

# AugmenteDoor: 扉を開ける動作のメタファに基づく映像提示システム

栗津実夢<sup>†1</sup> 相田美遙<sup>†1</sup> 井上周<sup>†1</sup> 秋田純一<sup>†1</sup>

「扉を開ける」という行為には、単に移動するのみならず扉の向こうにある未知の世界に対しての高揚感や期待感が含まれている。本研究では、そのような高揚感や期待感を再現するために、ドアノブ型デバイスとARシステムを用いたインタラクティブなシステム ArugmenteDoor を提案する。本システムは、ドアノブ型デバイスを対象物に取り付け、扉を開くようにドアノブを引くことで、その対象物にあわせた映像コンテンツをユーザに提示する。またドアノブを引く速度などの動作に応じて映像コンテンツが変化する。これにより、「扉を開ける」という行為に伴う体験をより充実したものとすることができる。

## AugmenteDoor: Video Representation System based on a metaphor of operation to open the door

MIYU AWAZU<sup>†1</sup> MIHARU AIDA<sup>†1</sup>  
AMENE INOUE<sup>†1</sup> JUNICHI AKITA<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

ここ数年 VR や AR といった技術の進歩とともに、一般的なデバイスであるスマートフォンに加えて、ヘッドマウントディスプレイ (以下 HMD)、温度・振動といった触覚を変化させるデバイスを用いてユーザに仮想・拡張現実体験を提供するシステムやコンテンツが増えている。例えば [1] は、ドラえもん の 秘密道具 である「どこでもドア」を再現したシステムである。この扉を開けると、南極や電車の上にたどり着く。[2] は、タンスの引き出しの中に様々な世界が収納されており、タンスを引くことでその世界を覗くことができるというシステムである。この作品では、引き出しの中の映像は複数個用意されている。引き出しを閉じた状態でしばらく時間がたつと自動的に映像が切り替わったり、映像にアニメーションが着いていたりする。しかし、従来のこうしたほとんどの体験は、システムやコンテンツの設計者が予め用意したコンテンツをユーザが「追体験」するものである。

著者らは、よりインパクトのある充実した体験のためには、ユーザが体験する内容が、システムの設計者にも予測できないような、その場に応じて変化するインタラクティブ性を備えることが重要であると考えた。本研究では、このような考えに基づき、「扉をあける体験」に着目する。その理由としては大きく2つある。

まず1つは扉を開ける体験には自らが探索するという行動が含まれるからである。例えば、主人公が密室やダンジョンの中から出口を探す「脱出ゲーム」というものがある

が、プレイヤーは部屋の中にある扉を探し、出口を発見する行為を楽しむ。このような自発的な探索行動があれば、一方的にコンテンツを体験するだけのものよりも能動的な体験ができるので体験のインパクトを高めるのではないかと考えた。

そして2つめとして、扉を開ける先の高揚感に目をつけた。人間には好奇心がある。知らないものや、気になるものがあると、確かめる。そしてもしもそこに扉があったらその先が気になってしまう。私たちはこのような扉の先を想像して期待することや、それにより感じる高揚感はとても大きいと考えた。もしもこの感覚を再現することができれば、それは大きな体験としてユーザを楽しませることができると考えた。

こうした前提を経て、本研究では「AugmenteDoor」というシステムを提案する。本システムは、ドアノブ型デバイスをあらかじめ配置された対象物に取り付け、扉を開くようにドアノブを引くことで、その対象物にあわせた映像コンテンツをユーザに提示する。またドアの開け方やデバイスを引く加速度などの変化に応じて映像コンテンツが変化するようにする。これにより「扉を開ける」という行為に伴う体験、扉の先を想像し、期待感や高揚感を感じるという体験をより充実したものとすることができる。さらに、本システムにより提供される体験は、私たち設計者が予め用意したものではなく、ユーザの振る舞いに応じてインタラクティブに変化するものであり、このような能動的な新しい拡張現実体験を実現することを本研究の目的とする。

<sup>†1</sup> 金沢大学  
Kanazawa University.

