

複数台レーザスキャナを用いた街インディケータの抽出
A Town Indicator System based on Multiple Laser Scanners

焼山 康礼[†] 岩井 将行^{‡*} テープウィロー ジャナポン ニワット^{§*} 戸辺 義人^{¶*}
Yasunori Yakiyama Masayuki Iwai Niwat Thepvilojanapong Yoshito Tobe

1. はじめに

近年、街中にセンサを設置し、気象環境や街の特性を計測する研究が盛んに行われている。粒度の高い計測を行うことで、街中における細かな変化、特性を抽出し、高精度な情報提供が可能となる。本研究では、複数台のレーザスキャナを街の公共空間に設置し、計測した距離データから街の特性を抽出する。歩行者数、滞留者数、滞留率、歩行速度を、街インディケータとして時間毎に求め、街の特性として指標化する。我々は、東京秋葉原 UDX2 階スペースにおいて、2008 年 12 月の平日と休日 2 日間、実験を行い、街インディケータの測定を行った。本稿では、滞留度と歩行特性の評価結果について述べる。

2. 街インディケータ

本章では、街の特徴を表す「街インディケータ」指標について述べ、定義を行う。

2.1 街インディケータの役割

特徴のある街づくりを行っていくには、一定の指標を基に地域ごとの違いを強調し、その街が特別な地域であることを示すことが必要である。しかし、既存の指標は、限定された用途にのみ用いられる。例えば、社会調査として行われている地域の行動者率[1]の調査は、過去1年間の間に活動した者の比率の算出を、「インターネットの利用、学習・研究、スポーツ、趣味・娯楽、ボランティア活動、旅行・行楽」の6種類に分類して、行われている。このような指標では、街の細かな特徴を把握することができない。

そこで、本研究では、都市部の活性度を示す指標として、「街インディケータ」を定義する。「街インディケータ」を計測することで、街中に存在する人の数・歩行性・流動性などを「街の気分」指標として計測・定量化が可能となる。次節で、「街インディケータ」の4個の指数を定義する。

2.2 指数一覧

本研究では、「街インディケータ」指標として、歩行者数・滞留者数・滞留率・歩行速度の4個を定義する。

1. 歩行者数: P_w
計測領域内に存在する人の数。
2. 滞留者数: P_s
計測領域内で滞留している人の数。
3. 滞留率: R_s
計測領域内で滞留している人の割合。 $R_s = \frac{P_s}{P_w}$
4. 歩行速度: V_w
計測領域内に存在する人の歩行速度。

歩行者数 P_w は、計測領域内の人の数であり、街のにぎやかさを表す。滞留者数 P_s は、滞留している人の数である。滞留率 R_s は、計測空間内で滞留者が占める割合を表す。歩行速度 V_w は、歩行者の歩行速度であり、歩行特性を表す。

[†] 東京電機大学大学院 先端科学技術研究科
[‡] 東京大学空間情報科学研究センター
[§] 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科
^{*} 科学技術振興機構 CREST

3. 街インディケータ計測システムの実装

本章では、街インディケータを計測する上でのシステム構成と、街インディケータを算出する上で必要な人情報を抽出するためのアルゴリズムについて述べる。

3.1 システム構成

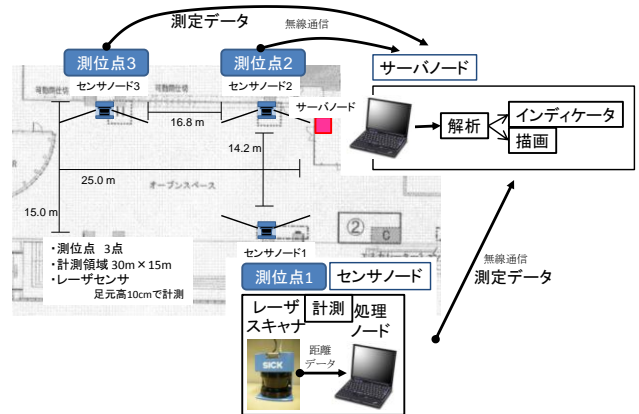


図1 システム構成とノードの設置

図1に、街インディケータ計測システムの構成を示す。本システムは、街中に複数のレーザスキャナを設置し、人計測を行う。本研究で実装したシステムでは、同時に3点から計測を行い、25m×15mの空間を測定する。各測位点に、レーザスキャナと処理ノードからなるセンサノードを設置する。レーザスキャナには、ドイツSICK社製のLMS-200^(*)を使用する。LMS-200は、波長905nmの近赤外線、安全クラス1A、計測平面180°、0.5°刻み、最大計測距離80m、計測距離精度1cm、計測周期は4.7Hzの性能を有する。本研究では、レーザスキャナを足元高10cmに設置し、計測を行う。取得された測定データは、0.639秒ごとに、無線LANを通して、サーバードに集約される。サーバードは、測定データを解析し、インディケータを算出し、結果を描画する。

