

平成 11 年度

修士論文

テクスチャ分離が視覚的注意に与える影響

電気通信大学大学院 情報システム学研究科
情報ネットワーク学専攻
ヒューマン・インターフェース学講座

9851038 渡辺 正純

指導教官

阪口 豊

中村 整

韓 豊太郎

平成 12 年 3 月 20 日提出

目次

1	序論	4
1.1	はじめに	4
1.2	本実験の背景	5
1.2.1	注意とは何か?	5
1.2.2	注意に関する研究の流れについて	5
2	代表的な実験	6
2.1	Posner による注意の先行手掛かり実験	6
2.2	選択的機能以外の注意の役割について Treisman の行った実験	9
2.3	ポップアウト	11
2.4	Treisman の特徴統合理論	11
2.5	ポップアウトする現象とは何か?	13
2.5.1	Julesz によるテクスチャの定義	13
2.5.2	Joseph らの実験について	15
2.6	問題提起	17
3	文字弁別課題に対してテクスチャ分離刺激が及ぼす影響	18
3.1	実験 1	18
3.1.1	目的	18
3.1.2	方法	18
	被験者	18
	実験環境と実験装置	18
	刺激	21
	刺激画面の明るさ	22
	条件	22
	先行実験の手続き	27
	本実験の手続き	27

3.1.3	結果	29
3.1.4	考察	31
3.2	実験 2	32
3.2.1	目的	32
3.2.2	方法	32
	被験者	32
	実験環境と実験装置	32
	刺激	32
	条件	32
	手続き	32
3.2.3	結果	32
3.2.4	考察	34
3.3	実験 3	34
3.3.1	目的	34
3.3.2	方法	35
	被験者	35
	実験環境と実験装置	35
	刺激	35
	条件	37
	手続き	37
3.3.3	結果	39
	分離領域が 3×3 の場合	39
	分離領域が 7×7 の場合	39
3.3.4	考察	41
3.4	実験 4	42
3.4.1	目的	42
3.4.2	方法	42
	被験者	42
	実験環境と実験装置	42
	刺激	42
	条件	44
	手続き	44
3.4.3	結果	44
3.4.4	考察	46

4 全体の考察	47
4.1 注意の移動に関するモデル	47
4.2 おわりに	53

第 1 章

序論

1.1 はじめに

周囲の世界を目で見て、そこに何があるのかを理解する。このようなことを、日常において我々は何気なく行っている。

街の中で車を見た時に色や輪郭といった特徴を意識する前に「車」というような意味のある対象が、まず全体として目に飛び込んでくるように感じる。しかし、個々の特徴よりも先に全体を認識するようなシステムを設計し構築するのは困難であることがわかってきた [1]。そのため、個々の特徴の方が初めに分析されて、それをもとに対象が認識されていると考えられ実験が行なわれてきた。

しかし、自分が特徴を検出し、そうした特徴を組み合わせて全体としての対象をつくりだし、その対象の名前やそれが何なのかを思い出しているのだということは全然意識にはのぼってこない。

このような全体の認識は、目覚めているあいだは誰もが数限りなく繰り返していることで、一見、何でも無いことのように見えるが、これをコンピュータでシミュレートしようとすると容易なことではない。

特徴の検出は視覚的な情報処理で行なわれており、これまでに行なわれた実験から視覚的情報処理について、いくつかの単純な一般的な原理がわかってきた。そして、特徴の方が初めに分析されて、それをもとに対象が認識されているとし2つの処理段階に区別できるとした。これは、視覚的情報処理が視野全体を一度に処理する段階と、注意の集中を必要とし系列的に処理する段階の2つとしている。 [2]

認識や知覚を考えるには、まず人間の視覚的情報処理と注意の関係を調べるのが重要だと言える。しかし、注意は人間の内部の働きであり、注意を実際に計測したり、目に見える形で表すのは困難である。チェスを打つというような、たいていの人が難しいと思うことをシミュレートするよりもはるかに困難なことなのである。

目に見える世界で意味のある全体を知覚するという事は、相当に複雑な操作に基づいて行われていると考えられる。しかし、我々はそうした操作の正体を意識を通じて知ることはできない。なぜなら、前述したように注意は人間の内部の働きであり、実際に計測したり目に見える形で表すことはできないからである。そのため、間接的な証拠から推測する手法を取る。

近年、人間を情報処理システムとみなす情報処理論的アプローチが台頭するにつれ、注意は情報処理過程におけるコントロールの中心的役割を果たすものとして、また、高次脳機能への感心の高まりとあいまって、多くの研究者の興味を引き付けている。

注意を研究することによって、人間という情報処理システムの一端を解明することが本研究の目的である。

1.2 本実験の背景

1.2.1 注意とは何か？

我々は普段から「注意を払う」というように、注意に関する様々な言い方をしている。そして我々は注意という機能について、自然と共通した認識をもっていると思われる。

人間は、目的に合わせて一貫した行動を行うために、瞬間ごとに視覚や聴覚といった感覚器からの大量の情報を得て処理し、活動を維持していかなければならない。しかし、人間の情報処理系が処理できる量には限界がある。人間を情報を複雑な決定、反応をするための情報処理システムとみなすと、注意は人間という情報処理システムに入力する情報を選択するという重要な役割を担っているといえる。

つまり、注意とは不要な情報を捨て去り、有用な情報を選択する情報選択機能をさしていると考えることができる。認知心理学においても、このように注意は定義されている [3][4][5]。

1.2.2 注意に関する研究の流れについて

注意の研究は、感覚器に入力された外界からの情報が脳に送られ処理されるという一連の処理過程の中で、情報処理能力の限界がどの段階に存在するのか、また、効率的な情報処理を行うために、処理のどの段階で情報の選択が行われているのかを解明することを目的として行われてきた。

注意は視覚、聴覚、触覚といったどの感覚にたいしても存在することがわかっており、それぞれの感覚器における注意の働きというのも研究されている。

ここでは、視覚から得られる情報を対象にした選択機能である、視覚的注意をあつかった研究を示す。

第 2 章

代表的な実験

2.1 Posner による注意の先行手掛かり実験

視覚的注意に関する代表的な実験として Posner[6] が行った実験がある。Posner はこの実験によって視線方向と注意は分離できることを示した。

次に Posner の実験の概要を説明する。

被験者には、眼球を動かさないように要求し、視野内に光点が提示されたら即座にキーを押して反応する課題を要求した。

視野内には注視点をはさんで左右に箱があり、どちらか一方の箱の中に目標となる光点が提示される。そして、光点が提示されてから被験者がキーを押すまでの反応時間を計測した。視野内のどこに光点が提示されるかをあらかじめ被験者に手掛かり (先行刺激) として与えた場合と、手掛かりを与えない場合と比較した。この実験では、手掛かりとして箱を光らせている。(図 2.1(C))

実験からは、手掛かりが目標の光点と同じ位置に提示された場合には、手掛かりが与えられなかった場合と比べて反応時間が短くなり、(図 2.1(D)) 光点が提示される位置とは異なる位置に手掛かりが与えられると、反応時間は長くなることがわかった。

また、手掛かりと同じ位置に目標光点が提示される条件を、試行数の 8 割としたときには、手掛かりを与えなかったときと比べて早く検出されるため、注意によって促進効果が得られたと考えられ、目標光点が手掛かりと同じ位置に提示されるのが試行数の 2 割とするとき、手掛かりを与えなかったときと比べて遅く検出され、遅延効果があることがわかった。

眼球移動が生じた試行を分析から除外しても、手掛かりと目標光点の提示時間間隔を眼球移動ができないほど短くしてもこのような結果が得られることから、手掛かりの位置を注視していなくても、注意を向けることによって手掛かりの効果があると Posner は結論付けている。

Posner は、注意はスポットライトのようなもので、このスポットライトのビームが視野

空間内を眼球運動とは独立に移動し、視野内のビームが当たった位置にある情報の選択を行うと述べている。

そして、情報の選択は視野の隣接した領域で行われ、複数の非隣接領域に同時に注意することはできない、つまり、スポットライトが無数に存在しないことが明らかになっている。

[7]

先行手がかりの無い条件

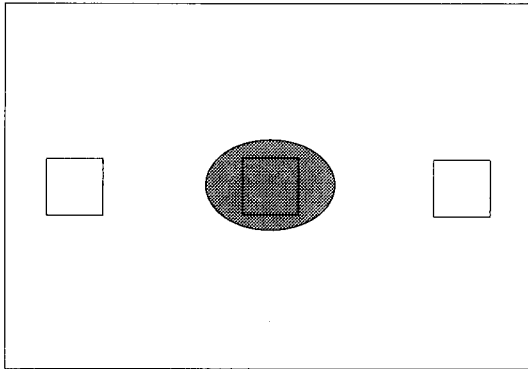


図 A

注視点をはさんで、左右に箱がある。
被験者は試行の始まる前は中央の箱を
注視している。
楕円の領域は注意のスポットライトを
表している。

先行手がかりのある条件

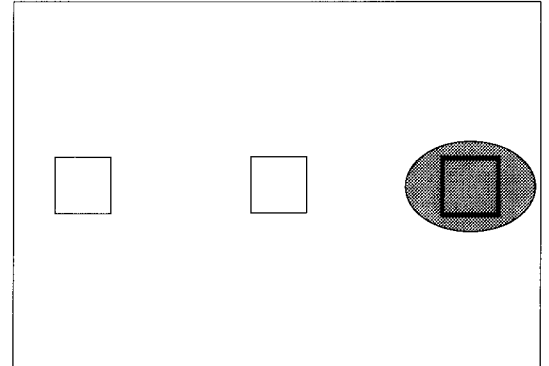


図 C

先行手掛かりのある条件では左右
どちらか一方の箱が明るくなり、
続けて目標文字の光点が提示される。

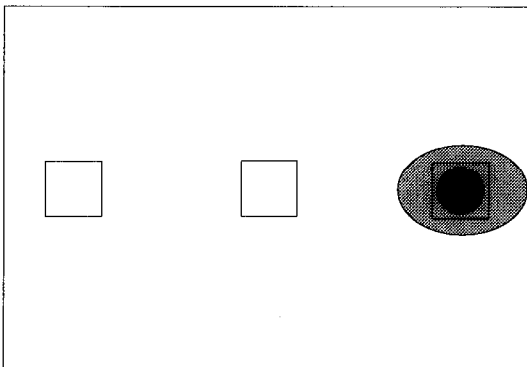


図 B

先行手掛かりが無い条件では目標文字で
ある光点が提示されてから
注意のスポットライトが移動する。

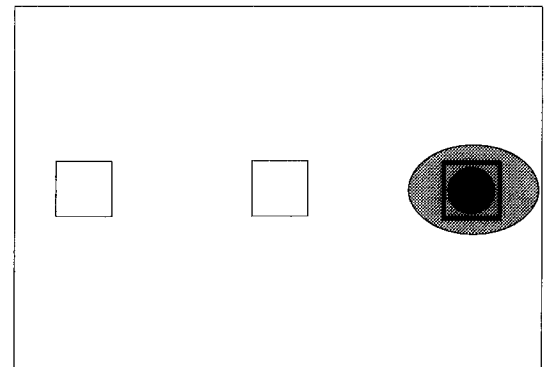


図 D

先行手掛かり条件では手掛かり提示時に
注意のスポットライトが移動するため、
手掛かりのある条件の方が反応時間が
早くなる。

図 2.1 Posner の実験

2.2 選択的機能以外の注意の役割について Treisman の行った実験

注意のスポットライトが、単に情報の選択を行なうのではなく、更に重要な機能を持っていることが明らかになってきた。

Treisman[8] はいくつかの興味深い研究によって、注意によって特徴を統合する過程を検討した。まず、多数の妨害項目の中から、あらかじめ決められた一つのターゲットを探し出す課題を用いて実験を行った。このような課題は視覚探索課題と呼ばれる。

妨害項目にたいして、ターゲットが単一の特徴によって定義されているような条件を特徴探索条件と呼ばれる。例えば、白抜きの上上がりの長方形の中から、左上がりの長方形を探し出す場合 (図 2.2 (A)) や、塗りつぶしの左上がりの長方形の中から、右上がりの長方形を探し出す場合である (図 2.2 (B))。これは、前者は輝度によって、後者は方位によってターゲットが定義されている。

また、ターゲットが妨害項目にたいして、複数の特徴の結合で定義されている条件は、結合探索と呼ばれる。例えば、白抜きの上上がりの長方形と塗りつぶされた左上がりの長方形の中から、白抜きの左上がりの長方形のターゲットを探し出すような場合 (図 C) である。

この場合には、輝度と方向という二つの特徴の組合せによってターゲットが決定される。

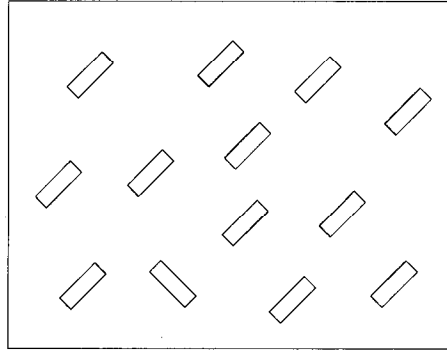


図 A 特徴探索条件
輝度によって定義されている。

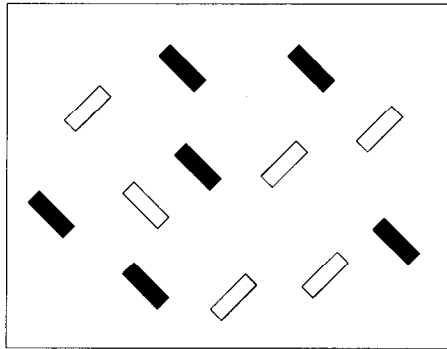


図 B 特徴探索条件
方位によって定義されている。

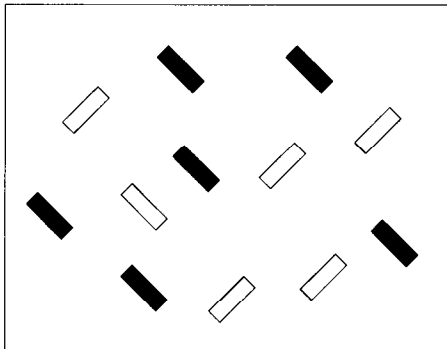


図 C 結合探索条件

図 2.2 組み合わせられる特徴によって難易が違う。

特徴探索条件では、ターゲットが瞬時に発見できる。このときポップアウトと呼ぶ。結合探索条件では、ターゲットの探索では多少の時間が必要となる。

2.3 ポップアウト

Treisman の特徴探索課題は、方向や色のように単一の特徴で構成されたターゲットの探索、つまり、初期視覚過程において抽出される特徴だけが異なる場合、目標の探索時間は妨害刺激の数によらないことを示している。

