

Dollhouse VR: 複数人が空間を多角的に見ながら 協調してレイアウトを検討できるシステム

杉浦 裕太⁺¹ 尉林 暉⁺² チョン トビー⁺² 坂本 大介⁺²
宮田 なつき⁺¹ 多田 充徳⁺¹ 大隈 隆史⁺¹ 蔵田 武志⁺¹
新村 猛^{+3&1} 持丸 正明⁺¹ 五十嵐 健夫⁺²

概要: Dollhouse VR は、複数人で空間のレイアウトを検討できるシステムである。このシステムは、複数の設計者がマルチタッチパネルで操作して、俯瞰視点から壁や家具などの空間のレイアウトを変更できる「空間レイアウトインタフェース」と、利用者が頭部搭載型ディスプレイを用いてレイアウトされたバーチャルリアリティ空間に没入し、一人称視点で空間レイアウトを体感できる「没入型インタフェース」からなる。本システムは、設計者と空間に没入した利用者（体感者）のコミュニケーションを支援する機能を備えており、操作と体感が同時に行えるため、設計者と利用者がリアルタイムで協調できる。設計者が現場の利用者の意見を、その場でレイアウトに反映でき、住宅や商業施設などの大規模建築物の空間設計の工程を短縮できる。

Dollhouse VR: An Asymmetric Collaborative Environment for Architectural-scale Space Design

YUTA SUGIURA⁺¹ HIKARU IBAYASHI⁺² TOBY CHONG⁺²
DAISUKE SAKAMOTO⁺² NATSUKI MIYATA⁺¹ MITSUNORI TADA⁺¹
TAKASHI OKUMA⁺¹ TAKESHI KURATA⁺¹ TAKESHI SHINMURA^{+3&1}
MASAAKI MOCHIMARU⁺¹ TAKEO IGARASHI⁺²

Abstract: We present a system that facilitates asymmetric collaboration between users with two different viewpoints in the design of living or working spaces, such as the preparation of architectural schematics and floor plans. One viewpoint is that of the designers of the space, who observe and manipulate the space from a top-down view using a large tabletop interface. The other viewpoint is that of an occupant of the space, who observes the space through internal views using a head-mounted display. The system supports a set of interaction techniques that facilitate communication between these two user viewpoints. Our system can be used for the design of various spaces, such as offices, restaurants, operating rooms, parks, and kindergartens.

1. はじめに

サービス現場において、机や椅子などの家具の配置場所や、通路の幅のような部屋の間取りは、従業員の移動経路や、顧客へのサービスの質を決定するための重要な要素となる。空間施工を一度実施してしまうと、不整合が生じた場合に後から改良を加えるのは困難であるため、施工をする前に設計者と従業員や顧客などの空間の利用者が事前に空間のレイアウトを検討できる仕組みが求められる。

これまでも空間の設計者が事前に CG やミニチュアモックアップを使い完成予想図を利用者に提示して、利用者からのフィードバックを設計に反映することは実施されてきた。これは、顧客は価値創造に参加できるが、一方で価値設計の主体は設計者にあり、利用者は大雑把な意見を伝える程度に制約される。実際に空間で作業したりサービス



図 1 Dollhouse VR システムの概要
Figure 1 Overview of Dollhouse VR

⁺¹ 産業技術総合研究所
AIST

⁺² 東京大学
The University of Tokyo

⁺³ がんこフードサービス株式会社
Ganko Food Service Co. Ltd

を提供される利用者が意思決定において重要としているのは、利用者の一人称視点で空間を把握し、動き回った時の印象であり、従来の紙面やディスプレイに表示された縮小スケールの空間の完成予想図の提示ではリアリティに欠けるため、フィードバックも抽象的になりその質は低下していた。

近年では、バーチャルリアリティ技術により、空間内に一人称視点で没入して体感するシステムが提案されているが[1]、空間の印象はわかるものの、体感した結果を設計者にフィードバックするための方法については、これまで十分に検討されていなかった。そのため、設計者による操作と利用者による空間の体感が交互に行われることになるため、空間レイアウトの作業時間や、設計者と利用者同士のコミュニケーションのコストが増大してしまい、これらの課題を解決する技術の登場が望まれていた。

そこで我々は、Dollhouse VR という、設計者と空間の利用者がリアルタイムに協調して空間のレイアウトを検討できるシステムを開発した。Dollhouse VR は、複数の設計者がマルチタッチパネルで操作して、俯瞰視点から壁や家具などの空間のレイアウトを変更できる「空間レイアウトインタフェース」と、利用者が頭部搭載型ディスプレイを用いてレイアウトされたバーチャルリアリティ空間に没入し、一人称視点で空間レイアウトを体感できる「没入型インタフェース」からなる。

今回のシステムは、設計者と空間に没入した利用者（体感者）のコミュニケーションを支援する機能を備えており、操作と体感が同時に行えるため、設計者と利用者がリアルタイムで協調できる。設計者が現場の利用者の意見を、その場でレイアウトに反映でき、住宅や商業施設などの大規模建築物の空間設計の工程を短縮できる。

