

ベクション場における新たな呈示手法の提案

A New Visual Cue for “Vection Field”

吉川 博美 蜂須 拓 福嶋 政期 古川 正紘 梶本 裕之 野嶋 琢也*

Summary. 本研究では、公共施設内において歩行者を直感的に片側通行に誘導させる手段として、歩行者の前進運動に応じて一方向に並進運動する視覚刺激を床面に設置する手法を提案した。実装に向け、レンチキュラレンズを用いて白と黒の縞模様が観察者の前進運動に応じて並進運動する視覚刺激を第1プロトタイプとして制作した。しかし縞の境界線が不明瞭である、縞の動作が不連続的である、といった2つの問題点が見られた。本稿ではこれらの問題点の原因を考察して解決策を提案し、さらに視覚刺激の制作に必要なパラメータの算出を行った上で第2プロトタイプを作成した。第2プロトタイプを観察したところ、縞の境界線が明瞭で、動作も滑らかとなり第1プロトタイプで見られた問題点が解決されたことが確認された。

1 背景

駅などの公共施設内において歩行者を直感的に片側通行に誘導させる手段として、本研究では人が身体のバランスを保つときや運動をする際に視覚からの情報を優先させているという知見 [1][2] に着目し、新たな方向呈示手法「ベクション場」を提案した。手法としては、歩行者の前進運動に合わせて模様が一方方向に並進運動する視覚刺激を床面に設置し、視覚刺激の運動方向に歩行者を誘導するというものである。またこの視覚刺激が歩行誘導効果を有することを示した [3]。

実用に向けては、レンチキュラレンズを用いて視覚刺激を制作した [4][5]。レンチキュラレンズとは半円柱状のレンズが並べられたシートのことであり、複数枚の画像を格納することができる。これらの画像は観察者のレンズに対する視線の角度を変えることでそれぞれ観察され、格納する画像を工夫することでアニメーションを呈示することも可能である。

ここでは第1プロトタイプとして、歩行者の前進運動に合わせて白と黒の縞模様が右側に並進運動するアニメーションを格納した。またパラパラ漫画のように決まった1枚1枚をアニメーションとして呈示することから、“Flipbook Motion Pattern(FMP)”と名付けた。しかしながら FMP には、白と黒の縞の境界線が不鮮明になる、縞の動作が滑らかではなく不連続的である、といった2つの問題点が見られた。

本稿では、第1プロトタイプ FMP で見られた問

題点の原因を考察してこれを解決するための手法を提案し、第2プロトタイプとして制作した。

2 実装

2.1 問題点の原因と解決法

FMP では6コマの画像から成るアニメーションをレンチキュラレンズに格納した。1点目の問題点に関しては、少ないコマで並進運動する縞を表現したために、コマに対応していない角度から観察されると画像が不明瞭となって、白と黒の縞の境界線が不鮮明になったと考えられる。2つ目の問題点もコマが少ない理由により、次のコマに移るときの縞の変化量が大きくなるため不連続的な動作が観察されたことが考えられる。

そこで視線の角度に応じたコマ数を増やすことで、観察者は白と黒の縞の境界線を鮮明に観察できると考えられる。さらに隣同士のコマの変化量が小さくなり縞の動作が滑らかになると予想される。これらのことから理想的にはコマが無限個あるものが望ましい。第2プロトタイプでは、FMP の各コマを連続的にすることでコマが無限個になったものと同等なものを作成した。無限個のコマを格納するという意味で、“Continuous Motion Pattern(CMP)”と名付けた。

図1は FMP・CMP の視線の角度に対して観察される画像、またアニメーションの素となるレンチキュラレンズ下に貼付された図を各々示している。レンズ下に貼付された図を見ると、FMP では各コマが分断されているのに対し、CMP ではレンズが並んだ方向に対して傾いた黒の直線が等間隔で描かれることが分かる。

Copyright is held by the author(s).

