

ボウルディスプレイ：半球型全周囲ディスプレイ

宮藤 詩緒* 豊原 宗一郎* 佐藤 俊樹* 小池 英樹*

概要. 両面観察可能な半透明のおわん型ディスプレイ「ボウルディスプレイ」は全天周映像を見るための半球型全周囲ディスプレイである。ボウルディスプレイは上から覗くことで、撮影地点を中心とした正距方位図法での「俯瞰」観察が可能である。また斜め上から角度を付け、おわんの内側を覗くことで、前方の映像を「一人称視点」で観察、おわんの内側と外側を同時に覗くことで、撮影地点を斜め後ろから見ているような「擬似三人称視点」での観察が可能となる。ボウルディスプレイではこの3通りの見方を両立させることで、今までの平面ディスプレイやHMDで問題となっていた、遠隔物体のコントロールを行う際に「後ろで起きていることに気づかない」という問題を解決する。本論文では、ボウルディスプレイのアプリケーション例としてドローン操縦用のディスプレイを例に挙げボウルディスプレイの特性と利点の分析を行った。

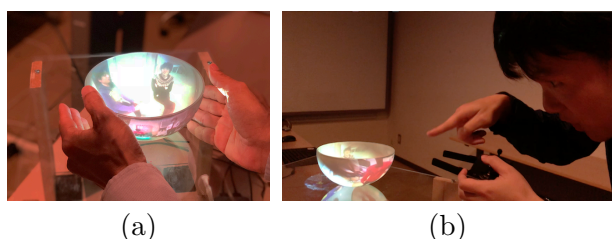


図 1. (a) ボウルディスプレイ, (b) ボウルディスプレイを用いたドローン操縦の例

1 はじめに

ドローンのようなラジコンガジェットの遠隔操縦を行う際、操縦者がドローン(操縦対象物)の周囲にいる場合は直接ドローンを見て三人称視点で操縦することが一般的である。三人称視点での操作では、周囲の状況を直接視認し、周囲の状況を俯瞰しながら操縦を行うことができるという利点がある。しかし、ドローンが操縦者から遠く離れてしまった場合はこれが困難である点や、操縦者の視点方向と現在の機体の前方が必ずしも一致しないなどの欠点もある。また、ドローンが遠く離れた場所にいる場合は、ドローンに搭載されたカメラから得られる一人称視点映像をもとに操縦が行われることもある。これはドローンに積載されたカメラ映像を操縦者の手元にあるディスプレイに送信し、リアルタイムの一人称視点映像をもとにドローン进行操作する手法である。またHMDを用いて一人称視点映像を閲覧することで、まるでドローンに搭乗しているかのような没入感のある操縦も可能である[9, 15, 17]。このような一人称視点での操縦は、操縦者が常にドローンの前方映像を観ながら操縦を行えるため、ドローンの機

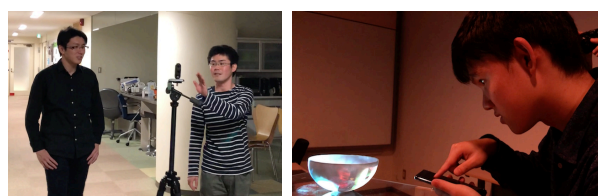


図 2. ボウルディスプレイを用いたテレプレゼンスロボット操縦の例

体方向に左右されずに自然な操作を行うことができる[4]。一方で、後方を含めた全周囲の状況を一度に把握するためには「周囲を見回す」という動作が必要となる。

そこで、我々は裏表の両面表示が可能な「おわん(半球)型」の新しい全周囲ディスプレイ「ボウルディスプレイ」を提案する(図1(a))。このボウルディスプレイでは図1(b)のように、半球面の側面に表示された映像を「おわん」側面の内側と外側の両面から観測することが可能である。ここにドローンに搭載した全天周カメラで撮影した映像を投影し、斜め上から半球面の内側を覗き込むように観測することで、従来の「一人称視点」による前方向の映像を観測できる。また、斜め上から半球面の内側と外側を同時に観測すると、従来の前方向の映像に加え、後方の映像も同時に観測し、自身の機体を斜め後ろから観ているような「擬似三人称視点」による観測が可能になる。さらに、上から半球面の内側全体を覗くことで、全天周画像全体を観測でき、機体を上から「俯瞰」することが可能となる。ボウルディスプレイを遠隔操作用のディスプレイとして用いれば、ユーザがディスプレイを観る方向によって3種類の見方が可能となるため、先に述べた三人称視点と一人称視点のメリットを同時に生かすことができ、かつ全周囲を素早く把握しより自然で安全な機体の操