このような視覚探索課題において、素早く検出される目標をポップアウトと呼ぶ。[9]

2.4 Treisman の特徴統合理論

Treisman は視覚探索の結果を説明するために、特徴統合理論を提案した。(図 2.3)

色、方位、大きさ、運動方向といった異なる特徴は、それぞれ専門的なモジュールである特徴マップ上で符号化される。

単一特徴の処理は注意の集中を必要とせず、自動的に、空間的に並列に処理が行われる。対象が認識されるには、各特徴の位置が認識され、特徴どうしが結合されなければならず、この時に注意が必要となる。

Treisman は、視覚情報は二段階の処理を経るとし、注意の集中を必要としない第一段階と、注意が必要となる第二段階があるとして、特徴統合理論をもって説明した。

- 第一段階を前注意段階といい、色、方位、大きさ、運動方向等の単一特徴の処理は自動的に、空間的に並列に処理が行われるとしている。
- 第二段階では第一段階で得られた複数の特徴を、特徴マップと呼ばれる空間的な広がりを持つ位置のマップ上で結合する。この結合のときに注意が必要となり、注意は位置のマップ内でスポットライトのように動く。注意が集中されると、その位置にある特徴が自動的に検索され、異なる特徴のマップが連結される。そのため、この結合の処理は系列的になり、結合すべき特徴の数が増加するほど処理の時間がかかることになる。

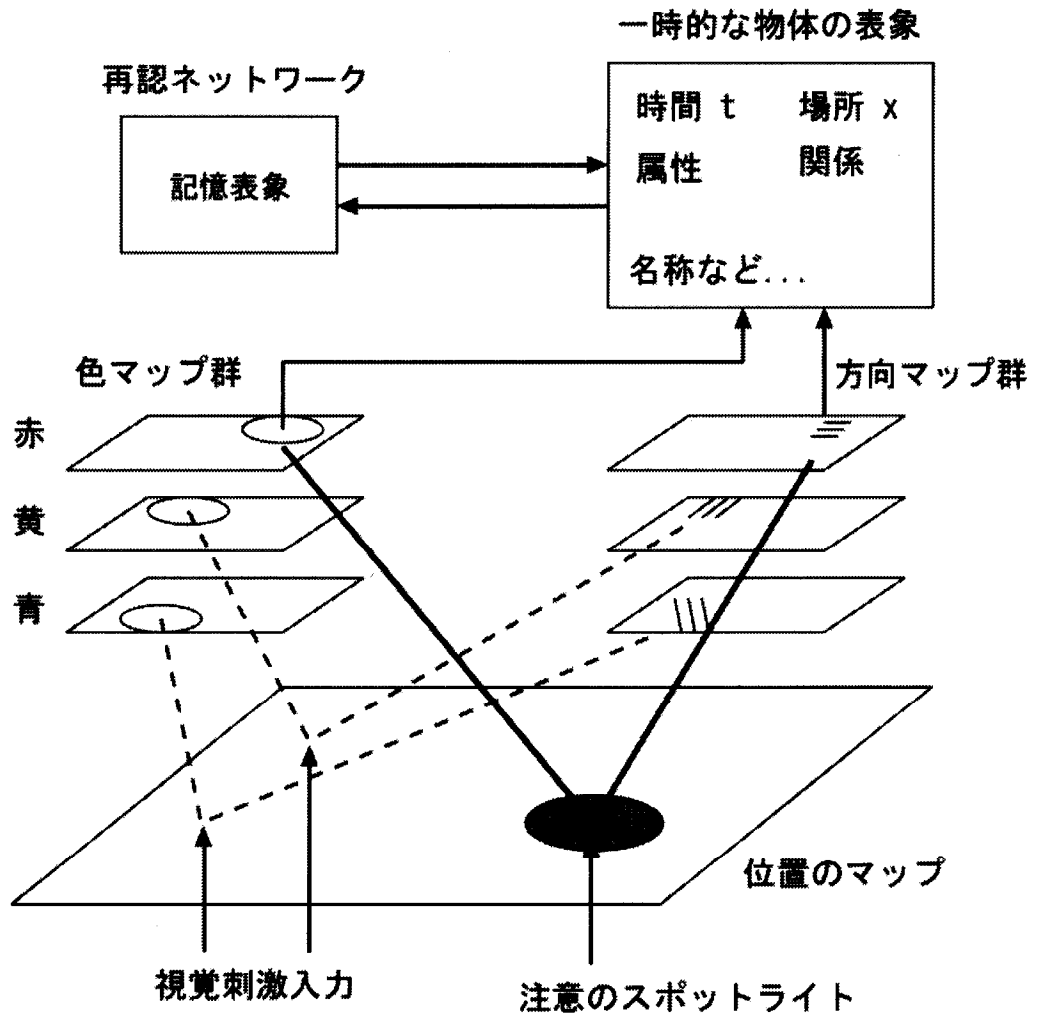


図 2.3 特徴統合理論 (Treisman & Gormican, 1988)

特徴統合理論が示す注意の動きは、観察される現象を説明するのに現在のところ、最も適している。時間的、空間的な並列探索を行うことのできる視覚的機能は、特徴統合理論の前注意的な段階モデルで考えると解り易く説明できる。

ポップアウトは、Treisman の特徴統合理論では、第一段階で起きるとされている。

2.5 ポップアウトする現象とは何か？

2.5.1 Julesz によるテクスチャの定義

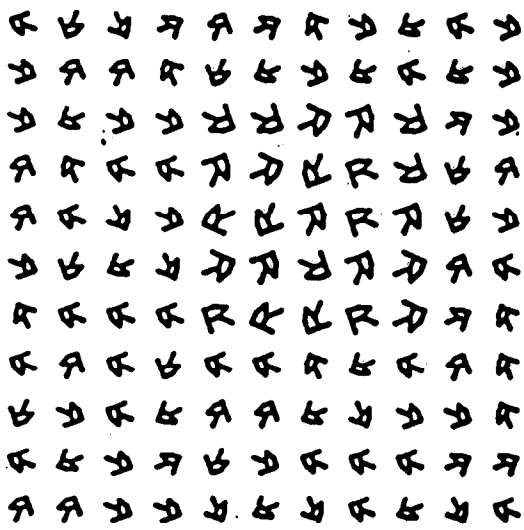
Julesz は、注意や精査の過程を必要とせずに、自動的に生起する直接的な知覚の例としてテクスチャの弁別を挙げた。テクスチャ知覚の研究が関心を持たれるようになってきたのは、比較的最近のことである。

テクスチャとは、日常的な意味では、身の回りの物体や衣服の表面にある無数の細かい“きめ”のことを指す。視覚心理学におけるテクスチャは、“要素がある種の制約に従って配列されてできる繰り返しパターン”として定義している。

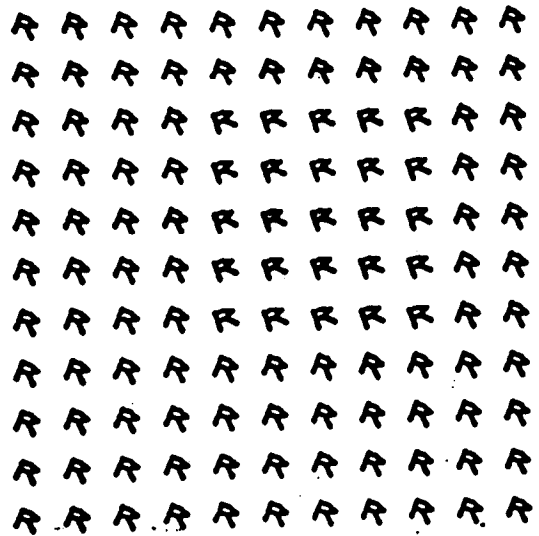
Julesz はテクスチャを構成する基本的特徴を重要視し、テクスチャはこの基本的特性に還元できるとした。例えば、図 2.4 において (A) はテクスチャ要素の大きさ、(B) はテクスチャ要素の方向、(C) はテクスチャ要素の端点の数、(D) はテクスチャ要素の交点の数である。

複数の異なるテクスチャを張り合わせると、そこにはテクスチャ間の境界が生じる。このテクスチャ間の境界を検出することを、テクスチャ分離と呼んでいる。テクスチャ分離の場合も、色や形、線分方向など単一の初期視覚特徴の差にもとづいたテクスチャの境界は簡単に検出され、検出時間は非常に短い。

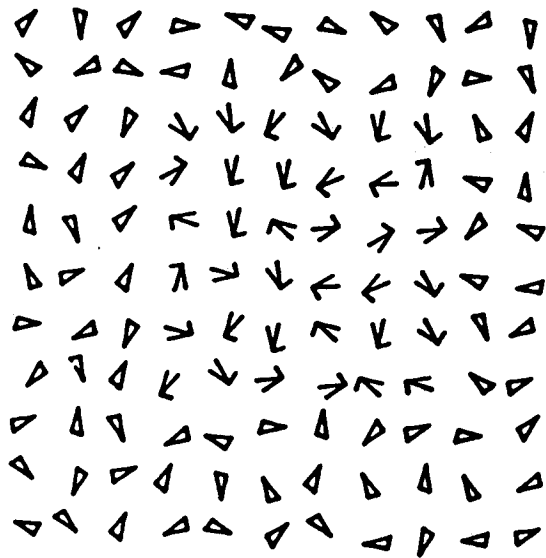
しかし、単一の初期視覚特徴の差にもとづいたテクスチャの境界でない場合には、簡単にはテクスチャ分離ができない。したがって、テクスチャ分離課題は、注意の関与しない処理過程 (Treisman の特徴統合理論では第一段階の前注意過程としている) を調べる実験課題と考えられてきた。



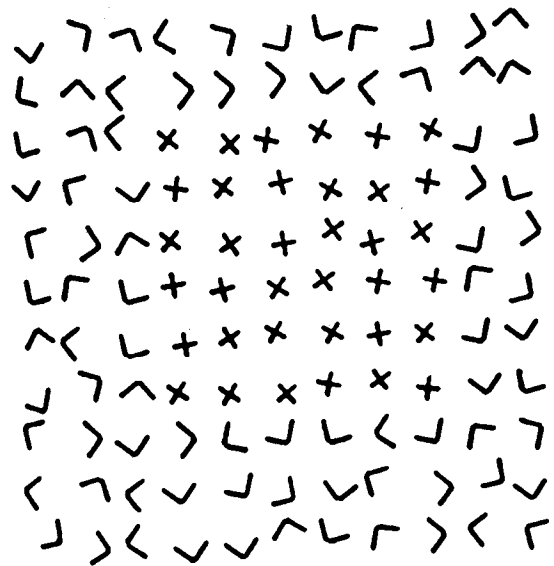
(a) 大きさ



(b) 方向



(c) 端点の数



(d) 交点

図 2.4 様々なテクスチャ(Julesz, 1981a, b ; Julesz & Bergen, 1983)

2.5.2 Joseph らの実験について

Joseph and Optican[10] らはテクスチャ分離の刺激を用いて実験を行った。

注視点が 500msec 提示された後，正方形のテクスチャ要素でできた adapter 画面が表示された。次に，cue 刺激と呼ばれるテクスチャ画面を提示した。(図 2.5 (A)) この画面は，水平な線分の要素で作られたテクスチャ内の一個所だけ垂直な線分の要素にした。adapter と cue 刺激の提示時間は合わせて 1000msec とした。継続して，アルファベットの 'T' の要素で構成されたテクスチャ画面内に，目標文字となる 'L' が埋め込まれている probe 画面を提示した。(図 2.5 (B)) テクスチャマスク画面は，'T' と 'L' を合わせて作った要素で構成された画面を表示した。cue 刺激画面の提示時間は 50, 100, 250, 800msec と変えて実験した。

Joseph らはこの実験結果から，cue の提示時間が 50msec で目標文字の提示位置が cue の位置と同じ場合に目標文字の検出成績が良くなることを示した。

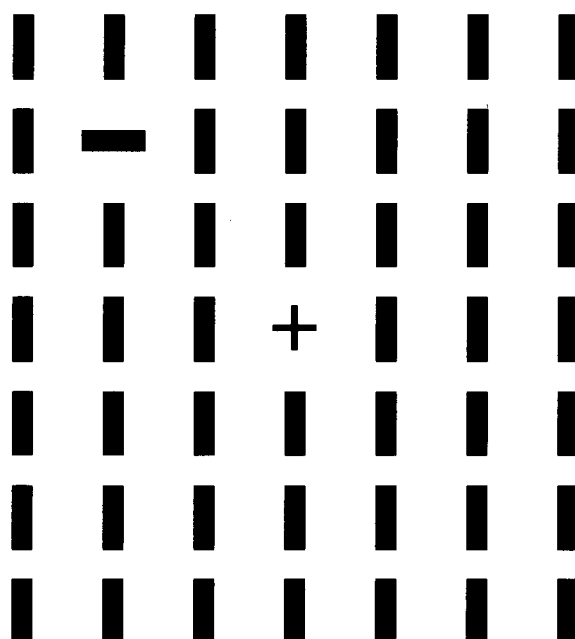


図 A Joseph の実験での cue 刺激画面

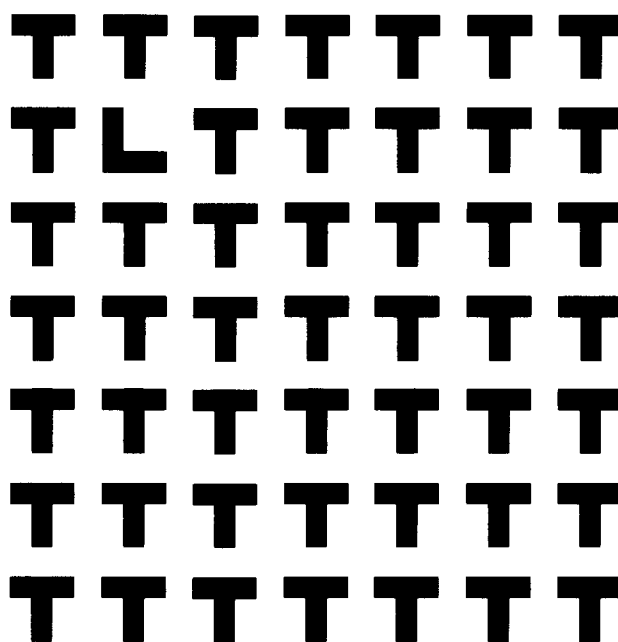


図 B Joseph の実験での probe 画面

図 2.5 Joseph の実験画面

2.6 問題提起

先行研究から、方位特徴の違いは、刺激提示後の比較的早い段階で検出される。これは、Treisman[8]らが述べているような、二段階の処理からなる視覚的情報処理の第一段階、つまり、注意の集中を必要としない段階で検出されるということである。このことから、テキストチャ分離はポップアウトすると言われ、視覚的注意の影響をほとんど受けないといわれてきた。しかし、Joseph and Opticanらの報告が示すように、テキストチャ分離には視覚的注意が影響を及ぼす場合がある。

