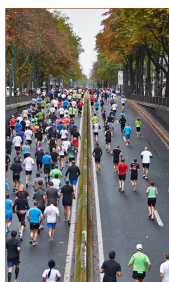


壁が動くと速く歩く？

<p>どんな研究</p>	<p>歩いている時の視覚情報は、通路上や脇の障害物を検出するというだけでなく、歩行を制御するためにも使われています。本研究では、バーチャルリアリティ(VR)で与える視覚情報を操作し、<b>どのような情報を脳が検出して歩行運動の制御に使っているか</b>を調べました。</p>
<p>どこが凄い</p>	<p>VR環境の中で壁のある通路を歩いている最中に、<b>壁を前後に動かすと、歩行速度の変化</b>が生じます。様々な環境条件における歩行速度の変化から、脳は、網膜速度や時間周波数情報ではなく、<b>壁までの推定距離に基づき歩行速度を計算して歩行を調節している</b>ことを明らかにしました。</p>
<p>めざす未来</p>	<p>人は、体の動きに伴って時間変化する視覚情報を、様々な形で無意識のうちに四肢や歩行の運動制御に利用しています。このような<b>脳の潜在的な情報処理メカニズム</b>を明らかにしていくことは、<b>人に使いやすい安全なバーチャルリアリティ環境のデザインなどに役立つ</b>ことが期待されます。</p>

歩く速度はどのように調節されているか？

- 人は、巧みに足を動かして一定の速さで歩くことができる。
- 歩行動作を行うためには、筋・関節の状態や頭部の動きをコードする感覚情報に加え、目の前の障害物や路面の状態を知るための「視覚情報」も重要。
- また**視覚情報は、歩行速度を実時間で調節する機能においても重要な役割を持つ**ことが知られていた。

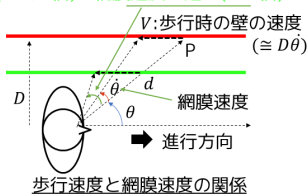


問題点：脳が**何の情報**を計算して歩行速度調節に結び付けているかは理解されていなかった。

近い壁(D:1/2倍)：網膜速度が速い( $\theta$ :2倍)

脳は視覚情報から何を計算しているか？

- 仮説1：網膜速度を計算
- 仮説2：時間周波数を計算
- 仮説3：歩行速度を計算

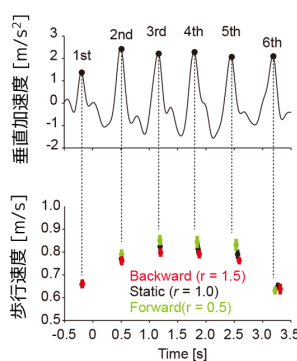
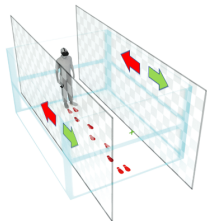


歩行速度と網膜速度の関係

歩行中に壁を動かすと歩行速度が変化する

ヘッドマウントディスプレイを使って、仮想的な壁を設けた通路を見せて歩行。

歩行中壁を前に動かすと歩行速度が上がり、後ろに動かすと下がる現象が起こる（無意識な歩行速度調節）。



壁の見え方の変化から脳情報処理を探る

網膜速度・時間周波数の計算により歩行速度が調節されているか？

実験：壁までの距離と壁模様の粗さの違う通路歩行で、3つの仮説を検証

実験1の結果  
2条件で、歩行速度変化量は不変  
⇒仮説1は棄却

実験2の結果  
2条件で、歩行速度変化量は不変  
⇒仮説2も棄却

結論：壁の様相によらない歩行速度が計算されている（仮説3を支持）

実験1

遠い壁(F)条件

網膜速度  $\dot{\theta}_N > \dot{\theta}_F$   
時間周波数  $f_{tN} = f_{tF}$

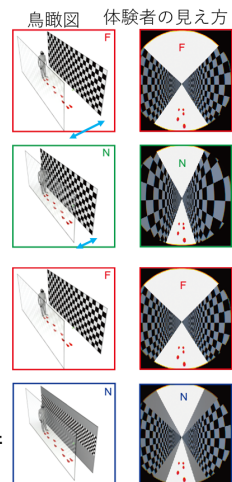
近い壁(N)条件

実験2

遠い壁(F)条件

$\dot{\theta}_N > \dot{\theta}_F$   
 $f_{tN} > f_{tF}$

近い壁(N)+  
模様が細かい条件



歩行速度計算に必要な深度（壁距離）推定に、両眼・単眼奥行き手がかりが寄与するか？

実験：両眼・単眼奥行き手がかりで距離推定を誤る条件での通路歩行で、各奥行き手がかりの重要性を検討

IF: 遠い壁に庇や縁をつけると、体験者の見え方はCNと酷似

IN: 近い壁の上下を無地にすると、体験者の見え方はCFと酷似

結果：壁距離推定を誤る条件で、歩行速度変化量に変化が見られた

脳は、両眼・単眼奥行き手がかりを使って歩行速度を計算し、歩行制御に使っていることが明らかになった  $V \cong D\dot{\theta}$



関連文献

[1] S. Takamuku, H. Gomi, "Vision-based speedometer regulates human walking," *iScience* 24:103390, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103390>.

連絡先

五味 裕章 (Hiroaki Gomi) 人間情報研究部 感覚運動研究グループ  
Email: cs-openhouse-ml@hco.ntt.co.jp