

出会い頭の衝突回避を目的とした周辺視野への接近感提示

Visual Stimuli for Pedestrian Clash Avoidance Using Peripheral Vision

横山牧¹⁾, 岡野裕²⁾, 福嶋政期³⁾, 古川正紘^{3), 4)}, 梶本裕之^{3), 5)}

Maki Yokoyama, Yu Okano, Shogo Fukushima, Masahiro Furukawa, Hiroyuki Kajimoto

1) 電気通信大学 電気通信学部 人間コミュニケーション学科

2) 電気通信大学大学院 電気通信学研究科 人間コミュニケーション学専攻

3) 電気通信大学院 情報理工学研究科 総合情報学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {m.yokoyama, okano, shogo, furukawa, kajimoto}@kaji-lab.jp)

4) 日本学術振興会特別研究員 PD

5) 科学技術振興機構さきがけ

Abstract: A blind corner has a mirror to prevent collisions of pedestrians. However, the pedestrians need to gaze at the mirror and calculate the reflected image, which is a relatively high mental load. To cope with this problem, we propose to present easy-to-understand “approaching image” to peripheral vision. This visual stimulus is displayed on the wall, which is designed to look as if the wall is transparent. It is expected that this visual cue conveys distance and velocity information of the other pedestrian. The result of evaluation experiment showed that the participants are able to obtain the approaching sensation.

Key Words: “approaching image”, Collision avoidance, Peripheral visual field, Sense of depth

1. はじめに

車や人の交通の安全を守るために、進路上の危険を知らせる装置が数多く考案されてきた。例えば歩行者同士の出会い頭の衝突を防ぐために、見通しの悪い曲がり角にはミラーが設置されている。また、近年ではヘッドアップディスプレイを用いた仮想ミラーの研究も行われている [1]。しかし、ミラーから相手の運動情報を解釈するためには、対象を注視し、脳内で画像を左右反転する必要があるため、多くの心的資源を要する。

そこで本稿では、思わず避けてしまいたくなるような接近感を、より少ない心的資源で提示することを考える。この接近感とは、「運動体が差し迫り、あたかも衝突するかのよう感じる感覚」と定義する。また歩行者の接近は、注視の必要がある中心視野ではなく、広視野角を持つ周辺視野で知覚出来ることが望ましい。従って、死角から迫る歩行者の接近感を周辺視野で知覚可能な視覚刺激として、壁面に提示する手法を提案する (図 1)。

2. 設計の基となる知見

衝突を回避する際には、視覚刺激の判断の時間が短く、素早く回避行動へ移行出来ることが望ましい。従って、「接近している」ということが直観的に分かりやすい視覚刺激を設計すれば良いと考えられる。J. J. Gibson らは、アカゲザルは視覚刺激として与えられた影の輪郭が拡大していく場合にのみ、高い頻度で回避行動を取ることを示した [2]。すなわち、アカゲザルが視覚刺激を衝突する可能性のある物体と判断し、衝突回避目的で回避行動が取られたと解釈できる。そこで本知見を応用し、輪郭の拡大を伴う視覚刺激を用いることで、より判断しやすい接近感を提示出来ると期待される。本稿では、接近感を得られる視覚刺激を被験者に提示し、接近感を伴う運動推定の傾向を測定した。



図 1 提案装置模式図 (正面)

3. 接近する運動体に対する到達位置の推定実験

周辺視野を用いた運動体の運動予測タスクを用い、接近感を与える視覚刺激の妥当性を検討した。そこで、運動体の経路に応じてどのような運動予測が成されるかを明らかにする目的で実験を行った。

3.1 接近感を与える視覚刺激の設計

実験では、図 2 のように直行する壁面を持つ曲がり角を用いた。実験としての要素を単純にするため、死角から接近する運動体は人間の頭とほぼ同じ大きさの直径 0.20 [m] のボールとし、このボールの等速直線運動を被験者側から観察した様子を想定した視覚刺激を設計した。被験者に提示される視覚刺激は、図 2 の壁 b 側に存在するボールの外形が被験者から観察された場合に、壁 a に正しい射影関係が維持されるよう、あらかじめ見かけの大きさを求めた。

