



手レポ一腕一シヨソ

W-ARM HOLE

岸 楓馬¹⁾, 北川玲音¹⁾, 桑山佳汰¹⁾, 角谷星哉¹⁾, 大石つぐみ¹⁾, 近藤 颯人¹⁾, 吉見光平¹⁾,
名富 太陽²⁾, 福島 力也²⁾, 松尾 快²⁾

Fuma KISHI, Reo KITAGAWA, Keita KUWAYAMA, Seiya SUMIYA, Tsugumi OISHI, Hayato KONDOU, Kouhei YOSHIMI,
Taiyou NATOMI, Rikiya FUKUSHIMA, and Kai MATSUO

- 1) 大阪大学 大学院 情報科学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5)
- 2) 大阪大学 工学部 電子情報工学科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

概要：本企画では箱型のデバイスを用いることで、ユーザの手だけが世界中の砂漠や熱帯雨林といった別空間に飛ばされる(テレポ一テーションする)感覚を味わえる。実現のためユーザがいる空間とは異なる温度・湿度・風を再現した箱を用意し、その箱の中に手を入れると、入り口にある腕に触力覚提示する。また、テレポ一テーションを再現する上で重要になる、腕の断絶感を実現するために、箱内部と箱外部の間に意図的に層を作り、空間の境界を触覚情報として強調させることで、ユーザに箱内外空間の差異をより知覚しやすいようにしている。

キーワード：テレポ一テーション, 断絶感, クロスモーダル

1. 企画概要

本企画では、自分の身体の一部だけがワープホールを通りテレポ一テーションするかなのような体験を提供する。この際、ユーザは、身体の一部が別空間にあるはずであることから、境界部分で断絶感を知覚することとなる。体験には、ユーザがいる空間とは異なる温度・湿度・風を再現した箱を使用する。例えば箱内部に、高い気温と低い湿度で乾燥した、風が吹いていない空間を再現することで、箱内部に手を入れたユーザは、自分の手だけが砂漠にテレポ一テーションした感覚を味わえる。

ユーザに提供する体験シナリオは二つある。一つ目の体験シナリオは、断絶した空間先を自分で選んで体験する「世界旅行」シナリオであり、その様子を図1に示す。ディスプレイにテレポ一ト先を表示し、ユーザはどの環境にテレポ一テーションしたいか選択する。その後に箱内部に手を入れると選択した環境を感じることができる。その状態で、ディスプレイを見ると選択した地域のライブビューイングが表示されユーザの手が伸びているのを確認できる。

二つ目の体験シナリオは、断絶した空間先を当てる「身体探し」シナリオであり、その様子を図2に示す。ランダムに決定された箱内部のテレポ一ト先に手を入れ、提示されている断絶した空間先がどこかを当てるゲームである。

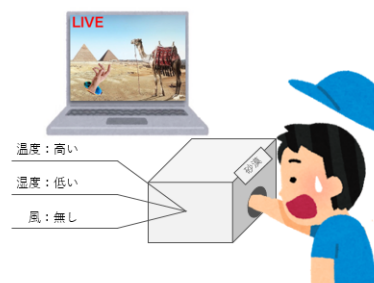


図 1：体験シナリオ 1

- ① テレポ一ト先を選び、ディスプレイにテレポ一ト先のライブビューイング表示&魔法陣出現
- ② 手を入れると確かにテレポ一ト先を感じる
- ③ ディスプレイの魔法陣から自分の腕が出現

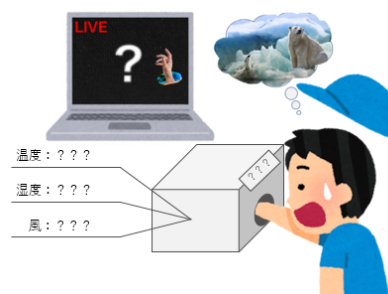


図 2：体験シナリオ 2

- ① テレポ一ト先がルーレットで決まる
- ② 箱に手を入れてどこに繋がっているのか当てる

2. 企画目的

もしも、どこでもドアが存在したら何をしたいだろうか。全身で別空間に行きたいと考える人もいるだろう。実際に、全身が別空間に行く感覚提示に関しては、VRやARの技術を利用したテレポーテーション体験が存在する。しかし中には、身体の一部のみが別空間に行くことで、異なる空間を一度に知覚する感覚を味わいたい人も多いであろう。こうした、身体の一部だけがテレポーテーションした際の断絶感や各空間の空気感の差を感じられるデバイスは未だにない。そこで本企画では、温度・湿度・風を制御可能な箱型デバイスを用いて、身体の一部のみが別空間を感じる体験を提供する。つまりは、別空間に繋がったワープホールに身体の一部だけを通していている気分を味わえる。

3. システム構成

本企画は別空間の環境再現部分と、箱内部と箱外部の境界を強調する部分との2つからなる。また、アプリケーション実装のために Leap Motion を用い箱内部の腕をトラッキングし、ディスプレイに各環境動画と合成し表示する。システム全体の概要を図3、箱内部の構造を図4に示す。

3.1 別空間の環境再現の実装

空間は主に、皮膚が感じる「温度」「湿度」「触覚」といった要素によって知覚されると考えられ、これらを変化させることで図5のような環境を再現する。

3.1.1 温度提示機構

金属板にペルチェ素子を張り付けた装置を箱内部に設置し、ペルチェ素子の制御により金属板全体に熱を伝導させる。そして、温まった(冷えた)金属板付近の空気をファンによって循環させることで、箱内部全体の気温の制