## 2. システム構成

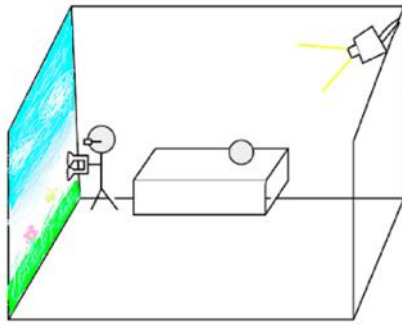


図1：システム全体の概要

本研究で提案する、扉を開ける動作のメタファに基づく映像提示システム AugmenteDoor の構成を図1に示す。本システムでは、ドアノブ型デバイスとARシステムを用いて、現実空間にある対象物の上に、扉や、扉を開けた先の世界の映像を重畳して提示する。

ユーザはドアノブ型デバイスを持って部屋を探索し、気になる対象物にドアノブ型デバイスを取り付け、ドアを開ける動作をする。ユーザがデバイスを取り付けた位置と、扉の開け方や開ける加速度によりインタラクティブに変化する映像コンテンツを、ARシステムを用いて提示する。同時にドアノブからの触覚フィードバックにより、ユーザに更にリアルな扉の先の世界を提示する。これによりユーザの好奇心を刺激させ、他の開け方を探索するというユーザの探究心を高めることができる。[3]以下では、本システムを構成する2つの要素である、ドアノブ型デバイスと、ARシステムについて述べる。

### 2.1 ドアノブ型デバイス

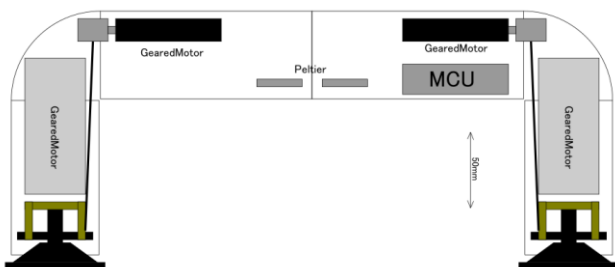


図2：ドアノブ型デバイスの構成

ドアノブ型デバイスの構成を図2に示す。本デバイスの機能としては、対象物への接着機能、ユーザの扉の開け方のセンシング機能、触覚フィードバックの提示機能の3つがある。

一まず、対象物への接着機能は、ドアノブ型デバイスの先端についている吸盤、内部にある釣り糸、巻き取りモータを用いて行う。ユーザは開けてみたいと思う対象物に対して、吸盤を設置する。取っ手の側面に着いているボタンを

押すと、吸盤の内側が真空となり、ドアノブ型デバイスは対象物に吸着する。扉を開ける準備ができた合図があった後に取っ手部分を引っ張ると、図2のように釣り糸が伸びることで扉を開ける様子を再現する。映像コンテンツが終了すると、自動的にモータにより釣り糸が巻き取られ、扉が閉まっていく。ノブ部分と吸盤部分が再び接すると吸盤の内側の圧力が弱まり、ドアノブが対象物から離れる。ドアノブ型デバイスには、ユーザの扉の開け方をセンシングする機能として、内蔵されている加速度センサとジャイロ（BOSCH社BMI0886）により、加速度と回転速度を取得する。また、モータの巻き取り量から対象物と取っ手部分との距離を取得する。これらの値を映像コンテンツに反映させることで、ユーザの開け方に応じた映像の提供が可能となり、同じ場所でも扉の開け方によって違った映像が見られるため、ユーザの好奇心を刺激できる。またドアノブ型デバイスには、触覚フィードバック機能として、ペルチェ素子や振動モータにより、扉を開けた後、映像に合わせてデバイスの取っ手部分から温度や振動といった触感が与えられる。これによって、扉の先の世界に応じた触覚を表現でき、ユーザの体験の質を高められる。なお温度を伝える素子としては、ペルチェ素子は加熱が十分に行えない可能性もあるため、ヒーターを使うことも検討する。

なお全体の制御は、Espressif社のマイコンモジュールESP-WROOM-32を用い、後述のARグラスとはBluetoothで通信する。

### 2.2 ARシステム





図 3 : AR システム

本システムでのユーザへの情報提示は、図 3 のような AR システムによって行う。扉の先の映像を提示するためには AR マーカーを用いる。扉を取り付けることができる対象物には AR マーカーが貼り付けられており、このマーカーには固有の ID が割り振られている。この AR マーカーを基準とした映像の重畳により、ユーザに扉の先の世界の提示を行う。なおユーザへの情報提示に、HMD ではなく、AR ゴーグルを使用したのは、HMD より手軽であるので親しみやすいと考えたからである。

なお、AR グラスは ELECOM 社の VR・AR グラス P-VR1G02BK を用いた。

AR グラスにはスマートフォンが取り付けられており、そのカメラによってこの AR マーカーを認識すると、AR マーカーの ID と、映像コンテンツを提示する位置を取得する。グラスにおいて取得した位置に対して予め用意してある ID に対応する映像を重畳することで、ドアノブ型デバイスが接地された現実空間の対象物にあたかも扉が出現したかのように、現実を拡張する。