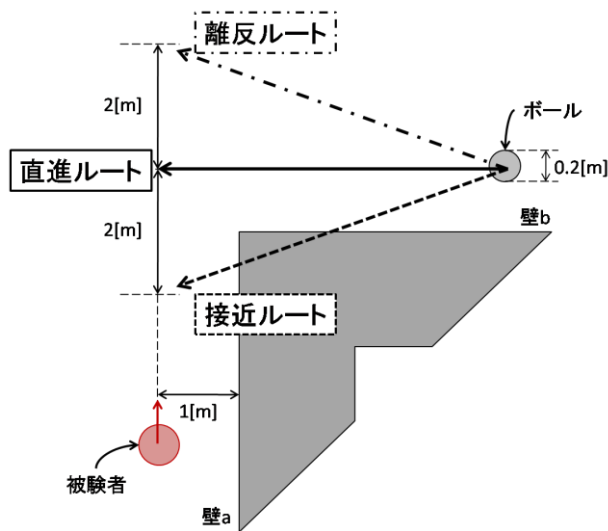


図 2 ボールの運動方向（離反・直進・接近ルート）

被験者と直行する経路上にある運動体の経路と比較し、より被験者に接近する経路を取ることで、視覚刺激の輪郭拡大が強調されると考えられる。そこで図 2 に示すように、直行する経路が交差する地点を基準に、到着地点に偏差を持たせた。比較対象として、被験者から遠ざかる経路も設けてある。予備実験の結果から偏差を 2.00 [m] とし、次の 3 ルートを設定した。

- ・ 離反ルート：被験者から離れる方向
- ・ 直進ルート：直進
- ・ 接近ルート：被験者に近付く方向

3 ルートのいずれも、運動体であるボールの初期位置と初速度は等しい。3 種類の拡大率の違いが周辺視野において正しく知覚出来ているならば、視覚刺激の推定到達位置の分布に差が出ると予想される。

また予備実験の段階において、視覚刺激の運動方向が直行方向と正しく判断されず、被験者と並走しているように

誤って判断されることがあった。これは奥行き手がかりの不足によるものと推察された。そこで、曲がり角の想定を容易にすることを狙い、視覚刺激に奥行き手がかりを付加した。奥行き知覚を生じさせる視覚刺激として水平線と収束線を比較した場合には、収束線の方がより強力な奥行き効果をもたらすことが示されている [3] [4]。今回は提示面に曲がり角の奥行き手がかりを付加するために、90 度の曲がり角を想定した台形を描画した。奥行き手がかりによる接近感の判断への寄与を調べるため、収束線を伴う台形の表示・非表示の 2 種類の刺激を作成した (表 1)。

