

既存のカーペットを用いた複数画像を切り替え可能な 視覚ディスプレイシステム

山本 匠† 杉浦 裕太†

慶應義塾大学†

1. はじめに

本研究は、毛が立つことで濃淡差が生じる（この現象を本稿では起毛現象と呼称する）カーペットを用いた、書き換えなしに提示画像の切り替え可能なディスプレイを提案する。このディスプレイは、(1)ユーザが視点を移動させた際に提示画像が変化する視点依存ディスプレイ、(2)ユーザが視点を固定した際に提示画像を切り替えることによるアニメーション表現、という2通りのユースケースが実現できる。

提案手法としては、毛方向を提示画像ごとに異なる方向に制御する。視点依存ディスプレイとして用いる際はユーザが視点位置を変更し、視点固定ディスプレイとして用いる際は光源の点灯を切り替える。これにより、ユーザに複数画像の提示が可能となる。起毛現象を利用し、既存の布を用いて視覚情報提示を行った例は存在するが[1]、本研究のように書き換えなしに提示画像の切り替えを行った例は存在しない。

2. 原理

本研究は、ポリエステル製の毛を有するカーペットを用いる。このようなカーペットは、指などでなぞることで毛が立ち、濃淡が異なる跡ができる。図1のように①の方向に毛が流れているカーペットに対し、②の方向と③の方向に跡を付けると、②、③それぞれの方向に起毛する。

ユーザが視点を固定し、カーペットの左右に2つの光源A、Bを設置し点灯の切り替えを行う。図2のように、光源Aのみが点灯している場合は、③が周辺と比べ濃淡が濃くなるが②はと比べ濃淡差が生じない。図3のように光源Bのみが点灯している場合は、②が周辺と比べ濃淡が濃くなるが③は周辺と比べ濃淡差が生じない。これは、図2、3に示す通り起毛している毛の方向から光が入射した際に、毛内部で反射が起こり、結果的に視点に入射する光量が減少する

A visual display system that can switch between multiple images using an existing carpet

† Takumi Yamamoto, Yuta Sugiura, Keio University

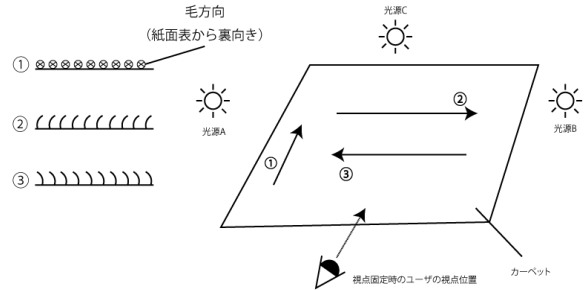


図1 視点と光源、毛方向の位置関係

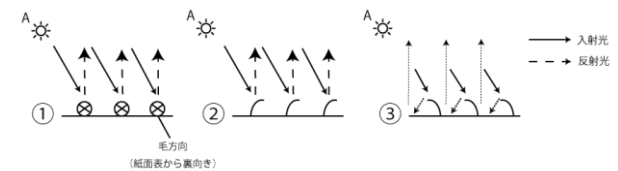


図2 視点を固定した際に光源Aを点灯させた場合の各毛方向における反射

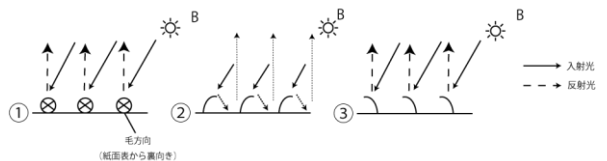


図3 視点を固定した際に光源Bを点灯させた場合の各毛方向における反射

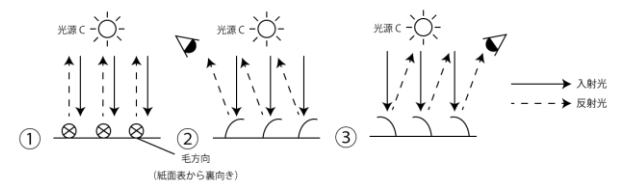


図4 光源Cを点灯させた場合の各毛方向における反射

ことで周辺よりも黒く見えると考えられる。これにより光源の点灯を切り替えることで提示ピクセルを切り替えることができる。

光源Cをカーペット真上に固定した場合を考える。図4に示す通り、真上から光を照射した場合、起毛している方向と逆方向に光が反射するようになる。これにより、視点に応じて②、③の濃淡が変化し、視点に応じて提示ピクセルを切り替えることができる。

