

歩行者シミュレーションと画像 AI 分析を活用した 歩行空間評価

エンジニアリング本部 都市環境計画部 社会マネジメントユニット

山本 遼
田村 紳

1. 背景

我が国において、将来少子高齢化を背景に、人口が拡散的に減少していくことが予想される。市街地の衰退やコミュニティ活動の弱体化、都市生活の質の低下といった問題が生じるのではないかと懸念を多くの自治体が共通して抱いている。この課題解決に向けて国は、居住・都市機能を集約するコンパクトシティ政策や、ICT や IoT 技術を用いて社会インフラを最適化するスマートシティ構想を進めている。

このような都市再生政策の一環として、街の中に人が集まり、にぎわいをもったウォーカブルな空間づくりを目指す取り組みが多く見られるようになった。「ウォーカブル(walkable)」とは直訳すれば「歩きやすい、歩行可能な」という意味であるが、都市計画の分野においてはより広い意味で用いられている。国土交通省によると「にぎわいのある歩きたくなるような魅力ある空間」と定義づけている¹⁾。また、姜らはウォーカビリティとは「良好な地域コミュニティが形成されている、車を使わない、環境にやさしい、身体面・精神面にも健康なライフスタイルが送れるといった歩く行為を促進する生活環境全般を含む概念である²⁾と述べている。

こうした広義の意味をもつウォーカブルな空間づくりを目指すにあたって、二つの課題が存在する。一つ目に、「ウォーカブル」という抽象的なコンセプトを

対象の空間がどれだけ達成できているかを定量的に評価して検証する方法が確立されていない点である。二つ目に、評価のために必要な歩行者の属性や移動方向等のデータを入手しようとしても、従来の調査員による手動計測では時間と労力がかかり、現状の分析に十分な量・質を満たしたデータを確保できない点が挙げられる。長期的な取り組みを検討・実施するためには、空間内の歩行者の実態をできる限り正確に反映したデータの蓄積、さらに数値的根拠に基づいた計画・設計のための検証と評価が必須となる。



図 1 ウォーカブルな空間のイメージ¹⁾

そこで本稿では、歩行者の行動を表現することで空間を評価する技術として歩行者シミュレーションを、また現状の歩行者情報を低コスト・高精度に取得する技術として AI カメラによる人流計測技術を紹介する。

2. AI カメラによる人流計測

2.1 AI カメラとは

本稿において AI カメラとは、カメラにより撮影して得た情報をもとに AI アルゴリズムによる推論結果を出力するデバイスの総称を指す。

従来、主流であったのは取得データをサーバー上に送り、そこで処理するクラウドコンピューティングにより解析処理をする方法である。しかし最近では、端末側に AI を搭載した装置を内蔵して取得データを処理し、解析後のデータのみをサーバーに送信するエッジコンピューティングという手法が注目を集めている。エッジコンピューティングにはプライバシー保護や、導入ハードルとコストの低下の面でメリットがあるとされている³⁾。

2.2 AI カメラによるデータ収集技術

当社では Intel 社製のエッジコンピューティング向け AI 開発ツール OpenVino を用いて AI による動画解析技術の検討を行った。以下、特に空間づくりの現場における歩行者データ蓄積に役立てられる技術を紹介する。

(1) 人流計測

AI カメラで撮影すると、人物ごとに ID を付与し、移動履歴を追跡することができる。この移動履歴をもとに、左から右、上から下など移動方向別の通過人数をリアルタイムに計測することも可能である。



図 2 AI カメラによる人流計測の様子

(2) 入退室管理

公衆トイレのような出入口が一つしかないような施設を想定し、入出時・退出時の撮影データから滞在時刻に関する時間情報についてログをとることができる。

(3) 属性識別

人の動きを撮影し、その人がどのような属性(性別・年齢)を持つのかを推定する技術である。エッジコンピューティングを用い、画像そのものではなく、端末で解析した結果データのみを送信し、プライバシー上の問題の解決を図っている。

