

【助成 39-55】

自律型モビリティと共生する社会におけるヒトの移動・回避行動特性の解明

代表研究者 豊橋技術科学大学情報・知能工学系 助教 田村 秀希

〔研究の概要〕

私たちの街並みがスマートシティ化するに連れて、自律型モビリティ(Autonomous Mobile Robot, 以下 AMR)と遭遇する機会が増えてきている。歩道で歩行者同士が対面ですれ違う際に、「お互いが左右どちらに避けるかを躊躇し、同じ方向に避けてしまう」という、いわゆる「お見合い現象」が見られるが、これは AMR に対しても生じるのだろうか。本研究では、ヒトと AMR が対面ですれ違うケースを対象とし、ヒトが AMR に対して左右どちらに避ける確率が高いのかを心理物理実験により調査した。その結果、左右どちらかに避けやすいというバイアスは認められず、回避方向は利き手や交通文化の影響で決定づけられるとはいえないことが示唆された。一方で、回避時の身体運動の時間関係から、ヒトは「実際に避ける方向へ事前に腰が向く」ことがわかった。これは腰の角度が歩行者の回避方向を推定する際の重要な指標になりうることを示唆する。

〔研究経過および成果〕

1. 背景・目的

ヒトと AMR の衝突回避の研究では、ヒトが直進歩行する際に AMR が 90 度横から現れて十字にすれ違って横切るケースが対象とされてきた。しかし、スマートシティ化が進んでいる昨今の状況を顧みると、お互いに対面ですれ違うことがより多く想定される。歩道でヒト対ヒトの対面ですれ違う場合に、私たちは左右どちらに避けるかを躊躇するが、このような事象は AMR に対しても生じるのであろうか。本研究では、ヒトと AMR が対面ですれ違うケースを対象に、ヒトは AMR に対して左右どちらに避ける割合が高いのかを明らかにすることを目的に、心理物理実験を行った。

2. 方法

〔参加者〕豊橋技術科学大学の学生 16 人が実験に参加した(FLANDERS 利き手テスト 9.1 ± 1.9)。実験は、「豊橋技術科学大学における人を対象とする研究規程」の下で研究倫理審査・承認された計画に

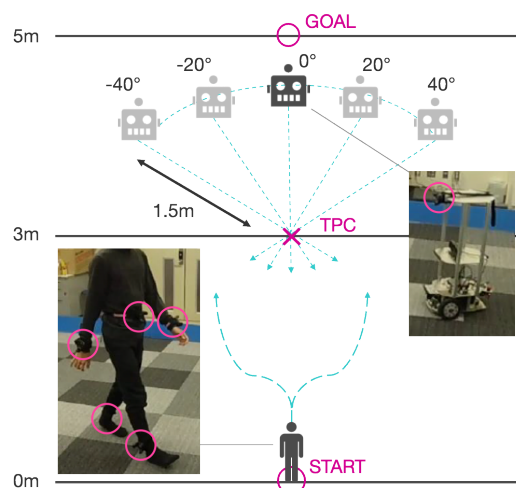


図1 実験環境

基づき実施された。全ての参加者から実験参加の同意・署名を得た。

〔実験環境〕図1に示すように、4m x 5m の空間に参加者1人とAMR1台が配置された。AMR, 制御用PC, トラッカー用PCがWi-Fiで接続され、ROS Melodicを介して通信が行われた。参加者の腰、両手首、両足首の計5箇所にもーショントラッカーが装着され、UnityおよびSteamVRで制御された。

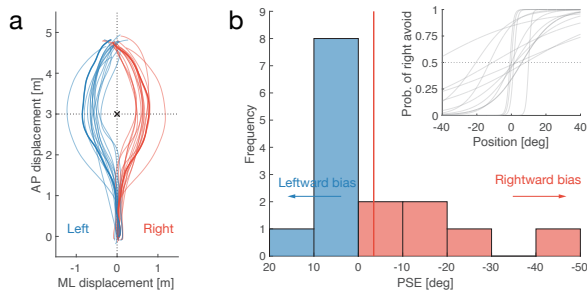


図 2 ヒトの衝突回避行動。a) 参加者の回避歩行軌跡。b) 左右回避バイアスの分布。

[手続き・タスク] 参加者はスタートから 5m 離れたゴールに向かって AMR との衝突を避けながら歩くように教示された。その歩行開始と同時に、AMR は正面(0度)、±20度、±40度のいずれかの位置から 0.5 m/s の定速で直進した(図 1 参照)。参加者がゴール地点に到達するまでを 1 試行とし、各角度条件に対して 10 試行ずつ、計 50 試行を参加者ごとに実施した。

[データ解析] モーショントラッカーの位置情報から各試行の歩行軌跡を求めた。次に、理論的衝突位置(TPC)における各参加者の右に回避した確率を算出した。そして、各角度における右回避確率を心理測定関数でフィッティングし主観的等価点(PSE)を求め、左右回避バイアスとした。この際、適切にフィッティングできなかった 1 人のデータを解析から除外した。

3. 結果・考察

[左右回避] 図 2a に参加者の歩行軌跡を示す。参加者は TPC に対して、左右同じように回避した。図 2b に左右回避バイアスの分布を示す。PSE の符号から左バイアスが 9 人、右バイアスが 6 人だった。参加者平均は -3.47 ± 14.43 度であり、左右への有意な差は認められなかった($t(14) = -0.93$, $p = 0.37$, $CI = [-11.46, 4.52]$)。今回の参加者は全員右利きかつ左側通行の交通文化の下で生活してきたが、これらの結果から、左右どちらに回避するかというバイアスは、

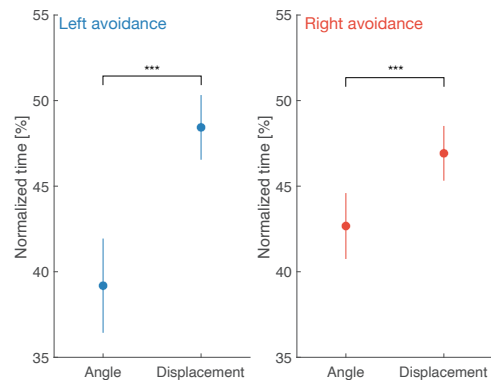


図 3 各回避方向における腰の角度と身体位置の時刻

利き手や交通文化に依存するとはいえなかった。

[身体運動解析] ヒトの回避方向を推定する指標の特定のため、身体運動の時間関係に着目した。その結果、図 3 に示すように、身体が左右に動く(位置が変わる)よりも有意に速く、腰がその方向に向くことがわかった(左: $t(14) = 4.00$, $p < 0.005$, $CI = [4.29, 14.21]$, $d = 1.03$; 右: $t(14) = 3.53$, $p < 0.005$, $CI = [1.67, 6.83]$, $d = 0.91$)。これはヒトが無意識のうちに腰を回避したい方向に向けて、その後に身体を動かしていることを示唆する。

4. まとめ

本研究では、AMR とすれ違い歩行する際の、ヒトの回避方向を明らかにすることを目的に実験を行った。その結果、左右バイアスは認められなかったが、腰の角度が回避方向推定の指標になりうることが示唆された。これは、ヒトの回避方向を事前に推定してより安全に回避する AMR の開発の糸口になるだろう。

[発表論文]

1. Tamura, H., Yamauchi, T., Nakauchi, S., & Minami, T. (2022). Waist rotation angle as an indicator of probable human collision avoidance direction for autonomous mobile robots, *bioRxiv*, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.05.03.490539v2>