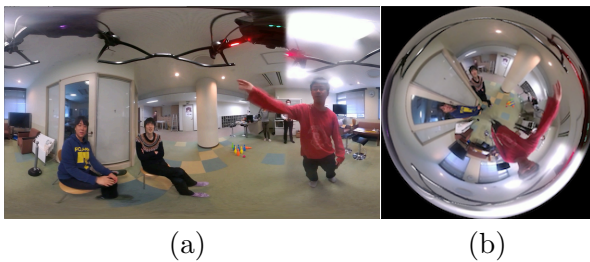


図 3. 平面での全周囲画像全体表現方法 (a) 正距円筒図法, (b) 正距方位図法

作が可能となる。

2 関連研究

全天周カメラの登場により、全周囲画像や動画の表示方法の研究は活発に行われている。平面ディスプレイでの表示方法だけでなく、HMD [3, 11], 円柱型ディスプレイ [19, 20, 16] 球体型ディスプレイ [2, 14, 7, 18] での全周での表示に関する研究が多く行われており、全天周カメラをドローンやテレプレゼンスロボットに搭載し、操縦者に臨場感やより多くの画像情報を提供する研究も存在している。ここでは全天周画像や動画を表示するディスプレイの形態とその表示方法を紹介する。

平面ディスプレイ 従来の2次元での表示では、図3(a)のような正距円筒図法や図3(b)のような正距方位図法の表示方法がある。一般的なパノラマ画像などは正距円筒図法で表示される。この方法は本来繋がっているはずの部分が左右の端にきてしまう、といった不連続性がある。正距方位図法の表示を行う手段として、RICOH Theta¹ や Google Earth² のアプリケーションがある。これらの方法では全天周画像の全体表示は行っていないが、正距方位図法から正距円筒図法を行う実装を行うことができれば、全天周の画像を一度にみることができるという利点がある。しかしこれらの方法では、天地が正しく表示できている部分は一部になってしまう、という欠点もある。

筒型ディスプレイ 筒型のディスプレイを対象とした研究としてはTwister [16], Yendoら [20], Anamorphicons [19] 等の研究がある。筒型は内部に立体を表示する構造として適しているが、Anamorphicons [19] での地図アプリケーションの表示や遠隔通信の例では、撮影画像の表裏と投影画像の表裏が反転しているため方角が一致しないという問題点が存在する。例えば、前後の表示を合わせると左右の表示が反転してしまい、アプリケーションで出しているような

¹ <https://theta360.com/>

² <https://www.google.co.jp/earth/>

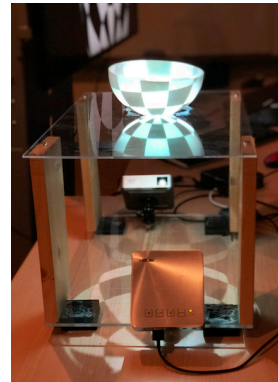


図 4. 制作したプロトタイプ



図 5. カメラを搭載したドローン

経路の提示には不適當である。

球体型ディスプレイ GEO-COSMOS [12], Sphere [2], Spheree [7], Qoom [14], iSphere [18] は球体型のスクリーン部分へ球体型画像をそのまま貼り付けるような表示方法を使用している。これら多くの球体型ディスプレイでは、球体型の画像を球体として表示を行なっているため、画像の歪みもなく自然な表示ができているが、反対側が見えないという問題が存在する。

