

# IoT センサデータの統合による商店街の賑わいの推定モデル

Estimation model of bustle of shopping streets by integration of IoT sensor data

吉野 碧<sup>\*2</sup> 家入 祐也<sup>\*2</sup> 菱山 玲子<sup>\*2</sup>

Aoi Yoshino

Yuya Ieiri

Reiko Hishiyama

<sup>\*1</sup>早稲田大学経営システム工学専攻

Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University

In recent years, the decline of shopping districts is regarded as a problem. However, the situation that is said to be declining, bustling is not clear. IoT is used to quantitatively show this situation. In this research, IoT sensors are installed according to the characteristics of shops in shopping districts. By analyzing the collected data, we clarify the data combination that can explain the bustle of the shopping street. As a result, it became possible to quantitatively express bustle of shopping streets by using IoT sensor. And I was able to discover the periodicity of bustling. By increasing the number of stores to be installed, it is expected that more sophisticated analysis on bustling will be possible.

## 1. はじめに

近年、商店街の衰退が問題視されている。これは大型店の進出による来店数の減少など様々な要素から説明されているが、明確な衰退、賑わいの状況は表せていないため、IoT(Internet of Things) に注目し、活気ある商店街づくりを検討するための情報を、商店街に設置したセンサデータからどのように獲得できるかを検討する。これらのデータは、商店街の様々な店舗の業態に合わせてセンサを設置することで収集し、分析する。

## 2. 関連研究

本節では商店街の賑わいに関する研究について触れる。濱名ら [1] は、歩行者空間の面積当たりの歩行者数を賑わいを表す指標として用い、現地調査を通じて商店街の賑わいに与える影響を定量的に明らかにした。また、朴ら [2] は道路の面積当たりの各道路の歩行者の数を賑わいを表す指標とし、都心商業地区内における歩行者整備状況等が賑わいに与える影響を定量的に明らかにした。これらの研究の特徴は、歩行者密度を賑わいとしている点にある。これらには、商店街の個々の店舗における賑わいを表現することができないという問題がある。

そのため、活気ある商店街づくりを検討するための情報とするため、本研究の特徴2点を示す。1点目は、賑わいについて、商店街を構成する店舗、および商店街全体の賑わいを説明するためのデータ要素とその組み合わせを明らかにするという点。2点目は、賑わいを、過大な現地調査のコストをかけず、IoT センサを用いたデータ収集と分析から明らかにする点である。なお、今回、賑わいはセンサより推定された入場人数と購買人数の和と定義した。

## 3. 研究目的

前節で示したとおり、本研究は、商店街の賑わいの状況がどのようなデータ要素から説明されるかを明らかにすることに意義がある。そして、賑わいの評価をするためには、これらを定量的に探る方法と指標を示す必要があり、そのためのデータ

連絡先: 吉野碧, 早稲田大学経営システム工学専攻, 〒169-0072 東京都新宿区大久保3-4-1, 03-5286-3000, blue.yoshino@fuji.waseda.jp

をIoTデバイスの活用により取得する。しかし、商店街におけるIoTデバイスの利活用法も明らかではないため、一定の指針を示す。このことにより、従来の現地調査とは異なる新たな分析手法の可能性を示す。また、これを方法論として構築することで、店舗の特性に応じたセンサリングの提案が可能となり、そこから店舗間の関係や、商店街全体としての傾向も把握できる可能性がある。

## 4. 研究手法

図1は、本研究のIoTネットワークを示している。IoTデータは広域でコストをかけずデータ収集を行えるLPWA経由でクラウド上のデータベースに蓄積される。そして、クラウド上に保存したセンサデータを統合し、賑わいを推定するためのデータとする。これらのデータを分析することで大まかなデータの傾向や周期性を発見することができる。実際にセンサを設置する際には、商店街を構成する店舗のうち、業態の異なる店舗をいくつか選択し、仮説として「賑わい」の検出に役立ちそうなセンサを設置し、データを収集し蓄積する。また、本研究においては、賑わいという指標をIoTデータの統合により表現する過程自体がモデルとしている。

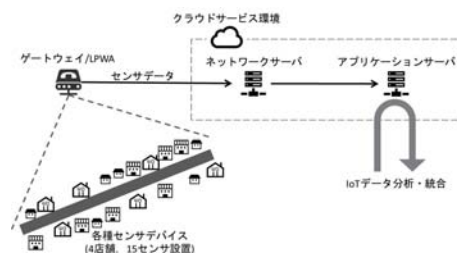


図1: IoTネットワークの概要

## 5. 実験概要

実験は新宿区内の商店街にて実施した。商店街の業態の構成比を基に、飲食業2店舗(イートイン業態、テイクアウト業態1店舗ずつ)、小売業1店舗、サービス業1店舗にセンサを設置した。また、場所制約や店舗の特性に基づいて設置するセンサの種類、数、設置個所を決定した。実際に設置したセンサを表1に示す。実際に設置したセンサは以下のとおりである。