(4) 滞在時間割り出し

ある特定の場所の撮影映像からある人が特定の領域にどのくらい存在しているかを計測する技術である。ベンチの平均滞在時間や行列待ち時間を算出することができる。

これらの技術を用いて、施設内において「いつ・どのような人がどこからどこへ移動したか」に関する情報の収集、利用実態分析データの蓄積を目指している。これらのデータに基づいて「にぎわいのある居心地のいい空間づくり」に向けてより効果的な施策に繋げることが可能となる。



図 3 AI カメラによるデータ蓄積とその活用

3. 歩行者シミュレーション

当社では、マルチエージェントシステム(以下、MAS)を用いた歩行者シミュレーションによる流動予測、その結果を用いた交通計画検討などを行っている。

本章では MAS シミュレーションによる空間と歩行者行動のモデル化、またシミュレーションから得られる空間の評価指標について紹介する。

3.1 空間・歩行者のモデル化

シミュレーションするにあたって、まずは実空間をモデル化する必要がある。

空間には壁などの障害物だけでなく、階段や改札など、歩行者行動を複雑に変化させる構成要素が多数存在する。このような要素も、移動方向の選択確率や歩行速度の変化などを調整することで表現できる。

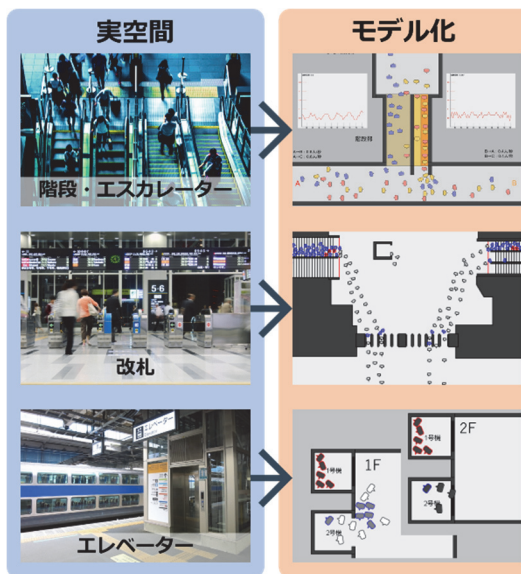


図 4 歩行空間のモデル化

歩行者については、歩行速度や目的地などを歩行者ごとに設定が可能である。そのため、現地調査や、AIカメラから得られる人流データを用いることで、特定の日時と時刻、状況に応じた歩行者設定が可能となる。

このように空間と歩行者、それぞれの条件を忠実にモデル化することにより、様々な状況についてシミュレーション上で再現することができる。

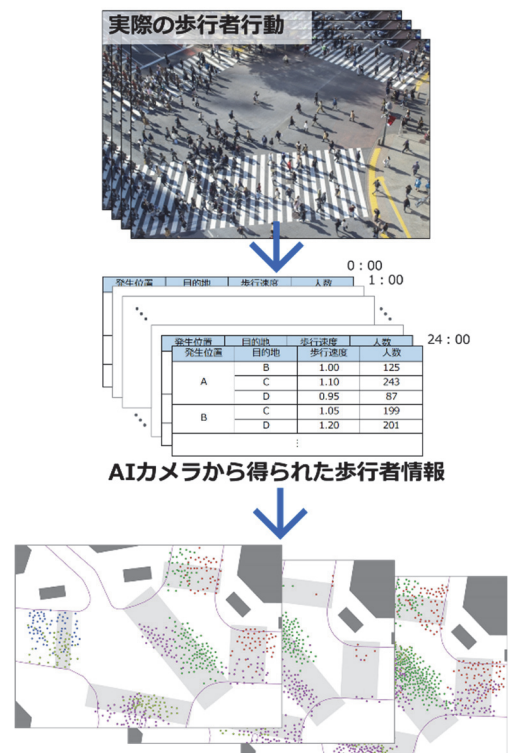


図 5 歩行者情報の取得とモデル化

3.2 シミュレーションによる可視化と定量的評価

MAS とは、周囲の環境を認識し、一定のルールに基づいて反応し変化するエージェントを複数用いることで、エージェント同士が影響を与え合う複雑な現象を表現することができるシミュレーションシステムである。

