

# 画像認識技術を用いた街路空間評価手法の開発

Developing Evaluation Methods for Street Space Quality Based on Image Recognition Technology

塩川 大哉, 曾 翰洋, 葉 健人, 杉山 郁夫, 土井 健司  
(大阪大学) (大阪大学) (大阪大学) (大阪大学) (大阪大学)

## 1. はじめに

従来の街路空間の評価は、1965 年にアメリカの道路容量マニュアルの中で道路の性能基準として提示された LOS(Level of Service)<sup>1)</sup> に始まり、1970-1980 年代、Bill Hillier, Julianne Hanson et.al.による歩行者の行動と街路の構造に基づいた Space Syntax 理論、同年代、C・アレグザンダーによる都市の計画や設計に用いるパターンを整理体系化したパターン・ランゲージ、2009 年 Davies, A. and Clark, S.による歩行環境のレビューシステム walking audit<sup>2)</sup>が開発された。一方、2019 年国土交通省が「居心地が良く歩きたくなるまちなか」形成を目指すなど、利用者視点の QoL や Happiness に関わる「居心地の良さ」が求められており、これに対応する街路空間評価手法が求められている。本研究では、街路空間において連続的に「居心地の良さ」や「歩きやすさ」、快適性といった感情および価値観に基づく評価手法の開発を目的とする。

## 2. 画像認識技術を用いた街路評価手法の構築

### 2.1 AI による画像認識の街路空間への応用

本研究では、AI による直接的な評価手法である画像判定法と人の表情を介した間接的な評価手法である表情判定法の 2 つを兼ね備えた AI and Human Co-operative Evaluation(AIHCE)を開発した(図-1)。画像判定法では、まず AI は「Lingerability: 居心地の良さ」や「Walkability: 歩きやすさ」といった価値に沿った街路画像を教師データ(学習データ)として学習する。次に、判別すべき街路画像(テストデータ)と上記教師データに共通する特徴量を特定し、教師データにどれだけ近いかを評価する方法である。この手法は歩行者による街路の価値判定について AI を用いることで客観性を高めた点で特徴的である。

一方で、表情判定法は、判断すべき画像を被検者に見せ、その時の被検者の表情をテストデータとして記録する方法である<sup>3)</sup>。記録されたテストデータは、予め準備された表情の教師データにより、歩行中の感情が判定される。この手法は街路の快適性を歩行者の「Happiness」などの感

情に着目し、質問紙を用いた直接印象評価に依らない主観を重視した評価が可能な点で特徴的である。

この相互補完的な画像判定法と表情判定法は連続的な画像すなわち動画に対しても適用可能であり、両者を同時に用いることで街路空間の連続的な客観的な街路の価値判断および主観による情緒的评价が可能である。

### 2.2 本研究で構築した評価手法

本研究では、2 つの画像認識プロセスに共通して Convolution Neural Network(以下、CNN)を用いた。CNN は従来の Neural Network Model の前段階として画像の Convolution(畳み込み演算)処理を行うものである。教師データを構築する上で必要な街路および人の表情の画像データは、Web Scraping を用いインターネット上から対応するキーワードに沿って、「居心地のよい」「歩きやすい」街路空間画像および「Happy」な人の表情の画像を収集した。画像群はインターネット上から収集されたことから、大多数の人々にとっての一般的な認識と捉えられる。

さらに、画像判定法に関してはそれぞれのキーワードに対応する 30 枚ずつの画像群について、「あなたが [①居心地が良い, ②居心地が悪い, ③歩きやすい, ④歩きにくい] と感じるのはどの街路ですか」という設問で、それぞれのキーワードについて 5 枚ずつ画像を選択させた。その得票数から画像に順位を付け、上位 20 枚の街路空間画像を抽出し、個人の価値観を反映する教師データを作成した。今回は研究室の構成員 24 名を対象街路のユーザーと見なし、実験的にアンケート調査を実施した。なお、選択された画像の特徴として、居心地の良さについては、「ファニチャーがある」、「光が差し込んでいる」、「緑がある」、歩きやすさについては、「適度に緑がある」、「分散した歩行者が存在する」、「見通しが良い」が挙げられた。

以上で構築された CNN により出力される 0~1 の画像の判定確率をそれぞれの画像の評価値とする。なお、評価値が 1 に近いほど、街路の居心地が良さ、歩きやすさ、および表情の Happy 度が高いと判定した。

## 3. AIHCE による街路空間の評価結果

### 3.1 画像判定法を用いた街路空間評価

まず、国土交通省が居心地の良い街路の例として取り上げている愛媛県松山市花園町通りと東京都丸の内仲通りの街路空間画像に対し、画像判定法を用いた評価結果を図-2 に示す。花園町通り(左図)について、Coziness=0.787, Walkability=0.927, 丸の内仲通り(右図)について、Coziness=0.961, Walkability=0.569 と両指標とも高い評価値を得ており、本手法の結果とほぼ一致した。

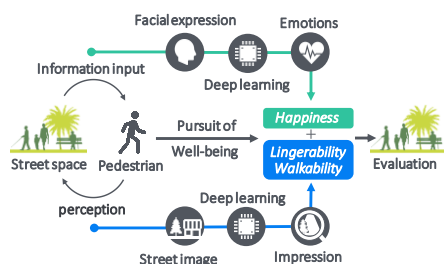


図-1 AI and Human Co-operative Evaluation (AIHCE)



