50%と62.5%のドット密度パターンに入れた例. 実験 I では10フレーム (F1~F10) が提示される. 各フレームには同じ数字が入れているが, ノイズパターンは異なる. 実験 I の提示条件は $t = 5$ ms, $nf = 10$, $ISI = 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 1000$ ms.

被験者は約5~10分間の暗順応を行う. ブザーの断続音が3秒間与えられたのち, 10個のパターンが定められた時間間隔で提示される. 視覚ノイズパターンは各ドット密度レベルごとに30種類作成されており, 信号用の数字パターンの構成ドットといわゆる論理演算子 OR で結合されて, 指定された数だけ提示される. 被験者は何という数字がノイズを背景として提示されたかを答える.

実験は4セッションから成っている. 各セッションは1時間ないし1時間半要し, ドット密度50%, 62.5%, 50%, 62.5%の順番で行われた. 各セッションは一定のドット密度で, 10種類の ISI 条件に分けられ, 各 ISI 条件で20試行づつなされた. ISI 条件の順番と数字の提示順序はランダムになされた.

被験者は筆者を含む男子3名で, 全員実験者もつとめた.

2.2 結果と考察

正答率

3名の被験者の平均正答率を Fig. 4 に示す. 白丸がドット密度50%, 白三角がドット密度62.5%の結果である. 両ドット密度で最大の正答率は ISI が50~75ms の時に得られている.

ドット密度50%の場合, $ISI = 0$ ms で正答率は24%であるが, ISI が増加するにつれ成績は急上昇し, $ISI = 50 \sim 75$ ms で80%程度にまで達する. その後, ISI がさらに増加すると正答率は低下してくるが, その低下の割合は小さく, $ISI = 200 \sim 300$ ms でもほぼ70%の正答率となっている.

62.5%のドット密度の場合も, ISI の短い条件では50%のドット密度の場合とほぼ同じ時間経過を示す. しかし, ドット密度の差の効果が ISI の長い条件で現われてくる. ISI が50ms の時の73%の正答率は ISI が増えるにつれ低下してゆき, $ISI = 300$ ms の時には33%となっている. この値はドット密度50%の場合よりも40%も低い.

現象的な見え方

現象的な見え方は ISI 条件に大きく依存する. $ISI = 0$ ms の時には, ひとつのフラッシュが提示されたような印象となる. 明るさの差は感じられるが, 数字抽出の手がかりとはほとんどならない.

$ISI = 25$ ms の時には, 提示面に小さいちらつき感が生ずる. 何か影のようなものが現われることもあるが, 形は区別できない.

$ISI = 50$ ms ともなると, ノイズ成分の運動感が生じてくる. ノイズと信号に明るさの差が多少認められることもあるが, これは主要な手がかりではない. 主要な手がかりはノイズ成分の運動感であるが, この時の運動距離は小さい. 小さな運動を背景として信号の数字の輪郭が図となることが多い. 信号の部分は安定して点滅はなく, 信号の前後をノイズ成分が動き回っている印象が得られる.

$ISI = 75$ ms となると, ノイズ成分の運動距離がやや大きく感じられてくる. 信号の検出の最大の手がかりは運動しているドット群と固定しているドット群との区別であり, 明るさの差は認められない. 信号が図として見える時には, 輪郭が明瞭となるが, 運動が妨害ともなっている.

$ISI = 100$ ms の場合には, さらに運動が激しく, 大きくなる. この提示条件では激しく大きな運動感がノイズと信号の分離の主要な手がかりとなると同時に, 妨害の要因ともなっている. いわば, 運動を無視できるならば, 信号の検出は容易であるが, 運動に気を取られると失敗することが起きてくる. 特に, 信号抽出の手がかりを与えてくれる部分で運動が激しい時には信号の抽出が困難となる.

$ISI = 125$ ms ともなると, 運動印象はうすれ, ドットの点滅も感じられる. 信号とノイズの分離の手がかりは安定して点灯しつづけているドット群となる.

