

仮想空間におけるドアの開閉に着目した空間接続手法の提案

石丸 敬登[†]吉野 孝[†][†] 和歌山大学

1 はじめに

近年, XR を利用したコンテンツは多く開発されており, さらにはスタンドアロン型の VR が普及し始めるなど XR コンテンツを容易に利用できる環境が整いつつある. 最近では, コロナウイルスによる影響により外出自粛の影響下においても自宅で利用できる XR コンテンツの需要が高まっている. XR コンテンツでは, ユーザに体験を提供する観点において, 没入感や臨場感という要素がとても重要なものとなっている. この没入感を増加させるという問題に対しては, 様々な方面からのアプローチが行われている.

また, 遠隔会話ツールなどの他の空間にアクセスするコンテンツにおいては, 対面環境よりも接続先に対して心理的な距離を感じてしまう問題点がある. これは, 遠隔地に実際につながっているという空間接続感や同室感の欠如が原因である可能性が考えられる.

そこで, 本研究では, 私生活など多くの場所で利用され, 空間の移動を連想させることができる「ドアの開閉感」に着目した空間接続手法を提案する. 本手法では, あえて「ドアの突っかかり」を再現することで, ドアの向こう側の空間に「あたかも人がいるような感覚」の実現や「別の空間と繋がっているような感覚」の向上を目指す.

本研究では, 現実におけるドアの使用時に起こりうるドアの「突っかかり」の力をユーザに提示することで仮想空間における空間接続感を向上させる手法を提案し, そのシステムの概要について述べる.

2 関連研究

仮想空間における空間接続感の向上に関する研究として, 濱上らによる「ドアコム AR」[1] というビデオチャットシステムがある. このシステムは遠隔通信において「ドア」をメタファとしたインタフェースを利用する. 遠隔地間を仮想的に繋ぎ, 相手の空間と繋がっているような表現を行う. また伊東らは, 遠隔通信において障子の形を模したシステム画面に相手ユーザの影を表示し互いの存在感を共有しユーザの任意のタイミングで障子が開き通話が発生する「i-JOHS」[2] というコミュニケーションメディアを提案した. これらの研究は遠隔対話において「ドア」などの対話者側の空間に対して付随した情報の取得, または干渉を行うことで存在感の向上を行っている.

Pedro らによる「Impacto」[3] では触覚情報において衝突の際にかかる刺激に注目して衝突の刺激を二種類の刺激に分解しそれらの刺激を再現し同時に提示する

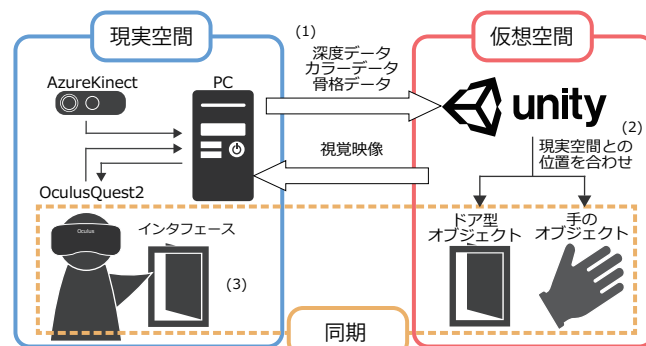


図 1: システム構成

ことによって衝突の刺激をユーザに提示する. またこれらの触覚提示を全てワイヤレスのウェアラブルデバイスで行っている. 触覚の研究では目の前のものに対する触覚の再現を行っているものが多いと考えられる.

本研究では, 接続先の空間への干渉を行う際にユーザに対して触覚情報を提示し接続先の空間自体や空間に存在するモノのプレゼンスを向上させることを目指す.

3 張力による触覚提示手法

3.1 システム概要

本システムでは, ドアを模したインタフェースを開発した. 本手法では, あえて「ドアの突っかかり」を再現することで, ドアの向こう側の空間に「あたかも人がいるような感覚」の実現や「別の空間と繋がっているような感覚」の向上を目指す. また, 本システムは VR 上で動作し, 現実空間に配置したドア型のインタフェースと仮想空間内のドア型の仮想オブジェクトの位置合わせを行い, 現実空間に対応した VR インタクションを実現している.

3.2 システム構成

図 1 に, 本システムの構成を示す. Azure Kinect から深度データ, 色データ, 骨格データを取得し (図 1(1)), 仮想空間と現実空間の位置合わせを行っている (図 1(2)). また, ユーザがドアの開閉を行う動きに合わせて, 触覚提示を行っている (図 1(3)). 本システムは, 「視覚映像提示部」と「触覚提示部」に分けることができる.

(1) 視覚映像提示部

初回の利用時に, ユーザは数秒間静止状態をとり, ユーザのボーンの作成, ドア型インタフェースの座標の取得, 仮想空間においてユーザの視点とドア型オブジェクトの座標調整を行う. また, 上記の処理後, リアルタイムで情報を取得し, 現実空間における手の座標とドア型インタフェースの座標, 角度を仮想空間における手のオブジェクトとドア型のオブジェクトに反映させ, 現実空間の情報と同期させる.

