

Anamorphicon を利用した 遠隔テレビコミュニケーションシステムの提案と実装

理学専攻 情報科学コース 柳川 優子 (指導教員：椎尾 一郎)

1 はじめに

Anamorphicon はアナモルフォーズというデザイン技法とディスプレイのマルチタッチ機能を利用して、鏡面円筒の表面に画像を投影することができるタンジブルユーザインタフェース (以下、TUI) のための操作部分 (ウィジェット) である。アナモルフォーズとは、ユーザーが歪んだ絵を見る角度を変える、鏡越しで覗くなどの動作によって、本来の正しい形の絵を見るデザイン技法である。アナモルフォーズを使って物理的に icon を操作できることから、この TUI ウィジェットは Anamorphicon と名付けられている。これを用いて鏡面円筒の位置や回転角度の情報を利用した、インタラクティブな画像表示機能が実現可能であり、今までにこのウィジェットを利用したショップカタログアプリケーション [2] やパノラママップビューアプリケーション [3] などが開発されている。本研究では遠隔テレビコミュニケーションに応用したシステムを提案・実装をする。これにより、円筒の回転角度情報を利用したインタラクティブな遠隔テレビコミュニケーションシステムの実現を目指す。

2 関連研究

2.1 パッシブ TUI

電子回路やバッテリーを必要としないパッシブな TUI は低コストで作成可能という利点がある。例えば Ficon[1] は光ファイバーを用いて作成したウィジェットを使う。それにより平面ディスプレイに表示された画像をウィジェットの表面に浮かび上がらせることができる。このように、ウィジェットの表面に画像を投影する TUI の研究はあるが、プロジェクターなどの機器を用いるため、大掛かりなシステムになりがちである。Anamorphicon による映像表示は静電容量式のタッチディスプレイのみで動作可能である。

2.2 遠隔テレビコミュニケーション

対話者の存在感を増すことを目的に、物理的な装置を対話者の代理に見立てる研究がある。その代表的な研究に Hydra[4] がある。Hydra は小型のスクリーン、カメラ、マイク、そしてスピーカーを搭載した小型端末を遠隔対話者の代理として使用する。タンジブルに遠隔対話者の位置を操作することができ、会議のような配置も再現できるため、臨場感がでる。しかし、小型のデバイスを人数分用意する必要があるため、コストが高いと考えられる。

本手法はパッシブな TUI ウィジェットである Anamorphicon を遠隔対話者の代理として使用することによって低コスト化を目指す。

3 実装

本章では、Anamorphicon を利用した遠隔テレビコミュニケーションの実装について述べる。また、このアプリケーションの実装には、JavaScript, HTML5,

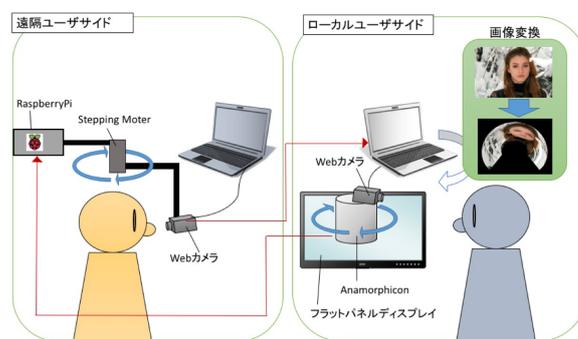


図 1: Anamorphicon 遠隔テレビコミュニケーションシステムの構成。

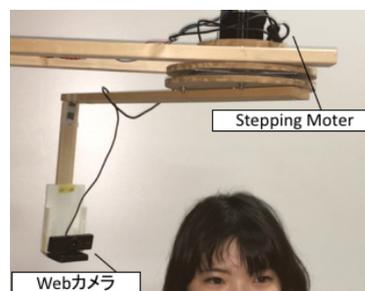


図 2: 遠隔ユーザーサイドに設置するカメラアーム。WebGL, SkyWay¹を使用した。

3.1 システム構成

遠隔テレビコミュニケーションシステムの構成を図1に示す。Anamorphicon を所持する側のユーザー (以下、ローカルユーザー) は、静電容量式のタッチディスプレイを水平に設置し、その上で Anamorphicon を操作する。その鏡面には、遠隔地からコミュニケーションに参加しているユーザーの映像 (以下、遠隔ユーザー) が表示される。双方向遠隔テレビコミュニケーションの実現のために Anamorphicon の上部には Web カメラを装着した。この映像は遠隔ユーザーに送信される。ローカルユーザーが複数の遠隔ユーザーとコミュニケーションを行う場合、人数分の Anamorphicon が使用される。ローカルユーザーは、それぞれの Anamorphicon を移動させる、回転させることによって、遠隔ユーザーたちの位置関係および視線方向を操作することが可能である。

遠隔ユーザーが通常の遠隔テレビコミュニケーションに固定カメラを使用する場合、一方向からの映像のみが Anamorphicon に表示される。遠隔ユーザーの全周画像を取得可能であれば、ローカルユーザーは Anamorphicon の回転角度に応じた角度から遠隔ユーザーを見ることができる。そのため、より手で遠隔ユーザーを回している感覚を得ることにつながる。それを

