

深層学習を用いた歩行者の表情認識に基づく 快適性の評価手法に関する研究

Pedestrian's Comfortability Evaluation Based on the Facial Expression by Means of Deep Learning

曾 翰洋 塩川大哉 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

近年、人々の健康志向や低炭素、低感染なライフスタイル、いわゆるニューノーマル志向により、街路における歩行空間の重要性が見直されている。2019年に国土交通省から「居心地がよく歩きたくなるまちなか」の形成を目指す「まちなかウォーカブル推進プログラム」が発表されたように、人間中心のまちづくりが進められている。特に最大の公共空間である街路の歩行快適性に関しては、利用者や利害関係者の意見を反映することが重要になりつつある一方で、従来の街路空間の評価では調査票を用いた調査が多くを占め、回答者の心理的負担や心理的狀態に左右されるなどの問題点がある。そこで札幌¹⁾は歩行者の可視的特徴に着目した歩行空間の質を評価する手法、すなわち、街路断面における歩行者の笑顔率を街路空間の快適性の指標とする新たな方法論を提示した。

本研究では図-1に示す新たな街路空間評価手法:AI and Human Co-operative Evaluation (AIHCE)²⁾における表情判定法を開発した。表情判定法では、まず、歩行中または街路画像を見ている被験者の表情を撮影する。次に撮影されたデータを、深層学習(Deep learning)を用いた表情認識のモデルに入力し、歩行中の感情を判定する。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、調査票を用いた直接印象評価に依らず、そして連続的な画像すなわち動画に対しても適用可能なことから街路を連続的に評価できる点で特徴的である。AIHCEは人の表情という主観を重視した画像判定法、および深層学習を通じ街路の表情から客観的な街路の印象を評価する画像判定法の2つのAIと人の協働評価を統合した新たな街路空間評価手法である。

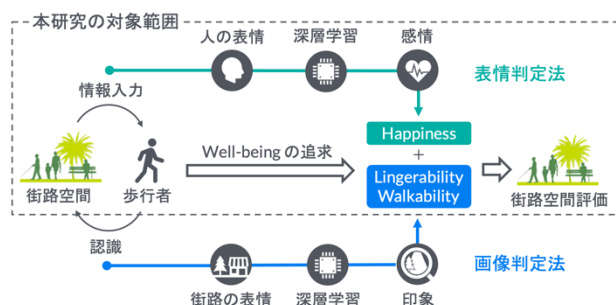


図-1 街路空間のAI-人協働評価 AIHCE
(AI and Human Co-operative Evaluation)

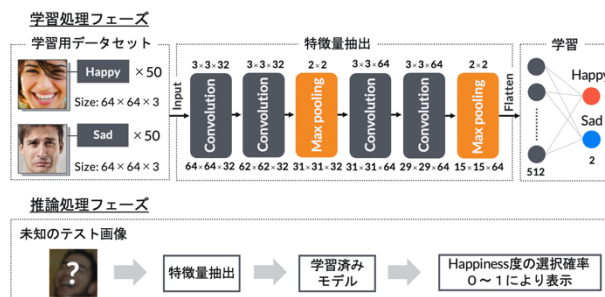


図-2 表情認識の学習・推論モデル

2. 本研究での深層学習を用いた表情判定法

近年、深層学習に関する研究が分野を横断して進んでいる。その取り組みの一つである画像認識技術によって、統計解析では困難だった画像データの分類が可能になり、人の顔に表れる喜怒哀楽などの感情(表情)の分類、およびその程度の推定を限定的ではあるが可能とした。本研究で用いた画像認識技術 CNN(Convolutional Neural Network)は、多数ある画像の中から共通する特徴量抽出するパターン認識技術であり、その学習結果を用いて未知のテストデータ画像を与えた際に、それが何であるかを分類し、推論する方法論である。

本研究では、Web上から“happy-face”と“sad-face”をキーワードとし、Web Scrapingによりそれぞれ200枚の表情の画像を収集した。その中から顔として認識できない画像を取り除き、50枚ずつに揃えて表情認識の学習用データとした。学習用データを訓練データ30枚、テストデータ20枚に分け、表情のhappiness度を推定する機械学習モデルを構築した。このモデルから出力されるhappiness度は、予めCNNにより学習された訓練データに共通する表情の特徴を、入力データがどれだけ持っているかによって決まる選択確率(0~1)により示されると考えた。本モデルの構成を図-2に示す。各層の上の数字は処理サイズ(縦×横×チャネル)、下の数字は処理後の出力サイズを表す。入力層ユニット数を64×64、出力層を2表情に合わせて設定し、プーリング層の直後と全結合層でDropout処理を行った。また、活性化関数はReLU、softmax関数を使用し、ミニバッチサイズを32に固定し30Epoch学習した。