没入型ディスプレイ 主に Virtual Reality (VR) を観測するために使われる没入型のディスプレイには、Cave 型や Dome 型、HMD 型のディスプレイがある。Cave 型の VR インターフェースを実現したのは Cave [6, 5] である。彼らは部屋の4面に映像を映し出すことで、ユーザへ VR 空間に没入する感覚を与えている。また、Dome 型のディスプレイとして Benko らの multiPointInDome [1] がある。Ishi らの ReverseCave [10] では、HMD を着用したユーザーがどのような環境を見ているかを HMD を着用していない他のユーザーが見られるように周りの壁に投影している。これらのディスプレイでは視野方向と表示方向が一致するため表示方法としては直感的だが、視野範囲が限られているため、一度に全天周画像全体をみることができない。

3 プロトタイプの実装

本論文では、上記のようなおわん型ディスプレイを実際に試作を行った。開発したプロトタイプのハードウェア構成を図4に示す。

現時点でおわん型の形状に両面表示で映像を映し出す方法としては、「おわん型のスクリーン」を作成し外部から映像をプロジェクションする手法が最も実現性が高い。プロジェクションでおわんへの投影を行う場合、おわんの真下や真上から1台のプロジェクタで投影すると、おわんの側面部分はプロ

ボウルディスプレイ：半球型全周囲ディスプレイ

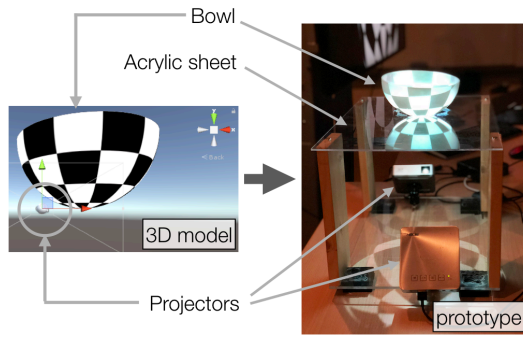


図 6. ハードウェアとソフトウェア構成図. 左：Unity 内でのボウルディスプレイ 3D モデル. 右：システムセットアップ

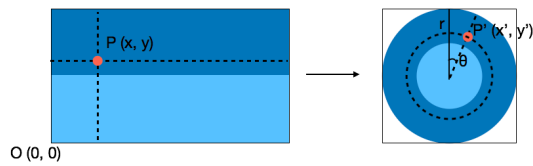


図 7. 正距円筒図法から正距方位図法への変換方法

ジェクタ光に対して平行になるため、映像を投影することができないという問題がある。また、おわんをプロジェクタの前に固定する治具が投影映像を遮蔽しないよう設置を行う必要がある。そこで本論文では、直径 15cm の半球アクリルドームを白で薄く塗装することで映像を背面投影可能なおわん型スクリーンを制作し、プロジェクタの上部に取り付けた透明アクリル板の上に配置している。またその下部に 2 台の小型プロジェクタ (ASUS S1) を配置することで透明アクリル板を通して下部のプロジェクタから映像が投影される。また、おわんの底部は球と同様で丸いため、平らな板の上にただ置いただけでは安定しない。そこで今回のプロトタイプでは、プロジェクションへの影響を最小にするため、おわん底部とアクリル板が接している 1 点を接着剤で固定している。

3.1 おわんへの投影

おわんに全周囲映像を投影するために、プロジェクタの固定後にそれぞれのプロジェクタのキャリブレーションを行った。得られたプロジェクタの内部・外部パラメータは、各プロジェクタに対応する 3 次元 CG 空間内に配置した 2 台のカメラのビュー・プロジェクションパラメータとして用いた。これにより、対応するそれぞれのプロジェクタで CG 内カメラが映し出す映像を出力し、3 次元 CG 空間内のおわん型 CG モデルが実空間のおわん型スクリーンへそのまま投影される。3 次元の描画にはゲームエンジン Unity を使用している。

次に、おわん形状に表示される映像の作成方法に



図 8. 変形した虹の画像. 元画像は最上段が赤、最下段が紫の 6 色の長方形画像である. 左：画像伸縮なし. 右：元画像の上部（赤段）と下部（紫段）を収縮させた画像.

