

Magicatropo: ハーフミラーを用いた立体ゾートロープの 多層構造化によるアニメーション表現

Magicatropo: Representation of Animation

by Multi-layer 3D Zoetrope with a Semitransparent Mirror

5116E025-1 横田 智大

YOKOTA Tomohiro

指導教員 橋田 朋子 准教授

Assoc. Prof. HASHIDA Tomoko

概要: 本研究はハーフミラーを用いて立体ゾートロープを多層化し、1枚の円板上で2つの物体群のアニメーションを共に提示可能とするものである。従来の立体ゾートロープでは空間の可視・不可視の切り替えに大域的かつ一様なストロボ光が用いられ、1枚の円板上では1つの物体群のアニメーションのみが提示されてきた。提案手法では、回転する円板の上部にハーフミラーを垂直に立てて設置する。これによって円板上を同心円状の2つの領域(=鏡の手前側と奥側)に分割し、それぞれの領域に別々の物体群を配置する。ハーフミラーの手前と奥で別々のストロボ光源を制御することで、1枚の円板上で2つの異なる物体群のアニメーションを共に提示することを実現した。これにより、2つの物体群によるアニメーションのスイッチングや、コマ数が異なる2つの物体群のアニメーションの同時提示など、従来の手法では不可能だった表現が可能となった。

キーワード: 立体ゾートロープ, ハーフミラー, 多重化

Keywords: 3D zoetrope, semitransparent mirror, multi-layer

1. はじめに

立体ゾートロープは円板の回転とストロボ光の制御により、円板上で実物体の周期的なアニメーションを提示する装置である。この手法はコンピュータ・サイエンスの分野でも注目されており、立体ゾートロープの表現自由度を拡張する研究成果が多く発表されている。Smootらは、非周期的かつインタラクティブな立体ゾートロープを実現した[2]。Miyashitaらや吉田らは、立体ゾートロープの手法を応用した実体ディスプレイを提案した[1][3]。

立体ゾートロープは一定周波数のストロボ光によって大域的に円板を照らすため、1つの物体群による一定コマ数かつ一様なアニメーションしか提示できないという制約が知られている。そのため周期運動の途中で変化するアニメーションを提示することや、動きのコマ数が異なる物体群のアニメーションを同時に提示することは難しい。先行事例[1][3]のように円板の回転等を高速に制御する手法は立体ゾートロープの表現の幅を大きく広げるが、機材が高価になってしまう問題や運用に危険が伴う問題がある。

我々はこのような表現の制約に対して、図1のように1枚の円板上で2つの異なる物体群のアニメーションを共に提示することができるシステム Magicatropo を提案する。これにより、より豊かな表現が可能実物体のアニメーションを実現する。

2. Magicatropo

2.1 システム概要

Magicatropo は1枚の円板上で2つの物体群のアニメーションを共に提示することができる立体ゾートロープである。図2に示すように、回転する円板の上部にハーフミラーを垂直に立てて設置する。このハーフミラーによって円板上を同心円状の2つの領域(=鏡の手前側と奥側)に分割し、



図1 1枚の円板上で歩いている人物(左)と走っている人物(右)のアニメーションを切り替えて提示する様子。

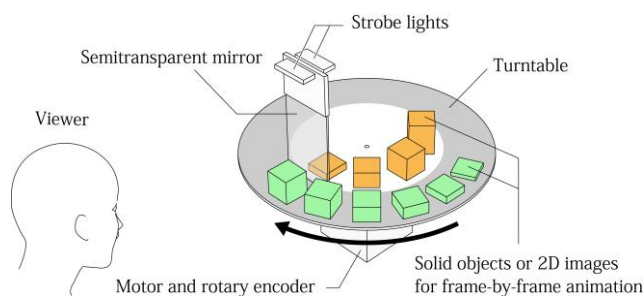


図2 Magicatropo の構成

それぞれの領域に任意のコマ数で構成された別々の物体群を配置する。ハーフミラーの手前と奥で別々のストロボ光源を制御することで、1枚の円板上で2つの物体群のアニメーションを共に提示することが可能になる。

2.2 ハーフミラーと複数光源による選択的な物体の提示

ハーフミラーの前後で別々のストロボ光源を制御すると、図3のように発光させる光源に応じてミラー前後の領域を選択的に観察することができる。これを利用することで、回転する円板上において2つの物体群のアニメーションを選択的あるいは同時に提示する。2つの物体群の中間にハーフミラーを設置すると、ミラー上では2つのアニメーションを空間的に重なり合う位置に提示することができる。一方の物体群にハーフミラーを寄せると、それに合わせて

