

## 審査の結果の要旨

氏名 稲本 淳平

本論文は、CGアニメーション・VR技術を用いた動的視環境シミュレーションの基礎的研究として、動きという要因が加わった時の明るさ感・現実感という空間認識や評価への影響を中心に、シミュレーションの妥当性や提示メディアの違いによる影響に関して検討することを目的としたものである。実験はヒューマンスケールの室内視環境シミュレーションを対象を絞り、静止画実験時には居間空間・オフィス空間を想定し、動画実験時には直進歩行を対象とし廊下空間を採用している。

第1章では、序論として上記の目的に加え既往研究などについてまとめている。

第2章では、静止画によるシミュレーションの再現性の検証を行っている。まず人がCGを見る際の注意点や現実感を向上させる要因また現実感とその他の印象評価項目との関連等を明らかにすることを目的とし、実空間とそのCGシミュレーションの比較実験を行い、モニタ上の適切な画角の設定、現実感の検証、提示メディアが現実感に与える影響などを検討している。結果としては、被験者は影の形や曲面形状の滑らかさ・質感に重点を置いて観察しており、モデリング精度、メッシュ分割精度、ラジオシティ計算回数、テクスチャ精度、レンダリング手法はすべて現実感に影響を及ぼしているが、それらの精度を過度に上げてても現実感の向上は望めず、今回の実験の範囲では適度な精度を設定し得ることを導いている。またCGの用途や要求される質に対してパラメータを選択的に制御することで、印象を調整出来ることを示している。提示メディアに関しては、現実感よりも空間の大きさ感や寸法感に対して大きく影響し、幅、高さ、奥行きという方向性によってもメディアの影響が異なっており、大きさや寸法が重要となるシミュレーションでの提示メディアの事前検討の必要性を導いている。

つぎにVRシステムの輝度の低さとレンジの狭さ、および周辺光量減少という制約のもとで、人間側の視覚特性を利用することによる明るさ感を実空間に近似させることの可能性を検討し、結果としてVR空間での明るさ感の再現には提示空間における絶対的な光量すなわち輝度・鉛直面照度の確保が重要であること、今回の実験条件下では、数倍程度までの光量差であれば順応輝度のコントロールにより明るさ感が近似できることを導いている。

第3章では、シミュレーションの実用面を重視し、動的シミュレーションにおける明るさ感の影響を検討している。適切な画角設定の検討実験後、平面スクリーンに投影したCGアニメーション、VRの2種類を提示メディアとして、実空間での歩行時の明るさ感と照明設定・歩行速度を変化させたシミュレーション映像の明るさ感を比較する実験を行っている。結果としては、今回の対象空間においては、適

切な画角は提示メディアにより異なるが、静止画と動画による差は無いことを導いている。明るさ感に関しては、CGアニメーション、VRともに、何れの照明設定においても歩行速度が速くなるにつれて明るさ感が増すという傾向を見出している。そこで歩行速度と被験者の2元配置分散分析を行い、CGアニメーション、VRともに歩行速度の効果の有意性を導いている。また実空間と提示映像には絶対的な明るさに差があったにもかかわらず被験者が感じた明るさ感では実空間とそれほど差はなく、輝度分布分析と被験者別の傾向分類から明るさ感評定への輝度分布のばらつきの影響の可能性を導いている。

第4章では、歩行という動きがシミュレーションに加わることによる現実感に対しての影響を歩行速度との関係において検証すること、および速度以外の動的要因が現実感に与える影響を検証することを目的に2つの実験を行っている。まず歩行速度によるCGの精度変化時の現実感への影響の変化するかを検証する実験においては、モデリング精度が低い時に歩行速度が速いと現実感が高くなること、モデリング精度が高い時に歩行速度が速すぎても遅すぎても不快感が高くなること、テクスチャは精度が低くても、マッピングした時の方の現実感が高く不快感も低いこと、CG精度による現実感・不快感への影響が歩行速度によって異なること、などを示している。つぎに視点位置・視線の方向とそれらの変化が現実感に与える影響、フレームレートと歩行速度の関係が現実感に与える影響を見る実験においては、視点位置による現実感・不快感への影響は少なかったこと、またやや俯角をつけた視線方向が最も現実感が高く、視線を変化させたり直進歩行以外の身体の動きをシミュレートしたものはかえって不快に感じさせ、この傾向は特にVRで顕著であったこと、さらに歩行速度が速いほどフレームレートの低さが不快感を与えること、などを導いている。

第5章では、本論文の内容と今後の課題を総括している。

以上、建築空間を対象とした既往研究の大半がCGアニメーションやVRをツールとして利用するにとどまり、その動きに関して厳密に検討、設定しているものは少ないというなかで、基礎的な段階ではあるものの、動きが空間の印象評価に与える影響を明らかにしたという点では画期的な研究であると考えられる。また今後より現実の状態に近い動的視環境シミュレーションが増えそうな状況を考慮すれば、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。