について述べる。図 6 はハードウェアとソフトウェアの対応を示している。本論文では、CG 空間内に配置したテクスチャ付き 3 次元おわんモデルを、対応するおわん型スクリーンに投影することでボウルディスプレイ上に映像を表示する。

カメラから得た正距円筒図法画像は図 7 のように正距方位図法画像に変換する。式は以下である。

$$\begin{aligned}\theta &= x/y \\ x' &= r + y \sin \theta \\ y' &= r + y \cos \theta\end{aligned}$$

今回のプロトタイプでは、映像の主要部分は全天周画像の中央に位置すると仮定している。これは、ドローン等の操縦を考えた際、全天周画像の上側は天井や空、下側は床や地面が映されており、中央付近の画像より重要性が低いためである。本論文では、主要となる画像がボウルの側面に配置されるように、全天周画像の一部を伸縮させている。伸縮の方法は主要部分が画像のどの高さにあるかによって変わるため、現在はアプリケーションによって変えている。図 8 は例として、主要部分が中央にある場合の画像変換を示している。全周囲画像の上下の垂直方向のサイズを狭め、中央の垂直方向のサイズを広げた。

4 アプリケーション

本論文では、制作したボウルディスプレイを用いてドローンとテレプレゼンスロボットの遠隔操作を行う 2 種のアプリケーションを開発した。図 9 はボウルディスプレイを用いてドローンの遠隔操作を行う例である。図 5 のように全天周カメラ (insta360) をドローン (Mavic Air) に搭載し、得られた全天周画像をボウルディスプレイで表示している。また、図 2 はボウルディスプレイを用いてテレプレゼンスロボットの遠隔操作を行う例を示している。近年、テレプレゼンス用のロボットが多く販売されており、ScalableBody [13] や Heshmat ら [8] のように全天周カメラを取り付ける研究もある。これらのデバイスでは、ドローンでの一人称視点の操作と同様に後ろに気がつかないという問題点がある。本アプリケーションでは、図 2 のように、周囲の状況に気を配りながら操作することが可能である。

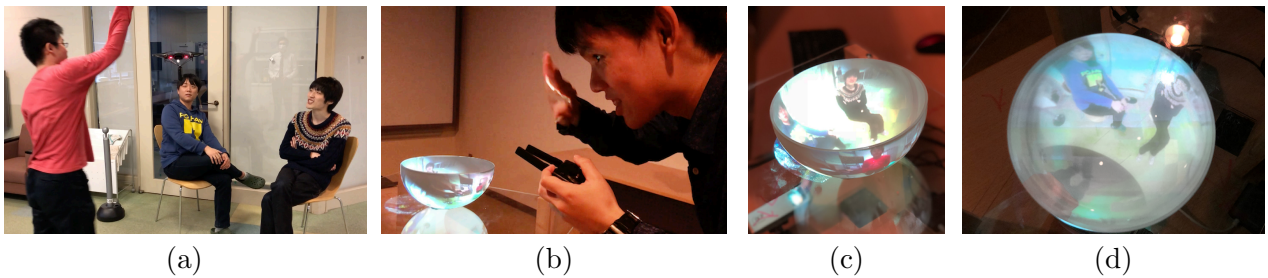


図 9. ボウルディスプレイプロトタイプ例：(a) 全天周カメラが搭載されたドローンを飛ばした様子、(b) ボウルディスプレイの表示を見ながらドローンを遠隔操作している様子、(c) ボウルディスプレイを斜め上から見た様子、(d) ボウルディスプレイを上から見た様子

開発した操縦システムの特徴としては、図 10(d) 上段のようにドローンの後部視界が表示される手前部分の映像が前後反転してしまうことが挙げられる。ただ、左右の位置方向関係は正しく映るため、素早い周囲の状況の把握には影響しないと考える。これについては、将来的に評価を行い検証したい。

5 議論

次に、ボウルディスプレイの特徴や利点、制約などについて考察する。

おわん型の利点 図 10 は、(a) 直方体、(b) 筒、(c) 上側半球 (d) 下側半球に内側面へ、1 から 8 まで順に書かれた数字を投影した様子を表している。なお (a) および (b) については、上面は閉じられていない形状である。ディスプレイを手にとって観測することを想定し、図 10 の上段では斜め上に、下段では横に CG 上のカメラを設置し、ユーザが各モデルを手でもって観測した際の様子を再現している。

