

論文内容の要旨

申請者氏名 LIU JIA

Creating immersive AR gaming experiences requires seamless integration between virtual content and real-world environments. However, the diverse and unpredictable nature of user (player) environments poses significant challenges in delivering consistent and natural gaming experiences. This work presents intelligent systems that enable adaptive AR gaming experiences across various real-world settings.

The key point of an immersive AR gaming experiences lies in two critical aspects: natural interaction between virtual character and real environments, and adaptive integration of game content into user's physical spaces. Firstly, a novel framework that enables virtual characters to interact intelligently with real environments is proposed. This framework combines SLAM-based geometric understanding with semantic segmentation, allowing virtual characters to perceive and respond to their surroundings meaningfully. It introduces object-class-behavior matching and rule-based object selection mechanisms that establish flexible relationships between virtual character actions and real-world objects, significantly simplifying the design process while enabling more natural interactions.

Then a visual authoring system for creating adaptive AR game experiences is presented. The system automatically analyzes real environments and maps design intentions to available spaces and objects, ensuring consistent game experiences across different settings.

Experiment results demonstrate the effectiveness of both approaches in improving AR interactions. This work advances the field of AR game design by enabling more adaptive and interactive experiences that seamlessly blend virtual content with real-world environments.

論文審査結果の要旨

申請者氏名 LIU JIA

令和7年2月26日に本博士論文の最終審査を行った。その結果、本博士論文は、提出者が独立した研究者として研究活動が続けていくための十分な素養を備えていることを示すものと認める。

Liu Jiaさんは、本博士論文において、拡張現実感技術を用いた家庭用ゲームアプリケーションを対象に、その体験の質を向上させるための技術について研究を行った。拡張現実感とは、現実世界の中に仮想物体を重畳表示する技術である。しかし、単に仮想物体を現実世界の中に出現させるだけでは、その特徴が活かしているとはいえず、その特徴を十分に活かすためには、現実世界の物体や位置と仮想物体の間に意味のある関連付けを行う必要がある。ゲームアプリケーションを設計・開発する段階で、それを利用する現実世界の環境が既知であれば、それを前提に現実世界と仮想物体の間に意味のある関連付けを組み入れることができる。しかし、家庭用ゲームアプリケーションの場合は、ユーザのゲーム利用環境はそれぞれのユーザの家庭内であったりと、設計・開発する段階でそれを既定することはできない。この論文では、このような設計・開発する段階で現実世界を規定できない場合において、拡張現実感ゲームの体験の質の向上を目的に、現実世界の物体や位置と仮想物体の間に意味のある関連付けを行うための技術について提案を行い、評価実験を通してその有効性を確認した。

本論文における彼の学術的貢献は、以下の2つである。

- 1) 仮想キャラクターの振る舞いを現実世界の環境に適応させることを目的に、3次元再構成技術と一般物体認識技術に基づき現実世界の環境を認識し、机、椅子、床などの現実世界の要素の同定を行い、事前に規定した仮想キャラクターの行動ルールと現実世界の要素の対応関係を見つけることで、仮想キャラクターを現実世界の環境に適合させながら歩かせたり、椅子に座らせたりすることができる技術を考案した。
- 2) ゲーム開発者が設計時に想定するゲーム環境とユーザがゲームを遊ぶ現実環境の差異を認識し、ゲーム環境として必要な要素に対応する現実環境の物体を検出し、また、対応する物体がない場合はその物体を仮想物体として出現させることで、多様な現実環境をゲーム環境に適合させる技術を考案した。

これらの成果は、拡張現実感という技術分野の発展に大きく貢献するとともに、その普及に向けて重要となる知見を有している。以上から、本論文は、博士(工学)の学位論文として、メディア情報学分野における十分な学術的価値を有することが認められると判断した。