注意を必要としない処理機能と注意を必要とする処理機能を使い分けていると考えるよりも、注意の向いた先にある対象によって処理の早さが変化すると考える方が、処理システムは一システムとなり視覚的機能はシンプルな構成となる。このようなシンプルな構成のもとで、注意とその対象が強く引き付けあい、通常よりも視覚的機能の処理が素早く行なわれると考えている。

テキストチャ分離がポップアウトしやすいのは、注意を引き付けやすいためであり、引き付けられた注意によって更にテキストチャ分離の処理が促進されるためであると考えられる。

以上のことから、テキストチャ分離が注意を引き付けたり、移動させたりすると考えた。本研究はこの可能性を実験により検証することを目的とした。

第 3 章

文字弁別課題に対してテクスチャ分離刺激が及ぼす影響

3.1 実験 1

3.1.1 目的

テクスチャ分離が注意の集中を必要としないとする、視覚的処理には二段階あるとする Treisman [?] らと同じ立場をとることになる。しかし、テクスチャ分離刺激が手がかりとして与えれば、手がかりが与えられなかった時と比べて探索の成績が良くなるという報告がある [10] これは、テクスチャ分離と注意の影響は切り離して考えることができないことを意味している。

テクスチャ分離が探索の成績に影響を及ぼすのであれば、文字弁別にも影響を与えると推察される。本実験では、注意が文字の弁別成績に影響を及ぼすかを、測定した結果から考えていくことを目標とする。

3.1.2 方法

被験者

正常な視力または矯正視力を有する 22 歳から 36 歳までの男性 6 名で、いずれもこの実験のためによく訓練されている。

実験環境と実験装置

実験の制御には米 DEC 社のパーソナルコンピュータ (DECpc JPx 566) を用いた。パーソナルコンピュータの出力先として 21 インチの SONY 製カラー CRT (GDM-F500) を用

いた。画面構成は横 640 ドット、縦 480 ドット、8 ビットカラーとし、リフレッシュレートは 1/60 秒とした。カラー CRT の画面は視野角で縦 19.5°、横 14.8°であった。

刺激画面の提示時間の制御及び被験者の反応時間の計測にはパーソナルコンピュータに取り付けられた Interface 社製の A/D 変換ボード (IBX-2752C) のタイマー機能 (1msec 単位) を用いて行った。

刺激画面から顎台の距離は 57cm とし、被験者の反応を受けるのにパーソナルコンピュータに付属のキーボード (PCXAJ-AA) を使用した。被験者には顎台に顎を乗せ、頭や眼を動かさないように指示した。全ての装置は暗室内に置かれた。

内部は山田照明製の蛍光灯 (Z-7009) で天井を照らすことによって、間接的な明るさを得られるようにした。

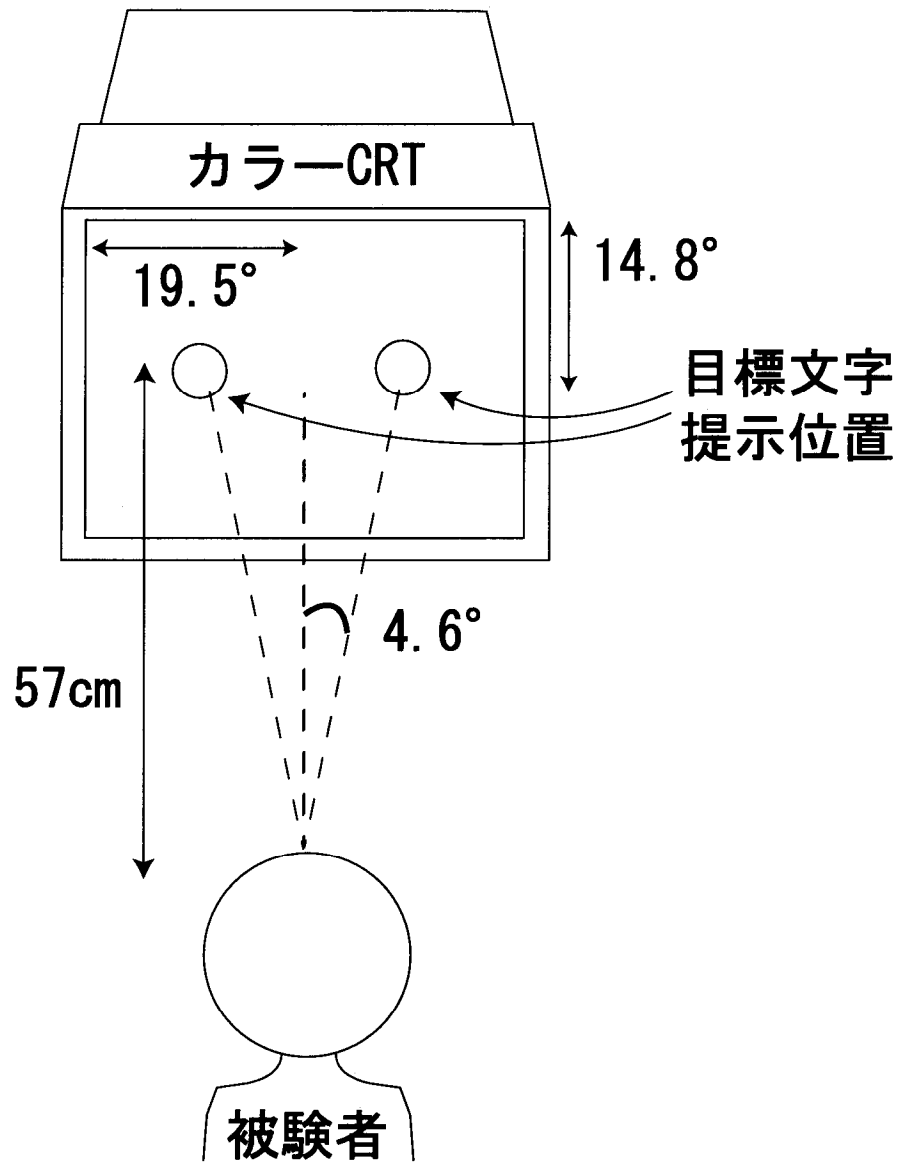


図 3.1 実験装置の配置

刺激

各試行において、凝視点、フォワードマスク画面、テクスチャ分離画面、テクスチャマスク画面、文字提示画面、文字マスク画面が順番に提示される。

各試行の最初に十字の凝視点のみが空白画面の中央に現われる。この凝視点は他の刺激と重ねて表示したため、実験中消失する事はない。

次にフォワードマスク画面が表示される。背景のテクスチャ要素としては‘x’を用い、背景テクスチャーは、単一種類の要素から構成された縦 39, 横 52 要素の行列とする。凝視点はその中心に位置するように表示する。ターゲットを表示する位置にはテクスチャ要素を表示しない。

次にテクスチャ分離刺激画面が表示される。テクスチャ分離刺激は背景要素に埋め込まれる。要素は縦 8 ドット, 横 7 ドットとし、背景の要素は垂直方向から左に 45 度傾いた‘Пс’, 分離領域内の要素は垂直方向から左に 45 度傾いた‘/’とする。テクスチャ分離刺激領域の視角は、観察距離 57cm で縦 19.5°, 横 14.8°とする。テクスチャ分離領域の大きさは、要素 5×5 の大きさの正方形領域として、隣り合う要素が直列に並ばないように、各要素の配列は要素同士が接触しない範囲でずらす。テクスチャ分離画面が表示される時、テクスチャ分離刺激が注視点を挟んで右側に埋め込まれて表示される条件と、左側に埋め込まれて表示される条件、また、テクスチャ分離刺激が埋め込まれない条件を設定し、テクスチャ分離刺激が埋め込まれるのは左右のどちらか一方であり、両方に埋め込まれることが無いようにする。

次にテクスチャマスク画面を表示する。画面の構成は、フォワードマスク画面と同様とする。継続して、文字提示画面が表示される。目標文字と妨害文字は共に縦 8 ドット, 横 7 ドットとし、凝視点を挟んで、視角 4.6 度の位置に提示される。目標文字には、‘L’ と ‘T’, 妨害文字には ‘X’ を用い、目標文字はどちらか一方を表示する。文字マスクには、‘L’ と ‘T’ を合わせた形の文字を用いる。

被験者は目標文字のアルファベットと、それが左右のどちらに提示されたをコンピュータのキーボードで答えるように指示する。左側に ‘L’ が表示されたら キーボードの ‘X’ のキーを押し、‘T’ が表示されたら ‘Z’ のキーを押し。右側に ‘L’ が表示されたら、キーボード上にあるテンキーの ‘1’ のキーを押し、‘T’ が表示されたら ‘2’ のキーを押し。

表示された文字と位置の両方が正しく答えられたとき正答とし、被験者が正答した場合には周波数 1000Hz で音を鳴らし、誤答した場合には周波数 500Hz で音を鳴らして、フィードバックを与える。

刺激画面の明るさ

凝視点の輝度は $12.7\text{cd}/\text{cm}^2$ 、画面背景の輝度（テクスチャ要素の無い部分）は $5.78\text{cd}/\text{cm}^2$ 、テクスチャ要素の輝度は $27.4\text{cd}/\text{cm}^2$ に設定した。

条件

被験者に提示する目標文字は 'L' と 'T' の 2 種類として、目標文字は左右どちらかに提示する。テクスチャ分離刺激の画面は、凝視点をはさんで右側に表示される場合、左側に表示される場合、表示されない場合の 3 種類とした。テクスチャ分離刺激の提示位置と目標文字の種類、提示位置はランダムであった。

テクスチャ分離刺激の位置と目標文字の位置の組合せにより、テクスチャ条件を次の 3 条件に設定した。

- テクスチャ分離刺激が左側に表示される場合。
- テクスチャ分離刺激と右側に表示される場合。
- テクスチャ分離刺激が埋め込まれていない画面を表示する場合。

被験者の全試行数は 180 試行 ($= 2 \times 2 \times 3 \times 3$) であり 1 ブロック 36 試行ずつであった。これを 5 ブロック行ない、これを 1 実験とした。

テクスチャ分離画面の提示時間は 50msec と 200msec の 2 条件として、各条件で実験を分けて行なった。

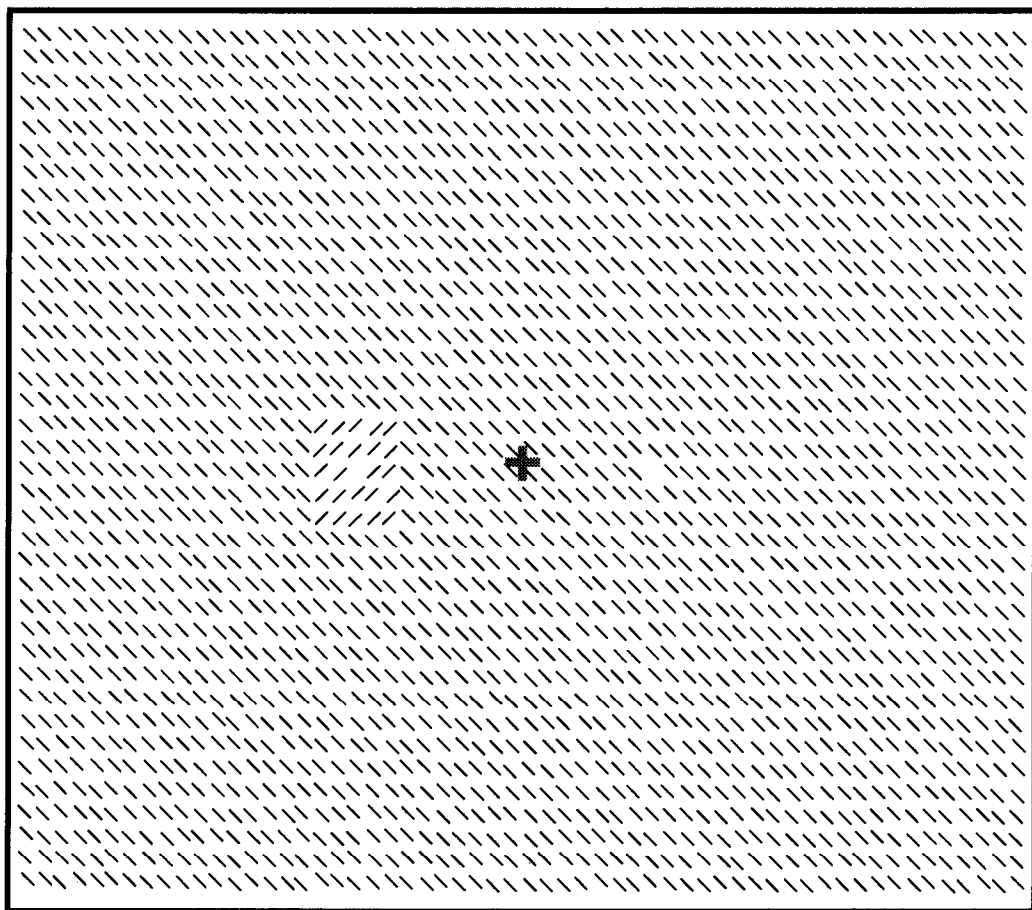


図 3.2 テクスチャ分離画面

分離領域が 5×5 かつ左側に表示されたときの例.

