

内側と外側を行き来するインタラクションに着目した 全周囲ディスプレイの提案

新谷大樹^{†1} 新井真稀^{†1} 福岡美結^{†1} 谷口伊織^{†1} 佐々木健^{†1} 牧岡雄大^{†2} 佐藤俊樹^{†2}

概要：本研究では、立体構造物の全周囲に映像投影を行う全周囲ディスプレイにおける「スクリーン内外の通り抜け」に着目し、全周囲ディスプレイの「外側」と「内側」をユーザーが楽しく行き来することを可能にするインタラクション手法として、スクリーン上に様々な位置・タイミングで物理的な開口部を作り出し、ユーザーに開口部を通してディスプレイ内外を行き来させる手法を提案する。本論文では提案手法を体験可能な全周囲ディスプレイの実装案と、その有効性を評価するためのいくつかのアプリケーション例について述べる。

1. はじめに

現実世界の立体構造物にプロジェクタで映像を投影するプロジェクションマッピングディスプレイは、HMD等と比べて高い現実感があり、実際に立体的な映像に直接手で触れられる利点もある。このようなディスプレイのなかで、立体構造物の全周囲にプロジェクタで投影したものを本論文では「全周囲ディスプレイ」と呼び、下記の2タイプに分類する。

1つ目は、図1(左)のようにユーザーが全周囲スクリーンの中に入るタイプのもので、広視野で没入感のある映像提示ができる[1]。もう1つは、図1(右)のように、ユーザーが外側から全周囲スクリーンを眺めるもので、複数のユーザーがディスプレイを囲み、様々な角度から俯瞰的に観賞可能である。これら2種類の全周囲ディスプレイはそれぞれ異なるインタラクション要素を持つが、ユーザーと全周囲スクリーン間の位置関係で考えれば、ユーザーの立ち位置がスクリーンの内側か外側かの違いのみであり、もしユーザーがスクリーンを「物理的に通り抜ける」ことができれば、この2つの全周囲ディスプレイを自由に「行き来」することも可能になると考える。

これまでの研究でも、「霧」などをスクリーンとして用いた物理的な透過性を持つディスプレイの研究がなされてきた。例えばDiegoら[2]は、ユーザーがスクリーンに手の一部を通すことで映像を変化させることができるディスプレイを提案し、Alexら[3]はユーザーが両面からの閲覧・操作が可能なディスプレイを提案した。また三寄ら[4]はユー

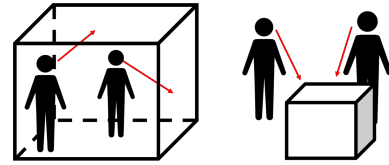


図1 2種類の異なる全周囲ディスプレイ

ザーが内側と外側の両方から閲覧可能な円筒型ディスプレイを提案した。しかし、従来の研究は物理的透過性のあるスクリーンを提案しているが、ディスプレイの「内側と外側を行き来するインタラクション」に着目したものは少ない。

2. 提案

そこで本研究では、全周囲ディスプレイの「外側」と「内側」という全く異なる空間を、ストレスなく楽しく行き来することを可能にするインタラクション手法を探る。これを行ううえで、まず「行き来」を可能にするためには、全周囲スクリーンが通り抜け可能であることをユーザーに認識させる必要があると考える。これには、行き来の可能性を示す視覚的な入り口の提示(例えばドア等)を行う必要があるが、本研究では特にスクリーンに「物理的な開口部」を作り出すことに注目している。また、システム/ユーザー側が想定した行き来の体験が可能のように、この開口部を全周囲スクリーン中の適切な「場所」に、適切な「タイミング」でユーザーに提示する必要があると考える。以上に加えて、例えばボタンを押下した際に指に触覚フィードバックがあるのと同様に、ユーザーがスクリーンを通り抜ける瞬間に心地よいフィードバックを提示する要素も必要であるとする。また全周囲スクリーン周囲にある床・壁等の環境への映像投影によりユーザーにスクリーンの向こう側への

^{†1} 現在、電気通信大学

^{†2} 現在、北陸先端科学技術大学院大学

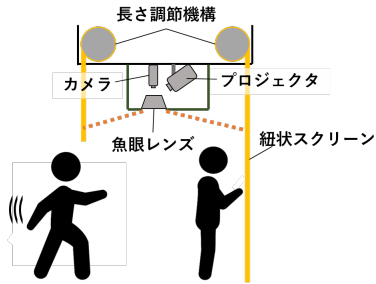


図 2 システム概要図

興味を持たせ、行き来を誘発することができるとも考える。

本研究では、まず上記のような行き来に関連したインタラクションを体験可能な全周囲ディスプレイとアプリケーションを早期に試作することで、全周囲ディスプレイの内と外との自由な行き来を可能にするインタラクションを設計するうえで有用な知見を明らかにしていく。