3. 実験方法

今回の実験では、以下に示す直接法と間接法の2種の表情判定法を試行した。直接法は歩行者に装着した小型ビデオカメラにより表情と前方向の街路空間を同時に撮影する方法であり、間接法は事前に撮影した街路空間の動画を被験者に視聴させ、表情を撮影する方法である。実際に二つの手法を試行した結果、直接法では採光など表情の撮影環境の変化により、感情の評価が過剰に変化するという課題が見られたため、今回は間接法を用いて実験を行った。大阪大学の学生1名を対象に以下の5種類の動画を1分間視聴してもらい、表情を撮影した。

st1.人通りの多い商店街、st2.人通りの少ない高架下街路、st3.シンボル性の高い大通り、st4.緑豊かな公園内の街路、st5.都心の商業業務地の街路。

撮影した表情の動画から3fps(1秒当たりのフレーム数)で画像を抽出し切り取り、構築した機械学習モデルに入力しhappiness度を推定した。また表情の撮影と同時にアイトラッキングを併用することで視線の動きから他の歩行者への注意度や道路空間内の注目点の把握を行った。さらに動画の視聴後に、視聴時の「覚醒⇄沈着」、「快⇄不快」に対応する8つの感情の程度(5段階)を尋ね、街路空間の質に対する印象(6段階)を尋ね、被験者の主観と表情から推定されたhappiness度の対応を確認した。

4. 表情判定法を用いた街路空間評価

撮影した被験者の表情の画像を機械学習モデルに入力した結果を図-3に示す。なお、グラフの縦軸は表情のhappiness度(歩行快適性とみなす)を、横軸は経過時間(秒数)を表す。またアイトラッキングを用いて表情が変化した際の被験者の視線のヒートマップを図-4に、そしてヒアリング結果を図-5に示す。

st1.人通りの多い商店街を視聴中はhappiness度が最も不安定であり、感情が昂っていると考えられる。これは街路に対する感情の中で「覚醒」の程度が高い点からも確認することができる。また、st4.緑豊かな公園内の街路では、安定してhappiness度が高い。この時、安らぐ・落ち着くといった「快・沈着」の感情の程度が高いことに加え、不快の感情の程度が低く、推定結果と主観的評価がある程度一致しており、歩行快適性評価に用いることの一定の妥当性を確認した。さらに、アイトラッキングを用いて視線の集まりを確認した結果、街路上の植栽や街路の遠くの景色を集中して見ていた際にはhappiness度が高い、一方で、街路上の施設によって視界が狭められた時や人が多い時、街路の景色の変化が少ない時は、視線が一点に定まらず、happiness度が低くなった。このように視線とhappiness度の関係性から街路の快適性を向上させる要素を特定することも可能である。

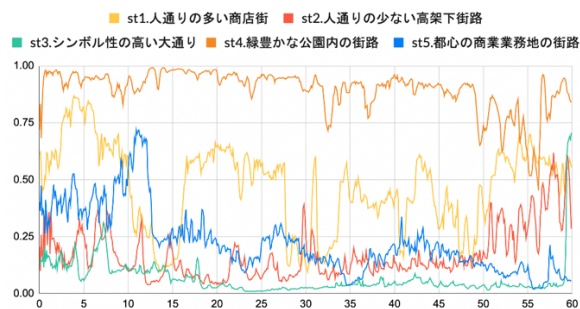


図-3 表情判定法による街路空間評価結果



図-4 st.4の動画を視聴した際の視点の動き

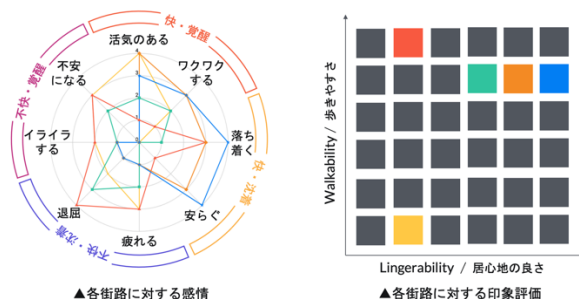


図-5 街路空間に対する主観的評価結果

5. おわりに

本研究では、歩行者の表情からhappiness度を推定する機械学習モデルを構築し、街路の快適性評価に用いる表情判定法を開発した。また、推定されたhappiness度とアイトラッキングおよびヒアリング結果から、表情と主観がある程度対応していることを確認した。この結果から表情判定法を用いることで、歩行者の主観に基づいた街路空間の連続的な快適性の評価を行うことの有効性を示唆した。本研究で開発した手法は、街路空間デザインにおいて住民の参加を可能にし、将来的には街路を利用するユーザーのhedonic well-beingの増進、および利害関係者間の合意形成に寄与すると期待される。しかしながら、本研究では1サンプルと限定的な検証しかできていないため、サンプル数を増やし妥当性を検証し、被験者属性による評価値の差異やhappiness以外のwell-beingに関わる感情を検証する等の手法の改良を今後の課題とする。

参考文献

- 1) 札幌市：歩行者の外形的な特徴に着目した空間評価に関する研究, 土木学会論文集 D3, 67(5), 2011.
- 2) 塩川ら：画像認識技術を用いた街路空間評価手法の開発, 交通科学研究会 研究発表会, 2020. 12. 8.