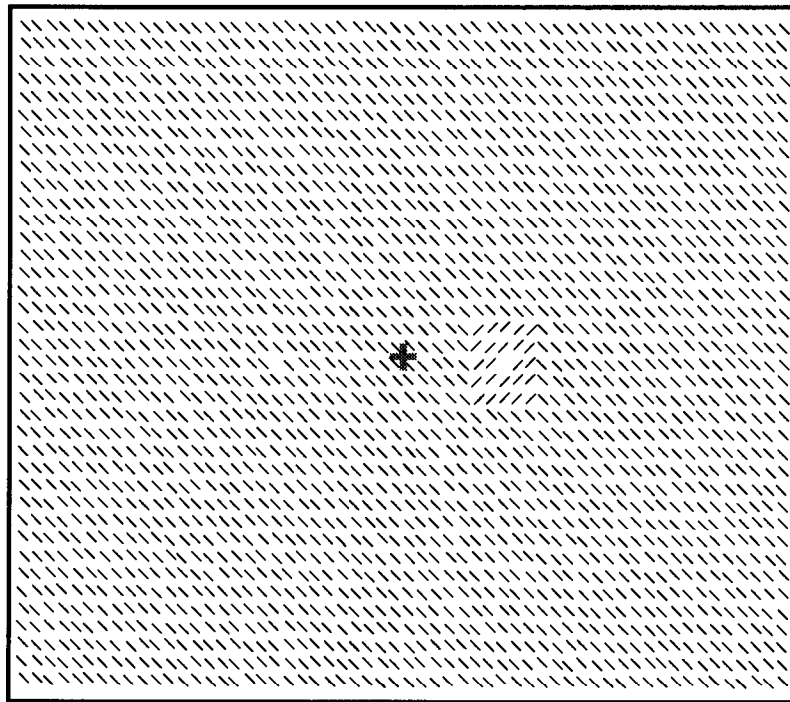


図 A テクスチャ分離画面
5×5の分離領域を右側に表示した場合.

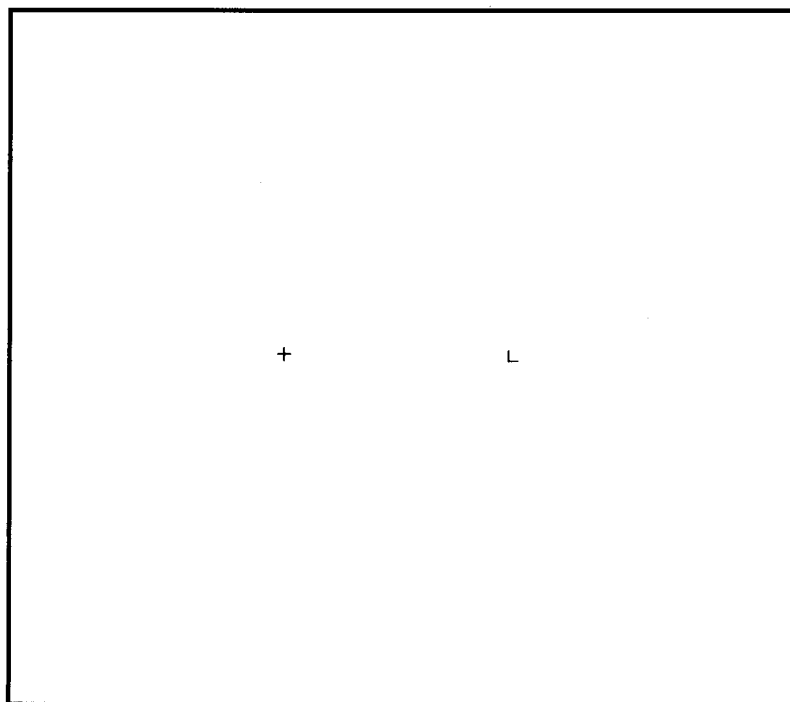


図 B 文字提示画面
目標文字として 'L' を右側, 妨害文字の '+' を左側に表示.

図 3.3 SAME 条件での, テクスチャ分離刺激とターゲットの位置関係

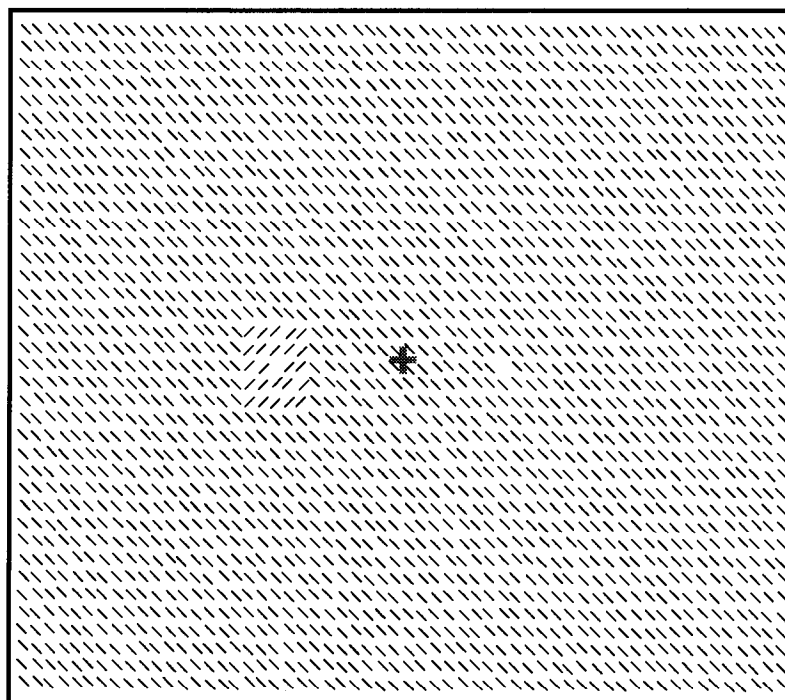


図 A テクスチャ分離画面
5 × 5 の分離領域を左側に表示した場合.

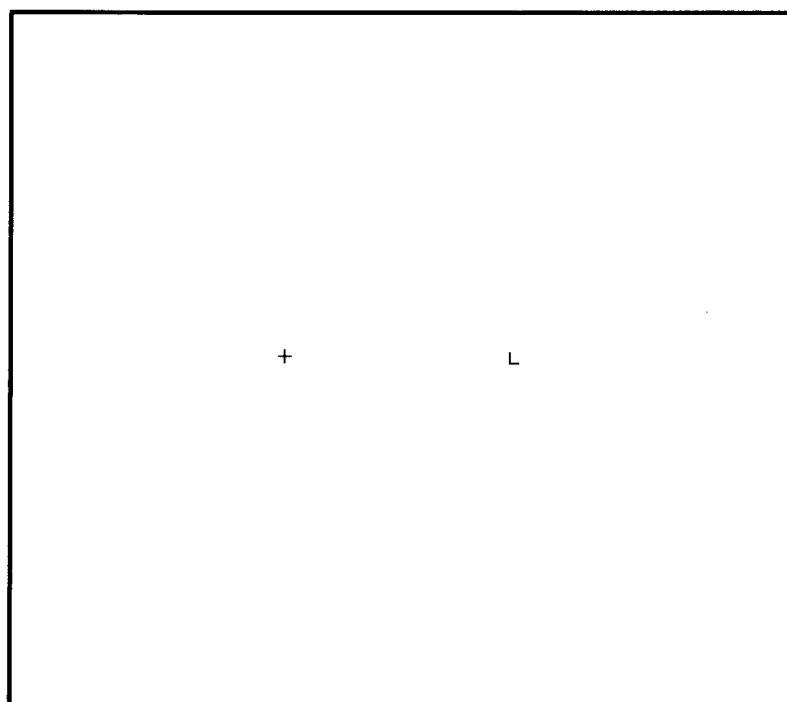


図 B 文字提示画面
目標文字として 'L' を右側，妨害文字の '+' を左側に表示.

図 3.4 OPPO 条件での，テクスチャ分離刺激とターゲットの位置関係

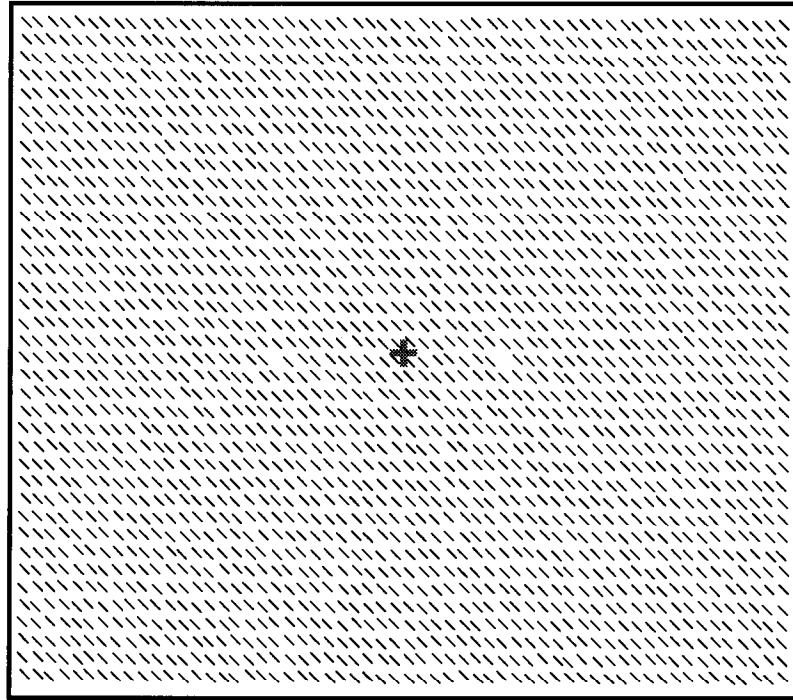


図 A テクスチャ分離画面
分離領域無し.

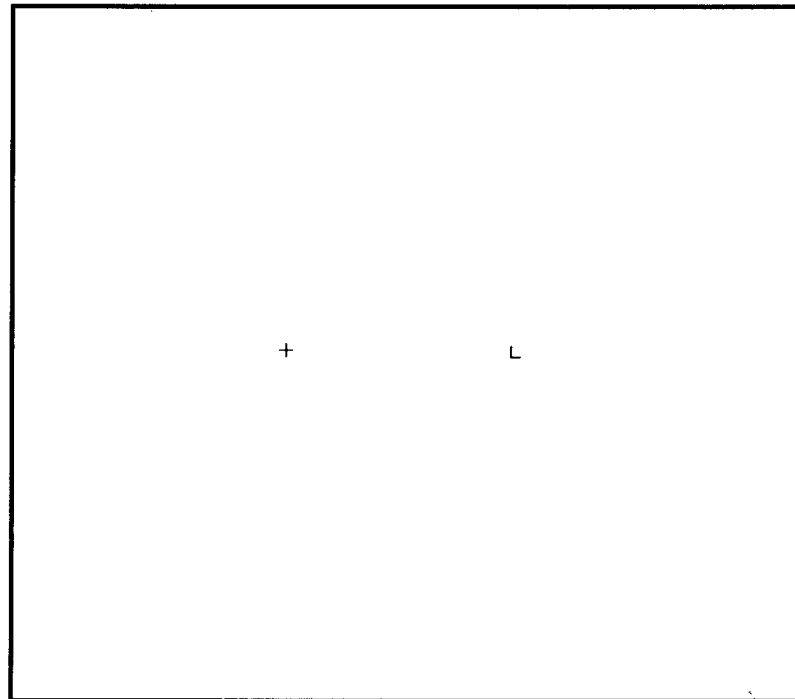


図 B 文字提示画面

図 3.5 NONE 条件での、テクスチャ分離刺激とターゲットの位置関係

先行実験の手続き

目標文字と妨害文字の輝度を被験者の正答率が60~70%になるように調整した。また、表示するテクスチャ分離画面は、テクスチャ分離刺激のない条件で行なった。正答率を変化させるためのパラメータとして目標文字の輝度を用い、目標文字の輝度が被験者にとって十分に明るい値から、目標文字のマスクと同じ輝度まで段階的に下げて調整した。予備実験中、コンピュータ内部に被験者の正答率と輝度を記録し、被験者ごとに適した値を得て、個々人のパラメータを決定する。

本実験の手続き

被験者は着席し、机に備え付けられた顎台により頭部を固定する。被験者の課題は、凝視点を見つめたままの状態、表示された画面内に‘L’と‘T’のどちらの文字が、左右のどちら側にあったかをキーボードを押して反応することとした。

次に一試行の流れを示す(図3.6)。まず、被験者には凝視点のみ表示してある画面を注視させる。この画面の表示時間は試行ごとに2.0秒から2.5秒間で長さでランダムに決まるようする。

次に、フォワードマスク画面を表示する。フォワードマスク画面の提示時間は、継続して表示されるテクスチャ分離画面の提示時間と合計して1000msecとなるようにする。テクスチャ分離画面の提示時間は50msecと200msecの2条件で計測したので、フォワードマスク画面の時間は前者が950msec、後者は800msecとなる。継続して、テクスチャマスク画面を33msec表示し、目標文字と妨害文字を50msec提示する。最後に文字マスク画面を100msec表示する。被験者は、目標文字の種類と提示位置に反応する。