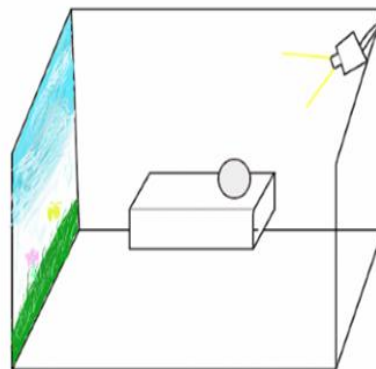


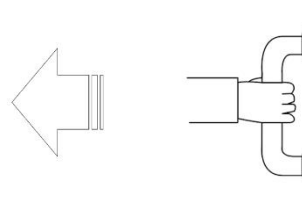
図 4 : 対象物の例

提示される映像は、ドアノブ型デバイスを取り付ける対象物とユーザの扉の開け方や開ける勢い（加速度・速度）によって決まる。

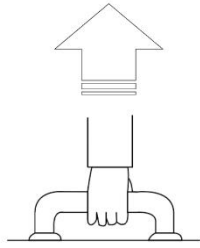
対象物は、図 4 のように通常の壁に加えて、お面や食べ物など私たちの身の回りにあるようなものを部屋の中に設置する。これらの対象物の内部にはスピーカーが内蔵されており、映像と関連する音声を再生することでユーザの興味を誘発し、扉を開けて中を覗いてみたいという好奇心を刺激する。また、ドアノブ型デバイスを設置できる対象の 1 つである壁には、プロジェクタを用いて映像を投影することで扉の先の世界のヒントになる情報をユーザに提示する。対象物と映像の例を表 1 に示す。

表 1 : 対象物と映像コンテンツの対応の例

対象物	映像
壁	風景
人形	考えていること
食べ物	食べ物ができる調理工程
お面	表情に関連する映像



横に引っ張る



縦に引っ張る

図5：扉の開け方と映像コンテンツの変化の対応の例  
提示する映像にユーザの扉の開け方を反映させるためにドアノブ型デバイスのセンサから取得した値を用いる。例えば、図5のように扉を縦横どの方向で開けるかによって、映像の再生速度や縮尺などが変化するようなコンテンツを準備する。

### 3. システムの動作

ユーザは本システムの内容を理解した上で、ARグラスを装着し、ドアノブ型デバイスを持った状態で対象物が設置された部屋に入る。部屋に入ると壁にプロジェクタの映像が映し出され、様々な形の対象物が並んでいる、また各対象物や壁の中にスピーカーが設置されている。そのスピーカーから、ユーザが関心を示すような音声を流す。例として、泣き顔のお面から泣き声が聞こえてくる。

これによりユーザは対象物に興味を持って近づく。その際、対象物のARマーカをARグラスに映すことで読み取る。そして手持ちのドアノブ型デバイスを対象物に吸着させ、ドアを開ける動作を行う。この動作がトリガーとなり、ユーザが装着しているARグラスを通し現実空間に、仮想の扉が重畳されて出現する。この扉は、ユーザが実際にドアノブ型デバイスを引いた量に応じて開き、開いた扉の向こうには対象物の先の世界の映像が再生される。その世界の映像に応じてドアノブ型デバイスは振動や熱などの触覚フィードバックを提示するためユーザは扉の先の世界をよりリアルに感じることができる。

再生が終わると扉が閉まる映像と連動してドアノブ型デバイスが対象物に引っ張られ、元の位置に戻り、ドアが閉まる。そしてARグラスに重畳された仮想の扉は消失する。

この一連の流れを基本として、ユーザは同じ対象の異なる開け方による変化、別の対象物にドアノブ型デバイスを取り付けて別の映像を楽しむという体験ができる。この体験を求めて、ユーザは興味や好奇心を持ち部屋の中の探索を行う。

### 4. まとめ

以上のようなドアノブ型デバイスとARシステムを作成し、「扉を開ける」という行為に含まれる好奇心や高揚感をユーザが能動的に体験できるように再現する。本システム作成後に、実際に様々なユーザに使用してもらい、フィードバックをもらうことで意図どおりの体験を作り出せているか評価し、改善していく。

### 5. 参考文献

- [1]佐藤和成:どこでもドアを再現した「ドラえもん VR を体験」--「できたらいいな」がVRでできた, CNET Japan, エンターテインメント, (2017), <https://japan.cnet.com/article/35096734/>
- [2] Tasmania/多摩大学:DIS-TANSU,IVRC2013 (2003), <http://ivrc.net/archive/wp-content/uploads/2018/04/IVRC2003.pdf>
- [3] 長岡陽:触覚情報通信がもたらす未来のQoL, NTT データ経営研究所 経営研レポート (2018), <https://www.nttdata-strategy.com/monthly/2018/0726/index.html>