Proposal of space connection method focusing on opening and closing of doors in virtual space

Takato Ishimaru[†] Takashi Yoshino[†]

[†]Wakayama University

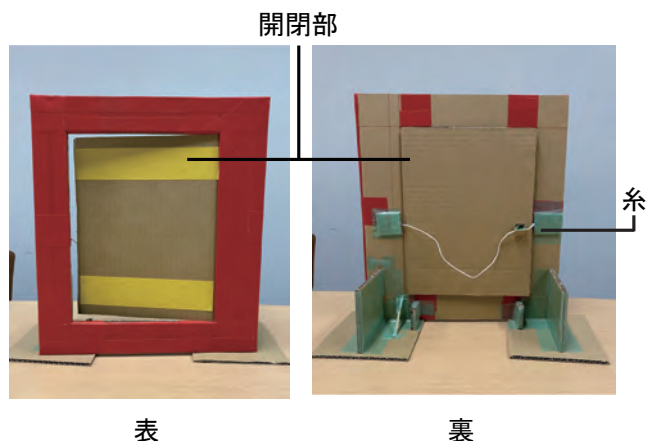


図 2: ドア型インタフェース画像



図 3: 位置合わせの様子

(2) 触覚提示部

ユーザが一定角度までドア型インタフェースを開いた場合に、ユーザに反力が加わる。

3.3 ドア型のインタフェース

ドア型インタフェースの外観を図2に示す。このインタフェースは、現実空間においてユーザが直接触れるものである。ドア枠の裏側に糸の両端を固定し、その糸の張力を利用しドアが一定の角度まで開くとそれ以上ドアが開かないようにドアに直接張力が作用するようになっている。糸の張力の利用により、開く途中では張力は作用せず、一定角度で張力により動かなくなることで「ドアの突っかかり」を表現する。糸の長さを調節することで糸の張力を制御し、ユーザによる開閉に対して、任意の角度で反力を作用させることが可能である。

3.4 現実空間との位置合わせ

第三者から見た位置合わせの様子を図3に示す。現実空間と仮想空間に齟齬が生じないように、仮想空間内のものを現実空間の位置に合わせる作業を行う。現実空間からの情報の取得は AzureKinect と OculusQuest2 のみで行い、それらのデータから座標などを計算していく。以下に各要素に対しての処理の流れについて記述する。

(1) 視界のキャリブレーション

AzureKinect より全身の部位のデータを受け取り、頭部、左ひじ、右ひじの3か所の座標を用いて座標を算出する。算出された座標に伴い仮想空間の

カメラの位置を合わせ、現実空間と仮想空間の視界を対応させる。

(2) 色認識を利用したドアの位置、角度の取得

以下に、現在用いているドア型インタフェースの位置、角度の取得方法を示す。ドア型インタフェースの座標と角度は AzureKinect で取得した周囲の深度データ、色データを用いて算出する。位置はドア枠部分の赤色を認識し、その部分の深度データの平均値となる座標をインタフェースの中心座標としてドア型オブジェクトに適用させる。

また、ドア型インタフェースの角度は、認識した深度データと算出した中心座標を利用することでドア型インタフェースと AzureKinect の水平方向との角度を算出し、ドア型オブジェクトに適用する。

(3) ドアの開閉の観測

ドア型インタフェース開閉部には黄色のマーカを貼り付けており、その黄色を認識に利用する。開閉部の角度は、ドアの位置、角度の取得と同様の処理を行うことで算出する。

この角度をドア型オブジェクトの開閉部のみに適用させることでドアの開閉を表現する。

処理において、計算要素には、認識した深度データと頭部のz座標の差が一定以下のものを利用する。また、計算においては平均値を用いることで算出する値の精度を向上させている。

3.5 ユーザへの情報の提示

ユーザは、仮想空間から視覚情報として現実空間と対応したドア型オブジェクトと手のオブジェクトの位置や動きを、現実空間から触覚情報としてドア型インタフェースからユーザに糸の張力を伝える。

4 おわりに

本稿では、ユーザにドアの「突っかかり」の触覚提示を行い、仮想空間においてドアが接続する空間に存在するモノや空間自体のプレゼンスを向上させることで空間接続感の向上を目指し、仮想空間におけるドアの開閉に着目した空間接続手法の提案を行い、開発システムの概要について述べた。今後はシステムの現実空間と仮想空間の座標合わせなどの精度向上を目指しながら、本システムの効果の検証を行う。

参考文献

- [1] 濱上宏樹, 吉野孝: ドアコム AR: ポータルを用いた空間接続表現手法による対話相手の存在感の強化, 情報処理学会, インタラクション 2018, pp. 1-9(2018-03).
- [2] 伊東究, 竹内勇剛: 遠隔で居を共にするコミュニケーションメディア i-JOHS の提案および開発, 情報処理学会 インタラクション 2012 論文集, 2EXB-50, pp. 263-268(2012).
- [3] Lopes, P. Ion, A. Baudisch, P.: Impacto: Simulating Physical Impact by Combining Tactile Stimulation with Electrical Muscle Stimulation, UIST'15: Proceeding of the 28th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 11-19(2015).