まずそれぞれの形状の側面形状に着目すると、半球および筒形状においては側面が連続的でなめらかであるのに対し、立方体形状では角があることがわかる。側面が滑らかなにつながっている場合、ユーザがディスプレイを左右に回転させた場合、ユーザの視点位置とディスプレイの中心とのなす角が変化するにつれユーザから見える領域がスライドしていくという特徴がある。この時、ユーザから見える側面の角度範囲は常に一定である。一方、(a) のように側面に角がある場合、ユーザが形状を回転させても見える範囲が変わらない角度がある。しかし、ユーザの視点位置が角がある角度を過ぎた途端に、急に視界が開けるようになる。この特性については、ドローン等の遠隔操縦を行うことを想定すると、常に一定範囲が見え続ける角がない形状が適していると思われる。

また図 10 の上段において、(a) および (b) と (d) を比較すると、(a)、(b) では側面と底面の間には 90 度の角度があり、映像の連続性が損なわれている。一方、(d) では側面が垂直から底面に向かって滑ら

かなカーブで繋がっているため側面から底面にかけての映像が連続的に観測可能となる。またドローンに搭載された 360 度カメラで撮影した映像はカーブに投影することでより自然に表示される。そのため自分を中心とした周囲の映像をより広く提示することが可能になる。

次に、(c) のような上半球ディスプレイでは上部を用いているが、球体ディスプレイと同様に斜め上から観測した時にユーザの反対方向にある側面が観測できない。一方、その他のモデルでは、斜め上から観測すると反対側の一部が観測できる構造となっている。この特徴を利用すると、前方視界と後方視界を 1 つのディスプレイ上に同時に表示できるようになるため、ドローンやテレプレゼンス機器の遠隔操作において、前方表示中に後方確認ができず、後ろから接近してくる障害物に対する警戒が疎かになる等の問題に対応することができるようになると考える。

さらに、(d) のおわん形状で特筆すべき特徴は、ディスプレイ上部から見下ろすような観測手法によって、平面ディスプレイで用いられるような撮影地点を中心とした全方位の様子を俯瞰的に提示することができることである。これにより、ディスプレイボウルの特徴である「一人称」「疑似三人称」「俯瞰」の 3 種類の見方が可能となる。

おわんの死角 図 10(d) の上段を見ると、観測者は数字の 1 および 6 を見るできないことからボウルディスプレイにも死角が存在することがわかる。この見えない部分の面はちょうど視線と平行になっている面および前方にある側面の影に隠れている面である。しかし、この死角となっている部分は図 10(d) のように上から観ることで解消されるため、ボウルディスプレイを観測する角度を変えることで、操縦者が死角の有無を自在に変更しながら遠隔物体の周囲を確認することができる。

