

審査の結果の要旨

氏名 小野 浩史

本論文は、住宅設計を対象として、最先端の情報技術である仮想現実感（VR：Virtual Reality）提示技術の開発、および環境シミュレーションを融合した建築環境体感システムの性能評価について論じたものである。環境シミュレーションについては、住宅の性能にとって重要な光環境、音環境、温熱環境を対象としており、性能評価については、明るさ感・現実感などのシステム性能、VR酔い・生理応答および環境シミュレーション表現の妥当性を対象とした問題について検討を行っている。

序論として、第1章では本論文の目的と概要および既往研究についてまとめている。VR技術を適用したシステムの開発に関しては、建築設計業務に実用化された例は少ないこと、VRシステムの性能評価に関しては系統的なアプローチは皆無であることなどを示し、システム開発とシステムの評価を両輪として本研究を推進する旨の意義について説明を行っている。

第1部では、仮想現実感提示技術を用いた建築環境統合体感システムの開発と環境シミュレーション技術について、2章に分けて述べている。

第2章では、本システムで採用したVR技術の特徴とVR提示を行うための様々な工夫について示し、ハードウェア環境として大型プロジェクタと液晶テレビを使用したシステムの概要、ソフトウェア環境としてモデリング・レンダリング・VR表示ソフトの特徴などを述べ、VR技術の実用化に向け多数の案件に対応した状況、その過程で発生した様々な知見や手法を整理している。

第3章では、本システムで検討を行った環境シミュレーション技術に関してまとめている。光環境・音環境・温熱環境という異なる環境シミュレーションに対し、同一のステージで検討することが有益であり、これを実現する方法が、統合化された環境シミュレーションのVR表現である。またラピッド・プロトタイピング手法を意識し、各シミュレーションのターン・アラウンドを短くすることで検討期間の短縮を目指している。

第2部では、合計18回、延べ461人の被験者による評定実験によって、システム性能・VR酔い・環境シミュレーション表現を対象とした評価について、3章に分けて述べている。

第4章では、モデリング対象とする空間と同一の現実空間を用意し、比較検討する方法で明るさ感・大きさ感・寸法感・現実感の各対象項目を被験者に評価させるというシステ

ム性能評価の結果、モデリング時の精度や照明計算の解像度等、システム運用には欠かせない知見を得ている。また奥行き感の再現性に課題があることも明らかにしている。次に提示装置の違いによる現実感・没入感・設計ツールとしての有効性を検討し、水平視野角と解像度によって体感者の評価が異なることを示し、空間認識に関して被験者属性も考慮した評定実験を実施し、特に建築系知識の差が空間認識に影響をもたらすことを導いている。さらに建築系知識が豊富な体感者ほど、小型のVR装置でもある程度の没入感が得られることを示している。最後にシステム性能評価として実施した音声認識技術を用いた体感を評価し、そこでの結果をシステムに反映した例についても紹介している。

第5章では、特に動画映像に対して、VR酔い・疲労感・生理応答を対象に評価した結果をまとめ、運用面での対策を提案している。まずVR酔いと被験者属性の関係を調べ、特に女性の若年層でのVR酔いを生じる傾向、疲労との相関の高さなどを示している。次に約100人の若年層の女性を対象にVR酔いを生じる傾向のある被験者を抽出し、疲労と生理応答の関係を詳細に調べている。その結果視覚疲労がVR酔いと強く相関があり、さらに生理応答と映像の時間的変化との関係から、提示装置より手前に対象が表示される場合にVR酔いを生じる傾向にあることを確認している。これらの結果、提示映像方法によってはVR酔いを回避できる可能性をあるとしている。

第6章では、環境統合シミュレーションのVR表現の妥当性についてアンケートを中心に評価した結果をまとめている。仮想現実感提示システムによる環境シミュレーション結果の表現が、発注者・設計者・施工者間で共通認識として成立するのかを検討し、対象とする環境シミュレーション毎に評価結果の傾向が異なること、温熱環境に関しては現実感を損なう表現であっても設計ツールとして有効であるといった結論を得ている。

第7章では、第2部での性能評価に関する研究の成果を受け、第1部でのVRシステムの開発に反映された機能や実用面でのシステム運用時の工夫についてまとめている。

第8章では、現状の課題と今後の展開に関して、主に今後のシステム拡張と拡張されたシステムに対する性能評価の方向性について述べている。

第9章では、各章で得られた知見をまとめ、本論文の総括を行っている。

以上本論文の仮想現実感提示技術の性能評価に関する結果は、VRシステムの開発に必要な基礎的な知見となり、また環境シミュレーションを融合した建築環境統合体感システムの構築は、新しい建築設計手法の提案につながるものと考えられる。昨今の情報技術の急速な進展に伴い、情報技術を活用した新しい設計手法が研究開発から現業まで幅広く普及する傾向にあることを鑑みると、本論文の工学に対する寄与は大きいといえる。

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。