

氏名	酒井浩二
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	情博第6号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	情報学研究科知能情報学専攻
学位論文題目	視覚短期記憶の時空間特性

論文調査委員 (主査) 教授 乾 敏郎 教授 池田克夫 教授 松山隆司

論文内容の要旨

本論文は、視覚短期記憶の時空間特性を論じた結果をまとめたもので、9章からなっている。心理実験による視覚短期記憶特性の厳密な定量化と、実験データを予測する再認モデルの構築が、その主な内容である。

第1章では、本論文の主題となる記憶ノイズによる忘却、記憶容量、分節表現について説明し、次の仮説を提案した。(1) 図形は凹部で分節されて凸部が部分として視覚短期記憶に保持される。(2) 各凸部の刺激値は正規ランダム変数として独立に視覚短期記憶で保持され、記憶ノイズの増大により忘却される。

第2章では、図形の複雑さの評定実験により図形の符号化特性を検討した。周囲長が一定でも凹凸数の増大により図形の心理的複雑さは増大した。図形の心理的複雑さの主要因は凹凸数であり、周囲長は凹凸数の増大により間接的に影響することが示された。図形の符号化は凹凸構造に基づき、各凸部が部分として知覚されると解釈された。

第3章では、図形の類似度判断により再認記憶における図形の照合過程を検討した。2図形間の心理的距離は2図形のずれ率の線形関数として上昇し、対となる2図形の複雑さの増大により低下した。しかし、2図形間で各凸部のずれ率の平均が一定の場合、どの複雑さの図形の対でも心理的距離はほぼ一定となった。図形は凹部で分節され、2図形間で照合された各凸部の差異の平均化により類似度判断されると解釈された。

第4章では、再認時の差異感に基づく再認判断過程を検討した。ターゲット(T)とディストラクタ(D)のずれ率の増大により再認成績は線形的に上昇し、図形の再認成績はTとDのずれ率を信号とする信号検出理論に従うことが示唆された。また、TとDのずれ率が一定でも対となる凹凸数の増大により再認の混同は増大し、2図形の心理的類似度と再認の混同は共変することが示された。

第5章では、図形の再認困難性により大きく影響する図形の物理変数を検討した。図形の凹凸数と各凸部の長さの両変数が、図形の再認困難性の大きな要因となり、両変数の増大により周囲長は間接的に影響することが示された。そして、周囲長に依存せず各凸部ごとに記憶ノイズが生じる妥当性が示唆された。

第6章では、忘却率に及ぼす図形の複雑さの効果を検討した。図形の複雑さに関わらず忘却は8 sec 続き、図形の複雑さは忘却率に大きく影響しなかった。忘却に及ぼす複雑さの効果は、判断過程の混同に及ぼす効果に比べてかなり低いことが示された。保持過程での視覚的リハーサルは、複雑な図形でも正確な記憶保持に大きく機能すると解釈された。

第7章では、忘却率に及ぼす刺激提示時間の効果を検討した。図形の複雑さに関わらず、提示時間の増大により忘却率は低下した。図形の獲得は300 ms 程度の提示時間で十分であるが、図形が十数秒程度正確に保持され続けるには1 sec 程度の提示時間を要することが示された。また、比較的長い提示時間でも忘却は16 sec 続いた。提示時間の増大により、忘却率は大きく低下するが忘却は回避されることが示された。

第8章では、信号検出理論に基づく視覚短期記憶の再認モデルを構築した。モデルでは、本実験の再認成績が獲得、記憶保持、判断の3過程の作用により説明された。5つのパラメータ設定により本再認実験での4実験変数の効果がうまく説明され、1章での仮説の十分性が示された。記憶ノイズは保持時間の線形関数として増大し、記憶ノイズの増加率は提示時間

の反比例関数として低下した。また、保持時間が十数秒程度経過してもほとんど忘却しない図形の複雑さを記憶容量と定義した場合、記憶容量は凹凸数4であることが示された。図形の複雑さは上記の3過程の処理制限に作用するが、判断過程の混同が、複雑な図形の再認が困難になる大きな要因であることが示された。

第9章では、総括として本論文で得られた知見をまとめた。輪郭図形の再認記憶は、TとDのずれ率を信号とする信号検出理論により説明されることを指摘した。また、視覚短期記憶の忘却要因として記憶ノイズの十分性を指摘し、視覚的リハーサルの観点から記憶容量を考察した。そして1章の仮説の必要性を検証するため、今後の展望として曲率の短期記憶特性の検討について述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、視覚短期記憶の時空間特性を研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 信号検出理論に基づく輪郭線図形の再認記憶モデルが提案された。モデルでは、獲得・記憶保持・判断の3過程の特性に基づき再認成績が説明された。記憶すべきパターンとテストで用いられるパターンの心理的距離が再認記憶の信号となり、忘却要因は内部表現の信号の分散が増大するためと考えられた。また、分散の増加率に及ぼす時空間要因が考察された。

(2) 記憶実験に先立ち、輪郭線図形の物理変数を規定し、図形の複雑さと類似度の評定実験により、図形の物理量と心理量の対応関係を定量化した。

(3) 図形の複雑さと記憶表現の構造の關係に着目して、心理実験によりモデルの妥当性を検証した。その結果、視覚短期記憶の忘却の不可避性が示され、図形の内部表現および忘却に及ぼす時空間要因が明らかにされた。

(4) 多くの再認実験データがモデルにより正確に予測され、また保持時間がかなり長くてもモデルの予測力は高いことが実証された。具体的には、視覚短期記憶での凹部分節表現および忘却要因として内部表現の信号の分散増大によって再認実験データが説明されることが判明した。

以上、数理モデルの構築により別個に記憶の要因を検討した実験データが関連づけられ、より一般的な枠組みで視覚短期記憶特性が説明される点は高く評価できる。ただし厳密な定量化を重視している反面、抽象的な図形のみでの短期記憶の検討にとどまっておき、日常的な物体表現への発展が期待される。今後、ニューロンレベルでの諸現象と対比的に検討することで、本論文は詳細な記憶メカニズムの解明に大きく寄与しうると考えられる。

よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成12年1月26日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。