2. Dollhouse VR

開発した Dollhouse VR は、空間のレイアウトをタッチパネルで設計する空間レイアウトインタフェースと、設計された空間に没入できる没入型インタフェースで構成される。また、操作を行う設計者と設計された空間の体感者をシームレスにつなぐためのコミュニケーションを支援する機能を備えている。

2.1 空間レイアウトインタフェース

空間レイアウトインタフェースには、家具や壁などのバーチャルなオブジェクトが予め用意されている。設計者は、空間を俯瞰するような視点で、タッチパネルを用いてオブジェクトを設置・追加・消去したり、設置場所を変更したりできる。また、ユーザーが設計した新たなオブジェクトを空間に追加することもできる。タッチパネルには、複数点での接触を判定できるマルチタッチパネルを採用したので、複数の設計者が議論をしながら、同時に一つの空間レイアウトの設計・操作ができる。

2.2 没入型インタフェース

没入型インタフェースは、設計者がレイアウトした空間へ、体感者が一人称視点で没入できるインタフェースである。体感者は市販の頭部搭載型ディスプレイを装着してバーチャルな空間を見回しながら、ジョイスティックを操作して空間内を自由に移動できる。これにより体感者がレイアウトされた空間の印象を設計者にフィードバックできる。なお、タッチパネルには、体感者のキャラクターが表示されるので、設計者は体感者の位置や動きを確認できる。

2.3 設計者と体感者のコミュニケーションを支援する機能

開発した Dollhouse VR では、設計者と体感者のそれぞれに異なるインタフェースが用意されており、異なる視点や身体スケールで空間を視認したり体感したりすることになる。そのため、設計者と体感者が協調できるような積極的なコミュニケーションが必要となる。Dollhouse VR は、二つの機能によって、設計者と体感者のコミュニケーションを促進する。

一つめは、指さし動作を視覚化して設計者と体感者で共有する機能である。これによって、指示や意図を明確に伝達できる。この機能は、Stafford らの研究を参考に実装した[2]。設計者がタッチパネル上に指を置くと、体感者のディスプレイにもその指が表示される（図2）。また、体感者の指さし動作は、ジョイスティックで入力でき、タッチパネルの中に表示された体感者のキャラクターの動きに反映されるため、設計者はそれを見て体感者の意図を理解できる（図2）。

もう一つのコミュニケーション支援機能は、設計者の表情や議論している様子が体感者に見える機能である。これは、タッチパネルに備わっているウェブカメラで設計者の表情を撮影し、リアルタイムにバーチャル空間の天井に表示して、あたかも設計者が空間をのぞき込んでいるような状態を生み出している（図3）

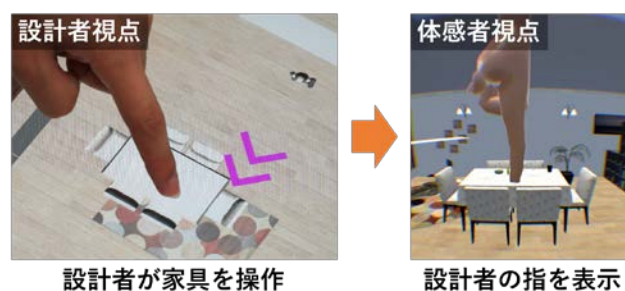


図2 設計者の操作対象や指示場所を体感者へ伝達するための表示

Figure 2 Visualization of large finger coming down from ceiling in immersive view for occupant of the space.



図 3 体感者から設計者への指さしによる意思表示
Figure 3 Occupant can point to objects in VR environment by
tilting a joystick.



図 4 設計者の表情や議論している様子が体感者からも確認できる機能
Figure 4 Transparent Ceiling for communication between
occupant and designers.

3. おわりに

本研究では、Dollhouse VR という、空間の設計者と利用者が協調的に空間のレイアウトを検討することができるシステムを提案し、試作した。今後は、実際の住宅施設や、商業施設、大規模建築の空間レイアウトに対して Dollhouse VR が適用できるように研究開発を継続する。さらに、Dollhouse VR を利用するユーザーや企業を幅広く募り、現場における運用事例を増やし、フィードバックを受けることで、Dollhouse VR の改良を進め、空間レイアウトの設計現場に貢献する。

謝辞

本研究の支援をして頂いた CSTI、SIP (Innovative design/manufacturing technologies) に感謝の意を記します。

参考文献

- 1) Naoki Sasaki, Hsiang-Ting Chen, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi. 2013. Facetons: face primitives with adaptive bounds for building 3D architectural models in virtual environment. In Proceedings of the 19th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '13), 77-82.
- 2) Aaron Stafford, Wayne Piekarski, and Bruce Thomas. 2006. Implementation of god-like interaction techniques for supporting collaboration between outdoor AR and indoor tabletop users. In