3. プロトタイピング

以上を実現可能なスクリーンは物理的透過性があり、特に「開口部」を動的に作る事が可能である必要がある。これは例えば、従来研究で用いられてきた霧や、隙間なく並べたすだれ状の紐などを用いることが考えられる。

そこで本研究では、実装の容易性を考慮し、まず巻き取り可能な紐構造を用いてスクリーンの試作を行うこととした。開発を行うプロトタイプシステムの概要を図2に示す。提案システムは複数の長さ調節可能な紐状スクリーン機構と、映像投影およびユーザの動きを検出するプロカム機構から成る。紐状スクリーンは垂れ下がる紐の長さを調節し、全周囲スクリーンの任意の位置に開口部作り出す。プロカム機構は、スクリーン内部への全周囲投影及びユーザの全周囲スクリーンに対する内部/外部からの接近や接触動作を検出する。

4. アプリケーション案

行き来の要素を活かしたアプリケーションとして、例えば「どこでもドア」を通る時のように、「ドア」を用いた「異なる空間」への行き来が可能なアプリケーションが考えられる。このアプリケーションでは、全周囲ディスプレイの外側に複数の異なるドアの映像を提示する(図3(左))。次に、ユーザが好みのドアに接近する等の動作を検出すると、自動ドアのように人が通れる大きさの物理的な「開口部(穴)」をスクリーン上に作る(図3(右))。ユーザが開口部を通過したことを検出すると、通過する瞬間にドアに応じた異なる没入型コンテンツをディスプレイ内部に投影し、ドアを通過して全く異なる空間にきたかのような感覚を与える。またシステムはユーザがディスプレイの内側に完全に入ると、ドアの開口部を閉じてユーザをディスプレイで完全に囲い、より高い没入感での体験を可能にする。最後に

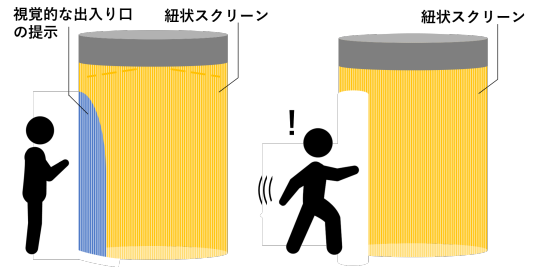


図 3 人の接近によって開口部が開くインタラクション

内部コンテンツの体験が終了すると、システムは再び元の空間に戻るためのドア(開口部)を作り、ユーザはドアを通過して外の空間に戻る。以上のようなアプリケーションはドアを介して自然に行き来する要素を活用したもので、複数の異なる没入型コンテンツを選択的にかつ自然な流れで楽しく体験可能なサイネージ等に活用可能であると考えられる。

次に、「いつの間にか囲まれる」体験が可能なアプリケーションが考えられる。提案ディスプレイは、全周囲ディスプレイの一部分のみを残すことで任意のサイズの平面スクリーンを作り出すことが可能である。この機能を活かし、ユーザが平面スクリーンを閲覧・操作中に平面スクリーンを拡大していき、ユーザを取り囲むことも可能であると考えられる。このスクリーンの拡大をユーザの視野の外で気づかれずに行うことで、ユーザに「いつの間にか囲まれる」ことによる「驚き」を体験させることができると考える。

5. 展望

今後は提案したプロトタイプおよびアプリケーションの実装を行い、行き来に関連したインタラクション手法の設計を行う際に有用な知見を明らかにしたい。

参考文献

- [1] Cruz-Neira, C., Sandin, D. J. and DeFanti, T. A.: Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE, *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH '93*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 135-142 (online), DOI: 10.1145/166117.166134 (1993).
- [2] Martinez Plasencia, D., Joyce, E. and Subramanian, S.: MisTable: Reach-through Personal Screens for Tabletops, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14*, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 3493-3502 (online), DOI: 10.1145/2556288.2557325 (2014).
- [3] Olwal, A., DiVerdi, S., Rakkolainen, I. and Höllerer, T.: Consigalo: Multi-User Face-to-Face Interaction on Immaterial Displays, *Proc. of the 2nd International Conference on INTElligent TEchnologies for Interactive EnterTAINment, INTETAIN '08*, Brussels, BEL, ICST (2008).
- [4] 三寄一樹, 池田竜也, 森 裕司, 大塚達也, 三輪敬之: 円筒状霧ディスプレイの開発とその共同描画への適用, 第17回システムインテグレーション部門講演会(SI2016), pp. 1038-1042 (2016).