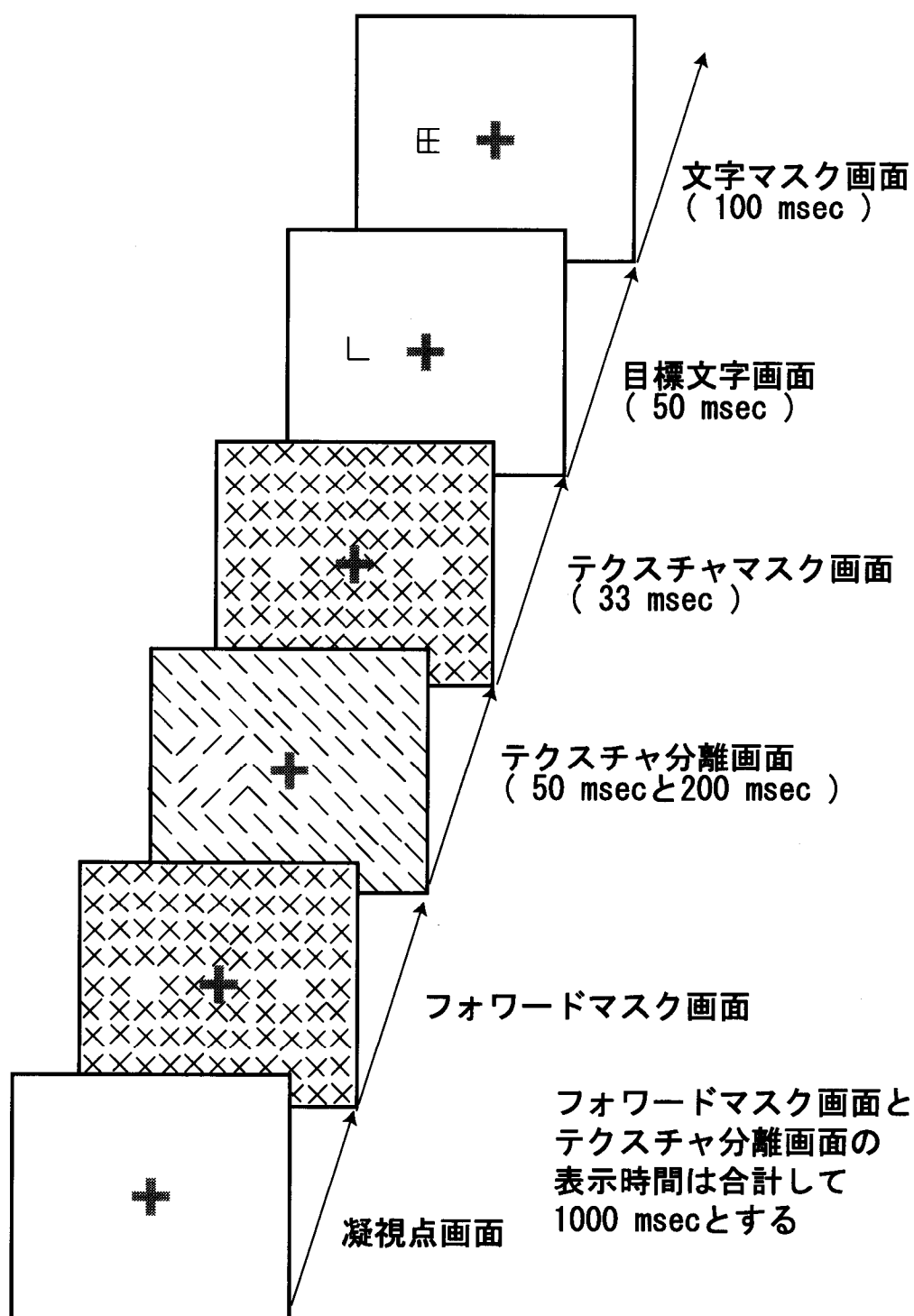


図 3.6 一試行の流れ

3.1.3 結果

提示時間に主効果の有意差が認められた ($F(1, 5) = 21.41, p < .01$). テクスチャ条件に主効果の有意差が認められた ($F(2, 10) = 6.73, p < .05$). 提示時間とテクスチャ条件の間の交互作用に、有意差は認められなかった.

テクスチャ条件の主効果に有意差が認められたため、LSD 法を用いた下位検定を行なった ($MSe = 14.2013, *p < .05$). その結果、OPPO 条件は、SAME 条件、NONE 条件よりも正答率が高いことが認められた.

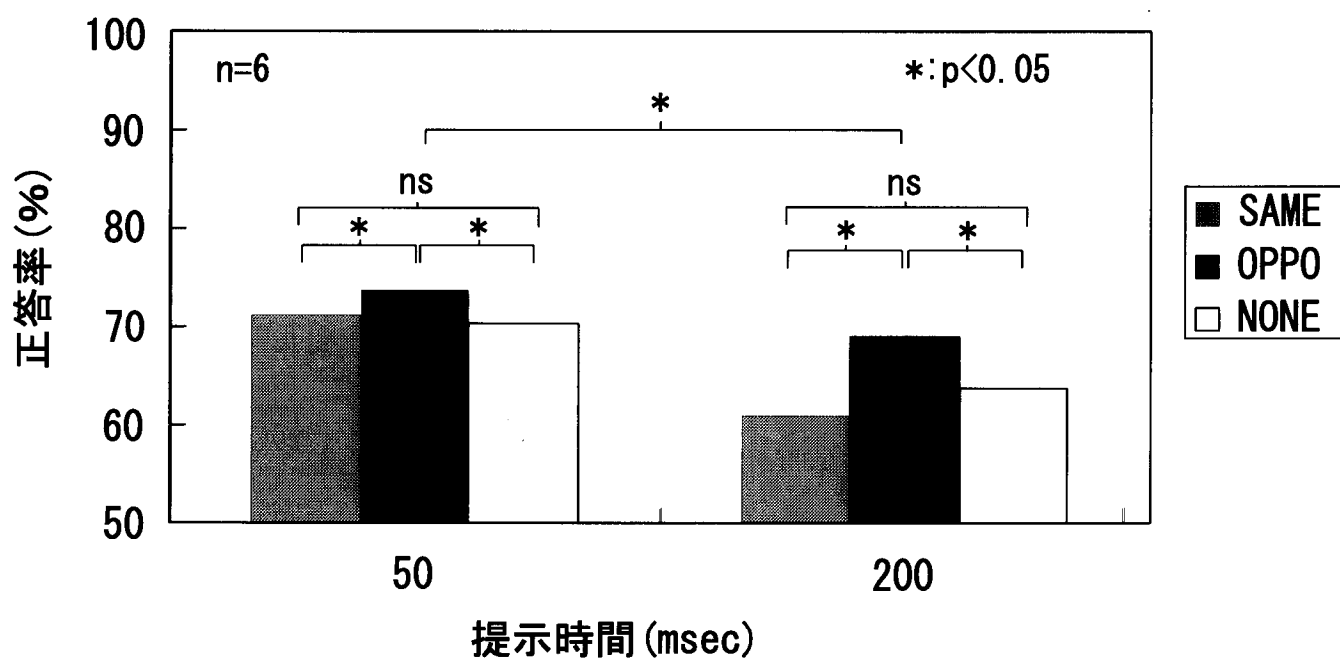


図 3.7 テクスチャ分離刺激が文字弁別に与える影響

3.1.4 考察

テキストチャ分離刺激と目標文字の提示位置との関係を、次の3条件に分けて考えることにする。

- テクスチャ分離刺激と目標文字が同じ側に表示される場合を SAME 条件とする。
- テクスチャ分離刺激と反対側に表示される場合を OPPO 条件とする。
- テクスチャ分離刺激が埋め込まれていない画面が表示される場合を NONE 条件とする。

図 3.7 を見ると、SAME 条件よりも OPPO 条件の方が正答率は高く、NONE 条件と比較しても OPPO 条件の方が正答率が高い。

本実験では、テキストチャ分離刺激と目標文字の表示位置の関係によって、文字弁別の正答率に変化があるかを検証することである。

本実験の仮説は、テキストチャ分離刺激と目標文字が同じ側に提示された場合に正答率が高くなるとした。これは、テキストチャ分離が注意を引きつけることにより、視覚的機能が促進され、同じ側に続けて表示される文字の検出が良くなると考えられるからである。また、これとは逆にテキストチャ分離が表示される側と反対側に文字が表示される場合は、テキストチャ分離刺激によって引きつけられた注意が、文字の方へ移動しなければならず、通常よりも検出率が悪くなる。

提示時間が 50msec と 200msec のどちらの場合でも、SAME 条件での正答率に比べて OPPO 条件の正答率が高いという結果を得られたことは、テキストチャ分離刺激が文字弁別に影響を及ぼしていると言える。しかし、これだけでは SAME 条件、NONE 条件よりも OPPO 条件の方が成績が良いということを説明することはできないため、違う要因が関係していると考えられる。

仮に、テキストチャ分離が注意を引きつけるとすれば、注意はテキストチャ分離領域のどの部分に引きつけられるのかを考えなければならない。

注意が特定の対象に向いていない状態から分離領域に向いたとき、分離領域の全体に対して向くのか、それとも領域の一部に対してなのかを調べなければならない。

テキストチャ分離は、視覚的機能が輪郭を抽出することを指しているため、注意は分離領域の輪郭に対して向くと考える。よって、分離領域の輪郭の大きさが、注意に影響を及ぼしていると考えられる。テキストチャ分離刺激が提示されるのと同じ側に文字が提示されても、促進する効果はないと考えられる。このことを実験により検証する。

3.2 実験 2

3.2.1 目的

テクスチャ分離は、テクスチャの境界を抽出することである。本実験での境界は、テクスチャ分離領域の輪郭となる。テクスチャ分離刺激の提示位置に継続して文字が提示されるなら、各テクスチャ条件での文字検出の正答率に変化があると考えられる。これは、文字検出の際に注意はその文字に向いているため、視覚的注意がテクスチャ分離刺激の影響を受けるものと考えられるためである。

実験 2 は、テクスチャ分離刺激が文字の検出に影響を及ぼすかを調べ、検討するのを目標とする。

3.2.2 方法

被験者

正常な視力または矯正視力を有する 22 歳から 36 歳までの男性 6 名で、いずれもこの実験のためによく訓練した。

実験環境と実験装置

実験 1 と同じであった。

刺激

文字提示画面に妨害刺激が提示されないこと以外は、実験 1 と同様とした。

条件

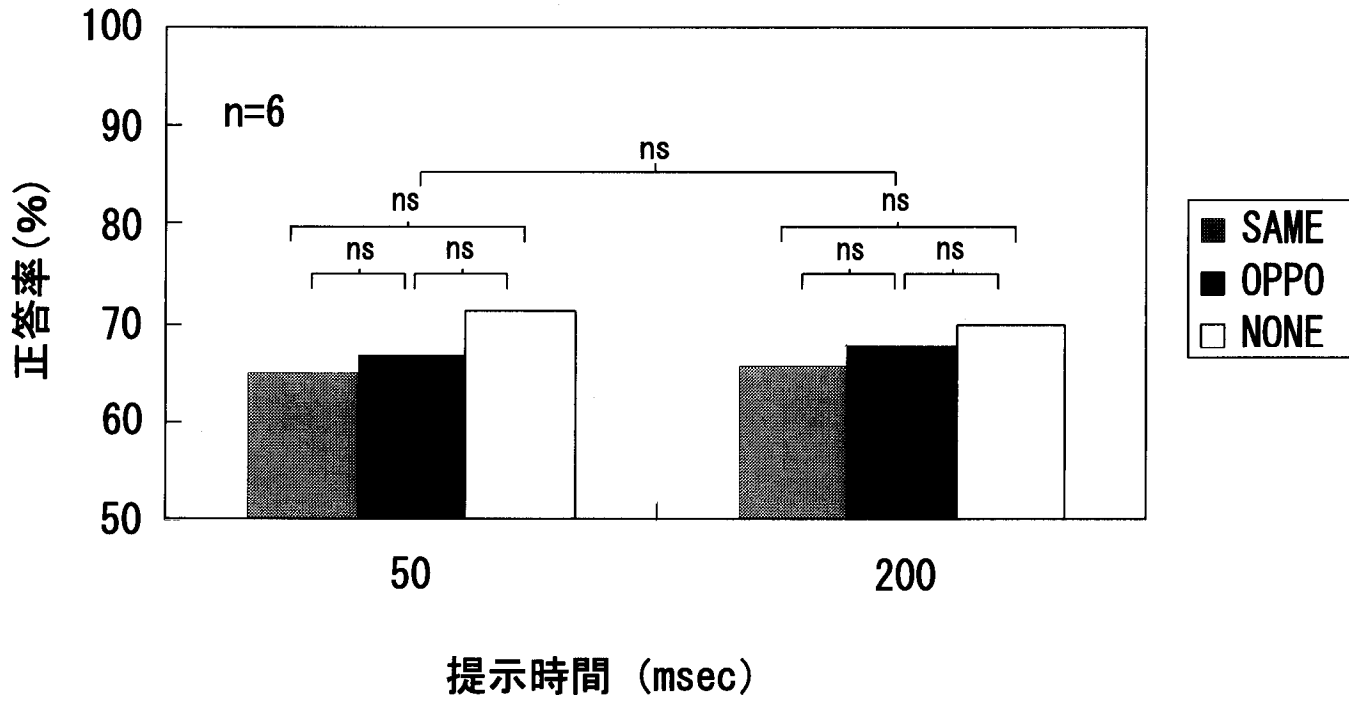
実験 1 と同じとした。

手続き

実験 1 に準じた。

3.2.3 結果

提示時間に主効果の有意差は認められなかった。テクスチャ条件に主効果の有意差は認められなかった。提示時間とテクスチャ条件の間の交互作用にも、有意差は認められなかった。よって SAME, OPPO, NONE の各条件間に有意な差は無い。



提示時間 (msec)
グラフ 3.8 妨害刺激無し

3.2.4 考察

本実験の仮説として、SAME 条件の場合では注意はテクスチャ分離領域の妨害を受け他の2条件（NONE 条件、OPPO 条件）より正答率が低くなると考えた。また NONE 条件では、テクスチャ分離刺激が表示されないため妨害されることがなく、正答率は3条件中で最も高くなるとし、OPPO 条件はテクスチャ分離刺激は表示されるが、目標文字の検出する際に SAME 条件ほどの妨害を受けず、NONE 条件よりは低いが SAME 条件よりは高い正答率となると考えた。このように推測した理由としては、注意は検出する対象の大きさに合わせて伸縮すると考えたためである。背景領域と分離領域の境界、つまり、テクスチャ分離領域の輪郭の大きさに合わせて注意の範囲が広がると考えた。そのため、継続して表示される目標文字を検出するためには、文字の輪郭の大きさに注意の範囲を改めて合わせることになる。その結果、分離領域と目標文字が同じ位置に表示されなかった場合と比べて、視覚的機能の処理すべきことが増えて検出が困難になると予想した。

しかし、実験の結果、条件間に差が認められなかった。これは、妨害文字が提示されない条件では文字の単純な検出課題となり、探索する必要がなくなり各条件間に差が出なかったためと言える。被験者は文字を検出するために文字の提示位置に注意を向けている。文字探索を行わないだけ文字に対して注意を向けやくなり、テクスチャ分離刺激の効果が無くても、十分に注意を移動し易い状態にあったと推察される。文字探索がなければ注意の影響を見ることができないため、次の実験からは妨害文字を提示する。

文字以外の条件で注意の移動に関係するものを考えると、分離領域の大きさがあり、テクスチャ分離刺激の大きさが注意を引きつける際に重要な要因となっているのではないかと考えられる。

注意が、検出する対象の大きさに合わせるとすれば、分離領域の大きさを変化させることで、実験1の文字弁別の成績に変化があると推測できる。以上のことを次の実験で検討する。