以上から、起毛する方向を提示画像ごとに異なる方向に制御することで、(1)カーペットの毛



図5 使用したハードウェアデバイス (左) とその描画部 (右)



図6 描画結果を視点を変更しながら見た様子

方向に設置した光源の点灯を切り替えることでユーザが視点を固定した際に提示画像を切り替え、(2)視点位置をユーザが変更した際に提示画像を切り替え、という2通りのユースケースでの利用が可能であると考えられる。

3. システムの概要

本システムは、描画する画像を入力するソフトウェア、毛の方向を物理的に変化させるハードウェア、ユーザが視点を固定した際に制御する光源から構成される。

ソフトウェアは Processing を用いて実装した。ユーザは、提示する画像を2種類入力する。提示する画像は、既存の画像を読み込む、または描画インタフェースを通して描画することで入力する。上では、画像は毛方向ごとに異なる色で可視化される。送信ボタンを押すことでハードウェアに描画データが送信される。

ハードウェアは、図5の2次元のプロッターデバイスを用いた。プロッターデバイスには2つのリニアアクチュエータが取り付けられており、描画部が2次元の所望の位置に移動される。描画部にはサーボモータと、回転運動を線形な運動に変更する機構が取り付けられており、サーボモータの動きでバーが上下する。バーが下りると毛に接触する。この状態で、描画部が動くことで起毛方向を変化させることができる。なお、リニアアクチュエータの制御幅と1ピクセルのサイズの関係上、描画画像を25×20ピクセルに制限した。

光源の制御は2つのLED光源をArduinoによって制御した。光源の制御は、瞬間的に2光源の点灯を切り替えるだけではなく、徐々に2光源の明暗を入れ替えながら点灯を制御できるように実装した。

4. 結果

描画した結果を図6,7に示す。図6は視点を



図7 視点を固定しながら光源A, Bの点灯を切り替えた際の提示画像の変化(左が光源A, 右が光源Bを点灯)

変更させたときの見え方の変化を表しているが視点位置を変更することにより提示画像の切り替えを実現できたことが分かる。図7を見ると、2光源の点灯が切り替わることで提示する画像が切り替わっていることが確認できる。

5. 議論と制約

本研究では、毛の制御を行った周辺の毛が意図しない方向に変化してしまい、描画の誤差が生じてしまうという課題がある。これは、毛1本1本が周辺の毛と密に接触しており、制御した周辺の毛が微小に別方向に起毛しているためだと考えられる。

さらに、本研究ではポリエステル製カーペットを用いている。画像の切り替えが可能であるかは、カーペットの毛の材質に大きく依存する。今後は、ポリエステル製以外の毛材質を有するカーペットに対しても、本研究の提案手法が同様に適応できるかを検討する必要がある。

6. まとめ

本研究では起毛現象により濃淡差が生じるカーペットを複数画像の切り替え可能な視覚ディスプレイとして活用する手法を提案した。本手法により、カーペットを視点依存ディスプレイとして活用する、または視点を固定した際にアニメーション表現を行うことができる。今後は異なる材質のカーペットについて検討していく。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP20H04228 の助成を受けたものである。

関連研究

[1] Yuta Sugiura, Koki Toda, Takayuki Hoshi, Youichi Kamiyama, Takeo Igarashi, and Masahiko Inami, Graffiti fur: turning your carpet into a computer display, In Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST' 14).