3.2 インディケータ算出用の人検知アルゴリズム

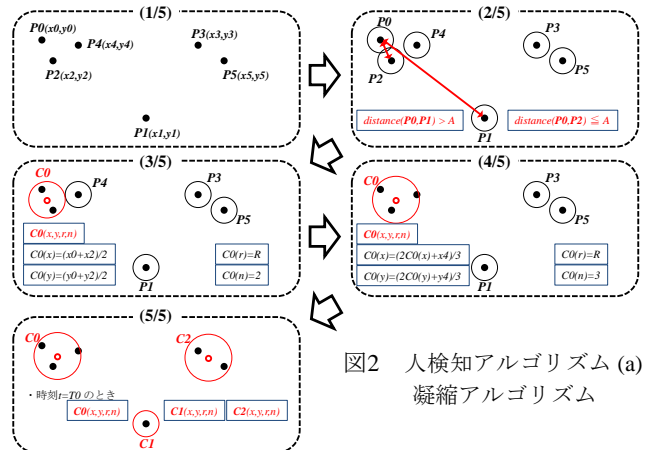


図2 人検知アルゴリズム (a) 凝縮アルゴリズム

(*) SICK. Laser measurement systems, <http://www.sick.com/home/factory/catalogues/auto/lmsindoor/en.html>

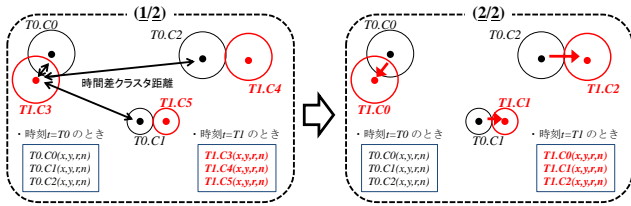


図3 人検知アルゴリズム (b)
時間差凝縮アルゴリズム

人の足元高を計測し人検知を行う研究では、歩行モデルを構築し検知精度を高める手法が提案されている[2]。本研究では、人検知用に(a)凝縮アルゴリズムと(b)時間差凝縮アルゴリズムを開発した。図3に凝縮アルゴリズム、図4に時間差凝縮アルゴリズムを示す。

時刻毎に、凝縮アルゴリズムにより、計測された点から、人クラスが生成される。図3において、6個計測点があるものとする(1/5)。各点間の距離が一定値(A)以内であれば同一クラス内に存在すると判定される。(2/5)(3/5)において、点P0とP2は、同一クラス(C0)内に存在すると判定される。同様に、点P4はクラスC0内に存在し(4/5)、点P1は独立したクラスC1、点P3、P5は同一クラス(C2)内に存在すると判定される(5/5)。以上の処理により、時刻 $t=T0$ のとき、3個人クラス(C0,C1,C2)が生成された。

生成された人クラス群は、時間差凝縮アルゴリズムを用いて、過去のクラスタ情報と比較され、同一判定が行われる。新規に発生したクラスタはクラスタ群に追加される。図4において、時刻 $t=T1$ のとき、3個のクラス(T1.C3,T1.C4,T1.C5)が検知されたものとする(1/2)。各クラスは、時刻T0のクラスタ情報と比較される。クラスタT1.C3、T1.C4、T1.C5は、各々T0.C0,T0.C1,T0.C2と同一であるので、クラスタ名が各々T1.C0、T1.C1、T1.C2に変更される(2/2)。

以上の処理により、インディケータ算出に必要な人情報を抽出する。

4. 実験・評価

本章では、実験の概要と評価について述べる。

4.1 実験概要

2008年12月19日(金)と21日(日) 9:00 ~ 18:00, 東京秋葉原UDX2Fにて実験を行った。図3に本研究で測定を行う街の環境を示す。測定対象となる秋葉原UDX 2階スペースは、横25m×縦15mの公共空間である。歩行者は常時通行可能である。周辺は、飲食店街、イベントスペース、駅への通路がある。本研究では、人通りの多い日曜日と、ビジネスマンの多い平日の金曜日に測定を行い、比較する。実験日の21日(日)午後、測定場所の近くでイベントが開催された。