¹WebRTC プラットフォーム: <https://webrtc.ecl.ntt.com/>

実現するために長島らの作成したカメラ [6] を応用し、図 2 に示すような、遠隔地のユーザーの全周画像を撮影するためのアームを取付けた装置を作成した。このアームの先端にはカメラが取り付けられており、アームが回転することによって、特定の方向から遠隔ユーザーを撮影することができる。アームは遠隔ユーザーの頭上の Stepping Moter に接続されている。ローカルユーザーが Anamorphicon を回転させると、その回転角度に応じて Stepping Moter が回転し、回転した位置からの映像が Anamorphicon の鏡面上に表示される。これにより、ローカルユーザーが Anamorphicon を遠隔ユーザーの代理として操作した時に、遠隔ユーザーの全周囲からの映像が表示され、ローカルユーザーは遠隔ユーザーを手で操作している感覚を得ることができる。

3.2 Anamorphicon

Anamorphicon は、水平に設置した静電容量式のタッチディスプレイ上でインタラクティブな操作を可能とするウィジェットである。Anamorphicon をタッチディスプレイの上に置くと、その下にアナモルフォーズ技法に基づいて変形された画像が表示される。ローカルユーザーが、鏡面を通してその変形された画像を見ると、画像が Anamorphicon の円筒中心でディスプレイに対し垂直に表示されているように見える

Anamorphicon の構造を図 3 に示す。クロームメッキしたアルミニウムパイプで作成した鏡面円筒 (直径 7cm) の底面には、導電性材料²により形成された 3 点のタッチパターンを設置している。この底部タッチパターンはアルミニウムパイプに電気的に接続されている。これを静電容量式タッチディスプレイ³の上に置く。ユーザーが Anamorphicon に触れると、底部のタッチパターン部分の静電容量が変化し、タッチディスプレイがタッチイベントとしてこれを検出する。タッチパターンを形成する 3 つのチップ全てがタッチディスプレイに接触すると、3 点 (図 3 の ABC の点) からなるタッチパターンをシステムが検出する。このタッチパターンから、Anamorphicon の位置座標と回転角度を導くことができる。また、Anamorphicon の鏡面に投影される実像は、光の反射の計算を用いて作成されたグリッドに映像を貼り付けることで作成している。

さらに遠隔コミュニケーションシステムで使用する Anamorphicon には、遠隔ユーザーに映像を送出するために、その上部に USB 接続のカメラ⁴を取り付けた (図 4)。カメラを搭載した Anamorphicon の向きと、Anamorphicon に表示される遠隔ユーザー映像の向きを連動させることで、遠隔ユーザーの視線方向をローカルユーザーに直感的に提示することができる。

4 ユーザ評価と議論

システムを 6 名の被験者に体験してもらった。投影対象を人間とし、遠隔コミュニケーションを試してもらったところ、実際に人物がカメラ方向を向いているように見えるという意見があった。しかし同時に、実像である歪んだ映像が気になってしまうという意見ももらった。

²PLA 樹脂, Proto-Pasta 製 : 体積抵抗値 0. 2 Ω/cm

³DELLS, 2340T, 23inch

⁴Logicool 社, HD Pro Webcam C910, 1920×1080 画素

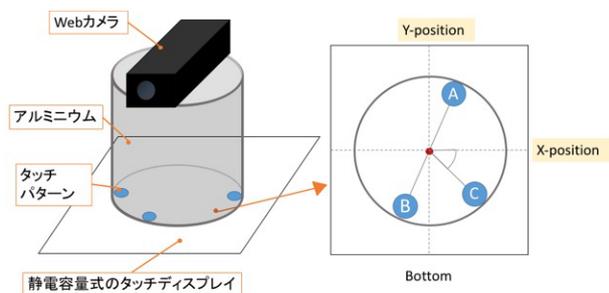


図 3: Anamorphicon の構造。



図 4: カメラを取り付けた Anamorphicon.

これには、既存研究である tablescape plus[5] にあるような角度依存性のあるディスプレイを使用し、ユーザから見えないようにするなどの工夫が求められる。

5 まとめ

本研究では、タッチディスプレイ上に置いた鏡面円筒に映像を表示する Anamorphicon を利用した遠隔テレビコミュニケーションシステムを開発した。Anamorphicon により、タンジブルに画像を扱うことができる。遠隔参加者の存在感を感じさせる遠隔コミュニケーションシステムを安価に構築可能である。またユーザーの全周囲画像を取得するために、遠隔地の Anamorphicon の回転に同期してユーザーの周囲を回転するカメラを作成・設置した。実際にシステムを被験者数名に使用してもらい、評価を行った。今後はシステムに機能を追加し、顔認識による話者推定などを検討している。

参考文献

- [1] Fukuchi, Kentaro and Nakabayashi, Ryusuke and Sato, Toshiki and Takada, Yuta, et al. 2010. Ficon: A tangible display device for tabletop system using optical fiber. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ACM, p. 1-1.
- [2] SUGA, Chihiro; SIO, Itiro. 2011. Anamorphicons: An extended display with a cylindrical mirror. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ACM, p. 242-243.
- [3] IKEMATSU, Kaori; SASAGAWA, Mana; SIO, Itiro. 2016. 2.5 Dimensional Panoramic Viewing Technique using a Cylindrical Mirror Widget. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*. ACM, p. 145-146.
- [4] SELLEN, Abigail J. 1992. Speech patterns in video-mediated conversations. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM, p. 49-59.
- [5] KAKEHI, Yasuaki; IIDA, Makoto; NAEMURA, Takeshi. 2006. Tablescape plus: upstanding tiny displays on tabletop display. In *ACM SIGGRAPH 2006 Sketches*. ACM, p. 12.
- [6] 長嶋 麻里奈, 橋本 直, 2015. “Satellite Eyes: 人の周囲を回転するカメラアームを用いた視野拡張システムの提案”, *インタラクシオン 2015 論文集*, pp.772-773