$ISI = 150 \sim 200$ ms では, 部分的に運動を感じるこ

ともあるが、継時的な印象を与える。

ISI=300ms では、視覚パターンは独立して提示されているように感じ、各パターン間の関連性は失われる。短い暗時相が認められ、これがじゃまに感じられる。

ISI=1000ms では、完全に継時的に知覚され、暗時相が長いので妨害感はない。

ISI が長い条件では信号検出の方略は変化してくる。運動を分離の手がかりとして使えず、信号の形の一部を手がかりとして仮説をたて、フレームごとにそれを検証してゆく態度となる。50%密度では完全にノイズの中に信号が埋没してしまうことはなく、部分的手がかりを各パターンの中から抽出することができる。5ms の1回提示だけで3名の被験者はそれぞれ32.5%、35%、42.5% (平均36.7%) の正答を得ているので、10回提示される実験事態でのISIが300ms や1000ms の条件下では、パターンごとに異なる部分的手がかりが得られるため、約70%の正答率となるのも不思議ではない。

実験では、50%と62.5%のドット密度を使った。50%以下のドット密度では、どのISI条件でもほぼ完全に信号を検出できた。75%のドット密度レベルでも、1名の被験者について実験を行ったが、正答率は低いレベルに留まったままであった。

輪郭の評定

2名の被験者にノイズ密度62.5%のランダムドットパターンに埋込まれた数字の輪郭がどの程度認められるかを11段階で評定させた。パターン提示時間(t)は5ms、提示回数(nf)は10回で、実験Iと同じ条件である。数字の輪郭の評定は輪郭が何割見えたかを報告することと同じである。数字の輪郭が全て完全に見えた時には10(割)と答え、全く認められない時には0(割)と答える。この場合、あらかじめ被験者は何という数字が提示されているか知っている必要がある。何故ならば「8」を提示したにもかかわらず、「3」と思い10割見えたと答える可能性があるからである。

ISI条件は実験Iと同じ10段階である。実験は2セッションから成り、各セッションで10種類のISIごとに20試行の観察をおこなう。全体で各被験者は各ISI条件で40回の判断を行う。

結果はFig. 4に黒丸で示され、正答率のデータとともにプロットされている。縦軸は評定値であるが、これは図の右側に示されている。評定の結果は対応するドット密度の正答率曲線と非常によく似ている。評定値はISI=0msで1.5、ISI=75msで6.5となり急上昇している。その後はゆるやかに減少してゆき、ISI=1000msで約2.0となる。正答率曲線とはISIが150ms以上でやや離れてくる。

