

論文内容の要旨

博士論文題目

ウェアラブル拡張現実感のための不可視マーカと赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定システム

氏名 中里 祐介

(論文内容の要旨)

ユーザが装着したウェアラブルコンピュータやモバイル端末を用いて現実環境に仮想環境を重畳して提示するウェアラブル拡張現実感では、現実世界と仮想世界の座標系の位置合せを行うためにユーザの正確な位置・姿勢を計測することが重要な課題となる。屋内環境においては、実環境に多数のマーカを配置し、それらをユーザの装着したカメラで撮影することで、ユーザの位置・姿勢を推定する手法が提案されている。この手法は、安価でかつインフラに電源を必要としないという利点があるが、景観を損ねるために実際の環境での実利用は難しいという問題がある。

本研究ではこのような問題を解決し、屋内環境においてユーザの位置・姿勢を精度良く推定することが可能な位置・姿勢推定システムの実現を目的としている。そのために本論文では、再帰性反射材からなる不可視マーカを提案し、それを印刷した壁紙を環境中に貼り、デジタルカメラで撮影してキャリブレーションを行うツールを提供することで環境構築の労力を軽減している。これにより多数のマーカを環境中に密に配置することができるため、ユーザが装着した赤外線 LED 付き赤外線カメラでマーカを撮影・認識することにより、景観を損なうことなくユーザの位置・姿勢を実時間で精度良く推定することが可能となる。本論文は以下の 4 章から構成されている。

まず第 1 章では、ウェアラブル拡張現実感のためのユーザの位置・姿勢推定における技術的な課題と従来研究を概観し、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、不可視マーカを用いた位置・姿勢推定のために必要な環境インフラの構築方法について述べている。

第 3 章では、まず、不可視マーカと赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定システムの概要について述べ、次に、赤外線 LED 付き赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定手法を提案するとともに、構築された環境インフラを用いた精度評価実験を通して提案手法の有効性を検証している。

最後に第 4 章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、ユーザが広範囲を移動する屋内利用のウェアラブル拡張現実感システムのための現実環境と仮想環境の幾何学的位置合わせ法の開発を目的としている。この問題は、ユーザの位置と姿勢を推定する問題に帰着する。本研究では特に屋内環境での実利用の観点から、(1)安価で環境インフラに電源を必要としない、(2)環境インフラの構築が容易である、(3)環境の景観を損ねないという制約条件を課している。(1)および(2)の条件を満たすために、ユーザが装着したカメラで撮影した環境中のマーカを認識することによってマーカ座標系でのユーザの位置・姿勢を推定するアプローチを採用している。また、(3)の条件を満たすために半透明の再帰性反射材を用いた不可視マーカを提案している。提案方式・手法の有効性は定量的評価実験を通して検証している。本論文の成果は以下の2点に要約される。

1. 屋内環境における画像マーカを用いた幾何学的位置合わせの実利用を妨げていた環境の景観を損なうという問題を解決するために、半透明の再帰性反射材を用いたマーカを提案している。このマーカは一般的な環境では視認性が低く、通常のマーカと比べて、景観を損なうことが少ないという特長をもっている。本論文では、この不可視マーカを前提に、再帰性反射材の特性を利用した、赤外線 LED 付き赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定手法を提案している。

2. 再帰性反射材からなる不可視マーカを印刷した壁紙を環境中に貼り、デジタルカメラで撮影してキャリブレーションを行うツールを提供することによって環境インフラを容易に構築する方法を提案している。これにより多数のマーカを環境中に密に配置することができるため、景観を損なうことなくユーザの位置・姿勢を広範囲で推定することが可能となった。構築した環境インフラを用いた実験によって、通常のナビゲーション等を目的とした応用には十分な位置・姿勢推定精度が得られることが示された。

以上述べたように、本論文では、屋内利用のウェアラブル拡張現実感システムを構築する上での中心課題である現実環境と仮想環境の幾何学的位置合わせ問題に対して、実利用可能な方式を提案し、実験を通して有効性を検証している。本研究は、バーチャルリアリティ分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容は、既に学会論文誌に掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

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。