3.3 実験3

3.3.1 目的

Joseph and Optican[10] らは、テクスチャ分離刺激が注意を引き付けることにより、探索課題での成績を高くすると述べている。しかし、実験1の結果から、テクスチャ分離刺激が注意に影響を及ぼしていることは確認できたが、Joseph らのように、目標文字の先行手がかりとして、同じ位置に分離刺激を提示しても、促進効果はないように考えられる結果が得られた。

図2.5の Joseph らの実験画面では、テクスチャ分離刺激と目標文字の大きさが同じに

してある。しかし、実験1では目標文字とテクスチャ分離刺激の大きさが異なっている。よって、目標文字の大きさと分離領域の大きさの関係が、注意に影響を及ぼす要因の一つである可能性もある。目標文字の大きさと分離領域の大きさの間に、文字弁別の成績を変化させる要因が含まれているかを検討するため、本実験を行なう。

3.3.2 方法

被験者

正常な視力または矯正視力を有する22歳から36歳までの男性9名で、いずれもこの実験のためによく訓練した。

実験環境と実験装置

実験1と同じであった。

刺激

テクスチャ分離刺激の大きさは、テクスチャ要素 3×3 個の範囲と 7×7 個の範囲の2条件で行った。

実験1で用いたテクスチャ分離画面内の分離領域の大きさを変えた。背景要素に埋め込んだテクスチャ分離刺激の大きさをテクスチャ要素 3×3 個の範囲と 7×7 個の範囲の2条件とし、それぞれ別々に実験を行なった。これ以外の条件は全て実験1と同様にした。

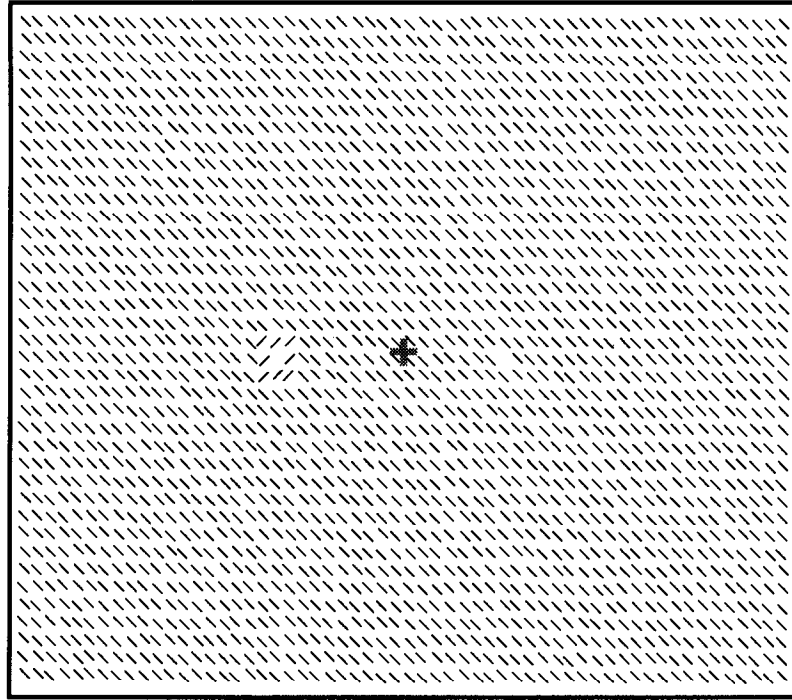


図 A テクスチャ分離領域の例
左側に 3×3 のテクスチャ分離領域を提示したとき.

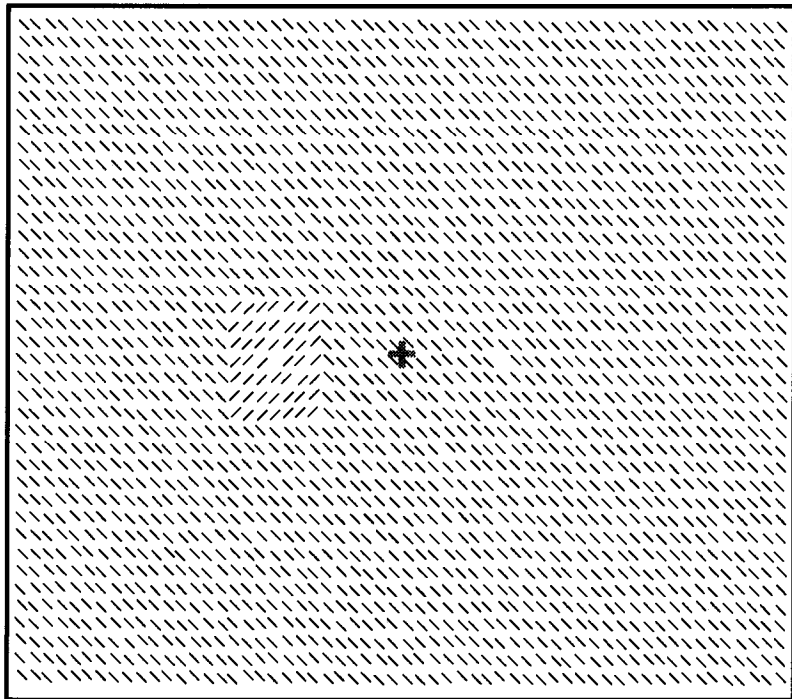


図 B テクスチャ分離領域の例
左側に 7×7 のテクスチャ分離領域を提示したとき.

図 3.9 テクスチャ分離画面の例

条件

実験1と同じとした。

手続き

分離領域の大きさ以外は実験1に準じた。

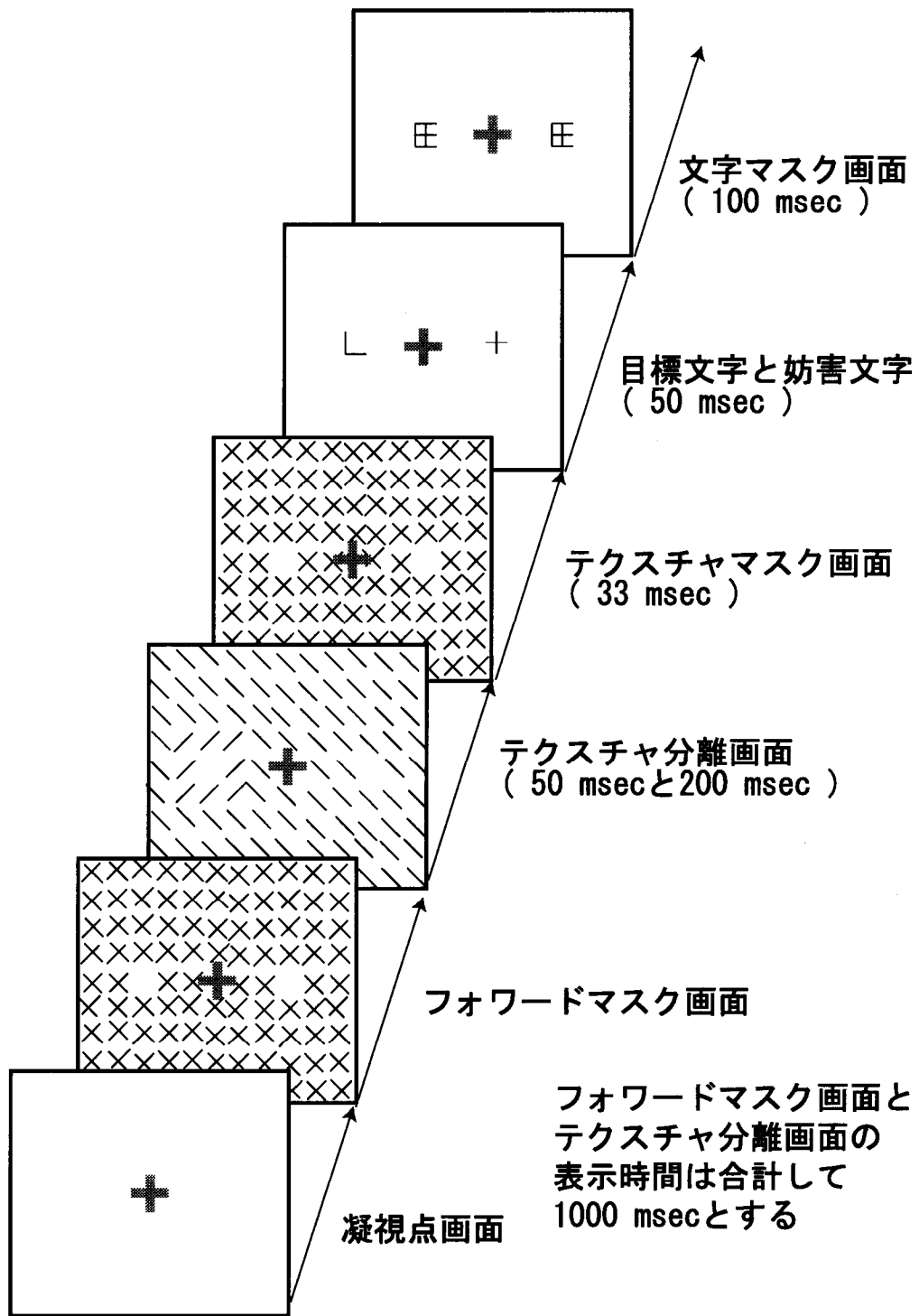


図 3.10 一試行の流れ

3.3.3 結果

分離領域が 3×3 の場合

提示時間に主効果の有意な差は認められなかった。テクスチャ条件に主効果の有意な差は認められなかった。提示時間とテクスチャ条件の交互作用に、有意な差は認められた ($F(2, 16) = 4.33, p < .05$)。

提示時間が 50msec で有意な差が認められたため ($F(2, 16) = 9.73, p < .01$)、LSD 法を用いた下位検定を行なった ($MSe = 19.1570, *p < .05$)。その結果、OPPO 条件は、SAME 条件、NONE 条件よりも正答率が高いことが認められた。

SAME 条件の場合よりも OPPO 条件の場合の方が、正答率は低かった。NONE 条件と比較しても OPPO 条件の方が正答率が低い。

分離領域が 7×7 の場合

提示時間に主効果の有意な差は認められなかった。テクスチャ条件に主効果の有意な差は認められなかった。提示時間とテクスチャ条件の交互作用にも、有意な差は認められなかった。

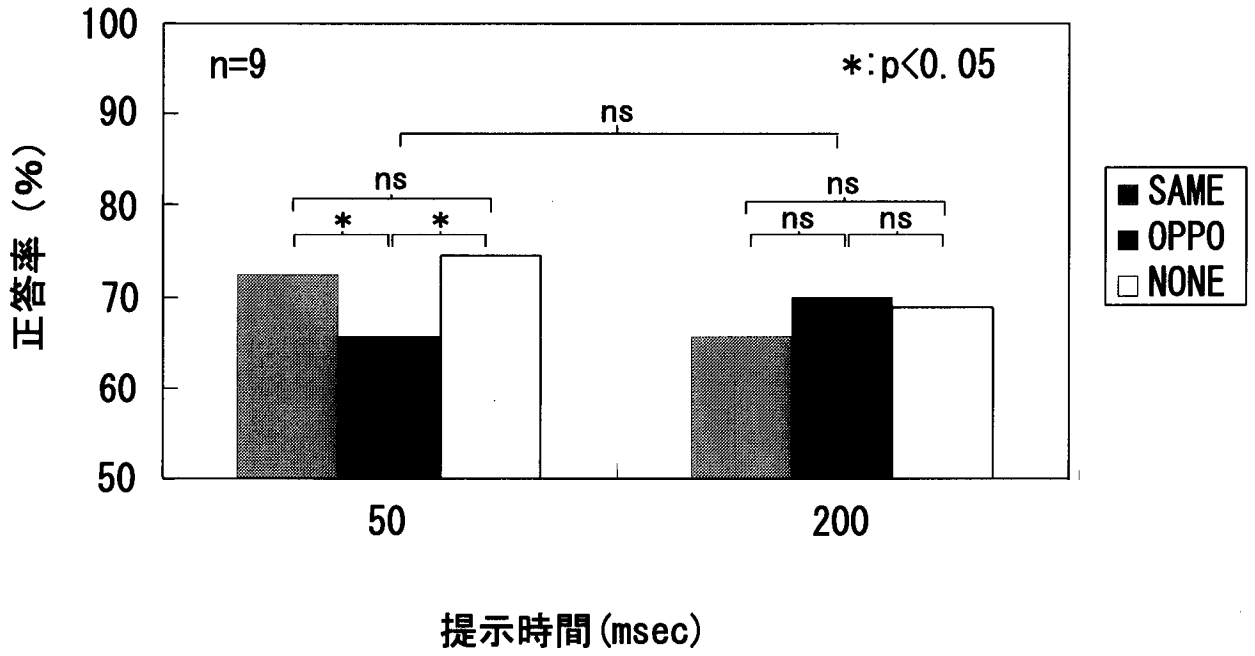


図 3.11 分離領域 3 × 3 の場合

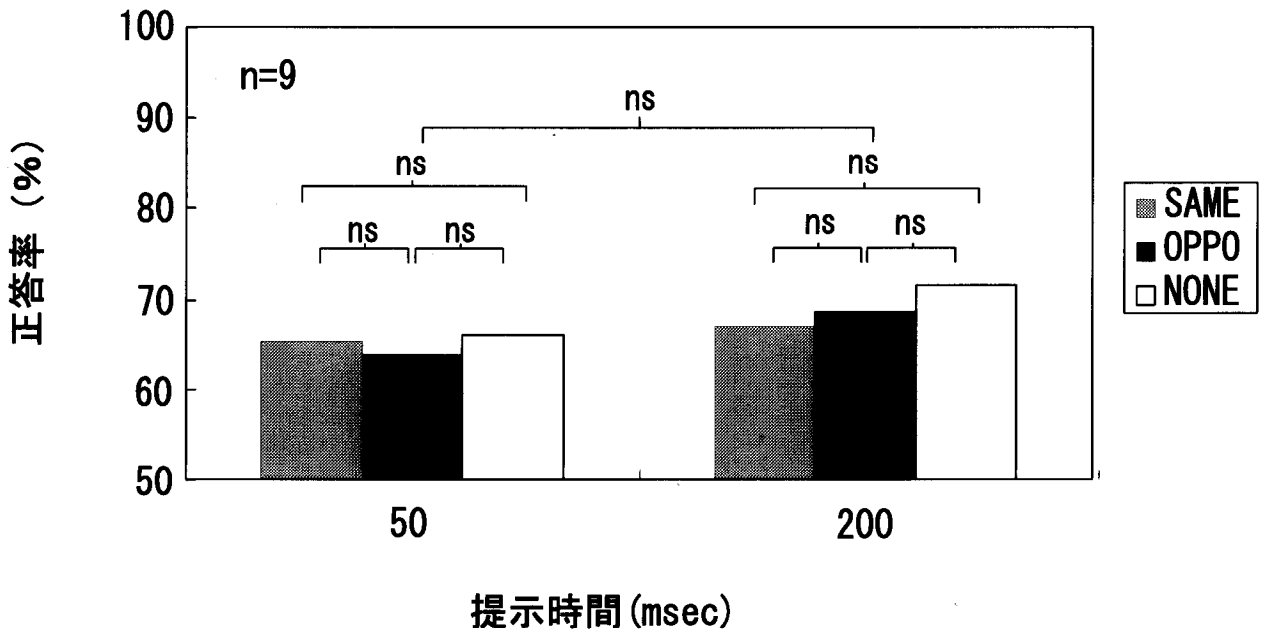


図 3.12 分離領域 7 × 7 の場合

3.3.4 考察

本実験で得られた結果は以下の通りであった。

- 分離領域が 3×3 の場合では、OPPO, SAME 条件に比べて OPPO 条件での正答率が下がる。
- 分離領域が 7×7 の場合では、OPPO, NONE, SAME の各条件間の正答率に差は無い。

