6ZB-02

バーチャル空間体感システムにおける モーション追跡デバイスを活用した入力手法の試作

曾　陽†　　伊藤　孝行‡
†名古屋工業大学大学院情報工学専攻　‡名古屋工業大学大学院情報工学専攻

1　研究背景

近年，バーチャルリアリティ（VR）は実用化が進んでいる．特に HTC VIVE や Oculus Rift など VR 用の高没入感ヘッドマウントディスプレイ（HMD）の登場で，2016 年は VR 元年とも言われる．VR 技術では建築，避難，医療，教育，娯楽，旅行など様々な方向で進化する可能性があると思われている．特に建築については，現実の建築設計・施設企画において，時間制約の上，与条件に応える技術提案のパターンだしが少なく，提出された技術提案の検証もまだ不十分となっている．建築の質の向上，または事前の検討が不十分な建築を減らすために，VR 設備による建築分野での活用に注目が集まっている．ソフトウェアの進化及び VR 設備の低価格化が進んだことで，実際の現場への導入事例も増え，より多様な使われ方が期待されよういになってきている．それを体表する 2017 年にリリースした ARCHITREND VR や GLOOBE VR などのバーチャル体感空間システムの開発が推進している．

本研究の目的は，モーション追跡デバイスを入力デバイスとして活用し，バーチャル空間体感システムを構築することである．まずはジェスチャー認識でリアルタイムでマテリアルの変更，太陽光または環境光の輝度と色の調整，オブジェクトとライトの追加・編集などの機能を目的としたアプリケーションを提案し，実装する．そして，システムの評価実験を行い，システムの有用性を評価する．将来的に，本入力手法やシステムによりインテリアデザインを促進し，バーチャル空間体感システムの質を向上し，建築分野のインテリアデザインのバーチャル化に貢献することを目指す．

2　動的リアルタイム可視化

動的リアルタイム可視化（Dynamic real-time visualization, DRTV）とはゲーム，VR，イベント，シミュレータなどで用いられて，即時に環境を生成（レンダリング）されること．これに対して，事前にレンダリングされている環境のことをプリレンダーと呼ぶ．動的リアルタイム可視化で作成した環境の制作においては，リアルタイム性を最優先とし，プリレンダーよりも表現精度を落とす場合が多い．そのため制作者には，限られたデータ容量のなかで，最大限豊かな表現をするための様々な工夫が要求される．ただし，技術の進歩に伴い，動的リアルタイム可視化で作成した環境とプリレンダーの格差は徐々に減少しつつある．

先行研究となる「Virtual Reality as Innovative Approach to the Interior Designing」[1] は DRTV に対する直感的な説明，事前レンダリングでなくリアルタイムでデザインの変更と確認，部屋に相応しい家具の設置及びリアルタイムで原価の管理について述べた．

さらに，DRTV に対する直感的な説明は DRTV によるインテリアデザインの IPO（Input Process Output）モデルについても述べた．IPO モデルは図 1 に示す．

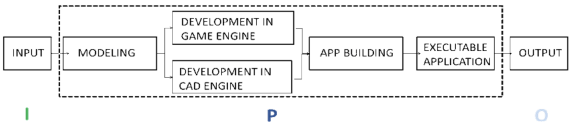

図 1: DRTV IPO モデル

3　バーチャル空間体感システム及び本研究の位置付け

本研究では 2 節に述べた先行研究である「Virtual Reality as Innovative Approach to the Interior Designing」におけるインテリアデザインの課題を踏まえて本研究の位置付けを明らかにする．既存の建築分野のバーチャル空間体感システムでは，DRTV によるインテリアデザインの IPO モデルの DEVELOPMENT IN GAME ENGINE と DEVELOPMENT IN CAD ENGINE 階段でやるべきことが多く，また操作する方法は VR 設備のコントローラーが主流になって，利用者に対してはそれを学習するのは負担が大きい．

よって，本研究では不要な操作やインターフェイスを除き，簡単で手軽に利用できる仕組みを持ち，オブジェクトの位置変更や角度変更など，それぞれのモードに対して，つまむアクションとつかむアクションに適した機能を割り振ることで，より使いやすい入力手法の試作だけではなく，それと伴いバーチャル空間に空っぽの部屋の 3D モデルを構築し，マテリアル，オブ