これにより何時、どの辺りに滞留が発生しているかなどを可視化することができる。また、移動データをもとに結果を数値化することで定量的な評価が可能となる。

ここで本稿では、空間の歩きやすさを評価する実験として、以下のような条件で歩行者シミュレーションを行った。

表 1 検証条件

空間	駅構内を想定 1階:改札口(改札 11 機) 2階:のりば 1階と2階の接続 東階段、西階段、エレベーター(1機)
歩行者	歩行速度: 通常 1.0m/s、階段部 0.5m/s 降車する歩行者:400 人 開始 0 秒 :電車 A より 200 人が降車 開始 45 秒 :電車 B より 200 人が降車 降車位置から近い階段・改札を利用 エレベーター利用者は計 20 人 乗車する歩行者 5 人/sで発生し、発生位置から近い改札を通過 通過した改札から近い階段を利用し 2F へ移動し、電車 A に乗車
使用ソフト	SimTread2020 (エーアンドエー株式会社)

歩行者シミュレーションを実行して得られる結果を図 7 に示す。この実験では、電車降車後、階段や改札に人が押し寄せて滞留する様子がみられた。

さらにここから、シミュレーション結果より得られる定量的評価例を示す。

図 8 から図 11 は空間をメッシュに区切って評価したものである。例えば、滞留人数(歩行速度が 0 になった人数、図 8)と、最大密度(図 9)をみると 2 階の階段入口で滞留が発生していることがわかる。また、通過人数(図 10)をみると、東階段付近で通過人数が多い箇所が確認できる。これを、乗車するか、降車するかで分解して見てみると、乗車・降車ともに通行人数が多いことから、それぞれの歩行者の交錯が発生しているといえる(図 11)。

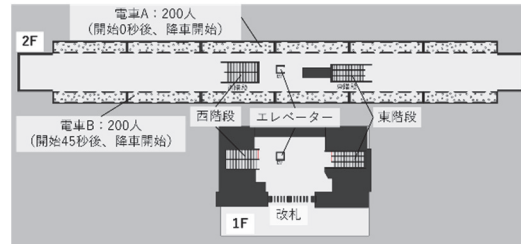


図 6 検証モデル(駅構内)

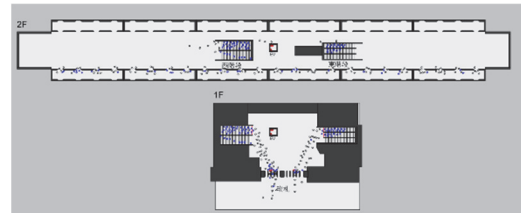


図 7 歩行者シミュレーションの様子(46秒経過)

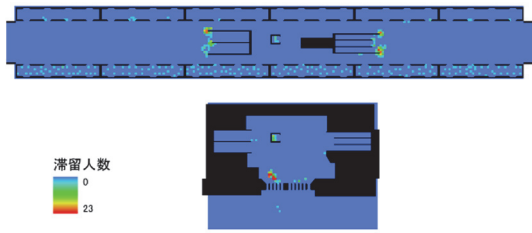


図 8 滞留人数

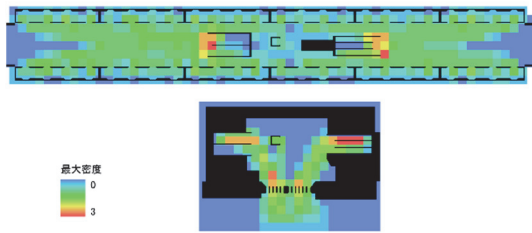


図 9 最大密度

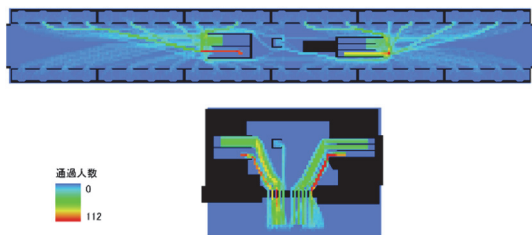


図 10 通過人数

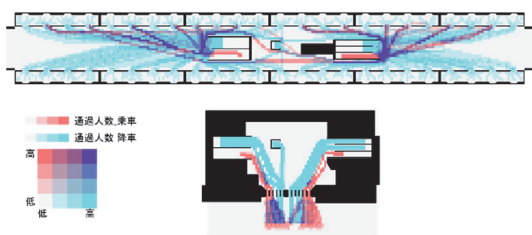


図 11 通過人数(乗車・降車別)

