

現実・仮想空間の高度な融合による 共生型インテリアデザインシステムの提案

曾根 悠生^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

深度センサ搭載のデバイスやアプリケーション開発のためのライブラリの登場, オンラインショップやリモートワークなどオンラインでの活動需要の増加により, AR/VR アプリケーションの利用ケースが増加している. 特にインテリアデザインの分野では, 新しい家具や家電製品の購入時や模様替えを行う際に利用する家具配置システムが開発され, 家具量販店の販売促進等に利用されている. Mixed Reality (MR) 技術を用いることで, 実際の環境に家具を配置した場合の様子を事前に確認することが容易となり, 購入予定の家具等のサイズや色などを選択することが可能である. しかし, 現実空間の複雑な空間形状やオブジェクトを十分に配慮して的確な配置を行うことや現実と仮想オブジェクトのギャップの解消は十分に実現されていない. 本研究では, 共生コンピューティングの概念に基づく, 現実・仮想空間の高度な融合による室内インテリアデザインシステムを提案する. 本発表では, いくつかの既存アプリケーション・研究の分析に基づき課題を整理し, 提案システムの基本設計について述べる.

2 関連研究

Lu ら [1] により提案された MR 型インテリアデザインシステムでは, スキャンにより現実空間をメッシュ化し, 仮想物体と現実環境の関係を考慮した配置を行い, さらにユーザによる影の調整により仮想物体と現実空間のギャップを減らした. また, Siltanen ら [2] は, 非表示にしたい現実の家具を現実の映像から取り除くインテリアデザインシステムを提案した. ユーザは取り除きたい領域を選択し, 周辺の床や壁から取り除いた後のテクスチャを推測し生成する. 生成したテクスチャを現実の映像にレンダリングを行う. 家具を取り除いた領域に仮想の家具を配置することも可能である.

以上の研究において, 現実と仮想物体の関係を考慮した配置や現実のオブジェクトを削除など, 現実空間と仮想空間の融合が進んでいる. しかし, 家具を取り除いた後の光学的整合性や現実の家具の映像上での自由な移動の機能はまだ実装されておらず,



図 1: 現実と仮想空間融合の例 [4]

現実空間と仮想空間の高度な融合には課題が残っている.

そこで本研究では共生コンピューティングの考え方に基づき研究を行う [3]. 共生コンピューティングは, 現実空間と仮想空間のギャップを解消することを目的としている. その要素機能として, 現実空間のセンシング技術と 3D 仮想空間表示技術を効果的に連携することで, 現実空間と仮想空間を重ね合わせた, 共生型 3D 仮想空間が提案されている [4]. 図 1 に示すように現実空間と同一の空間サイズ, オブジェクト配置で構成される仮想空間を構築し, 現実空間のセンサで検知されたユーザや物の状況と仮想空間内のアバタやオブジェクトの状況を同期させることで, 現実空間と仮想空間を重ね合わせる技術である. ここで, 現実空間と仮想空間は対等な関係であり, 相互に理解し作用するものである. この共生コンピューティングの概念により前述の課題を解決する.

3 共生型インテリアデザインシステム

3.1 提案の概要

現実空間と仮想空間の高度な融合によるインテリアデザインシステムの実現のために, 共生コンピューティングの考えを導入する. 現実空間と同じ大きさ, オブジェクト配置で構築される仮想空間を構築し, 両空間が相互に理解, 作用することで,

Symbiotic Interior Design System Based on Advanced Integration of Real and Virtual Spaces

Yuki SONE^{†1}, Toru ABE^{†1,†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†2}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} Cyberscience Center, Tohoku University

両空間の対等性を築き、片方の空間に大きく依存したインテリアデザインシステムではなく、両空間の高度な融合が行われた MR 型インテリアデザインシステムを目指す。本システムにおける両空間が相互に理解、作用するとは、図 2 のように現実空間を 3D モデル化し、構築した仮想空間での家具の移動・削除、仮想家具の配置およびその変化を現実の映像に適切に表示させることである。本研究では 3.2 節、3.3 節に示す機能を持った MR 型インテリアデザインシステムを実現する。