An Implementation of New Input Method by using Motion Tracking Devices in Virtual Space Simulation System
†Zeng Yang　‡Ito Takayuki
†Department of Computer Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology
‡Department of Computer Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ジェクト及びライトニングを配列に導入するだけで実行できるシステムも実装できると考えられる．本研究でそのような入力手法とシステムを試作し，実現可能であることを示す．

4　入力手法の試作及びシステムの実装

本研究の提案システムでは，以下の機能を実装した．

- マテリアルとメッシュデータの導入
- グローバルマテリアルの変更
- 環境光と太陽光の編集
- オブジェクト管理
- ライトニング管理
- キャラクター移動

また，ひとさし指でウィジェットをタッチする機能などはもちろん，オブジェクトとライトニングの位置変更や角度変更などそれぞれのモードに対し，つまむアクションとつかむアクションに適した機能を割り振ることで，より使いやすいシステムとなっている．一部のアクションの反応の例は以下となる．

- ノーマルモード
  - 手を握るときメニューの表示または移動することができる
  - 短時間内で手を二回握るとメニューが非表示にする
  - 両手を同時につまむと両手の距離でキャラクターの移動距離を決める
- オブジェクト・ライトニングの位置変更モード
  - 右手を握りながら移動するとオブジェクトも移動する
  - 両手を同時につまむと両手の距離でオブジェクトのサイズを変える
- オブジェクト・ライトニングの角度変更モード
  - 両手を同時につまむと両手の距離でオブジェクトの X 軸・Y 軸または Z 軸を元に回転させる

5　システムの評価

評価実験における比較の対象は，今回提案・実装した提案システムの入力手法によるインテリアデザインと，Web から無料で利用できる無印良品のインテリアシミュレーターの入力手法の 2 つとした．評価は SUS(System Usability Scale) による提案システムのユーザービリティの評価を行うとともに，アンケート調査による 2 つ情報共有方法の比較を行った．

VR では同時に一人しか体験できないため，評価実験は研究室の学生の 15 人を対象にして別々で被験された．評価実験の SUS の平均得点は 79.3 点であり，ユーザービリティに許容できない欠陥はないと言える．そアンケート調査の結果を図 2 に示す．

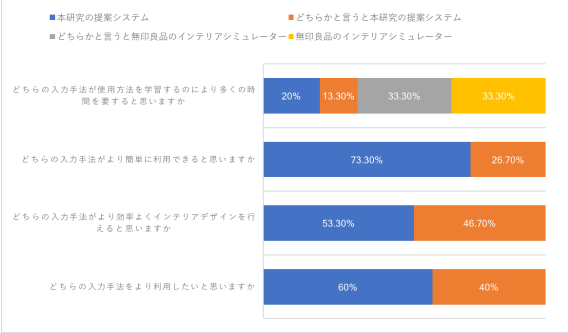

図 2: アンケート調査の結果

アンケート調査の結果からも本研究の提案システムが提供する機能への高い評価を示した．また，評価実験でいただいたコメントの中で，悪かった点としては，インテリアデザインのセーブとロード機能を備えてない，ユーザーに迷惑をかけることがあげられる．これらの問題の解決を今後の課題としたい．

6　まとめと今後の課題

本研究では，バーチャル空間体感システムにおけるモーション追跡デバイスを活用した入力手法の試作してシステムを実装した．本研究の提案システムはタッチパネルとジェスチャーでグローバル環境，家具などのオブジェクト及びライトニングを管理や操作することができ，自然かつ便利の入力手法を実現し，VR によるインテリアデザインを促進することができる．そして，評価実験では本研究の提案システムの高い有用性が確認され，今後の実運用への展開が期待できる．

また，より完成度の高い，かつ使いやすいバーチャル空間体感システムを提供するためには，今後はセーブ・ロード機能を本研究の提案システムに導入することが課題の一つとして考えられる．そして，評価実験でいただいた本システム機能の改良についてのコメントやご意見に基づいた改良を加える必要がある．

さらに，建築分野のインテリアデザイナーによるテストを行い，専門的な意見もいただいてシステム全体機能と性能の向上を図る．そして，本システムは実際のインテリアデザインに運用することを想定している．しかし，今までの内部テストや評価実験では小規模データで検証したので，負荷テストを十分に行っていない．したがって，今後は実運用における大量のマテリアルやメッシュデータに適応するために本研究の提案システムを増強する必要がある．

参考文献

[1] Kaleja P, Kozlovsk M, MesroÅ P. Virtual Reality as Innovative Approach to the Interior Designing[C]. International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts / Sgem Vienna. 2016.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.