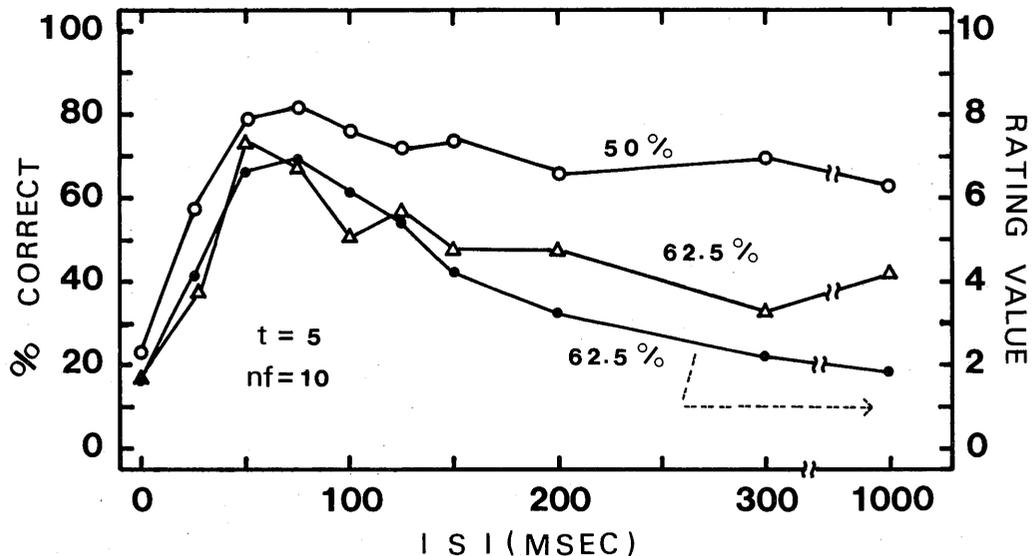


Fig. 4 ISI と数字の正報告率の関係と輪郭の評定結果. 白丸と白三角が正答率 (左側の縦軸) の結果で、黒丸が数字の輪郭が何割見えたかを評定させて得られた評定値 (右側の縦軸) の結果である。

以上、実験Ⅰでは1回提示ではノイズに埋もれた数字の検出が36%（ドット密度50%）と20%（ドット密度62.5%）で、ほとんど不可能であったものが、10回の繰り返し提示により70~80%の正答率が得られることを発見した。人間の視覚系はノイズに埋もれてしまった不変の信号の抽出が可能であり、その時の最大のノイズと信号の分離の手がかりは仮現運動であった。明るさの変化は手がかりとはならなかった。ノイズ成分の仮現運動は固定して安定している信号成分との分離に役立つと同時に、運動自体が妨害要因ともなることがあった。最大の正答率はISIが50~75msで得られた。ドット密度62.5%の場合、この条件下では輪郭の65%が見えており、正答率と見えた輪郭の割合とがほぼ比例していることがわかった。

実験Ⅰではフレームの提示時間（ t ）は5msで一定であった。従って、信号検出の主要な変数がISIであるのかそれともSOAであるのか不明である。実験Ⅱではフレームの提示時間を変えて、この点を検討する。

3. フレーム提示時間の効果：実験Ⅱ

3.1 実験方法*

フレーム提示時間（ t ）を10~300msの範囲で9段階（10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 200, 300ms）に変化させ、提示時間の効果を調べる。そして、ISIを0, 50, 100msの3種類とし、ISIによって、 t の効果がどのように変化するかも同時に検討する。被験者は2名で、装置及び手続は実験Ⅰと同じである。ただし、ドット密度は62.5%のみを使用する。

3.2 結果と考察

ISI = 0 ms

Fig. 5は2名の被験者の結果である。被験者間の差はほとんど認められない。ただ、 $t=100ms$ でやや大きな差が認められるだけである。この提示条件では激しい運動感が生じ、これが数字とノイズの分離の手がかりとなると同時に数字把握の妨害要因ともなっているためである。

$t=10ms$ では約20%の正答率であるが、 t が増す

につれ正答率は急上昇し、 $t=50\sim70ms$ ではほぼ90%の正答率にまで達する。その後、正答率は t の増加とともにゆるやかに低下してゆき、 $t=300ms$ では約70%の正答率となっている。

ISI=50ms

ISI=50msの提示条件の結果をFig. 6に示す。2名の被験者は同じ傾向を示すが、 t の値が大きい時に個人差が認められる。 $t=10ms$ の場合、ISI=0ms条件の時には20%の正答率であったが、ISI=50ms条件の時には2名の被験者はともに80%以上の成績を示した。そして、 t の増加に従い正答率はしだいに低下してゆき、 $t=300ms$ では60%前後となっている。

ISI=100ms

Fig. 7が結果である。個人差はほとんど認められない。 $t=75ms$ でやや差が認められるだけである。 $t=10ms$ ですでに80~90%の最大の正答率が得られている。 t が増加すると、正答率は低下してゆくが、

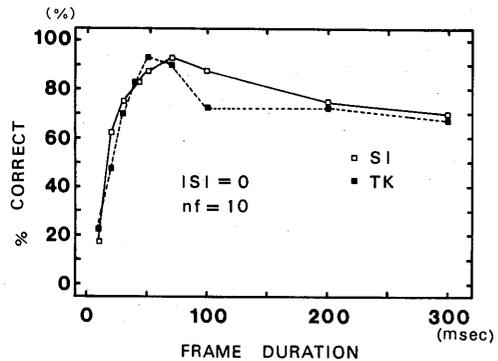


Fig. 5 フレーム提示時間と正答率の関係 (ISI = 0 ms 条件).

