

IoT 環境センサを利用した街の微気象の 推定手法に関する一検討

林 賢志^{†1} 高橋 大夢^{†2} 阿部 亨^{†1,†3} 千葉 慎二^{†2} 菅沼 拓夫^{†1,†3}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 仙台高等専門学校

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

IoT (Internet of Things) 技術の発展により, 街の地理情報や, 環境センサから得られた各種データを活用したエリアマネジメントの高度化が注目されている. IoT 技術によるエリアマネジメントの高度化の一例として, 街中に設置した環境センサのデータから, 住民の生活に関係の深い地表付近のごく狭い範囲の気象 (微気象) をリアルタイムで把握することが期待されている [1]. 街の微気象は, 地表条件や地形, 建造物, 植生等の影響を受け, 場所ごとに異なった特性を持つ. 現在, 一般に配置されている環境センサは固定設置され, 設置地点の限定された範囲のデータしか収集できず, 街の任意の場所における詳細な微気象の把握は困難である.

そこで本研究では, 固定型環境センサに加え, 小型のモバイル型環境センサを導入し, この2種類のセンサから得られるデータを効果的に統合することで, センサの存在しない場所を含めた街全体の微気象を詳細かつ高精度に推定する手法を検討する.

2 関連研究

街の微気象を扱う研究として [2, 3] がある. Rathore らの研究 [2] では, 都市計画のための微気象のモニタリングと活用を目的とし, 街に固定設置した環境センサから得られる気象関連のデータを効果的に分析するフレームワークを提案している. このフレームワークでは, センサから取得された環境データを蓄積し, 位置関係に基づき分析することでセンサの存在しない地点の気温を推定している. しかし, 固定センサのみを用いているため空間分解能が低く, 街全体という広範囲での推定は考慮されていない. 一方, Ismail らの研究 [3] ではスマートフォンに内蔵された環境センサを用い, 移動時に収集したデータを分析し, 熱中症の危険度を地図上に可視化している. このシステムは移動した経路のみを対象としているため, センサが存在しない場所の気温・湿度は考慮されていない. また, 収集したセンサデータは地点ごとの時間分解能が低く, 測定精度に課題がある.

表 1: 各環境センサの特徴

	精度	時間分解能	空間分解能
固定型	高	高	低
モバイル型	低	低	高

3 微気象推定手法の提案

3.1 提案の概要

街の微気象は, 季節, 天気, 時間帯などの動的要因と, その場所の地理条件, 地表条件, 建造物, 樹木などの静的要因によって決定され, 似たような条件下においては同様の状況となると考えられる. 従って, 気象台が提供するオープンデータ, 街の地理的な情報, および気象関連の環境センサで得られるデータを統合することで, 都市の微気象を推定する. しかし, 一般に固定型の環境センサは管理コストの面で多数配置することは難しく, 限られたセンサのみでは, 街全体の微気象を高精度に推定することは困難である. 本研究では条件の類似している場所は同様の微気象となると仮定し, 固定型環境センサ, モバイル型環境センサを併用して街全体の微気象を推定する手法を提案する.

3.2 気象オープンデータの活用

現在, 気象情報をリアルタイムで提示するサービスは多数公開されている. 例えば気象庁のアメダスからは, 10分ごとの気温, 降水量, 風向, 風速, 日照時間などのオープンデータが取得可能である. また, 天気の予測も1時間毎に入手可能である. これらのうち, 日照などのエリア全体で共有可能な情報については, 微気象推定に十分に活用可能であると考えられる.

3.3 地理・建物情報の活用

微気象においてはその場所の地理的条件, 建物等の情報は必要不可欠である. 近年はこれらの情報を GIS として提供・利用する動きが活発化しており, 3次元データで街の構造情報を得ることも可能となってきている. これらを街の微気象の推定に利用する.

3.4 固定型センサとモバイル型センサの効率的な活用

小型で安価な環境センサを移動体に取り付けデータを収集する, 参加型センシングが登場しつつあ

A Study on Estimation Method of Urban Micro Climate using IoT Environment Sensor

Satoshi HAYASHI^{†1}, Hiromu TAKAHASHI^{†2}, Toru ABE^{†1,†3}, Shinji CHIBA^{†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†3}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} National Institute of Technology, Sendai College

^{†3} Cyberscience Center, Tohoku University

る。固定型とモバイル型の環境センサの特徴を表1に示す。固定型環境センサは同じ地点でデータを取得するため、同地点での観測精度と時間分解能が高い特徴がある。それに対してモバイル型センサは、街の空間情報を広範囲で収集するのに適しているが、一方で精度が低いという課題が存在する。従って固定型、モバイル型の環境センサの利点を生かし、かつ欠点を補う推定手法が求められる。

