

街路の画像認識による空間指標と主観評価の関係分析

名城大学 学生会員 ○小倉 悠太郎
名城大学 正会員 中村 一樹

1. はじめに

コロナ禍で歩行意識が全世代に高まる中、歩行に対する様々なニーズに応じた歩行空間整備が求められている。しかし、歩行空間の構成要素の認知構造は複雑で、空間要素の客観的な量が主観的な評価に与える影響は明らかでない。特に、人や車などの動的な要素の影響は大きいと思われるが、その計測も容易ではない。一方で、近年の画像認識技術やオンラインシステムの発展により、歩行空間の構成要素について、客観的や主観的なデータの効率的な収集が可能になってきている。

そこで本研究は、国内外の歩行空間を対象に画像認識ツールを用いて客観的な空間指標を計測し、それに対する主観評価との関係性を明らかにする。まず、文献レビューとデータから、分析対象となる歩行空間の指標を整理する。次に、国内外の歩行空間の動画に画像認識を行って空間指標を計測し、これを基にクラスター分析で空間シーンを分類する。そして、空間指標と主観評価との関係を分析する。

2. 分析手法

2.1 文献レビュー

既往研究では、様々な空間デザインの指標化がされている。柳沢ら¹⁾は、社会実験にて街路条件が設定された歩行者優先道路で歩行空間評価のアンケートを行い、道幅等の空間指標との関係を分析した。この結果、道幅や交通量が安全性や利便性といった評価に影響があることを示した。井上ら²⁾は、Google ストリートビューの道路画像を、空間要素の画像内の面積割合を計測するセグメンテーションで画像認識し、人、歩道、車両などの面積と、居住性や審美性といった場所の印象についての主観評価のアンケート結果の関係性を分析した。この結果、道路などの静的要素が、働くことができるなどの経済活動に対する印象の評価に影響を示した。さらに、街路の空間指標について、上田ら³⁾は、連続して撮影された画像から建物、壁面、樹木などの空間要素が視認される画像の

数を計測し、連続して同じ要素の画像が続く画像群をシーケンス景観として、街路の特徴を捉えた。

2.2 分析データ

本研究では、これらの街路の空間指標を、各種空間要素の個数として、画像認識ツール Yolo v5 を使用して計測した(表-1)。これらの指標は、歩道と車道それぞれを対象にしている。歩道には、人に加え、机、ベンチ、椅子、植栽といった滞留機能を持つ設置物がある。車道には、自転車、車、バス、トラック、バイクといった車両や、信号機、交通標識、パーキングメーターといった交通機能の設置物がある。

画像認識のデータとして、2018～2021 年に行われた5回の歩行空間評価のアンケート調査を使用した。ここでは、名古屋等の国内 89 個と、欧米、アジア、オセアニアの国外 32 個の 360 度動画(各約 1 分間)を使用し、動画のフレーム画像(24 枚/秒)に対して空間指標を計測した。

主観評価の指標としては、各アンケート調査で共通して用いられた歩行空間の量的評価と質的評価の 11 項目とした(表-2)。主観評価のデータは、画像認識した動画内の一定数以上の被験者がいる 67 個の動画の評価結果を対象とし、各動画の評価平均と空間指標の関係を分析した。

表-1 画像認識で計測した空間指標

歩道		車道	
動的	静的 (滞留)	動的	静的 (交通)
・人	・机 ・ベンチ ・椅子 ・植栽	・自転車 ・車 ・バス ・トラック ・バイク	・信号機 ・交通標識 ・パーキング メーター

表-2 主観評価の指標

量的評価	質的評価
・座れる ・交通量多い ・緑多い ・歩行者多い ・歩道広い	・道が分かりやすい ・移動が安全 ・治安がいい ・街並みがいい ・くつろげる ・賑わいがある

3. 画像認識による街路の分類

歩行空間の動画の画像認識を行い、国内外の歩行空間の特徴からシーンに分類する。歩行空間の動画毎に、各フレーム画像の空間指標を計測し、その平均値を標準化して、階層クラスター分析で分類した。

この結果、人が多い街路シーン1、物が少ない街路シーン2、各種車両が多い街路シーン3～7、の7つに分類された(図-1)。人が多いシーン1は、パリや名古屋などの都心の歩道が分類された。物が少ないシーン2は、都心の公園内の歩行者専用道が分類された。車両が多いシーンは、4つに分類された。シーン3はバイクが多く、バンコクの動画が多く分類された。シーン4は、ロンドンなどバスが多い大通りが分類された。シーン5は車やトラックが多く、幹線道路から入った裏通りが分類された。シーン6は、駐停車の車両が多い都心の路地が分類された。シーン7は、自転車がが多く、名古屋都心の駐輪が多い大通りが分類された。

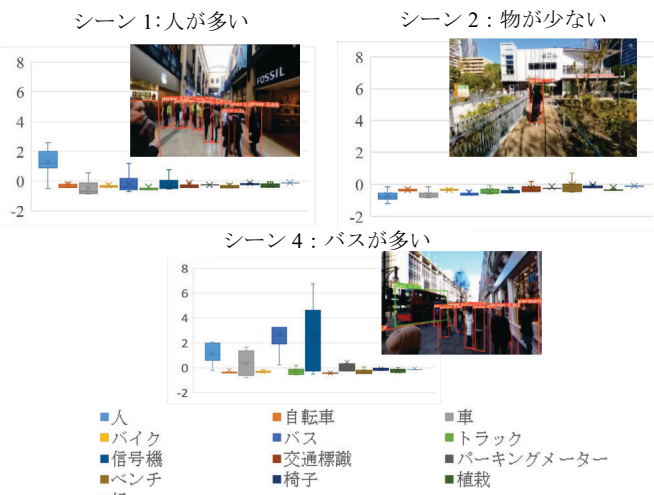


図-1 街路シーンの特徴

4. 空間指標と主観評価の関係分析

各主観評価を目的変数、標準化した空間指標を説明変数として、重回帰分析をステップワイズ法にて行った。空間指標として、各空間要素の計測数に加え、空間シーンもダミー変数を用いて使用した。