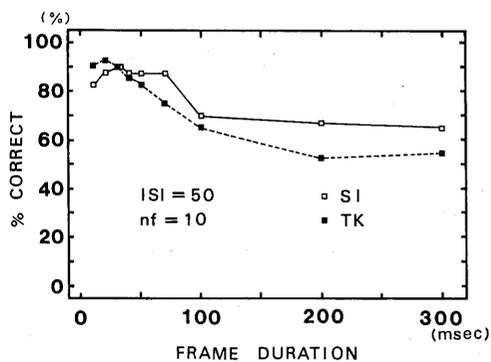
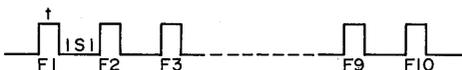


Fig. 6 フレーム提示時間と正答率の関係 (ISI = 50ms 条件).

*実験手続説明図 (実験Ⅱ)



$t=10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 200, 300ms$
 ISI = 0, 50, 100ms
 nf=10

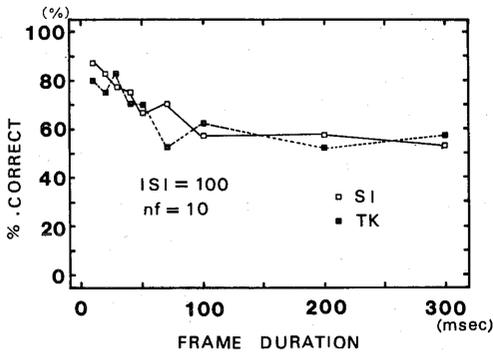


Fig. 7 フレーム提示時間と正答率の関係 (ISI = 100ms 条件)

$t=100$ ms 以上となると正答率はほとんど変化せず、55%程度に留まったままとなる。

フレームの提示時間の効果を ISI = 0ms, 50ms, 100ms の3条件で検討したわけであるが、ISI 条件によって得られた正答率曲線は異なっていた。そこで、横軸を SOA として3種類の ISI 条件の結果をひとつのグラフにプロットすることにする。Fig. 8 はその結果で、被験者ごとにプロットしてある。どちらの被験者の結果も、 t には関係なくひとつの曲線によくフィットする傾向を示す。SOA が10ms では約20%の正答率であるが、その後 SOA の増加にしたがい正答率は急上昇してゆき、SOA = 70ms 付近でピークに達し (約90%の正答率)、それからしだいに低下してゆき SOA が150ms では60~70%となる。さらに SOA が増加しても正答率には大きな変化は認められないが、多少低下の傾向を示す。SOA = 400ms では約55%の正答率となっている。

2名の被験者はほとんど同じ曲線を示した。ピークの位置はどちらも SOA = 70ms であり、SOA = 10ms では約20%、SOA = 400ms では約55%の正答率であった。ただ、ピーク後の低下に多少の相違が認められる。被験者 SI は低下の割合が比較的ゆるやかで、SOA = 100ms でも90%のレベルの正答率を保っているが、被験者 TK は SOA = 100ms で75%にまで低下している。

この図から、SOA が主要な決定要因であることがよくわかる。 t の効果も全くないわけではなく、SOA が比較的大きい場合に多少影響が認められる。

4. フレーム提示回数の効果 (I) : 実験 III

4.1 実験方法*

実験 II で、SOA が主要決定要因であり、SOA =

70ms 付近で最大の成績が得られることが判明した。しかし、実験 II ではフレームの提示回数 (nf) は10に固定されていた。そこで、提示するフレームの回数を変化させ、nf の効果を調べる必要がある。

