

第IV部門

画像認識 AI モデルを用いた移動空間の性能評価および道路空間再配分の効果検証

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○曾 翰洋
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 葉 健人
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 土井 健司

1. 序論

近年、都市の街路空間は車中心から人中心へと再編されつつある。国内でも「居心地が良く歩きたくなるまちなか」がまちづくりの指針として掲げられ、多数の都市がウォークアブル推進都市として名乗りを上げている。こうした空間の転換を効果的に進めるためには、単なるインフラ整備にとどまらず、空間の質や人々の体験に着目し、移動空間を単なる通行の場から滞留や活動を支える場へと再定義したうえで、都市環境から形成される主観的印象を計画・設計に反映するための理論的枠組が求められる。空間の質を評価する手法として、物理環境や主観的印象、利用実態に基づくアプローチが提案されてきたが、調査の負担や専門性の高さが継続的運用を困難にしている。

2. 本研究の目的と位置づけ

本稿では、AI 技術により市民の経験に基づく移動空間の「良さ」を抽出・学習し、設計プロセスに反映可能な評価手法 AI and Human Co-operative Evaluation (以下、AIHCE) を開発・提案する。これにより、移動空間の質を定量的かつ柔軟に捉えることが可能になり、その評価をデザインに反映することで、市民に分かりやすく合理的なプロセスの実現を目指す。

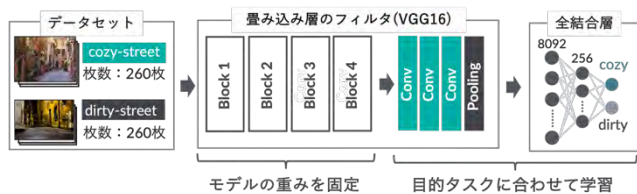


図-1 AI モデルアーキテクチャ

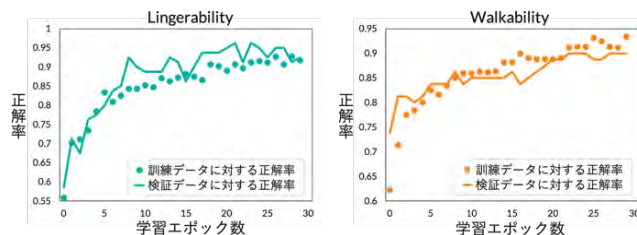


図-2 Fine-Tuning Model の学習および検証結果

AIHCE は、移動空間映像に対する市民の主観的印象を学習し、通行のしやすさ (Walkability) と滞留の快適さ (Lingerability¹⁾) という 2 指標により空間性能を定量評価する。前者は安全・円滑・快適な通行性、後者は佇みややすさや快体験の余韻を含む移動のゆとりを指す。大阪の主要街路である御堂筋と堺筋を対象に、AIHCE による空間性能の比較分析を行い、評価への寄与要因を可視化する。さらに、3D モデル上で段階的な再配分シナリオを設計し、AI による効果分析を通じて実務応用の可能性を検討する。

3. 画像認識 AI モデルの構築と学習

本研究では、移動空間の性能評価にあたり、ファインチューニングを施した画像認識 AI モデルを構築する。これは、汎用的な事前学習モデルに対し、目的となるデータを用いてパラメータを再学習させる手法であり、高い予測精度を可能にする²⁾。ここでは、事前学習モデルとして、VGG16³⁾を用いる。まず、全結合層を Walkability と Lingerability の指標に対して 2 値分類されるよう分類器を再構築した(図-1)。特徴抽出器は、入力側から 10 層の重みを固定し、出力側の 3 層のみを再学習させた。また、各指標に対するキーワードをもとに web より教師データをそれぞれ 520 枚収集し、440 枚を訓練データ、80 枚を検証用データとし、再構築したモデルより、30 エポック学習した。それぞれの学習結果においては、Lingerability は検証用データに対する正解率が 0.93、Walkability は 0.90 と高い予測精度を達成した(図-2)。

4. AI モデルによる空間性能評価

AI モデルによる両街路の評価結果を図-3 に示す。縦軸・横軸はそれぞれ空間性能の評価値であり、各街区の平均値をプロットしている。Walkability は、御堂筋が区間全体の平均 0.96、標準偏差 0.07、堺筋が平均 0.87、標準偏差 0.13 となり、御堂筋の方が全体として高く、ばらつきも小さい。両街路ともに多くの区間で

Walkability 評価値が 0.7 以上を示し、通行機能がおおむね確保されていることがわかる。一方、舗装の剥離により歩道の通行性が低下している区間では評価値が 0.4~0.7 にとどまり、ばらつきも大きい。また、歩行者と自動車の空間的分離がなされていない区間では、評価値は 0.1 と著しく低下している。Lingerability は、御堂筋が平均 0.62、標準偏差 0.25、堺筋が平均 0.22、標準偏差 0.20 と大きな差が見られた。両街路を比較すると、大阪市の主要街路として位置付けられている御堂筋の方が高い評価となっており、滞留や活動のしやすさの面で優れていることがうかがえる。

