

博士論文(情報) 2022年度

博士論文要旨

影を用いた実世界指向インタフェースによる インタラクションの研究とその応用

明星大学大学院 情報学研究科 情報学専攻

菊池 康太

2022年11月

博士論文要旨

影を用いた実世界指向インタフェースによる インタラクションの研究とその応用

キーワード

ヒューマンコンピュータインタラクション, ヒューマンインタフェース, 実世界指向インタフェース, インタラクティブアート, メディアアート, 影, シャドーアート

論文要旨

これまでの実世界指向インタフェースの研究動向では、自然物を用いたインタフェースが多く提案され、ユーザの文化的背景から直感的な操作を想起させるインタフェースを提供している。また、それら自然物を用いた実世界指向インタフェースは、コンピュータのファイル操作や、マウスポインタとしての使用を目的としたインタフェースや、インタラクティブアートや、メディアアートなどのコンピュータを扱うアート作品のインタフェースとして、芸術分野でも使用されている。そして、それらコンピュータ操作やインタラクティブアートに用いられる実世界指向インタフェースには、影を使用した研究や作品があり、影の特性を活かした情報提示や身体性のあるインタフェースが多く提案されている。影を用いた実世界指向インタフェースやインタラクティブアート、メディアアートが多く提案される要因として、ユーザが影の物理特性と文化的背景から影の操作方法や作品のコンセプトを理解しやすい点に加え、影の生成が容易である点が挙げられる。影は光を遮ることで生成可能であり、プロジェクションを用いるインタラクティブアートや映像表現への応用が容易である。しかし、これらの多くは、コンピュータグラフィックス (CG) で生成される仮装の影 (以降、CG 影とする) を制御し、物体の実影の位置に CG 影を投影することで物体の影が変化する様に表現している。CG 影は柔軟な影の表現が可能であるが、操作に対する遅延や陰影表現などで CG であることが理解されてしまうと、インタラクティブな作品が多く世に出ている現代では、その効果は減少してしまうと考える。また、CG 影は柔軟な表現が可能であるため、

ユーザが物体を操作した入力結果を表現する出力インタフェースとして用いられることが多い。

そこで、本論文では、以下の4点を本研究の目的として、影ユーザインタフェースとその応用手法を提案した。

- (1) 影を用いた実世界指向インタフェースを提案するため、影を操作して物体に影響を与えるインタフェース概念を実現するインタラクティブメディアの基礎システムを実装する。
- (2) 影のメディアとしての性質を拡張するインタラクティブメディアを提案する。
- (3) 影を用いた実世界指向インタフェースを3Dモデリングとデジタルファブ리케이션に応用し、実世界によるモデリング手法を提案する。
- (4) 影を用いた実世界指向インタフェースを応用した影の芸術表現作品の提案と影のアニメーションを拡張する手法を提案する。

本論文では、影を操作する事で物体の動作を変化させるインタラクティブの基礎的研究として、KUIを用いたインタラクティブ手法を複数提案し、KUIのインタラクティブ手法を応用した三つの異なる応用例を提案し、その実装方法を示した。本論文は9章から成り立っている。以下に各章についての概略を示す。

第1章では、影を実世界指向インタフェースに取り入れることの有用性について述べ、本論文の背景及び目的について述べた。加えて、本論文全体の章構成について示した。

2章では、本研究における関連研究として、従来のHCIにおけるユーザーインタフェースの動向について述べた。従来の影を用いたユーザーインタフェース研究、影を用いたインタラクティブ研究について、本研究との差異を述べた。

3章では、KUIの基礎となるインタラクティブ手法を複数示し、KUIが可能とする操作とインタラクティブについて述べた。またKUIのシステム設計と実装方法を述べることで再現性を示した。

4章では、KUIの基礎システムに対して、インタフェースの操作性や操作の理解度についてユーザー評価を行い、システムの動作精度や追従性について動作評価を行うことで、KUIの基礎システムにおける有効性を示した。

5章では、KUIの応用手法として、視覚メディアとしての性質を持つ影絵の性質を拡張するインタラクティブメディアとしてAugmented Shadow Mediaを提案し、その実装方法について述べた。Augmented Shadow Mediaでは、従来の影絵の保存再生方法は、カメラで撮影された映像をディスプレイで再生する方法が一般的であるが、カメラ性能や、撮影環境によって保存される影絵の情報は変更されてしまう。また、再生する際もディスプレイ

解像度によって影絵の解像度も変更される。Augmented Shadow Media では、影絵の情報を変更することなく保存再生を可能にする手法を提案し、影のメディア的性質を拡張した。

6 章では、KUI の二つ目の応用手法として、3D モデリングとデジタルファブリケーションへの応用手法を提案した。KUI の基礎システムで提案する影への複数ジェスチャーによって可能になる実空間での物体の 3 次元移動を用いて、3D モデリングを行う。物体が実空間でのカーソルの役割を果たし、その物体の移動した軌跡を用いて 3D モデルを作成した。また、KUI の 3D モデリング手法にスマートフォン AR を用いる事で、作成中のモデルを様々な角度から観察することを可能にした。これによりファブリケーションスペースなどでの共同作業や、作成中の 3D モデルを中心とした円滑なコミュニケーションをサポートすることが可能になった。

7 章では、映像芸術表現への応用では、影絵の映像表現を拡張する手法として、「Animated Kui」と「KUI Based Puppet」を提案した。Animated Kui では、影絵のアニメーションを鑑賞する際のインタフェースとコンテンツとしての影を一体化させ、鑑賞する影のアニメーションを直接操作するインタラクションを提案した。KUI Based Puppet は、影絵の動きを作る際のインタフェースを拡張し、影を直接操作して影のアニメーションを作成するインタフェースを提案した。この二つの手法を用いることで、映像芸術としての影の表現を拡張することが可能となった。

8 章では KUI の基礎的システムから三つの応用手法について、実装や評価実験で得られた結果を元に考察を行い、今後の課題と展望について述べた。

9 章では、本論文をまとめ、結論を述べた。本論文では、影ユーザーインタフェース (KUI) と KUI のインタラクションを応用した三つの手法を提案し、その実装方法と評価結果について述べる事で、影を実世界指向インタフェースとして用いる基礎的指標を示し、その応用手法として三つの手法を提案し、影を実世界指向インタフェースとして用いる有効性を示した。

以上、本論文では、自然現象として「影」を用いた新しい実世界指向インタフェースを提案し、影を入力インタフェースとして、その影を持つ物体に影響を与えるインタラクション手法の提案を行い、提案手法の応用例を複数示し、実世界指向インタフェースとしての有効性を示した。本論文で述べた手法を用いることにより、実世界での影を介した物体とのインタラクションや 3D モデリング、影アニメーションの操作が可能となり、今後の実世界指向インタフェース技術の進展に貢献できると考えられる。