他にも、メッシュではなく、指定した任意領域について分析したり(図 12)、歩行者別の移動距離(図 13)や移動時間(図 14)という数値にして分析したりする手法もある。

このように歩きやすさを定量的に評価することで、歩行者が不便、不快に感じる箇所の可視化と分析が可能となり、科学的根拠に基づいた空間の計画・設計を支援できる。

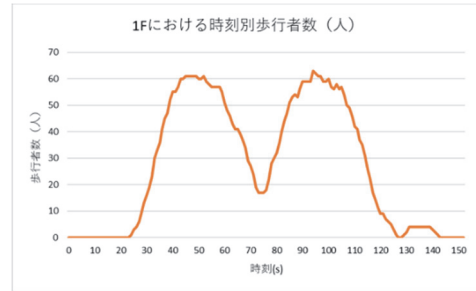


図 12 1階の時刻別歩行者数

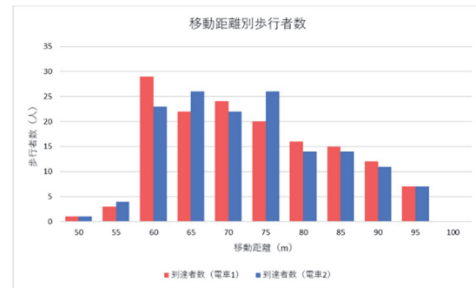


図 13 歩行者別移動距離分布

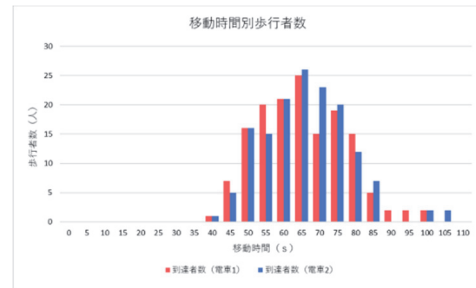


図 14 歩行者別移動時間分布

4. まとめ

本稿では、歩行者シミュレーションによる歩きやすさの定量評価方法、AI カメラによる人流の現状把握技術を紹介した。これにより、移動のしやすさという指標において、効果的な施策の検討支援が可能であることを示した。

また、施策実施後も再度 AI カメラでデータを取得し、実施前の状況と比較することで目標の達成具合が評価できる。この評価結果を踏まえて、さらなる空間の改善方法を歩行者シミュレーションで検討する、というような長期的な取り組みも望める。

今後の展開として、空間の「魅力」についての定量的評価に取り組んでいる。本稿では「歩きやすさ」に注目したが、ウォーカブルな空間づくりの実現には、賑わいや居心地のよさなど、さらに多くの評価指標が必要である。

具体的には、AI カメラによる歩行者の空間利用方法の判別や感情把握・評価などの実現、さらに得られたデータから歩行者属性と嗜好による行動選択をモデル化し、歩行者シミュレーションで表現できるようにすることを目指す。このような評価が可能になることで、表 2 のような空間に関わる全ての者が利益を享受できることが期待できる。

歩行者シミュレーションと AI カメラによる空間評価技術は、より居心地の良い空間の創出に向けて、今後さらに必要となるだろう。

表 2 ウォーカブル空間による利益

施設所有者 地方自治体	◆ 地域のにぎわい創出 ◆ 空間、地域の魅力向上
施設管理者	◆ 施設管理、安全維持の高効率化
事業者	◆ 来場者情報に基づいたマーケティングの高度化 ◆ 施策の費用対効果の定量化
一般利用者	◆ 居心地のよい空間での余暇、交流機会の増加 ◆ 歩行機会の増加による健康増進

<参考文献>

- 1) 国土交通省 「居心地が良く歩きたくなる」まちなかづくり～ウォーカブルなまちなかの形成～, https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000072.html
- 2) 姜 気賢 :アンケート調査からみた「Walkable Neighborhood」に関する歩行者意識, 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門 vol.22, 2012
- 3) 沖電気工業, AI エッジコンピューティングで切り開く未来, <https://www.oki.com/jp/Aledge/img/AledgeComputing.WhitePaper.pdf>