

論文内容の要旨

博士論文題目

3次元ユーザインタフェースと拡張現実感を用いた情報ブラウジング手法に関する研究

氏名 大隈隆史

(論文内容の要旨)

計算機ネットワーク環境の爆発的な普及は大規模な情報を利用する機会を増加させ、効果的な情報ブラウジング手法への要求が高まっている。情報のブラウジング時には対象となる情報の全体構造と注目部分の詳細な内容が同時に把握できることが望ましい。しかし、一般的な計算機環境ではこれらを同時に把握することは難しい。そこで、本論文では情報の全体構造と注目部分の詳細な内容の同時把握を可能にする情報作業空間の構築を目指して、3次元ユーザインタフェースを用いた情報の視覚化手法と拡張現実感による情報提示空間の拡大手法を提案している。本論文は以下の5章から構成されている。

第1章では、情報作業空間と情報のブラウジング手法について概観し、本研究の背景と目的及び具体的なアプローチについて述べている。

第2章では、計算機でよく扱われる階層構造情報の視覚化手法を提案している。情報の全体構造と注目部分の詳細な内容を同時に把握できる視覚化手法として3次元視覚化が注目されており、本論文では、まず、階層構造の3次元視覚化手法として知られている Cone Tree について評価実験を通じた検討を行ない、ブラウジング時に利用される階層内の順序情報の表現が不十分であることを指摘している。次に、この問題を解決するために、階層構造の各階層を3次元の螺旋上に配置することにより順序を視覚化する Spiral Tree を提案している。また、比較実験により目標探索タスクにおける Spiral Tree の優位性を検証している。

第3章では、情報提示空間の拡大手法について議論している。従来は、情報作業空間を CRT 画面領域内への透視投影表示でユーザに提示することが多い。しかし、提示される情報が大規模になると CRT 画面領域内が繁雑になり、ユーザの理解を妨げる。そこで、本論文では拡張現実感技術を用いて情報作業空間を提示する領域を拡大する手法を提案している。拡張現実感技術とは現実環境と仮想環境を合成して提示する技術で、電子化された情報を仮想物体として現実環境に重畳して提示することが可能となる。提案手法は CRT の外側の領域を HMD による拡張現実環境でユーザに提示するというものである。この重畳表示環境は解像度の高い CRT 領域と HMD によって提示される広い空間を同時に利用できるという利点をもっており、評価実験によりその有効性を確認している。しかし、CRT 領域と HMD 領域の間に位置ずれが生じるなど、拡張現実環境における位置整合性の問題に課題が残った。

第4章では、この位置整合性の問題を解決するために、HMD に取り付けられたカメラで撮影された実環境画像からカメラの位置・姿勢情報を獲得することによる実環境と仮想環境の位置合わせについて検討している。本論文では、実環境中に設置された複数のカラーマーカをカメラで撮影し、画像内でのマーカ位置から実時間でカメラパラメータ（すなわち、視点情報）を推定する手法を提案している。提案手法によるカメラパラメータ推定に基づくビデオスルー型拡張現実環境を実際に構築し、実験を通して有効性を確認している。

最後に第5章では、本研究の総括として、得られた成果に対する考察と今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、計算機のインタフェースにおいて効果的な情報のブラウジングを可能にする情報の視覚化手法と情報提示空間の拡大手法について述べている。情報のブラウジング時には対象となる情報の全体構造と注目部分の詳細な内容が同時に把握できることが望ましいが、一般的な計算機環境ではこれらを同時に把握することは難しい。本論文では、この問題を解決するために、3次元ユーザインタフェースを用いた情報の視覚化手法と拡張現実感による情報提示空間の拡大手法を提案している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 計算機でよく扱われる情報は階層構造を有していることが多く、階層構造の全体と詳細を同時に把握できる効果的な視覚化が重要な課題になっている。ここでは、階層構造の3次元視覚化手法として知られている Cone Tree について評価実験を通じた検討を行ない、ブラウジング時に利用される階層内の順序情報の表現が不十分であることを指摘し、階層構造の各階層を3次元の螺旋上に配置することにより順序を視覚化する Spiral Tree を提案している。比較実験により目標探索タスクにおける Spiral Tree の優位性を検証している。

2. 通常 CRT を用いた情報作業空間の提示では、提示される情報が大規模になると CRT 画面領域内が繁雑になり、ユーザの理解を妨げるという問題がある。そこで、拡張現実感の概念により情報作業空間を提示する領域を拡大する手法を提案している。具体的には、CRT の外側の領域を HMD に重畳表示することによって全体構造の一覧性を高める。この重畳表示環境は解像度の高い CRT 領域と HMD によって提示される広い空間を同時に利用できるという利点をもっており、評価実験によりその有効性を確認している。また、評価実験を通して、課題として、CRT 領域と HMD 領域の間に位置ずれが生じる位置整合性の問題を指摘している。

3. 上記の位置整合性の問題を解決するために、HMD に取り付けられたカメラで撮影された実環境画像からカメラの位置・姿勢情報を獲得することによる実環境と仮想環境の位置合わせについて検討している。本論文では、実環境中に設置された複数のカラーマーカをカメラで撮影し、画像内でのマーカ位置から実時間でカメラパラメータ（すなわち、視点情報）を取得する手法を提案している。提案手法によるカメラパラメータ推定に基づくビデオシーヌ型拡張現実環境を実際に構築し、実験を通して有効性を確認している。

以上述べたように、本論文では、大規模情報のブラウジングにおける全体構造と詳細の同時把握の問題に対して、3次元ユーザインタフェースと拡張現実感を援用した方式を提案し、具体的なプロトタイプシステムの開発と評価実験を通して、提案手法の有効性を検証している。本研究は、「大規模情報の効果的なブラウジング」を実現するための支援手法に関する先駆的な研究として評価でき、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌1件、査読付国際会議2件として公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。