ワイプ表示、重畳表示との比較 遠隔操作ロボットの周囲を表示する方法として、2 次元ディスプレイ上でワイプ表示や重畳表示を利用することも考えられ

ボウルディスプレイ：半球型全周囲ディスプレイ

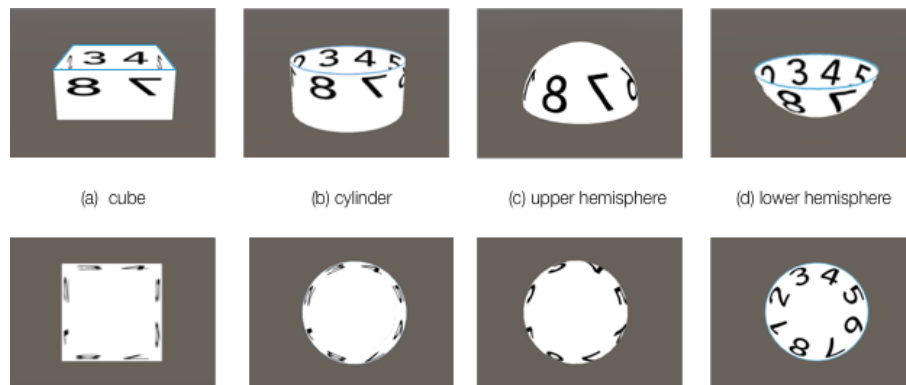


図 10. 上段：斜め上から観察した様子，下段：上から観察した様子

る。佐藤ら [21] は LRF からの深度情報とパノラマ画像を統合し、全周囲俯瞰表示に対して重畳表示を行っている。重畳表示のメリットは、全周囲の画像を隅々まで注視することなく障害物を容易に認識できるところである。ボウルディスプレイにもこの表示を統合することでよりわかりやすい表示が行われると考えられる。また、佐藤らの論文で実装されているワイプ表示では、俯瞰映像と進行方向（一人称視点）の映像が同じ平面ディスプレイ上に表示されているため、画面上で注視する点を動かすことで観る映像を変化させることができるという点がメリットである。一方、ボウルディスプレイでは、視点を変えるためにユーザー自身の頭を動かす必要がある。しかし、重畳表示のように画像が重なった部分が常に死角となることはなく、注視する点を連続的に変更することが可能である。ドローン操縦のように常に周囲を確認し停止させることなく操作しなくてはならない遠隔操作では、ボウルディスプレイの利点である「死角のない映像」、「連続的な見方の変更」によって安全な操縦を支援することが可能である。

ボウル底部への 2 次元情報表示 ボウルディスプレイの底面部は水平面に近くなっており、平面ディスプレイとして用いることが可能である。例えば、今回のようにボウルにドローンに搭載された全天周カメラの映像を表示させる場合、ボウル底面に位置する領域の画像はドローンの真下の映像になる。底面部と側面部の映像との滑らかな繋がりを利用し、ディスプレイ底面部に GPS 等で取得した機体位置情報を中心とした周囲の地図情報を表示することも効果的であると考えられる。今後の機能拡張の一つとして、円形の地図画像をボウルの最下点を中心に同心円状に拡大縮小するように半径を変化させ表示する機能を追加する予定である。

6 まとめと展望

全天周動画の閲覧に適した全周ディスプレイとして、「ボウルディスプレイ」を提案し、プロトタイプ

の実装を行った。ボウルディスプレイでは、上から覗くように観測することで撮影地点を中心とした周囲を「俯瞰」する 2 次元的観測が可能になり、斜め上からボウルディスプレイ側面の内側を観測することで「一人称」での前方の映像が観測可能となり、側面の内側と外側を同時に観測することで撮影地点を後ろから見ているような「擬似三人称」での観測ができる、という 3 通りの見方を持つという特徴がある。またアプリケーション例として、ドローンとテレプレゼンス機器操作作用のディスプレイとして用いる例を提案した。

今回実装を行ったプロトタイプでは、ボウルディスプレイは台に固定された据え置き型であった。しかし、ボウル部を直接手に取り、手の上で回転させながら閲覧するディスプレイとしての可能性もあると考える。今後は茶道でのおわんを手にとって回転させる所作のように、手の上でおわんを回しての閲覧、入力操作を検討していきたい。

参考文献

- [1] H. Benko and A. D. Wilson. Multi-point Interactions with Immersive Omnidirectional Visualizations in a Dome. In *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, ITS '10*, pp. 19–28, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [2] H. Benko, A. D. Wilson, and R. Balakrishnan. Sphere: Multi-touch Interactions on a Spherical Display. In *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '08*, pp. 77–86, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [3] H. Chang and M. F. Cohen. Panning and Zooming High-Resolution Panoramas in Virtual Reality Devices. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '17*, pp. 279–288, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [4] Y.-L. Chen, W.-T. Lee, L. Chan, R.-H. Liang, and B.-Y. Chen. Direct View Manipulation for Drone Photography. In *SIGGRAPH Asia 2015*