実験 II で SOA = 70ms の時最大の正答率が得られたことから、実験 III では SOA を 70ms に固定し、フレーム提示時間 (t) を 5, 35, 70ms の3段階に変えて、nf の効果を調べる。なお、nf は 2, 5, 10, 20 の4種類とする。

被験者は実験 II と同じ2名の男子である。

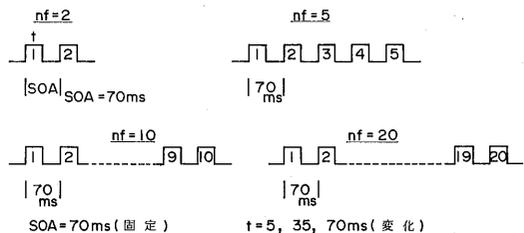
4.2 結果と考察

各被験者は各提示条件下で40試行の実験を行った。2名の被験者の個人差は認められなかった。Fig. 9 は2名の被験者の平均正答率を示す。横軸はフレーム提示回数 (nf)、縦軸は正答率で、パラメータはフレーム提示時間 (t) である。

図で明らかのように、提示時間 (t) の効果はほとんど認められない。提示回数 (nf) の効果は大きく、2回だけの提示回数では、どの t 条件でも30~40%の正答率であるが、提示回数が増加すると、正答率は nf = 10まで直線的に上昇する。nf = 10では90%程度の正答率となっている。nf がさらに増加され、nf = 20となっても正答率は100%には達しない。実験 I や II では提示回数に関しては適切な回数を選択していたことになる。

提示回数が少ないということは、仮現運動している時間、つまりノイズと信号の分離のために利用できる時間が限られることである。この実験事態では、ドットが各パターン間に対応すべきドットを持っていない。各パターンはランダムパターンであるため、各パターンごとにドットの位置はかつてきまな位置を占めており、何らパターンのドット間に規則性は認められないはずである。つまり、各パターンの各ドットは次のパターンに仮現運動を生じさせるための相棒となる定まったドットをあらかじめ持っているわけではないのである。Di Lollo (1980) は二つのランダムドットパターン間では仮現運動は生じ

*実験手続説明図 (実験 III)