3.2 (F1) 3D スキャンによる部屋、家具の個別認識および 3D モデル化

3D スキャンおよび 3D モデル化は以下の手順で行う。

- (1) 部屋の隅から隅までをスキャンし部屋の形状や広さ、壁・天井・床の模様等を認識
- (2) 追加で複数回のスキャンを行い家具等の現実の物体を個別認識
- (3) スキャンしたデータから 3D モデルの作成、または似た形状の 3D モデルで代替
- (4) 作成した 3D モデルを用いて現実空間と同じ配置の仮想空間を構築

(1) でカメラを部屋の角に向け、部屋の形状、広さを認識した後、部屋に複数のポイントを生成し、ユーザはそのポイントにおいて部屋を 360 度スキャンし、より詳細な部屋の形状、広さ、壁・天井・床の模様を認識する。その後、(2) の現実の物体の個別認識では、物体の形状の正確な認識ができるまで繰り返し物体のスキャンを行う。そして、スキャンしたデータからリアルタイムな 3D モデルの作成、またはあらかじめ用意しておいた似た形状の 3D モデルに現実の物体のテクスチャを付与して仮想空間で利用可能な現実の物体の 3D モデルを用意する。最後に生成した 3D モデルを現実空間と同様に配置し仮想空間を構築する。

3.3 (F2) 3D モデル化した現実物体の仮想空間での移動・削除および仮想物体の配置

(F1) で作成した仮想空間上で現実物体の 3D モデルは移動や削除を可能とし、その際には現実の映像も現実物体が移動・削除されたかのように映像を表示する。仮想物体を配置した場合も同様に映像に反映させる。また、現実空間で移動したオブジェクトに対応する仮想空間内の 3D モデルも同期して移動する。ユーザは図 3 のような画面で仮想空間で家具の配置を行い、そこでのデザインが現実の映像に反映される。

4 設計と実装

実装システムとしては、ビデオスルー型の MR システムとして構築する予定である。表示デバイスとしては、LiDAR 機能を搭載した iPad Pro の使用を想定しており、機能 (F1) の 3D スキャンは LiDAR を用いたソフトウェアを適用する。また、アプリケーションの開発環境としては Unity お

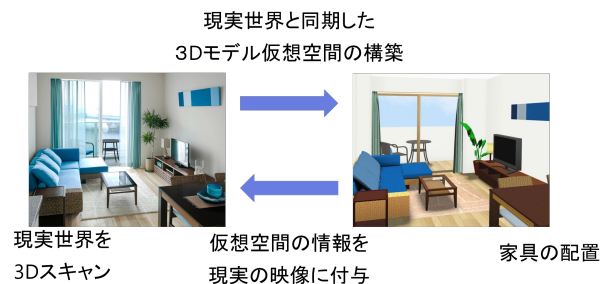


図 2: 提案システムのイメージ



図 3: 使用画面のイメージ

よび ARKit を使用する予定である。

5 まとめ・今後の予定

本稿では既存の研究・アプリケーションの課題である現実物体を MR 環境内で移動・削除する機能を持つインテリアデザインシステム提案した。今後は提案システムの実装を行い、提案システムの実現性や優位性、問題点を明らかにする。特に現実空間と同期した仮想空間のリアルタイムな構築についての検討を行う。そして、システムを完成させた後にはユーザによる実験・評価を行う予定である。

参考文献

- [1] Lu, Y. and Ishida, T.: Implementation and Evaluation of a High-presence Interior Layout Simulation System using Mixed Reality, *Journal of Internet Service and Information Security*, Vol. 10, pp. 50–63 (2020).
- [2] Siltanen, S.: Diminished reality for augmented reality interior design, *The Visual Computer*, Vol. 33, No. 2, pp. 193–208 (2017).
- [3] Suganuma, T. et al.: Symbiotic Computing: Concept, Architecture and Its Applications, *Ubiquitous Intelligence and Computing*, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, pp. 1034–1045 (2007).
- [4] Noguchi, H., Suganuma, T. and Kinoshita, T.: Perceptual Integration of Real-Space and Virtual-Space Based on Symbiotic Reality, *Proc. of BWCCA2010*, pp. 788–793 (2010).