次に、AI の評価要因に寄与する空間要素を整理した。本稿では紙幅の都合上、Lingerability の評価に着目して考察を行う。ポジティブ要素には、ガラス張り店舗やひさしなど滞留を促す設えがあり、ネガティブ要素には放置自転車や工事囲いによる沿道との分断が挙げられる。また、樹冠やセットバックによる一体的空間は Lingerability・Walkability 双方に有効であり、放置自転車や路上駐車は共通の阻害要因となる。

5. 3D モデルによる道路空間再配分の効果検証

道路空間再配分による移動空間の性能変化を評価するため、道路舗装や建物の細部意匠の影響を排除し、3D モデル上で道路空間の再配分を実施した。対象は堺筋の 1 街区とし、(1) 現況（放置自転車・路上駐車）、(2) 道路の適正利用（障害物の排除）、(3) 歩道拡幅、(4) 歩行者利便増進施設の設置、の 4 シナリオを段階的に設定し、モデリングを行った。

各シナリオについて、歩行者視点・速度の動画を生成し、AI モデルにより Lingerability を評価した。現状の評価平均値は 0.07 と低く、空間再編に伴い段階的に評価値は上昇した。障害物を除去した区間では 0.2 程度、歩道拡幅では全区間で評価値が向上し、一部でさらに 0.2 程度上昇した。ただし、上昇幅は Walkability と比べて小さく、歩道拡幅のみでは改善効果は限定的であった。また、街路空間に休憩施設を設置した区間では 0.3 程度、沿道空間にキッチンカーや休憩施設を設置し、道路空間との一体性を高めた区間では 0.4 程度、評価値が向上した。以上より、Lingerability の向上には、歩道拡幅に加え、滞留を促す施設の配置や道路・沿道空間の一体的な設計といった複合的な取り組みが重要であることが示唆された。

表-1 空間再配分シナリオ別の評価結果

空間再配分シナリオ	Walkability			Lingerability		
	区間平均	標準偏差	変動係数	区間平均	標準偏差	変動係数
現状	0.42	0.26	0.62	0.07	0.11	1.57
道路の適正利用	0.50	0.23	0.46	0.12	0.16	1.33
歩道拡幅	0.82	0.17	0.21	0.21	0.16	0.76
利便増進施設	0.72	0.22	0.31	0.32	0.24	0.75

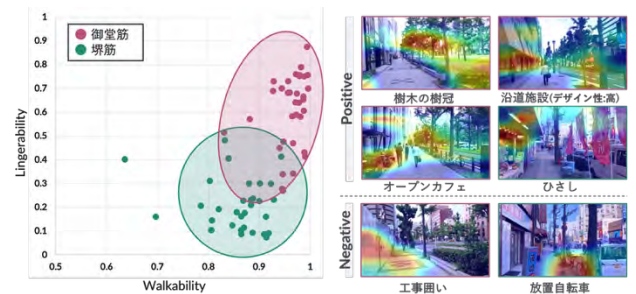


図-4 画像認識 AI による御堂筋と堺筋の評価結果

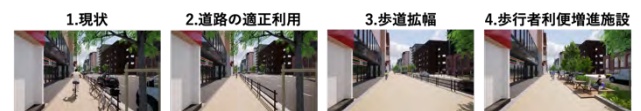


図-4 仮想空間上での道路空間再配分のモデリング

6. 結論

本研究では、移動空間の質的評価とデザイン支援を目的として、画像認識 AI 技術による空間性能評価手法を構築し、Walkability と Lingerability の 2 指標に対し評価を行った。大阪市の御堂筋・堺筋を対象とした比較分析により、AI モデルは通行機能や滞留機能に関する空間特性の差異を的確に捉えることが確認された。さらに、3D モデルによる段階的な空間再配分のシナリオ分析を通じて、Lingerability の向上には、歩道拡幅のみでは効果が限定的であり、滞留を促す施設の設置や沿道空間との一体的な設計など、複合的な空間整備が有効であることが示唆された。本手法は、市民の主観的評価を学習した AI を活用することで、合理的かつ理解しやすい空間デザインの支援手法として、今後の実務への展開が期待される。

参考文献

- Day, G., and Gwilliam, J.: Living Architecture, Living Cities: Soul-Nourishing Sustainability, Routledge, 2019.
- Law, S., et al. Street-Frontage-Net: urban image classification using deep convolutional neural networks. International Journal of Geographical Information Science, 34 (4), 681-707, 2020.
- Simonyan, K., and Zisserman, A.: Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.