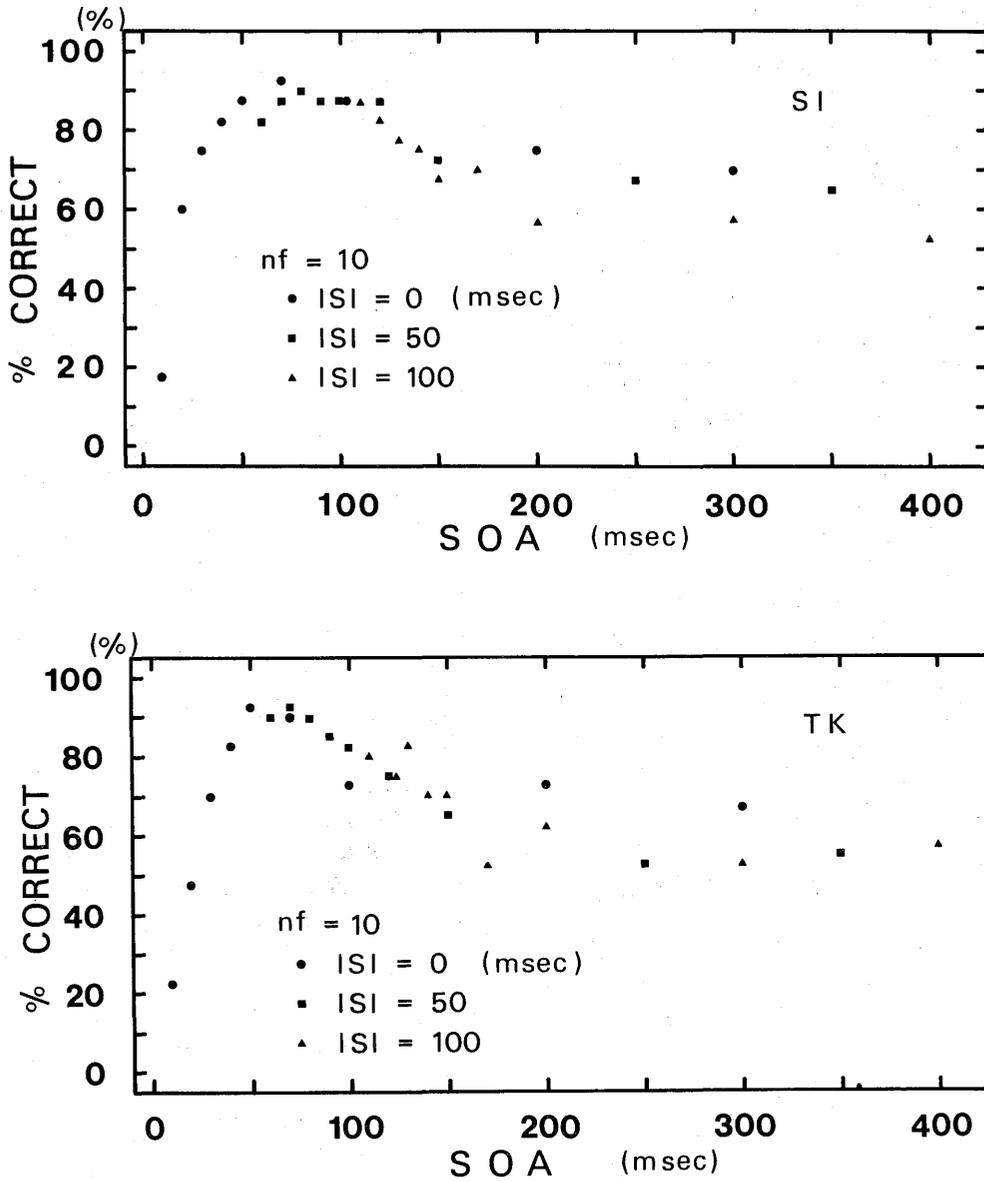


Fig. 8 SOA と正答率の関係. Fig. 5 ~ 7 の結果を被験者ごとに再プロットした結果.

ないと報告した。しかし、本実験ではドット間に仮現運動が生じ、それがノイズと信号の分離の最大の手がかりとなっていた。しかも、仮現運動の距離は提示時間条件で異なり、SOA が大きくなると距離間も大きくなった。おそらく、繰り返し提示されると、視覚系は提示時間条件に依存して、何らかの処理を行い、その結果として仮現運動が生起するの

であろう。nf=2 では、処理するためのデータが不足するのか、あるいは時間が不足するのであろうか、仮現運動はほとんど認められない。nf=10ともなると、SOA=70ms 条件では利用しうる時間はSOA の9倍プラス提示時間の635~700msとなる。この時間内で、仮現運動のための対応するドットを次々と決定してゆき、ノイズ成分間に、あるいはノイズ成

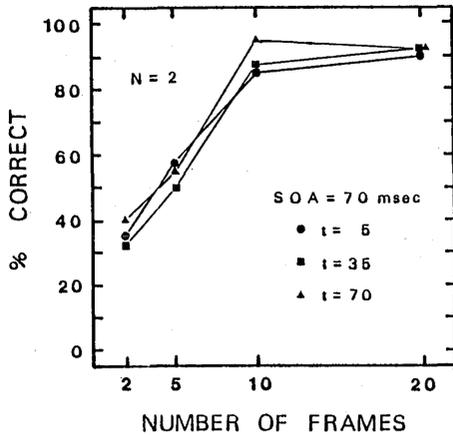


Fig. 9 フレーム提示回数と正答率の関係。フレーム間の SOA は 70ms に固定され、フレーム提示時間が変えられた。

分と信号成分間に何度か運動感を引き起し、信号の抽出を可能としているのである。数字を抽出するには数度の運動では不十分で、ドット群が何度も何度も動き回る必要がある。そして、ノイズのドット群の運動の中から数字の輪郭を探し出し、検出するには少なくとも 600~700ms の時間が必要とされることがわかる。