図-2 居心地の良い街路への評価適用例

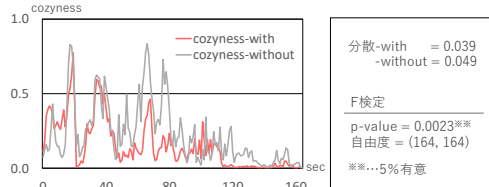


図-3 「居心地の良さ」に関する街路空間評価



図-4 Coziness 評価の変化点前後の画像比較

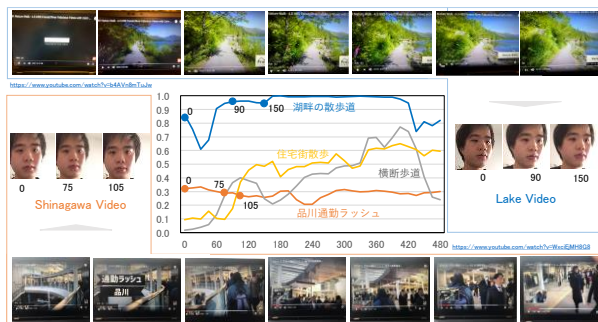


図-5 表情判定法による街路空間評価

次に、神戸市三ノ宮駅付近の街路へ連続的に画像判定法を用いた街路空間評価を適用した結果を示す。歩行者視点での街路動画を撮影し、1秒間隔で静止画として切り出してテストデータを作成した。Web Scrapingにより収集した教師データ(30枚)と、ユーザーアンケートにより抽出した教師データ(20枚)それぞれを学習させたCNNを作成し、同じテストデータに対する2種類の教師データによる評価結果を比較した。

教師データの少なさから、評価結果にばらつきが生じたため、それぞれのCNNについて3回の評価を行い、その平均値を最終的な評価値とした。図-3には「居心地の良さ」の街路空間評価の結果を示した。居心地の良さに関して、アンケート調査を反映したCNNは評価値の分散が小さく、より安定した結果を得たが、歩きやすさについて同様の傾向が見られなかった。これは居心地の良さについては教師データに含まれる特徴・共通点(ファニチャーの存在など)が歩きやすさに比べてアンケート回答上位の画像群に顕出していることが影響していると考えられるが、今後より多くのデータ蓄積や分析が必要である。

最後に、図-3の評価値の急激な変化点に着目し、評価結果への影響要因の特定を試みた。特に大きな変化が見

られた20sec付近について考察を行った。最も「居心地の良さ」の評価値が高い19secと最も低い21secの画像を比較した(図-4)ところ、黄色の標識箱の有無が顕著な差異であることが分かる。教師データの「ファニチャーの存在」、「黄色など暖色系の光の差し込みの存在」といった特徴と19secの黄色の標識箱の特徴が同様に捉えられてしまった結果であると考えられる。すなわち、教師データの数が少ないと学習される特徴量が限定され、テストデータ中にある異質なものが誤認識されるリスクがあることが示唆された。

### 3.2 表情判定法を用いた街路空間評価

今回の調査では以下の4種類の動画を準備し、それらを視聴する被検者の表情のHappiness判定値から、街路空間の快適性を推定した。図-5にはその結果を示す。

- 1) 湖畔を歩く動画、2) 住宅地を歩く動画、
- 3) 横断歩道、4) 品川駅コンコース

この結果、1)が最も快適であり、一方、4)が最も不快である、という結果が得られた。なお2)と3)に関しては、日常的に経験する場面であり、予想通りの中間的な位置づけとなった。なお、グラフの縦軸は歩行快適性評価値、横軸は累計フレーム数(=経過時間)を表す。

### 4. おわりに

本研究では、AIを用いた街路空間において連続的に「居心地の良さ」や「歩きやすさ」を評価する画像判定法と快適性という個人の感情を通じた評価を行う表情判定法を統合した街路空間評価手法AIHCEを開発し、その方法論を述べた。特に、画像判定法では、アンケートにより教師データに回答者の価値観を反映した時の「居心地の良さ」や「歩きやすさ」の連続的な評価を行うことが可能であることを確認した。また、人の感情に近い要素はアンケート調査による個人的価値観を加えることで、街路空間評価結果を安定させることを示唆した。さらに、教師データとテストデータとの特徴量の共通点の有無が結果に大きく影響することを示し、教師データ数の充実の必要性を指摘した。本提案手法では、従来型の設計者及び専門家の意図に基づくデザインを超え、実際に街路を利用するユーザーや他のステークホルダーの視点での評価を可能にし、参加型の街路空間デザイン・意思決定に有用である。最後に、本手法の妥当性の検証のため教師データ数と評価結果の関係性分析および評価結果への回答者のフィードバックを今後の課題として挙げる。

### 参考文献

- 1) Fruin, J.J.: 歩行者の空間—理想とデザイン—, 鹿島出版, 1974.
- 2) Davies, A. and Clark, S.: Identifying and prioritising walking investment through the PERS audit tool - Walk21 Proceedings, 10th International Conference for Walking, New York, USA, October 2009.
- 3) 曾ら: 深層学習を用いた歩行者の表情認識に基づく快適性評価に関する研究, 交通科学研究会 研究発表会, 2020.12.8.