

氏名	Adrien Thibaud Marie GREGORJ
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第 7276 号
学位授与の日付	2025年 3月 25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Social Factors in Motion: Quantifying the Dynamics of Dyad-Individual Collision Avoidance (行動の社会的要因：歩行者の衝突回避におけるダイナミクスの定量化)
論文審査委員	教授 門田暁人 教授 高橋規一 准教授 竹内孔一 准教授 YUCEL ZEYNEP
<b>学位論文内容の要旨</b>	
<p>Analyzing the dynamics of human motion within social contexts is essential for advancing our understanding of pedestrian behavior, with broad applications in urban planning, robotics, and virtual reality. This thesis examines how social factors—encompassing both interactions and relationships—shape the collision avoidance behavior of two-person groups (dyads) encountering a single individual. Through quantifying deviations and elucidating the interplay between group and individual behaviors, this research provides novel insights into the mechanisms governing human movement in shared spaces.</p> <p>The thesis begins with the development of a method to identify arm gestures in pedestrian dyads from video data. Employing signal processing techniques grounded in pitch detection, this approach reliably captures arm movement patterns, offering a foundation for understanding the role of non-verbal communication in pedestrian behavior.</p> <p>Subsequently, the focus shifts to the influence of social interaction on dyad-individual encounters. The findings demonstrate that when the dyads are engaged in higher levels of interaction, mutual deviation during avoidance maneuvers of the two parties is increased. Conversely, non-interacting dyads are more susceptible to be intruded on, underscoring the dual role of interaction intensity in shaping avoidance dynamics.</p> <p>Building on these results, the study incorporates social relationships into the analysis. Using a novel modeling framework inspired by the scattering problem in physics, mutual deviations are represented through a potential function. This potential exhibits a steeper gradient for strongly bonded dyads, reflecting the pronounced influence of social ties on collision avoidance strategies.</p> <p>The investigation then explores asymmetries in the contributions of dyads and individuals to the collision avoidance process. Initial results reveal that individuals contribute more significantly to deviation behaviors than dyads. Further analysis, employing diverse deviation metrics and comparisons to undisturbed baseline conditions, confirms this asymmetry. Dyads engaged in social interaction exhibit reduced responsiveness in avoidance scenarios, while pedestrians as a whole demonstrate more pronounced deviations in high-risk collision contexts, highlighting the adaptive nature of human motion.</p> <p>By integrating behavioral analysis, signal processing methodologies, and theoretical modeling, this thesis constructs a comprehensive framework for understanding the impact of social factors on pedestrian collision avoidance. These findings hold significant implications for the design of socially aware systems and environments capable of accommodating the complexities of human interactions.</p>	

## 論文審査結果の要旨

人間の行動は、個人の特性や環境など、様々な要因に影響される。そのような複雑な人間の行動のダイナミクスを深く理解することは、歩行者に優しい都市空間の創造や、公共空間における歩行者の支援方法を開発する上で重要となる。特に、近年の都市化の進展と自律走行車の出現により、公共空間における歩行者行動の理解の必要性が高まっている。

本論文では、社会集団内の歩行者の行動の解明を目的として、従来考慮されていなかった歩行者の社会的関係に着目し、特に二人組の歩行者 (dyad) の社会的関係と歩行者間の衝突回避行動との関係について分析している。まず、dyadの社会的関係の同定において重要となる、歩行者の腕のジェスチャーの検出方法の提案と評価を行っている。提案方法では、歩行者の映像から検出できる肘の角度の時間変化に基づいて、腕のジェスチャーの有無を判別する。Duke大学キャンパス内の歩行者の映像を用いた評価実験の結果、判別精度80%を達成している。

次に、dyadと一人の歩行者 (individual) が対面して接近する際の衝突回避行動を分析する枠組みを提案し、Asia and Pacific Trade Centerおよびディアモール大阪における歩行者データを対象とした分析を行っている。分析の結果、dyadにおける二人の社会的関係が強いほど、また、二人の間のインタラクションが強いほど、より大きな衝突回避行動が取られることを明らかにしている。一方、二人の間のインタラクションがない場合、衝突回避行動が見られない (すなわち、individualはdyadの間を通過する) 傾向にあることを示している。また、社会的関係のうちcouplesとfriendsはcolleaguesとfamilyと比べてより大きな衝突回避が行われることを明らかにしている。

最後に、dyadとindividualの行動の非対称性を分析する枠組みを提案し、ディアモール大阪のデータを対象とした分析を行っている。分析の結果、individualはdyadよりも平均的に大きな回避行動を取り、dyadのインタラクションが強いほど、individualはより大きな回避行動を取ることを示している。

これらの研究成果は、歩行者の行動分析において社会的関係を考慮することの必要性を明らかにしたのみならず、歩行者の集団と個人との間にはその行動に非対称性があることを明らかにしており、当該領域の学術研究の発展に大きく貢献するものである。そのため、博士 (工学) の学位に値するものと認める。