5. フレーム提示回数の効果 (II) : 実験 IV

5.1 実験方法*

実験 III では SOA = 70ms の 1 条件だけでフレーム提示回数 (nf) の効果を調べた。その結果、提示時間 (t) の効果はほとんど認められなかった。実験 IV では、ISI = 0 ms として、フレームの提示時間 (t) を 5 段階 (10, 30, 50, 100, 200ms) に変化する。ISI が 0 ms であるので t がそのまま SOA と等しくなる。フレームの提示回数 (nf) は 5, 10, 50 回の 3 段階とする。被験者は前回の男子 2 名である。

5.2 結果と考察

各被験者は各提示条件下で 40 回の試行をおこなった。Fig. 10 は 2 名の被験者の平均正答率を示す。横軸はフレーム提示時間 (t, SOA でもある)、縦軸は正答率、パラメータは提示回数 (nf) である。どの nf 条件でも、t (あるいは SOA) が増すにつれ、正答率は急上昇し、t = 100ms でピークとなり、その後低下してゆく。この低下の割合は nf が少ない程大きい。最大の正答率は nf = 5, 10, 50 でそれぞれ 71%, 86%, 99% であった。実験 III では、nf が 10 から 20 へと増加した時に、明瞭な正答率の上昇

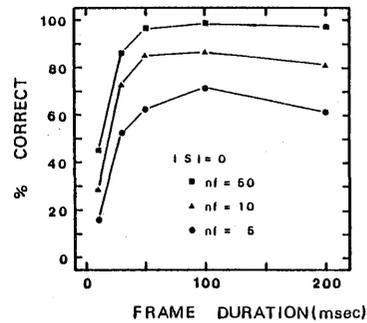


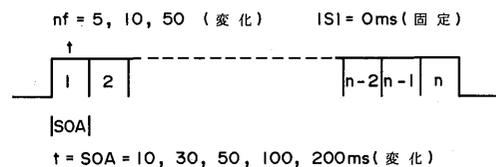
Fig. 10 フレーム提示時間 (フレーム間の ISI が 0 ms であるため SOA でもある) と正答率の関係。パラメータはフレーム提示回数。

が認められなかったが、nf が 10 から 50 へとさらに増加した本実験の場合には、nf の効果が認められた。

nf の効果を明瞭に把握するため、同じデータを再プロットした。Fig. 11 は横軸をフレーム提示回数 (nf)、縦軸を正答率、パラメータをフレーム提示時間 (t) としたものである。どの t 条件でも (あるいは、どの SOA 条件でも)、nf が多くなると、正答率は上昇してゆく。フレーム提示時間 (t) が 100ms の提示条件の時が他の t 条件よりも常に正答率が高い結果が得られている。次いで、50, 200, 30, 10ms の順となっている。t = 10ms では、nf = 50 条件でも、正答率は 45% であった。t = 30ms では、85% で、その他の t 条件では 50 回も提示されると 100% に近い成績となっている。

しかし、フレーム提示回数が多い時には、被験者はしばしばはじめ見えていた数字が見えなくなる現象が生じると報告した。そこで、ある数字を n 回提示した後、すぐに他の数字を n 回提示すれば、第 1 数字だけが検出され、第 2 数字は妨害されるかもしれないという考えから、いくつかの条件で観察したところ、二つの数字が正しく検出され、第 1 数字だけが検出されることはなかった。長い間運動しているノイズのドット群の中の動いていない数字を