赤外線センサ 人感センサに用いられ、人が近づくと反応するため、入退場人数、購買人数を推定する。

リードスイッチ 磁気型近接センサとも呼ばれ、つがいとなる磁石が離れると電流が流れる。ドアの開閉回数やレジのドロアの開閉回数を推定する。

温度センサ 温度を測定する。賑わいと店舗内の温度の関係をみることができる。

音センサ 音の大きさを測定する。店内の騒がしさと賑わいの関係をみることができる。

表 1: 各店舗におけるセンサ設置個数

	赤外線センサ	リードスイッチ	温度センサ	音センサ
飲食業（イートイン）	0	1	1	1
飲食業（テイクアウト）	1	1	0	1
小売業	2	0	1	1
サービス業	2	1	1	1

6. 結果と考察

今回、賑わいは 2 節で示したように、センサより推定された入場人数と購買人数の和と定義した。また、賑わい推定用のデータは、センサデータを 20 分を基準に統合している。データの統合過程を以下に示す。

- 1. センサデータに付与されているタイムスタンプを基に、基準となる時刻 (2017/12/23 00:00) からの経過分数を算出する。
- 2. 経過分数を 20 で除し、小数点以下を切り捨てた値を timeid としてデータに付与する。
- 3. データをセンサデバイスごとに分割する。
- 4. 各センサデバイスのデータに対して、timeid ごとにデータを合計し、統合する。この時、出入口に設置したセンサに関しては値を 2 で除す。
- 5. 各店舗に対して、各センサデバイスのデータを timeid ごとに入場者数と購買者数を合計する。これを、各店舗における賑わいとする。
- 6. 各店舗の賑わいを timeid ごとに合計する。これを商店街全体の賑わいとする。

図 2 はある一日における、個々の店舗を合計した商店街の賑わいの推移である。グラフから、店舗が営業していない深夜は賑わいが 0 に近く、店舗が営業している時間のうち、16 時から 18 時にかけて賑わいが高い状態にあることがわかる。また、サービス業の店舗の入口に同じ役割として赤外線センサとリードスイッチの両方を設置し、それぞれの検知数を比較したものを図 3 に示す。この図をみると赤外線センサのほうが全体を通して検知数が多く、センサの性質がここに表れている。リードスイッチは扉の開閉状況を検知しているのに対し、赤外線センサは周囲に人がいるかいないかを検知しているため、実際に出入りしていなくても検知範囲に人がいると検知されてしまうというようにノイズが混入しやすくなるためである。

今後の IoT センサの利活用の方法論を明らかにするため、今回使用したセンサの総評を以下にまとめる。より良い精度を得るためにはより長期間のデータ収集と適切な個所にセンサを設置することが必要不可欠である。更に、より多くのセンサを用いることでより詳細な賑わい情報が検出可能となる。

- 赤外線センサは設置可否が店舗の特徴によらないが誤検知は多くなる傾向にある。設置個所の工夫によって精度の向上が期待できる。
- リードスイッチは扉やレジのドロアがあるような特徴を持つ店舗にしか設置できない。その代わりに誤検知が少なく高い精度が期待できる。

- 音センサの感度は高くなく、小さな音では反応しないことが多い。細かい音を検知するには設置個所や感度を上げる工夫が必要となる。
- 温度センサは現状妥当な結果が得られている。ケースの通気性等を考慮することでより高い精度を得ることが可能である。

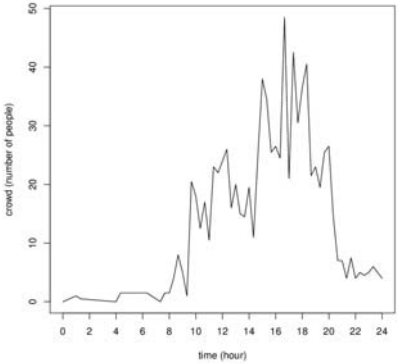


図 2: ある一日における商店街の賑わいの推移

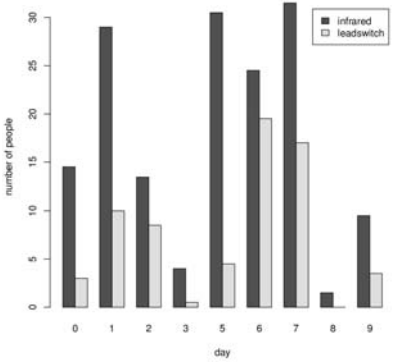


図 3: サービス業でのセンサごとの各日の検知人数比較

7. まとめと今後の課題

今回の研究では新宿区の商店街を対象に IoT センサを用いて賑わいを推定法、商店街における IoT センサ利用の知見が得られた。高い精度を得るためには、設置箇所への配慮が必要不可欠であるが、そのためにはデバイスのサイズによる設置個所の制約を克服し、より小型なデバイスを用いることによってより設置個所の自由度が増し、さらに、設置可能な個数が増えるためより精度よく、かつ詳細な賑わい情報を得ることが可能となることが予想される。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 16K12553 の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 濱名 智, 中川 大, 松中亮治, 大庭哲治: 歩行者に対する道路空間配分状況が商店街の賑わいに及ぼす影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 44, No. 3, pp. 85-90, 2009.

[2] 朴 東旭, 中川 大, 松中 亮治, 大庭 哲治: 現地調査に基づく都心商業地区の賑わいの要因構造に関する研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 68, No. 5, pp.513-521, 2012.