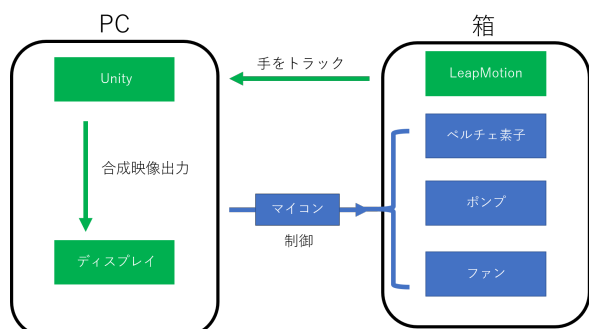


図3: システム概要図

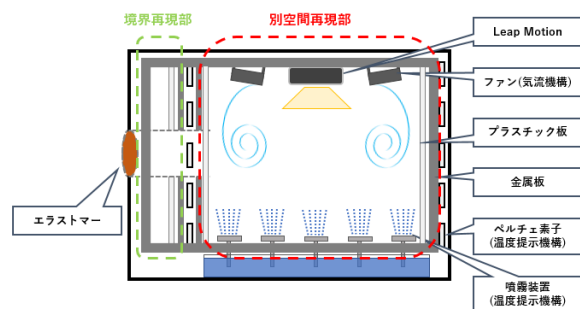


図4: 箱型デバイスの機構。

御を実現する。

3.1.2 湿度提示機構

湿度は皮膚表面の汗が乾く速さにより知覚される[1]。そこで本企画ではまず、汗に見立てた水をスプレー状に噴射し、皮膚に付着させる。次項にて説明する「風」機構によって、水を乾燥させる速度を制御し間接的に湿度を提示する。また、本企画での湿度は絶対温度で評価する。

3.1.3 触覚提示機構

環境要因の一つとして「風」を再現するために、ファンを制御する。この機構は、箱内部の温度と湿度の変化にも利用する。

3.2 境界の実装

テレポーテーションする感覚を提示するためには、レポート先の空間の再現だけでなく、身体の一部(本企画では腕)に、空間の境界による断絶感を感じられることが必要であると考えた。例えば冷蔵庫に手を入れた時や、サウナに身体を半分入れた時に、空間の違いを明確には感じられない。しかし水中に手を入れた時には、明確な空間の違いを感じられる。これは、水面に働く表面張力が空間の境界面として作用することで、空間の境界を明確にしたからだと考えた。そこで、体験者が境界を知覚するために、箱内部と箱外部をエラストマーでできたスリーブで繋ぐ。それに加え、間の層の温度を制御することで、箱内部と箱外部の空間の差異をより強調する。

3.2.1 圧感による境界の触覚提示機構

箱内部と箱外部の間に層をつくり、その間をエラストマーでできたスリーブでつなぐ。この筒状に成形したエラストマーのスリーブを用いることで、体験者は箱に手を入れた際に圧力を受け、境界の存在・箱内部と箱外部の空間の違いを提示する。

このとき、エラストマーから受ける圧力感覚が、幅として知覚されると境界として感じられなくなる。そこで、スリーブの幅は腕の二点弁別閾[2]に則って設計し、ユーザに境界として知覚させるようにする。

3.2.2 温感による境界の触覚提示機構

箱外部と箱内部の空間の差異をより明確にするために、層の温度を制御することを考える。そこで私たちは、人間の視覚に備わる機構である、側抑制機構[3]を参考にした。側抑制機構とは、明度の差がある二つの色の境界付近で、明るい側はより明るく、暗い側はより暗く見えるようにする機構のことである。私たちは、境界付近での変化を意図的に与えることで、温覚に対してもこのコン



図5: 環境再現一覧

トラスト強調を発生させられると考えた。図6は、低温環境を再現する際に、その境界面に高温提示することで側抑制による境界面の強調を示している。図6の上図は、箱内部の温度のみを低温にした場合である。一方で図6の下図は、箱内部の温度を低温にすると同時に、作成した境界部の

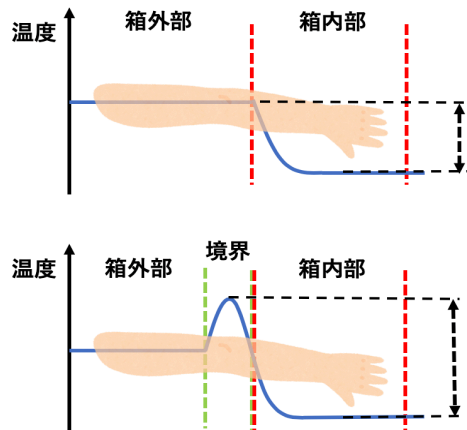


図 6: 境界部の有無による温度感覚の差異

の温度を高温にした場合である。温度差が上図に比べ、大きくなっていることが分かる。

このように、境界再現部分の温度を箱内部の温度と逆に変化させれば、箱内部と箱外部の差をより強調できると考えられる。箱内部の温度の制御にはペルチェ素子を使用していたが、このペルチェ素子は表と裏で逆の温度変化が起こる。実装は、箱内部の温度変化機構で使用するペルチェ素子のこの現象を利用することで実現する(図4)。

参考文献

- [1] 湿度を感じる器官って？乾湿感のウソ【Re Re 快適のヒミツ】
https://mrs.living.jp/hyogo/home_money/article/2729674,
 (参照 2020-06-14)
- [2] Somatic Sensory Receptors, Proprioception, and Pain.
<https://doctorlib.info/physiology/medical/84.html>,
 (参照 2020-06-14)
- [3] 江島義道:4. 色の対比現象と側抑制機構, 繊維製品消費科学, Vol. 42, No. 12, pp. 811-815, 2001.