表 1 提示した視覚刺激の模式図

奥行き手がかり	ルート
収束線無し	離反
収束線有り	直進
	接近

3.2 実験環境

実験に用いた被験者の歩行距離および運動体の移動距離を図 3 に示す。

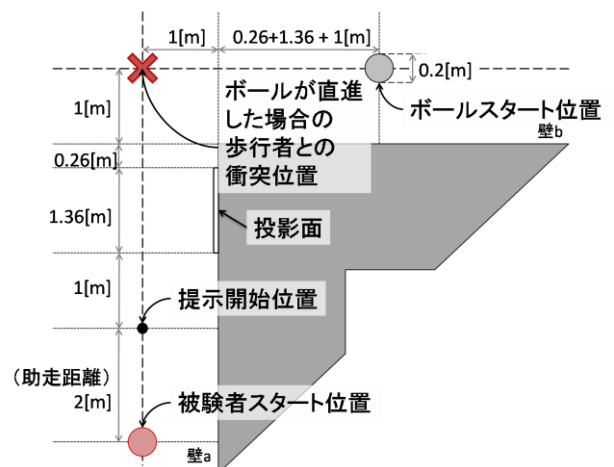


図 3 実験環境

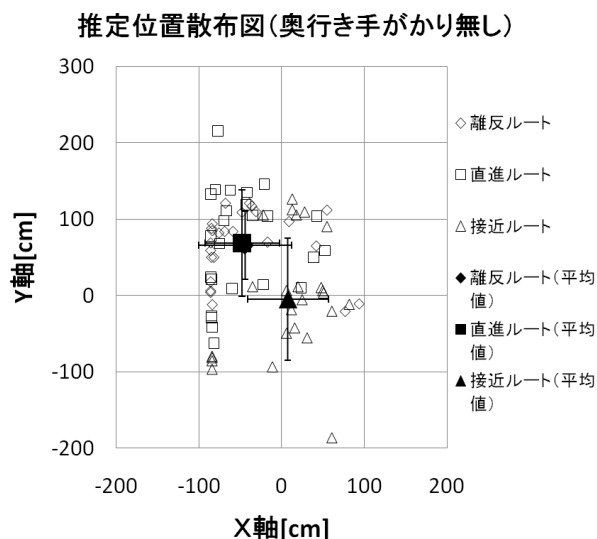


図 4 推定位置散布図（奥行き手がかり無し）（全員分）

プロジェクタ（NEC 製 WT610，解像度 640×480[px]）を用いて，壁に掛けた白色スクリーンに映像を投影した．投影面の大きさは 1.36×1.03[m]で，歩行ラインから正対した際に視角にして 53.6×45.8[deg]となる．視覚刺激を周辺視野に提示するために，被験者の歩行経路上の高さ 1.50[m]，スタート地点からの距離 10.13[m]に注視点を設けた．実験時の照度は 44.6±0.6[×10 Lux]で，スクリーンの中心の輝度は 266.0±0.6[cd/m²]であった．

あらかじめ被験者には次の 3 点を教示した．

- ・ 視覚刺激が直径 0.20[m]のボールであること
- ・ ボールが進む道は，被験者が歩行する道と直角に交わっていること
- ・ ボールのルートは，必ずしも被験者の道と直角に交わるとは限らないこと

これらを伝えた上で，視覚刺激の運動方向に慣れるために 10 回の練習を行った．なお，ボールの大きさの認識を統制するために，被験者には直径 0.20[m]の円を見せた．

被験者はスタート地点から歩き始め，交差点で停止する．歩行速度を一定に達させるために，2.00[m]の助走距離を設けた．予備実験の結果から求めた 2.00[m]区間の平均歩行時間より，視覚刺激は被験者がスタートしてから 1.6[s]後に視覚刺激の提示を開始した．歩行中に提示された視覚刺激が，停止した時点でどの位置にあるかを推定・回答させた．被験者 5 名（男性 4 名，女性 1 名）対して視覚刺激はルート要因 3 条件，奥行き手がかり要因有り・無しの 2 条件，合計 6 条件を提示した．これを各 5 回ずつランダムに提示し，全 30 回の試行を行った．

