

## 審査の結果の要旨

氏名 水野 加寿代

本論文は、画像の探索型検索において、円滑な対話的処理を実現するための手法を体系的に論じたものである。検索におけるユーザの要求は多様であり、ユーザは検索の開始時には曖昧なイメージしか持たない場合も多い。探索型検索とは、このような場合に、ユーザがシステムの応答を手がかりに検索空間を対話的に探索して、自らの検索要求を明確化しながら情報を入手するプロセスである。

ここで画像検索においては、ユーザが画像の視覚的な理解に基づき思い描く直観的なカテゴリと、システムが画像特徴に基づき抽出するカテゴリは必ずしも一致していない。本論文では、画像の探索型検索の本質を、両者のカテゴリ不一致の解消であると捉え、ユーザの認知的負荷を軽減する方法を、編集 (Manipulation)、対話的処理 (Interaction)、可視化 (Visualization) の3つの側面から考究している。論文中では、カテゴリ操作として、「システムが定義する特徴空間におけるカテゴリ操作」、「システムがユーザに提示する空間におけるカテゴリ操作」、「ユーザの思い描く空間におけるカテゴリ操作」の3つをあげ、大きさや操作の自由度が異なるこれら3種類のカテゴリ操作を一致させる手段の重要性を論じている。これらの議論を踏まえて、特徴空間におけるカテゴリの編集、提示空間を介した対話的処理による検索ナビゲーション、カテゴリ操作自体の可視化による視認性の向上の3つの課題に取り組み、手法の提案と有効性の検証を行っている。

本論文は7章から構成される。第1章では、研究の動機を述べるとともに論文全体の貢献を明らかにしている。第2章では、探索型探索を概観するとともに、高次元データの探索および操作、検索インタフェース、可視化に関する従来研究について俯瞰的に述べている。

第3章では、画像特徴空間中で定義されたカテゴリの操作をユーザが単純な操作で行えるデータ構造と編集手法を提案している。従来から、画像間の距離を局所的に変更する手法や特徴空間全体を変換する手法は提案されていたが、本論文の手法はカテゴリ自体を編集する手段を提供する点に新規性がある。そのために提案手法では、画像間と画像カテゴリ間の二つのレベルの距離関係を保持しており、ユーザはカテゴリ間距離を編集することで、特徴空間におけるカテゴリ分類を自分のカテゴリ分類に近づけることが

できる。論文中では、実際にシステムを実装した結果を報告し、効率的な計算が可能であることを示すとともに、被験者実験を通して提案手法の有効性を示している。

第4章では、画像特徴量とキーワード情報の提示により、ユーザのカテゴリ操作を支援する対話的処理手法について述べている。提案手法ではユーザが、画像特徴量に基づく操作とキーワードに基づく操作の2つのモダリティを行き来しながら検索・閲覧を行い、検索対象に関する理解を深めながら検索要求を明確化するプロセスを支援する。実験では、オンライン・ショッピングサイトの画像を用いた被験者による評価を実施し、ユーザが検索対象のカテゴリに関する十分な事前知識を持たない場合でも、提案手法を用いることにより有効な検索支援が実現できることを示している。

第5章では、ユーザの視認性の向上を目的としたカテゴリ操作の可視化手法を提案している。探索型検索によって生じたカテゴリ構造の変化について、その過程をアクション列に分解し、アニメーションとしてわかりやすく画面上に提示するための手法を提案している。また、提案する可視化手法がカテゴリ編集過程の理解を向上させ見落としを防ぐことを被験者実験により示し、さらなる課題や改善の方策を述べている。

第6章では、論文全体の要約を示しその重要性を明らかにするとともに、今後の研究の方向性を議論している。

以上で述べたように本論文は、画像の探索型検索を、ユーザが思い描く直観的なカテゴリと、システムが抽出するカテゴリ間の不一致の解消という、従来にない新しい視点で捉えた点で画期的である。論文中では、それを解決する上で必要となる課題を3つ提示し、それぞれに対してオリジナリティのある技術的手段を提案して、被験者実験により有効性を示している。ユーザインタフェースや可視化の優れた研究成果として、画像の探索型検索の研究分野に発展に大きく貢献することが期待される。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。