* Hiromi Yoshikawa, Taku Hachisu, and Takuya Nojima, 電気通信大学, Shogo Fukushima, 電気通信大学, 日本学術振興会, Hiroyuki Kajimoto, 電気通信大学, 科学技術振興機構さきがけ, Masahiro Furukawa, 慶應義塾大学

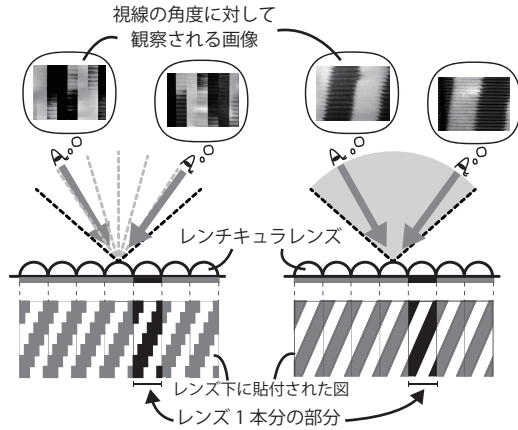


図 1. 第 1 プロトタイプ FMP (左), 第 2 プロトタイプ CMP (右) の角度に対して観察される画像およびレンズ下の図

2.2 パラメータ

レンチキュラレンズに格納された画像は、レンズごとにコマがレンズの軸方向に対して垂直方向に拡大され、他のレンズの拡大像と合わさることで観察されると考えられる。CMP においても、視線の角度に対応した斜線の一部が拡大され、隣のレンズの拡大像と繋がることで白と黒の縞模様が観察されることができると考えることができる。

本節ではレンズ下に貼付する図に描かれた斜線の角度と、そのとき観察される白と黒の縞の幅、縞の流れる速度の関係性を求めた。

2.2.1 観察される縞の幅との関係性

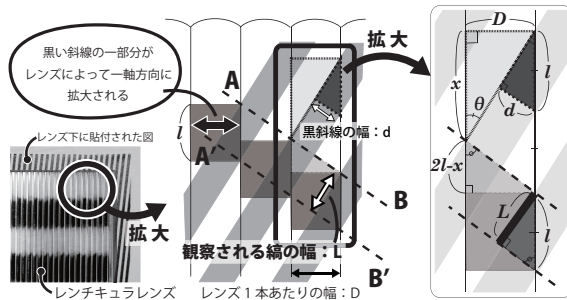


図 2. 観察される縞のモデル化

図 2 で示したように、レンズ 1 本当当たりの幅を D 、レンズ下の斜線の幅を d 、レンズの軸方向に対する斜線の傾きを θ とすると、レンズ 1 本当当たりで斜線が拡大された領域のレンズ軸方向の長さ l は次のように表される。

$$l = d / \sin \theta \quad (1)$$

また c を定数とすると、三角形の相似関係から以

下の関係が成り立つ。

$$D = cd \quad (2)$$

$$x = cl \cos \theta = cd / \tan \theta \quad (3)$$

ここで x は、レンズ 1 本あたりに格納されたコマを全て見たとき、縞の端点が最初の地点からどれだけ移動するかを示している。

次に、レンズの拡大像は隣のレンズ同士で繋がり、最終的には $AB - A'B'$ で囲まれた領域で縞が観察される。

三角形の相似関係より、最終的に観察される縞の幅 L は

$$D : L = \sqrt{(2l - x)^2 + D^2} : l \quad (4)$$

$$L = \frac{Dl}{\sqrt{(2l - x)^2 + D^2}} \quad (5)$$

$$= \frac{Dd}{\sin \theta \sqrt{\left(-\frac{d}{\sin \theta}(2 - c \cos \theta)\right)^2 + D^2}} \quad (6)$$

となり、 D, d を固定したときには縞の幅 L は傾き θ によって決まることが示された。また $\theta \rightarrow 0$ とすると $L \rightarrow \infty$ となることから、 θ が小さければ小さいほど観察される縞の幅 L が大きくなることが分かる。

2.2.2 縞の動作速度

次に縞の動作速度のパラメータを求めた。

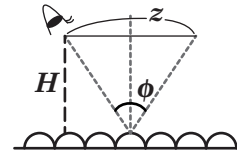


図 3. レンチキュラレンズのモデル化

レンズ 1 本に格納されたコマを最初から最後まで見るための必要な角度を ϕ とすると、第 2.2.1 節より、最初のコマから最後のコマにかけて縞は $cd / \tan \theta$ だけ並進運動する。

目線の高さ H の人物が一点を注視して視線の角度が ϕ だけ変わるように前進したとき、必要な距離 z は図 3 より $z = 2H \tan(\phi/2)$ である。これより観察者が 1m 前進したときに観察される縞の並進移動距離 w は以下ようになる。

$$w = \frac{cd}{z \cdot \tan \theta} = \frac{cd}{2H \tan(\phi/2) \cdot \tan \theta} \quad (7)$$