3.3 実験結果および考察

3.3.1 実験結果

ルート毎の推定位置の散布図を図 4，図 5に示す．

視覚刺激の効果をより詳しく見るために，分散分析を行った．同一被験者内・同一条件平均値の 2 要因分散分析（2

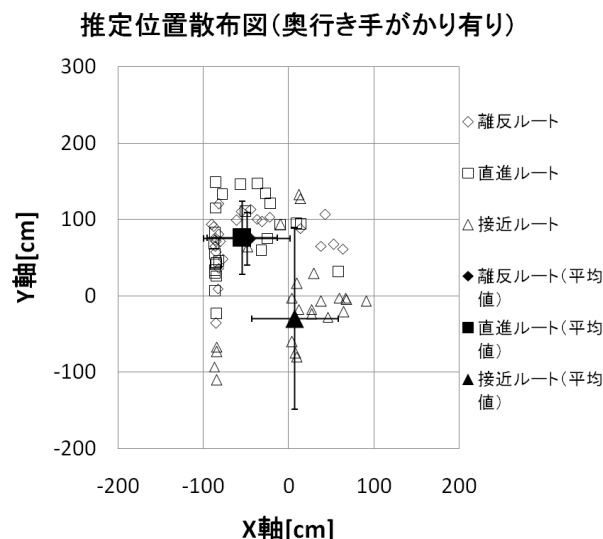


図 5 推定位置散布図（奥行き手がかり有り）（全員分）

奥行き手がかり要因×3 ルート要因×5 平均被験者）の結果，Y 軸でルート変化の主効果[F(2, 8)=45.03, p<0.01]に有意差がみられた．LSD 法による多重比較の結果，離反—接近ルート間と直進—接近ルート間で有意差が認められた（MS_e=605.8284，5%水準）が，離反—直進ルート間では認められなかった．一方で，X 軸でのルート変化の主効果[F(2, 8)=1.13, p>0.10]，台形の有無の主効果[X 軸：F(2, 8)=0.85, p>0.10][Y 軸：F(2, 8)=0.21, p>0.10]と，ルート変化と台形の有無の間の交互作用[X 軸：F(2, 8)=1.03, p>0.10][Y 軸：F(2, 8)=0.71, p>0.10]は認められなかった．なお，被験者内条件内平均を求める際には，条件内の他の値と比べて大きく外れている値を除外した．

3.3.2 考察

我々の提案手法において提示すべきは，歩行者と衝突する可能性のある運動体が死角から迫っている，という情報である．今回は周辺視野に対し，被験者と衝突するルート（直進），比較として近付くルート（接近），遠ざかるルート（離反）の 3 種類の視覚刺激を提示した．接近感は離反<直進<接近の順に大きくなるはずであるので，接近感の知覚が周辺視野においても精度良く成されていれば，視覚刺激の推定位置の回答から 3 つの分布が得られるはずであった．また，奥行き手がかりを付与することにより，推定位置が模擬したルートの到達位置に，より近付くことが期待されていた．

しかし実験の結果，得られた分布は 2 つのみであり，またどの条件の推定位置の平均値も，模擬したルートの到達位置からは外れた位置に回答された．実際には被験者と衝突するルート上にある直進ルートの視覚刺激も，衝突しない運動体と判断されてしまっていた．その一方で接近ルートの条件では推定位置の平均値が，被験者の停止した位置とほぼ等しくなった．この位置は，運動体が直進ルート上にある場合に被験者と衝突する位置でもある．従って我々

の提案手法で提示すべき視覚刺激は、衝突するルートを通る運動体を現実に忠実に再現したものではなく、より接近感の大きい視覚刺激であると考えられる。

また、奥行き手がかりの有無によって推定位置の回答に有意差が出なかったことから、拡大率による接近感の判断の頑強性を示されたと考えられる。特に、接近ルートに奥行き手がかりを付与した場合、提示面には壁を突き抜けて被験者に近付くような視覚刺激が提示されていたのにも関わらず、奥行き手がかりが無い条件の結果との間に有意差は認められなかった。従って、人間の接近感の判断は視覚刺激の拡大率に依存する部分が大きく、奥行き手がかりと拡大率の間に矛盾があったとしても、拡大率による判断を優先させていると考えられる。

4. おわりに

本稿では、注視を必要としない情報提示手法を提案し、実際に被験者が運動している条件下での接近感を計測した。今後は壁面上への実装のために、効果が維持されるフレームレートや提示面積などの下限値を実験により求める。

参考文献

- [1] 田谷文宏, 小島和浩, 亀田能成, 大田友一: NaviView: 見通しの悪い交差点での仮想ミラー提示による運転者への視覚支援～提示タイミングと位置による運転者への効果～, 第3回 ITS シンポジウム, pp. 9-14, 2005
- [2] W. Schiff, J. A. Caviness, J. J. Gibson: Persistent Fear Responses in Rhesus Monkeys to the Optical Stimulus of "Looming", Science, vol. 136, no. 3520, pp. 982-983, 1962
- [3] Attneave, F. & Olson, R. K.: Interfaces about visual mechanisms from monocular depth effects, Psychonomic Science, 4, 134-134, 1966
- [4] Gillam, B.: Perception of slant when perspective and stereopsis conflict: Experiments with aniseikonic lenses, Journal of Experimental Psychology, 78, 299-305, 1968