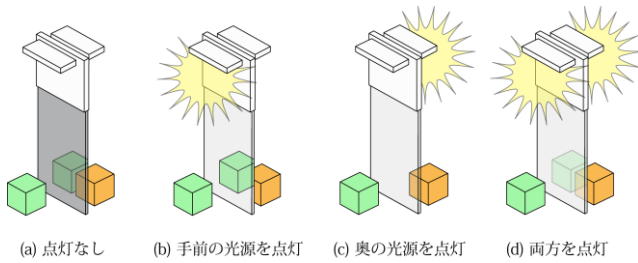


図 3 ハーフミラーを用いた選択的な物体の提示

ミラーに映る手前の物体群の像が移動するため、2つのアニメーションを並べて同時に観察できるようになる。

3. 実装

実装したシステムの写真を図4に示す。円板を取り付けたブラシレスモータ BLM460SHP-10S をモータドライバ BMUD60-A2 によって 1~3rps で駆動する。モータの回転は円板に取り付けたエンコーダによって外部から取得した。ストロボ光源として、10W のパワーLED をハーフミラーの手前と奥に2つずつ設置する。ハーフミラーとストロボ光源は筐体の上から吊り下げて設置した。取得した回転と同期したストロボ光源の制御には Arduino Uno を用いた。対象の物体がハーフミラーの前を通過するタイミングに合わせて、ストロボ光源を約 0.5~1ms 程度点灯させる。物体群をのせる円板の直径は 300mm とし、ハーフミラーには反射率と透過率が共に 30% のガラス製ハーフミラーを用いた。円板に載せる物体群として、連続した動きの画像を紙に印刷し、それらを切り抜いたものを円板上に立てて設置した。

4. 動作結果

4.1 歩行と走行のアニメーション

動作確認として、人物が歩いている姿と走っている姿の2種類のアニメーションを提示した。各アニメーションの制作には Unity を用いた。実際に用いた歩行と走行の画像群と、制作した円板を図5に示す。歩行は13コマ、走行は12コマで1周期とし、ストロボの発光周期が被らないようにした。円板上では、ハーフミラーの奥の領域に歩行の画像群を1周期分(13コマ)設置し、手前の領域に走行の画像群を2周期分(24コマ)設置した。ミラー上の人物の進行方向を左に統一するため、走行の画像群は左右を反転した。システムは暗所で動作させ、円板は 1rps で回転させた。実際にアニメーションを提示した様子は、本稿の図1に示している。ミラー上では空間的に重なる位置に歩行と走行のアニメーションが観察されるため、1人の人物が途中で走り出すような表現ができた。また、ハーフミラーの位置をずらすことで異なるコマ数で動く2つのアニメーションを並べて同時に提示することができた。後者の表現は撮影が困難であるため画像は割愛している。

4.2 その他の応用例

本システムを応用することで、他にも様々な表現が期待

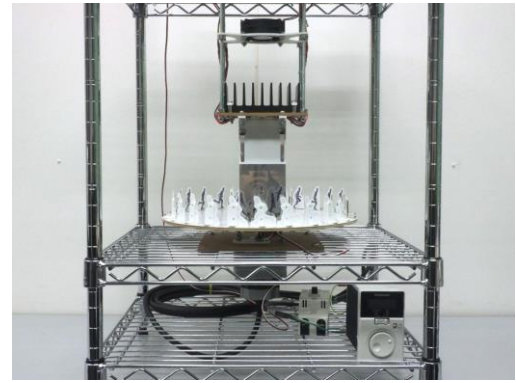


図 4 システムの外観

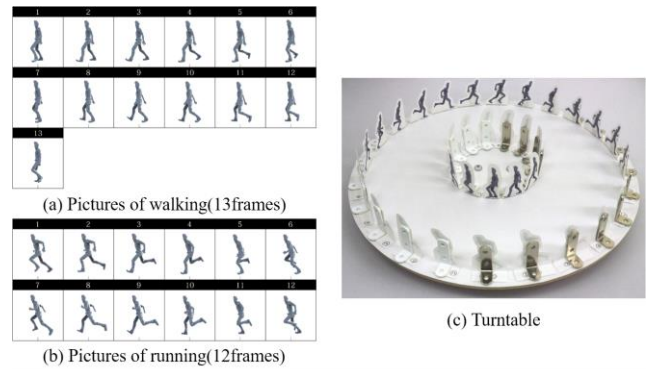


図 5 使用した画像群(a, b)と制作した円板(c)

される。例えば、PWM 制御により手前と奥のストロボ光の光量を徐々に入れ替えていくことで、手前の物体群が奥の物体群へゆっくりと変化するようなアニメーションを提示することができる。また、衣服やアクセサリを人物から独立した物体群として用意し、それらをハーフミラー上で重ね合わせて提示することで、後から人物の着せ替えが可能なアニメーションが実現できる。

5. まとめ

本稿では1枚の円板上で2つの物体群のアニメーションを共に提示することができるシステム Magicatropo を提案した。今後は他の光学素子を用いた実装の可能性について検討するとともに、現システムの発展としてハーフミラーの手前と奥の各領域の回転を個別に制御とすることで、より自由度の高い表現が可能な立体ゾートロップを実現する。

参考文献

- [1] Miyashita, L., Ishihara, K., Watanabe, Y., and Ishikawa, M. ZoeMatropo: A system for physical material design. *ACM Trans. Graph.* 35, 4 (2016).
- [2] Smoot, L., Bassett, K., Hart, S., Burman, D., and Romrell, A. An interactive zoetrope for the animation of solid figurines and holographic projections. *Proc. SIGGRAPH '10*, No. 6, ACM (2010).
- [3] 吉田 貴寿, 渡辺 義浩, 石川 正俊. 周期運動する実物体と高速時分割構造化光を用いたリアリスティックディスプレイの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 22 巻, 2 号, pp.229-240 (2017).