図4 測定環境

4.2 評価

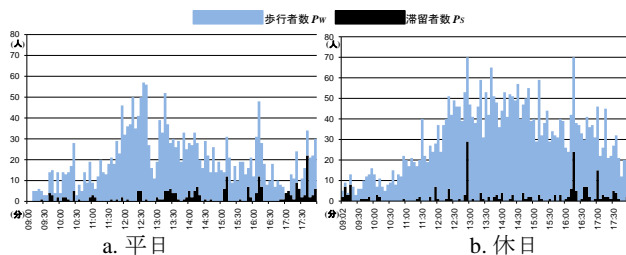


図5 歩行者数(P_w)と滞留者数(P_s)の測定結果

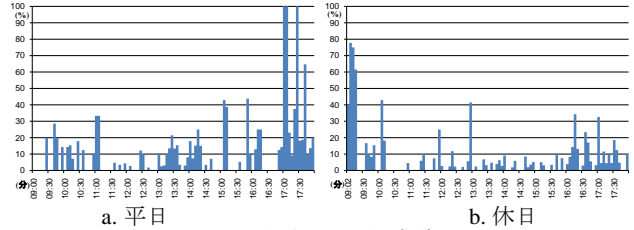


図6 滞留率(R_s)の測定結果

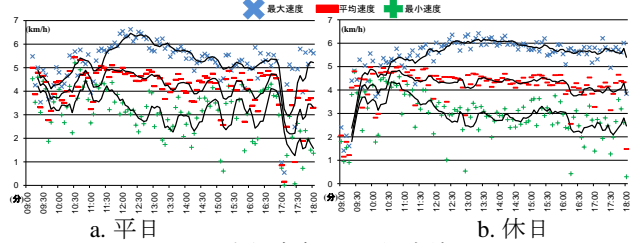


図7 歩行速度(V_w)の測定結果

図4に歩行者数(P_w)と滞留者数(P_s)、図5に滞留率(R_s)、図6に歩行速度(V_w)の測定結果を示す。各指数とも、5分毎の値である。第一に P_w を評価する。平日は11:30~13:30の間、12:45頃を除き30人以上となる。休日は、12時以降30人となる。この結果より、平日は12時前後に人の流れが最大となるのに対して、休日は午後一定して人が流れることが分かる。第二に P_s を評価する。平日・休日ともに、0~5人滞留することが分かる。特に休日において、13時前と16時後に20人以上滞留している。これは、多人数のグループが、計測領域内で停止したことによるものである。第三に R_s を評価する。昼時間帯に滞留者が存在するとき、平日は10~40%、休日は10%未満と40%が一回となる。平日の17時台と休日の9時台は、サーバで測定データが欠落したため、誤った値となった。最後に V_w を評価する。図6中の線は、最大速度・最小速度・平均速度の移動平均(5データ分)である。最大速度について、平日は12時前後に最大速度が6km/hを超えその後5km/hに漸減するのに対して、休日は11時台から6km/hとなる。平均速度は、平日が午後3~5km/hで振動するのに対して、休日はほぼ4.5km/hと一定している。最小速度について、平日は1~4km/hで振動するのに対して、休日は11時台が4km/hとなりその後2.5km/hまで漸減する。原因として、平日は午後歩行者が少数のグループで移動するので、速度の振動が大きいのに対して、休日の午後は歩行者がまとまったグループで移動するので、速度の振動が小さいことが考えられる。

以上から、本研究では、街の特性について、平日と休日の相違点を抽出することができた。

5. おわりに

本論文では、街の特性を高精度に算出するために、「街インディケータ」(歩行者数、滞留者数、滞留率、歩行速度)を定義した。我々は、システムの実装を行い、東京 秋葉原UDX2階において、平日と休日の2日間測定を行い、評価を行った。評価結果より、平日は11時~13時をピークに人が行き交うのに対して、休日は午後一定して人が流れることが分かった。今後は、歩行者の行動からコンテキストを抽出し、街の特性を詳細に計測することを考えている。

謝辞

本研究にご協力をいただいた、東京大学空間情報科学研究センター柴崎研究室、株式会社アバンソシエツの鈴木敏行様、森正史様に深く感謝する。

参考文献

- [1]社会生活基本調査 2006: 社会生活活性度指標., 総務省統計局 <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2006/index.htm>
- [2]Zhao, H. and Shibasaki, R.: "Pedestrian tracking using multiple laser range scanners.", In International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, (2003).