

## 審査の結果の要旨

氏名 三ヶ尻 陽一

情報処理システムの信頼性が向上したため、人に起因する事故が相対的に増えており、人にとって判断しやすい情報を提示することの重要性が増している。本論文では、神経活動が見せる複雑系の振る舞いを基礎においた人間モデルを構築し、このモデルから反応時間分布と誤りの関係を導出している。そして、モデルから導出される関数を用いて反応時間分布を分析することで、ある情報が人にとって判断しやすいものであるか調べる方法を提案している。

### 第1章「研究の背景と目的」

情報処理システムのユーザーインタフェースに、ストループ課題のような反応の競合を引き起こす情報が含まれていた場合、操作時間が長くなり誤りが増えるだけでなく、自我消耗と呼ばれる自制が利かない状態にユーザーを陥らせ、生活の質を低下させるおそれがあることを指摘している。そして、コンピュータに代わるアナロジーの提案と、人間モデルの構築を通じて、反応の競合を検出する指標を導出することが本研究の目的であると述べている。

### 第2章「心理学における反応時間の取り扱い」

客観的で、情報処理システムでも取得がしやすく、心理学研究において最も頻繁に用いられている指標の一つである反応時間が、心理学研究においてどのように分析されてきたのか整理している。そして、従来手法を用いて情報処理システムのユーザーインタフェースを評価しようとした場合には統計モデルである *ex-Gaussian* 分布によるフィッティングが最も適していると述べている。

### 第3章「予備実験 *ex-Gaussian* 分布は反応時間分布に適合するか」

二つの心理実験を行い、反応時間分布が *ex-Gaussian* 分布に従うのか検証している。そして、従来手法における反応時間分析の課題について述べ、反応時間分布を再現できる分布関数の必要性について論じている。

#### 第 4 章「適切なアナロジー」

コンピュータメタファーに代わるアナロジーとして神経活動を用いることにし、自己組織化臨界現象の性質を再現する砂山モデルを用いたコンピュータシミュレーションによって神経活動の性質を導出している。そして、シミュレーションの結果と神経活動に関する先行研究を対応付けることで反応時間と誤りの関係を導出し、砂山モデルを拡張することで課題の違いや個人差を解釈するための枠組みも提案している。

#### 第 5 章「Dual System」

二つの指数分布に対して AND 演算を取ったものが反応時間分布とよく似ていることを指摘する一方で、注意の瞬きや見落としの回避と呼ばれる認知の失敗が、同一モデルの OR 演算によって説明され得ることをコンピュータシミュレーションによって示している。

#### 第 6 章「反応時間分布と誤りのモデルとその検証」

第 4 章で拡張した砂山モデルを、第 5 章で行ったように Dual System 化して人間モデルを構築し、二つの砂山の処理時間に対して AND 演算を行うことで分布関数を導出して、この関数が *ex-Gaussian* 分布よりも反応時間分布に当てはまることを述べている。さらに、反応の競合がある場合とない場合の反応時間に対して人間モデルを用いた分析を行い、反応の競合を人間モデルのパラメータで分離できることと、第 4 章で導出した反応時間と誤りの関係を検証している。

#### 第 7 章「総合考察」

砂山モデルが再現する自己組織化臨界現象という複雑系の現象を基礎に置いて構築した人間モデルは、反応時間分布や誤りのみならず注意の瞬きや見落としの回避といった複数の現象に対して分野横断的な説明が与えられることを指摘し、心理学研究における全体主義的な捉え方の重要性を述べている。さらに展望において、本論文で提案している分析方法によって個人差や個人内の変動を扱える可能性について述べている。

#### 第 8 章「結論」

第 1 章で挙げた三つの目的が達成されたのか述べている。具体的には、神経活動が見せる自己組織化臨界現象の性質がコンピュータメタファーに代わるアナロジーに対応し、拡張した砂山モデルを並列化して構築した反応時間分布や注意の瞬きを再現するモデルが人間モデルに対応することを述べている。そし

て、構築した人間モデルのパラメータを反応の競合を検出する指標として提案している。

筆者によって提案された分析方法を用いることで、ユーザーインタフェースに含まれる反応の競合を検出することが可能になった。これにより、ユーザーインタフェース改善の効率が向上し、誤りや自我消耗による業務や生活の質の低下を防ぐことができる。さらに、本論文を通じて得られた知見は、ヒューマンインタフェースに適用できるだけでなく、心理学研究に対して新たな分析方法と解釈の枠組みを提供するものであり、工学以外の分野の発展にも寄与することができる。と考えられる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。