- Posters*, SA '15, pp. 23:1–23:1, New York, NY, USA, 2015. ACM.
- [5] C. Cruz-Neira, D. J. Sandin, and T. A. DeFanti. Surround-screen Projection-based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE. In *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, SIGGRAPH '93, pp. 135–142, New York, NY, USA, 1993. ACM.
 - [6] C. Cruz-Neira, D. J. Sandin, T. A. DeFanti, R. V. Kenyon, and J. C. Hart. The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment. *Commun. ACM*, 35(6):64–72, June 1992.
 - [7] F. Ferreira, M. Cabral, O. Belloc, G. Miller, C. Kurashima, R. de Deus Lopes, I. Stavness, J. Anacleto, M. Zuffo, and S. Fels. Spheree: A 3D Perspective-corrected Interactive Spherical Scalable Display. In *ACM SIGGRAPH 2014 Posters*, SIGGRAPH '14, pp. 86:1–86:1, New York, NY, USA, 2014. ACM.
 - [8] Y. Heshmat, B. Jones, X. Xiong, C. Neustaedter, A. Tang, B. E. Riecke, and L. Yang. Geocaching with a Beam: Shared Outdoor Activities Through a Telepresence Robot with 360 Degree Viewing. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '18, pp. 359:1–359:13, New York, NY, USA, 2018. ACM.
 - [9] K. Higuchi and J. Rekimoto. Flying Head: A Head Motion Synchronization Mechanism for Unmanned Aerial Vehicle Control. In *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '13, pp. 2029–2038, New York, NY, USA, 2013. ACM.
 - [10] A. Ishii, I. Suzuki, M. Tsuruta, S. Nakamae, J. Suzuki, and Y. Ochiai. ReverseCAVE: CAVE-based Visualization Methods of Public VR Towards Shareable VR Experience. In *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '18, pp. VS01:1–VS01:1, New York, NY, USA, 2018. ACM.
 - [11] Y.-T. Lin, Y.-C. Liao, S.-Y. Teng, Y.-J. Chung, L. Chan, and B.-Y. Chen. Outside-In: Visualizing Out-of-Sight Regions-of-Interest in a 360 degree Video Using Spatial Picture-in-Picture Previews. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '17, pp. 255–265, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [12] T. Machida. GEO-COSMOS: World's First Spherical Display. In *ACM SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, SIGGRAPH '02, pp. 189–189, New York, NY, USA, 2002. ACM.
 - [13] A. Matsuda, T. Miyaki, and J. Rekimoto. ScalableBody: A Telepresence Robot That Supports Face Position Matching Using a Vertical Actuator. In *Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference*, AH '17, pp. 13:1–13:9, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [14] S. Miyafuji, T. Sato, Z. Li, and H. Koike. Qoom: An Interactive Omnidirectional Ball Display. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '17, pp. 599–609, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [15] K. Morishita, H. Yanagisawa, and H. Noda. Intuitive Control for Moving Drones. In *SIGGRAPH ASIA 2016 Posters*, SA '16, pp. 17:1–17:2, New York, NY, USA, 2016. ACM.
 - [16] K. Tanaka, J. Hayashi, Y. Kunita, M. Inami, T. Maeda, and S. Tachi. TWISTER: A Media Booth. In *ACM SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, SIGGRAPH '02, pp. 81–81, New York, NY, USA, 2002. ACM.
 - [17] J. Thomason, P. Ratsamee, K. Kiyokawa, P. Kriangkamol, J. Orlosky, T. Mashita, Y. Uranishi, and H. Takemura. Adaptive View Management for Drone Teleoperation in Complex 3D Structures. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces*, IUI '17, pp. 419–426, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [18] W. Yamada, K. Yamada, H. Manabe, and D. Ikeda. iSphere: Self-Luminous Spherical Drone Display. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '17, pp. 635–643, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [19] Y. Yanagawa, K. Ikematsu, C. Suga, M. Sasagawa, Y. Matoba, and I. Siio. Anamorphicons: An Extended Display Utilizing a Cylindrical Mirror Widget. In *Proceedings of the 29th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, OZCHI '17, pp. 457–461, New York, NY, USA, 2017. ACM.
 - [20] T. Yendo, N. Kawakami, and S. Tachi. Seelinder: The Cylindrical Lightfield Display. In *ACM SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies*, SIGGRAPH '05, New York, NY, USA, 2005. ACM.
 - [21] 佐藤 貴亮, 藤井 浩光, A. Moro, 山下 淳, 浅間 一. 複数の魚眼カメラと LRF を用いた重畳型全方位俯瞰画像提示手法の構築. 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演論文集, 2012.