分離領域が 7×7 の場合では、分離する領域が目標文字よりも十分に大きいため、領域内のテクスチャは背景のテクスチャとみなされ、目標文字だけが検出対象として処理されていると考えられる。

分離領域が 3×3 の場合では、提示時間が 50msec の条件で差があった。目標文字と同じ程度の大きさであった場合には、分離領域、文字と継続して提示されることにより、先に提示された分離刺激の処理が、後続して提示される目標文字に対して何らかの影響を与えていると言える。

注意は対象の輪郭の大きさに合わせるように伸縮していうように見える。分離領域が 3×3 の場合、分離領域の輪郭の大きさと目標文字の大きさの差が小さくなる。継続して目標文字が分離領域と同じ位置に提示された場合、目標文字と分離領域の両方が、検出すべき対象であるとみなされて視覚的処理がされているとすると、このために文字を検出するには通常よりも努力を要することになると考えられる。しかし、この仮説では OPPO 条件で正答率が高くなることは説明できない。

3×3 の条件かつ提示時間が 200msec では差が見られないが、50msec では、SAME, NONE 条件と比べて OPPO 条件での正答率が低いので、テクスチャ分離刺激と目標文字の大きさの差が小さく提示時間が短いとき、文字検出において妨害効果を与えられられる。

分離領域の大きさによって、文字検出に与える影響が変化することがわかった。しかし、実験 1 では提示時間が 50msec と、200msec のとき条件間に差が見られたが、実験 3 では 50msec だけに差が見られた。テクスチャの提示時間によっても効果が変わると思われる。

時間的な要因にも影響される理由として、テクスチャ分離の検出に必要とする時間が考えられる。本研究で用いているテクスチャ分離刺激の提示時間 (50msec, 200msec) は、テクスチャ分離を検出するのに十分な時間であり、知覚されているかを検討する必要がある。

3.4 実験 4

3.4.1 目的

テクスチャ分離の処理は素早く行われていると考えているが，本実験における提示時間がテクスチャ分離を行うのに十分な時間かを調べる。

テクスチャ分離刺激は 50msec , 200msec の両方において処理されており，このため注意を引き付け，文字弁別に影響を与えていると推察される．このことを検討するために実験を行なう。

3.4.2 方法

被験者

正常な視力または矯正視力を有する 22 歳から 36 歳までの男性 6 名で，いずれもこの実験のためによく訓練した。

実験環境と実験装置

実験 1 と同じであった。

刺激

実験 1 の実験手順の中で，文字提示画面で目標文字と妨害刺激を表示しない条件に設定する。テクスチャ分離刺激の画面は，凝視点をはさんで右側に表示される場合，左側に表示される場合，表示されない場合の 3 種類とし，テクスチャ分離刺激の提示位置はランダムとする。

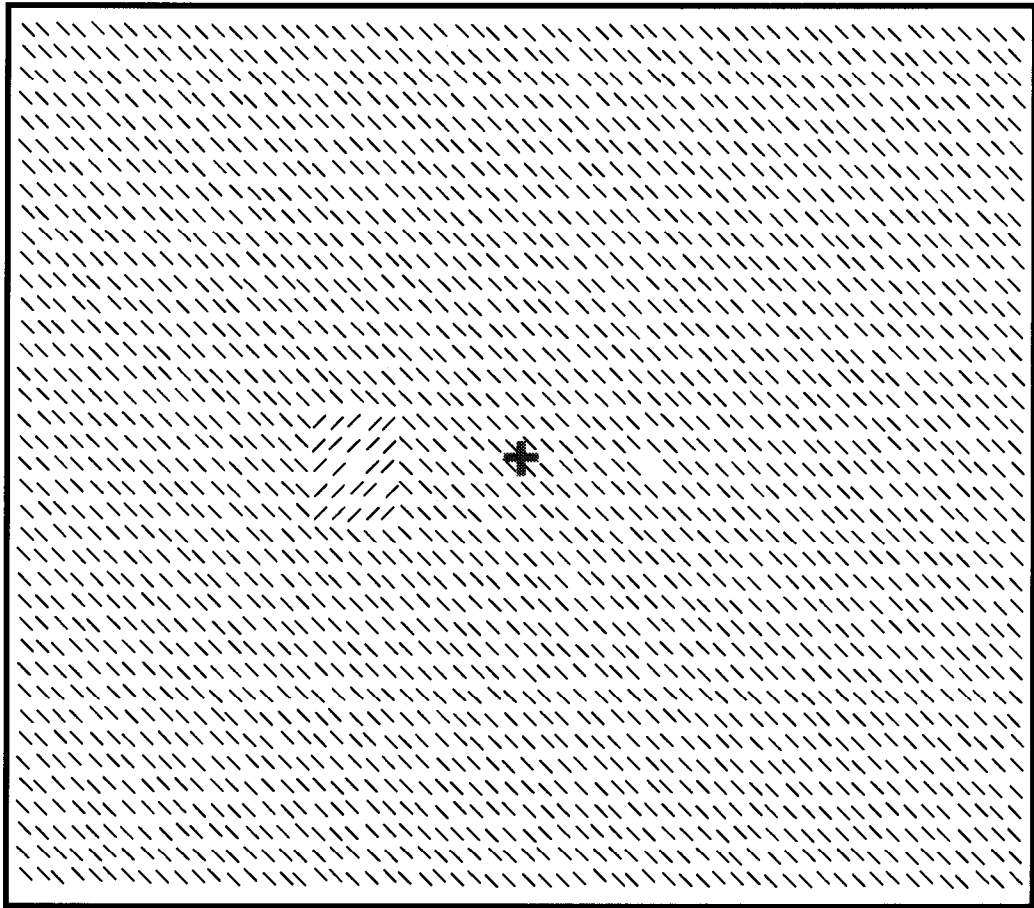


図 3.13 テクスチャ分離画面

条件

被験者には、テクスチャ分離刺激が左側にあった場合にはキーボード上のテンキーの '1' キーを押し、右側にあった場合には '2' キーを押し、分離刺激が無かった場合には '3' キーを押しのように要求した。

被験者の全試行数は 180 試行 ($= 2 \times 2 \times 3 \times 3$) であり 1 ブロック 36 試行ずつで、これを 5 ブロック行なう。テクスチャ分離画面の提示時間は 50msec と 200msec の 2 種類とし、各条件で実験を行なった。

手続き

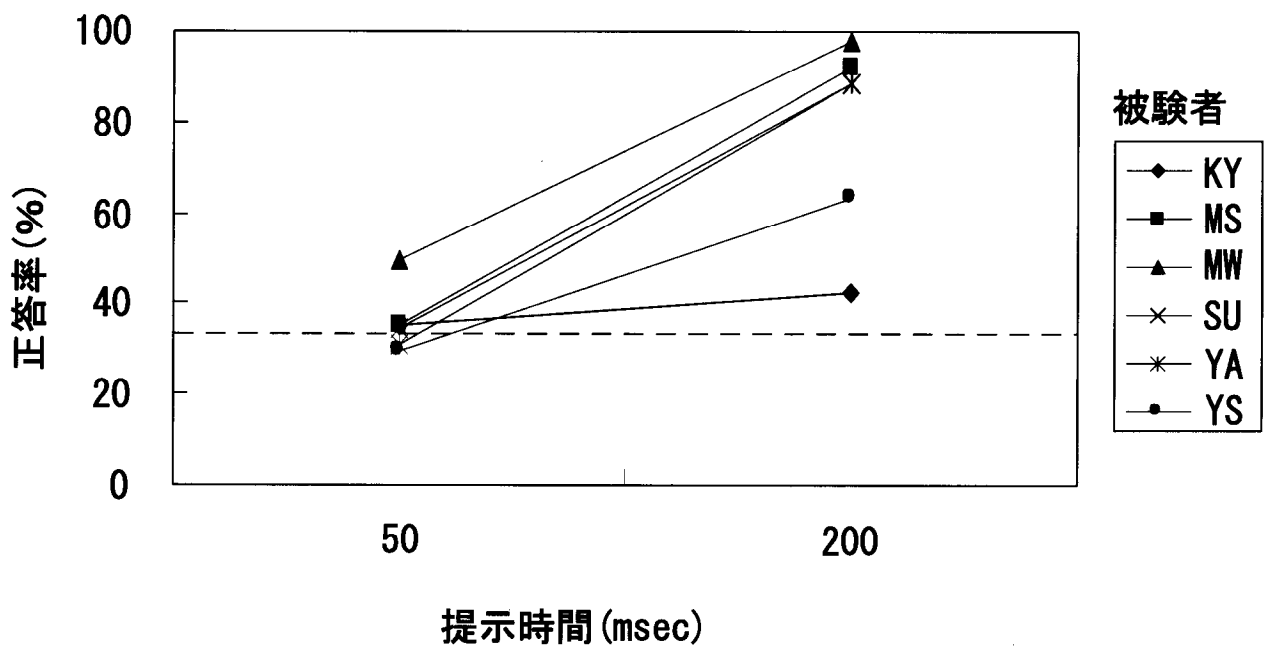
被験者は着席し、机に備え付けられた顎台により頭部を固定する。被験者の課題は、凝視点を見つめたままの状態が表示された画面内に、テクスチャ分離刺激が左右のどちら側にあるか、または無いかをキーボードを押して反応することである。

次に一試行の流れを示す。まず、被験者には凝視点のみ表示してある画面を注視させる。この画面の表示時間は試行ごとに 2.0 秒から 2.5 秒間で長さでランダムに決まるようにする。

次に、フォワードマスク画面を表示する。フォワードマスク画面の提示時間は、継続して表示されるテクスチャ分離画面の提示時間と合計して 1000msec とする。テクスチャ分離画面の提示時間は 50msec と 200msec の 2 条件で計測したので、フォワードマスク画面の時間は前者が 950msec、後者は 800msec となる。継続して、テクスチャマスク画面を 33msec 表示し、背景と同じ輝度の画面を 150msec 提示する。被験者は、テクスチャ分離刺激の提示位置に反応することになる。被験者には、テクスチャ分離刺激が左右どちら側にあったか、または無かったかを応答するように要求した。

3.4.3 結果

テクスチャの識別



グラフ 3.14 テクスチャ分離刺激検出の正答率

3.4.4 考察

テクスチャ分離刺激の提示時間が 200msec の場合は正答率が高く、テクスチャ分離刺激は検出できている。50msec の場合ではほとんどチャンスレベル (33.3%) となった。つまり、被験者はテクスチャ分離刺激のみを検出する課題を十分に遂行できなかった。これら 2 つの結果から、テクスチャ分離刺激の提示時間が 50msec の場合においては、視覚的処理は行われているが知覚はされていないと推測できる。実験 1 及び、実験 3 の結果から、テクスチャ分離刺激は 50msec の提示時間で文字の検出に影響を及ぼしていると考えられる。テクスチャ分離が行なわれるより先に、注意は分離刺激によって影響を受けていると考えられる。

第 4 章

全体の考察

最初の仮説では、テキストチャ分離は注意を引き付けるということであった。また、分離領域は注意を引き付けないという結果が得られれば、本実験では仮説を証明することが出来ないため、実験内容を改めることにしていた。しかし、実験1と実験3の結果から解ったのは、当初予想していたケースのどれにも当てはまらない、テキストチャ分離が提示されたのとは反対側の処理を促進、あるいは妨害するという結果だった。

テキストチャ分離刺激の分離領域が 3×3 かつ提示時間が 50msec では OPPO 条件で低くなり、テキストチャ分離刺激の分離領域が 5×5 かつ提示時間が 200msec では OPPO 条件が高くなった。これは、テキストチャ分離刺激が検出できる時間領域と検出できない時間領域では、文字弁別に対して与える作用が異なり、その作用は、テキストチャ分離領域と目標文字の大きさに依存していると考えられる。

実験4より、 50msec ではテキストチャ分離を知覚できないことがわかった。しかし、実験3の結果から、テキストチャ分離が検出できない条件であっても文字弁別課題の成績にテキストチャ分離刺激が影響を与えていることがわかった。

	3×3	5×5	7×7
50msec	OPPO 条件が低くなった	OPPO 条件が高くなった	効果が無かった
200msec	効果が無かった	OPPO 条件が高くなった	効果が無かった

表 3.1 テクスチャ分離画面

4.1 注意の移動に関するモデル

何の対象にも向いていない注意は、‘もや’のような不定形で存在していると考えると(図 4.1(A))、注意は特定の対象に向いた場合、その輪郭に合わせるように伸縮し、その結果対象を検出していると考えられる(図 4.1(B))。

図 4.2(A) のように、同じ位置に分離領域と目標文字が現われたとしても、一方が注意の伸縮する大きさよりも大きい場合には検出処理されない。これは、分離領域が背景として処理されているためと考えられる。そのため、図 4.2(B) のように分離領域が目標文字の反対側に現われたとしても、何ら影響を及ぼすことはない。

図 4.3(A) のように、分離領域が目標文字と同程度の大きさであると、テクスチャ分離が注意を引きつける。しかし、引きつけられた注意によって文字検出が促進することはなく、その影響は文字弁別の際に妨害的な効果として現われると考えられる。これは、分離領域が目標文字と同じくらいの大きさであるため、分離領域と文字の両方を処理すべき対象と捕らえてしまい、注意の移動がスムーズにできないためと考えられる。