3.5 微気象推定手法

微気象の推定は下記の流れで行う。

- Step 1: 地図情報をそれぞれ 10m 四方のグリッドに分割する。
- Step 2: 分割したグリッド毎に地理情報、日照条件等を設定する。これらの情報から類似しているグリッドを特定する。
- Step 3: 固定型センサの置かれているグリッドにそのセンサから得られた値を微気象として指定する。条件が類似しているグリッドにも同様の微気象を指定する。
- Step 4: モバイル型センサで取得された 10 分前までのデータを用いて、条件の類似しているグリッドに同様に気温を指定する。
- Step 5: 微気象が指定されていない地点は、推定済みのグリッドの近傍から微気象を推定する。

Step 2 において、地理情報で微気象に大きく関係するものとして、建物、植物、公園、河川、水場の位置関係が考えられる。そのため、まず地図情報からこれらの位置関係（方位）を特定する。同様に、建物、樹木の高さも考慮し、日照条件を判断する。これらの条件をグリッドごとに分析して設定する。その後、各種環境センサから収集したデータを活用することで街の微気象を推定する。

3.6 モバイル型センサのデータ補正

モバイル型環境センサから得られるデータは誤差が発生することを考慮し、固定型環境センサと連携して誤差を低下させる手法を導入する。補正は微気象推定手法の Step 4 で実行する。モバイル型環境センサの補正イメージを図 1 に示す。同一グリッド内に固定型とモバイル型の環境センサが存在している場合、その地点のセンサデータ間の関係性から誤差を算出し、その誤差をモバイル型センサが測定したデータ全体に適用して補正することで、精度の向上を図る。

4 実装

本研究で用いる各種環境センサに必要な機能は、環境センサ（気温・湿度）、GPS、リアルタイムでのデータ通信機能である。現在これらの機能を持つ省電力型の環境センサを開発中である [4]。固定型・モバイル型環境センサから得られたデータはリアルタイムでプライベートクラウド内のデータベースサーバへ送信され蓄積される。

地理データは Open Street Map(OSM) [5] から

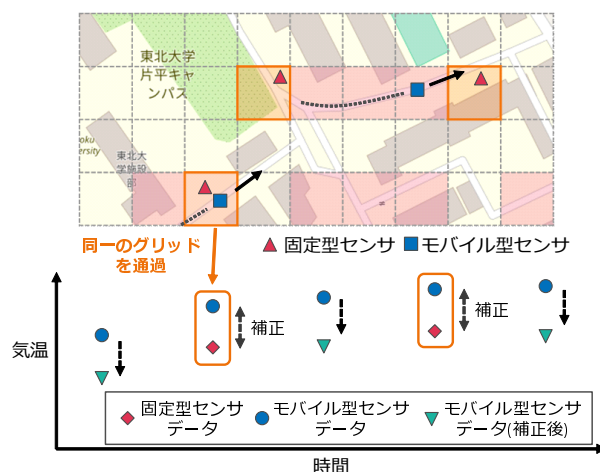


図 1: モバイル型センサデータの補正イメージ

取得した。取得した OSM データには建物、駐車場、公園などのオブジェクトの情報が含まれている。今回は建物の情報のみを抽出し、東北大学片平キャンパス近辺の 3 次元モデルを作成した。建物の高さ情報は地図データに含まれていればそのまま使用し、含まれていなければ目視により高さを推定して設定した。日照条件は作成した 3 次元地図から Unity 上で判別を行う。

5 おわりに

本稿では、オープンデータを活用しつつ、固定型とモバイル型の環境センサを効果的に統合して街の微気象を推定する手法を検討した。現在の地理情報は建造物に関する情報のみであり、樹木などの植物は考慮していない。このような植物や地表条件も 3 次元地図に加えることで推定の高精度化を図ることができる。今後は、これらの情報の追加と諸機能の実装を進め、推定手法の有効性を検証する。

参考文献

- [1] 日本経済団体連合会: 官民連携による都市活動全体のデジタル化・最適化, , 入手先 (https://www.keidanren.or.jp/policy/2017/010_report1.pdf) (参照 2019-01-04).
- [2] Rathore, P. et al.: Real-Time Urban Microclimate Analysis Using Internet of Things, *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 5, No. 2, pp. 500–511 (2018).
- [3] Ismail, M. et al.: Map generation to detect heat stroke by using participatory sensing data, *ICEIC 2018*, pp. 1–4 (2018).
- [4] 高橋大夢ほか: 低消費電力かつ広範囲で観測可能なモバイル型環境センサの開発, 第 81 回情報処理学会全国大会 (発表予定).
- [5] OpenStreetMap: OpenStreetMap, , available from (<https://www.openstreetmap.org/>) (accessed 2018-12-26).