2.3 第 2 プロトタイプ CMP の制作

ここでは $D = 1.27[\text{mm}](20\text{lines per inch})$ のレンチキュラレンズを使用した。また $c = 2$ とし、レ

レンズ下の図では $d = D/2 = 0.635[mm]$ の斜線を使用した。

レンズの並んだ方向に対してレンズ下の図を傾けていくと観察される縞の幅は変化し、角度が小さくなるほど幅が大きくなる様子が観察された。そして FMP より白と黒の縞の境界線は鮮明であり、視線の角度を変えたとき縞が滑らかに動く様子が観察された。

3 まとめ・今後の課題

本稿では第1プロトタイプ FMP の問題の解決策として、レンズ下に各コマを配置していく方法ではなく、コマを連続的にする手法を提案した。具体的には、レンズ下に黒の斜線が無数に並んでいる図を貼付した。第2プロトタイプ CMP を制作して観察した結果、第1プロトタイプ FMP より白と黒の縞の境界線がはっきりし、滑らかな縞の動作が観察された。

今後の課題としては第1プロトタイプ FMP の問題点が第2プロトタイプ CMP で解決されたかを物理的に計測し、さらに問題点が解決されたことによって、視覚刺激による歩行誘導効果にどう影響するのか調査する。また歩行誘導効果に最も有効な縞の幅や速度を調べ、第2.2章で求めたパラメータを用いて実装する予定である。

参考文献

- [1] J. R. Lishman, D. N. Lee: “The autonomy of visual kinaesthesia”, *Perception*, 1973, 2, 287-294.
- [2] T. Prokop, M. Schubert, W. Berger: “Visual influence on human locomotion”, *Experimental Brain Research*, 1997, 114, 63-70.
- [3] 吉川, 蜂須, 福嶋, 古川, 梶本: 「歩行誘導における自己運動を用いたベクション場の設計」, 日本バーチャルリアリティ学会 第15回大会論文集, 2010.
- [4] 吉川, 蜂須, 福嶋, 古川, 梶本: 「ベクション場による歩行誘導手法の提案」, 情報処理学会 インタラクティブ 2011 インタラクティブ発表セッション, 2011.
- [5] H. Yoshikawa, T. Hachisu, S. Fukushima, M. Furukawa, H. Kajimoto: ““Vection Field” for Pedestrian Traffic Control”, *ACM SIG-GRPH2011 Emerging Technologies Sessions*, 2011.

未来ビジョン

今現在、駅構内などの多くの公共施設内では歩行者の交通整備を行うための「右側通行」という文字や矢印、または音声による案内が見られる。しかし歩行者の案内の無視や見落としがあるために、ほとんどが守られていないという現状がある。歩行者はこれらの案内を見てから実際に行動に移すまでにその意味を解釈する過程を必要とするため、これらの案内は間接的な歩行誘導手法であると言える。

そこで本研究では歩行者が手がかりを見てからすぐに行動に移るような、歩行者に直感的に働きかける歩行誘導手法を提案した。視覚刺激を設置するだけで、自然と右側通行が形成されて歩行者の流れがスムーズになるというのが本研究の目指すところである。人の流れがスムーズになれば、歩行者同士の衝突が防止されるようになるとも考えられる。

その他の応用

本研究の手法は視覚刺激で人の運動に影響を与えて誘導するというものであるが、視覚情報は人の感覚に

も影響する場合もある。例えば動く歩道上を歩いているとき、周りの景色が後ろへ流れていく視覚情報から、歩行者は実際に歩いている速度よりも速く歩いているような感覚になる。動く歩道から降りたときは周りの景色の流れが急に遅くなり、自分の歩く速度は変わらないのにも関わらずまるで歩くのが遅くなったように感じ、時には身体が重く感じることもある。このように、視覚情報は自己運動感覚や体性感覚にも左右することがある。そこで応用の一つとしては、動く歩道の例のように視覚刺激によって歩行者に自己運動感覚を与え、実際より速く歩いているように感じさせて長距離でも疲れを感じさせないような歩道が作れると考えられる。あるいは対象を自動車のドライバーにし、スピードの出しすぎの防止にも繋がるかもしれない。

自己運動感覚を与える視覚刺激は物理的な力ほど強いものではないが、ときには人の感覚に影響することもある。本研究の手法によって、公共施設内では人の流れがスムーズになって衝突を防止でき、あるいは普通に歩いているのにもかかわらず体が軽くなったように感じさせるなどして、公共の通路がストレスな場所になるのではないかと期待される。