*実験手続説明図 (実験 IV)



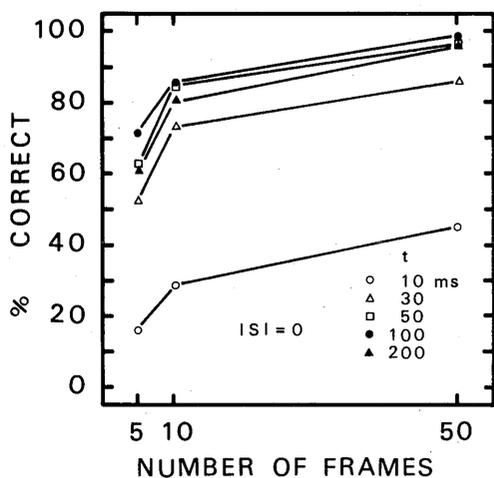


Fig. 11 フレーム提示回数と正答率の関係。パラメータはフレーム提示時間 (SOA でもある)。Fig. 10を再プロットした結果。

見つめているうちに、注意が運動しているドット群に向かうことがあったためであろう。

6. まとめ

以上、実験Iから実験IVまで視覚的ノイズに埋込まれている数字の検出に影響を与える変数を調べてきた。一見しただけでは完全にノイズの中に埋没してしまい検出できないように思われる信号も、繰り返し提示すれば検出は可能となった。人間の視覚系は連続的に提示される視覚パターンの中に埋もれている不変な信号成分の抽出を可能にする。ノイズと信号の分離の手がかりは、写真の重ね焼きや誘発電位の加算から推測されるような、明るさ加重による明るさの差の分布ではなかった。フレーム数 (nf) が10の時に明るさ加重が完全に成立するとすると、ノイズ成分と信号成分の明るさは約6対10となるはずである。しかしながら、ISI=0msでも、明るさの差が信号抽出の手がかりではなかった。ノイズと信号の最大の分離の手がかりはノイズドット群の運動であった。数字の輪郭の何割が見えるかを評定させたところ、約7割の輪郭が見えている結果が得られた。1回の提示ではほとんど推測のレベルに近い

正答率しか得られなかったものが、10回の提示で輪郭の7割近くが見えたこの事実は驚くべきことである。

ノイズに埋もれた数字の検出の主要決定要因はSOAであった。SOAが70ms程度の時、最大の正答率が得られた。また、フレームの提示回数も重要な決定要因のひとつであった。nfが10以上となると、ノイズのドット群の運動を分離の手がかりとして数字を検出するために利用しうる時間が得られるようになる。nf=10, SOA=70msでは全提示時間が600~700msとなる。数字の検出にはこの程度の時間が必要とされる。SOA=100msとなると、ノイズのドット群の仮現運動は運動距離が大きく、しかも激しい。この激しい運動を無視して、数字に注意を向けつづけると、数字の輪郭のほとんど全てが見えることがある。しかし、この激しく大きな運動が大きな妨害要因ともなってしまう。被験者間の成績の差はSOA=100ms付近の提示時間条件で認められていた。

各フレーム内のドットは信号成分を除けば、互いに関連性を持っていない。ただランダムな状態で分布しているだけである。SOA条件に依存して仮現運動が生じ、そしてその運動距離が変化するという事実は興味深い。人間の視覚系は単に継時入力を受動的に受け入れているのではなく、入力パターン間で何らかの演算を行い、対応するドットを決定しつづけているようである。

引用文献

- Di Lollo, V. (1980) Temporal integration in visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, **109**, 75-97.
- Kikuchi, T. (1981) Effects of dot density and duration of mask stimulus upon visual backward masking. *Japanese Psychological Research*, **23**, 37-42.
- Kikuchi, T., Oyama, T., & Ichihara, S. (1983) Temporal integration and visual masking of dot patterns successively presented. *Japanese Psychological Research*, **25**, 147-155.