図 4.3(B) では、テクスチャ分離の影響は見られない。分離領域は、妨害文字の一部として処理されているのではないかと思われる。

分離領域が 5×5 の場合では、テクスチャ分離が目標文字と同じ側に提示されても、文字検出に影響を及ぼさない(図 4.4(A))。目標文字と分離刺激が互いに反対側に提示されると、文字弁別の正答率を高める影響が見える。(図 4.4(B)) これは大変興味深いことである。しかし、この仮説では説明することができない。

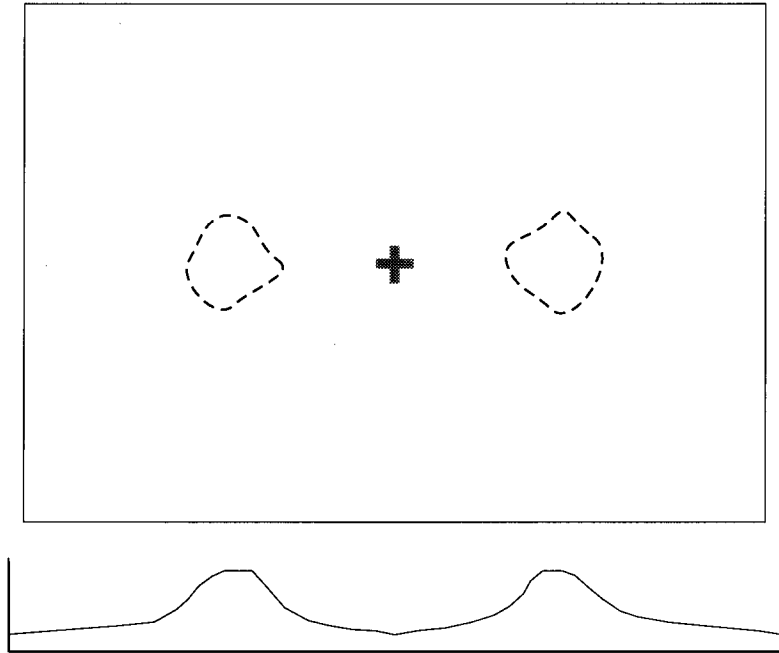


図 A

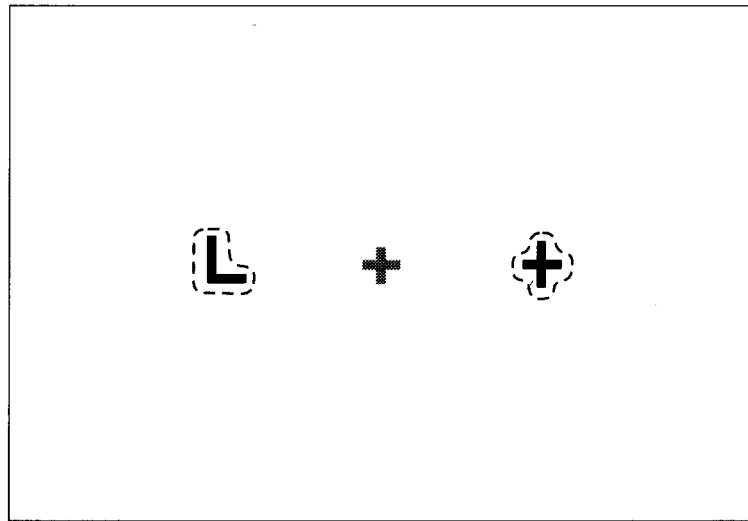


図 B

図 4.1 目標文字を検出するときの注意の移動に関する仮説

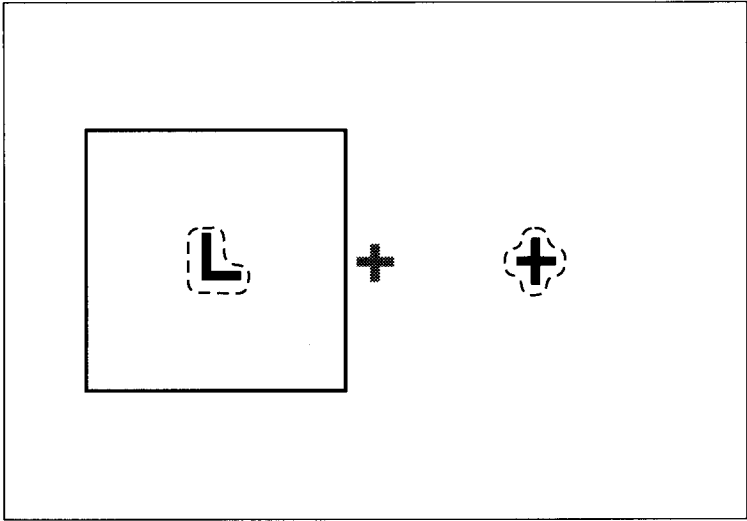


図 A

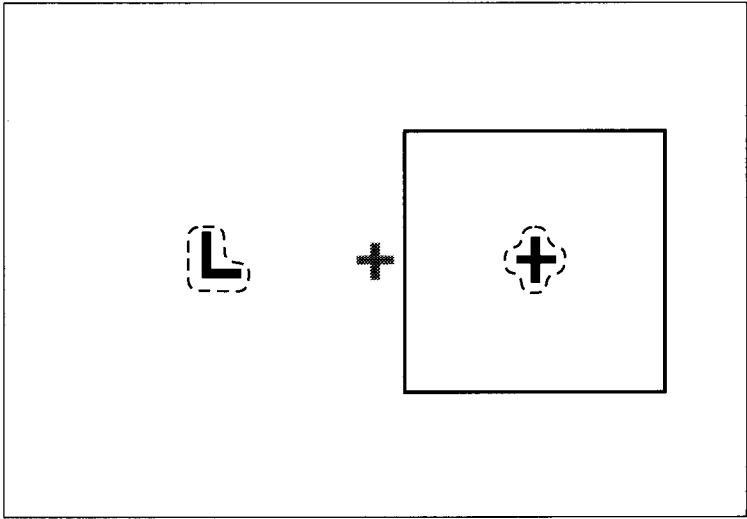


図 B

図 4.2 分離領域 7 × 7 でテクスチャ分離刺激が注意に与える影響の仮説

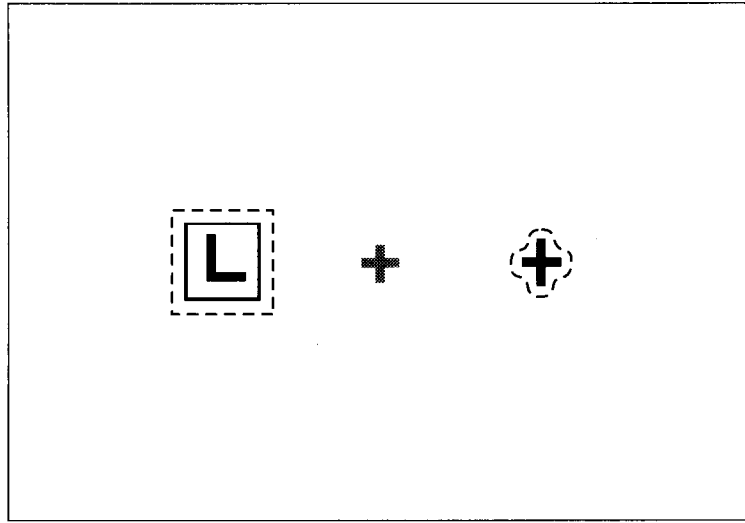


図 A

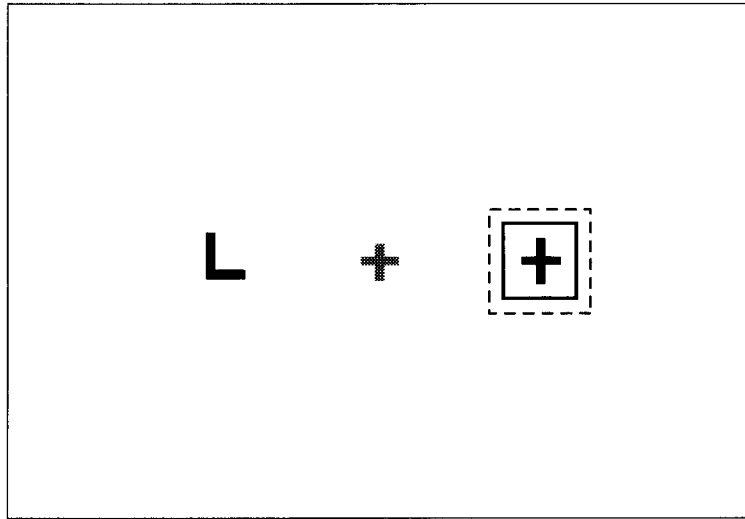


図 B

図 4.3 分離領域が 3×3 でテクスチャ分離刺激が注意に与える影響の仮説

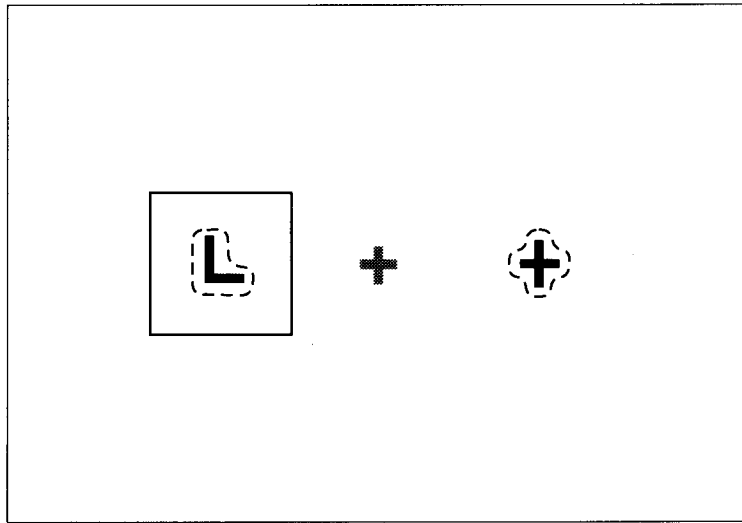


図 A

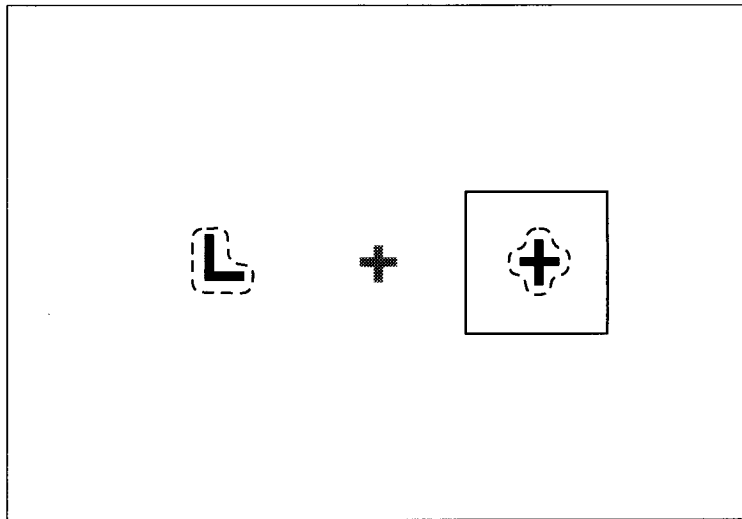


図 B

図 4.4 分離領域が 5 × 5 でテクスチャ分離刺激が注意に与える影響の仮説

4.2 おわりに

テクスチャ分離は前注意過程によるものと考えられ、その検出の処理も前注意的におこなわれると考えられてきた。そのため、注意とテクスチャ分離の関係について議論されることがあまりなかった。これに対して、今回の実験によってテクスチャ刺激に伴う処理過程が他の情報処理過程に与える影響は、空間的、時間的に変化していることが示唆された。そして、これらの結果からテクスチャ処理にかかわる過程が、注意に影響を与えている可能性が示された。また、検出不可能なテクスチャ分離刺激が、文字弁別課題の成績に影響を及ぼしうることもわかった。

本研究によって知覚と注意のダイナミクスに迫る一つの結果が得られた。

謝辞

本論文の作成にあたり，主任指導教官である阪口 豊 助教授に終始丁寧かつ適切な御指導を頂きました。先生からは，知覚心理学における知識から，研究に対する姿勢，考え方まで幅広い面で多くのもを教えて頂きました。出澤 正徳 教授には，研究を進めていく上で指針となるべき有形無形の指導をして頂きました。また，関根 道昭 助手には知覚体制化や心理学実験における様々な問題において助言して頂きました。その他，長時間に渡る実験の被験者を快く引き受けてくれたヒューマンインターフェース学講座の皆様に深く感謝します。そして，筆者の相談相手となり最大限の支援をしてくれた妹の純子と両親に感謝しつつ論文を終わりたいと思います。

参考文献

- [1] A. トリーズマン : “特徴と対象の視覚情報処理”, *SCIENTIFIC AMERICAN* 日本版, 1, 86--98, 1987
- [2] 熊田 孝恒, 菊地 正 : “注意とは何か”, *科学*, 64(4), 207--215, 1994
- [3] 関根 道昭, 菊地 正: “広い視野におけるテクスチャー分離”, *心理学研究*, 66, 91--99, 1995
- [4] 関根 道昭 , 菊地 正: “テクスチャー分離に及ぼす提示時間と背景面積の影響”, *心理学研究*, 69, 15--23, 1995
- [5] 関根 道昭: “広い視野におけるテクスチャー分離”, 博士論文(筑波大学), 1998
- [6] M.I.Posner: “ORIENTING OF ATTENTION”, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32 , 3--25, 1980
- [7] Crick, F.H.C: “The function of the thalamic reticular complex : the searchlight hypothesis”, *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 81 , 4586--4590, 1984
- [8] A.Treisman & S.Gormican : “Feature analysis in early vision : Evidence from search asymmetry”, *Psychological , Review*, 95, 15--48, 1988
- [9] 熊田 孝恒: “ポップアウト”, *数理科学*, (345), 78--82 , 1992
- [10] J.S.Joseph, L.M.Optican : “Involuntary attentional shift due to orientation differences”, *Perception Psychophysics*, 58, 651--665, 1996
- [11] 大山 正, 今井 省吾, 和気 典二: “新編 感覚・知覚 心理学 ハンドブック”, 誠信書房, 949--951, 1994