この結果、空間要素の量について、空間指標と主観評価に大きな関係が見られた(表-3)。量的評価については、歩行者数と交通量の決定係数が高く、人と車の数と関係が大きい。また、物体検知では計測が難しい指標は、シーン指標との関係の有意性が示された。緑や歩道の広さは、人が多いシーン1で負の関係が、バスが多いシーン4で正の関係がそれぞれ見られた。

質的評価の結果では、移動が安全、くつろぎ、賑わいで決定係数が高く、より多くの空間指標との関係が有意となった(表-4)。空間指標として、車種による車両との関係が多く、特にバスは、安全やくつろぎと負、賑わいと正と、多様な関係が見られた。一方で、

シーン指標では、バスが多いシーン4は、賑わい以外の多くの評価項目と正の関係が見られる。これは、公共交通が整備された街路での空間要素の組み合わせが、評価に影響したと考えられる。

表-3 空間指標と量的評価の重回帰分析

目的変数	座れる		交通量多い		緑多い		歩行者多い		歩道広い	
	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値
人	-	-	-	-	-	-	0.85**	14.48	-0.22	-1.64
自転車	-	-	0.59**	6.44	-	-	0.13*	2.51	-	-
バイク	-0.20	-1.73	-	-	-	-	-	-	0.39*	2.57
バス	-	-	0.29**	3.12	0.29*	2.37	-	-	0.45*	2.54
トラック	-0.20	-1.82	-	-	0.17	1.53	-	-	-	-
信号機	-0.25*	-2.37	-	-	-0.25*	-2.11	0.13*	2.34	-0.23	-1.52
交通標識	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンチ	0.29**	2.74	-	-	-	-	-	-	0.31**	2.86
椅子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
植栽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
机	0.27*	2.58	-	-	-	-	0.094	1.72	-	-
シーン1	-	-	-	-	1.30**	5.38	-	-	-	-
シーン2	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.52	-1.54
シーン3	-	-	-	-	-	-	0.34	1.44	-	-
シーン4	-	-	-	-	-	-	-	-	1.83*	2.26
シーン5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン6	-	-	-	-	-	-	0.46*	2.08	-	-
シーン7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ²	0.30		0.55		0.37		0.81		0.31	
サンプル数	66									

表-4 空間指標と質的評価の重回帰分析

目的変数	道が分りやすい		移動が安全		治安がいい		街並みがいい		くつろげる		賑わいがある	
	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値
人	-	-	-0.40**	-4.56	-0.28**	-2.89	-	-	-0.19	-1.72	0.86**	11.28
自転車	0.29**	2.83	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15*	2.16
バイク	-	-	-0.33**	-3.25	-0.33**	-3.28	-	-	-	-	-	-
バス	-0.39**	-3.52	-0.21*	-2.86	-0.42**	-3.19	-0.28	-2.11	0.20**	2.11	-	-
トラック	-0.18	-1.63	-	-	-0.47**	-3.56	-0.25*	-2.20	0.17	1.57	0.33**	3.33
信号	-	-	-	-	-	-	0.35*	2.54	0.28*	2.32	-	-
停止標識	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンチ	0.20	1.97	0.23**	2.84	0.29**	3.45	0.27*	2.56	0.15	1.61	-	-
椅子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
植栽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
机	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	1.43	0.14*	2.38
シーン1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	1.61	0.37	1.99
シーン3	1.07**	3.70	-	-	0.51	1.35	0.63	1.54	-	-	-	-
シーン4	2.05**	3.24	1.05*	2.05	1.29*	2.19	1.90*	2.54	1.10	1.67	0.57	1.53
シーン5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.50*	-2.40
シーン7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ²	0.38		0.57		0.44		0.31		0.51		0.78	
サンプル数	67											

B：標準偏回帰係数，*p<0.05，**p<0.01

5. 結論

本研究では、国内外の歩行空間を画像認識によって空間指標を計測し、それに対する主観評価との関係性を分析した。空間指標により空間シーンをクラスター分析で分類した結果、主に人と車種別の車両の量について分類された。また、客観指標と主観評価との関係は、量的評価は、歩行者数や交通量の直接的な関係が大きく、シーン指標も間接的な関係に有意であった。質的評価は、移動安全、くつろぎ、賑わいで、各種車両数と車種による空間シーンとの関係が大きく見られた。これらの結果は、街路画像は主観評価の推定に有用なことを示唆する。

参考文献

1) 柳沢吉保・高山純一・滝澤諭・轟直希:中心市街地来街者による街路空間満足度の潜在意識構造を考慮した歩行者優先街路の整備評価, 都市計画論文集, 45(3), 2010

2) 井上拓央・真鍋陸太郎・村山顕人・小泉秀樹:景観価値の主観的評価から推定される場所の価値に基づく地区分析, 都市計画論文集, 55(3), 2020

3) 上田萌子・大平和弘ら:旧城下町の景観形成に向けた街路シークエンス景観の分析に基づく重点エリアの抽出, ランドスケープ研究, 80 (5), 2017