

街中人流の API 化に向けて

戸辺 義人[†] 伊藤 昌毅[‡] 瀬崎 薫[‡]

[†] 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

[‡] 東京大学生産技術研究所 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: [†] yoshito-tobe@rcl-aoyama.jp, [‡] {mito, sezaki}@iis.u-tokyo.ac.jp

あらまし 都市は生活の場であるだけでなく、娯楽、経済活動の場となっている。こうした場の状況をセンシングして過去のトレンドも考慮し、予測データを提供できれば、経済活動をさらに活性化したり、都市全体のエネルギー効率化へつなげられる可能性がある。本研究では、人の賑わいに着目し、他サービスに連携させることを目的として、人の活動をデータとして提供するプラットフォーム構築を目指す。このプラットフォームを MSOX と称し、本稿では、MSOX のアーキテクチャの基本的な考え方を述べる。

キーワード WiFi, センシング, API, サービス

Towards Establishing APIs for Urban Human Movement

Yoshito TOBE[†] Masaki ITO[‡] and Kaoru SEZAKI[‡]

[†] Department of Integrated Information Systems, Aoyam Gakuin University 5-10-1 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagami-hara, 252-5258 Japan

[‡] Institute of Industrial Science, The University of Tokyo 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 153-8505 Japan

E-mail: [†] yoshito-tobe@rcl-aoyama.jp, [‡] {mito, sezaki}@iis.u-tokyo.ac.jp

Abstract Cities are not only a place of living but also a place of entertainment and economic activity. If we can sense the situation of such a place and consider past trends and provide forecast the data pertaining the place, we can further activate economic activities and enhance the energy efficiency of the whole city. In this work, we aim to construct a platform that provides human activities as data with the aim of linking to other services, paying attention to the bustle of people. This platform is called MSOX, and this paper describes the basic idea of MSOX architecture.

Keywords WiFi, sensing, API, service

1. はじめに

スマートシティは、省エネルギー、サービス利便性等、多くの観点で定義されているが、都市生活における人の生活の効率向上を目指している点で共通の目標を有している。都市生活は、生活の場であるだけでなく、娯楽、経済活動の場でもあり、都市内の場所毎に人の賑わい度がわかるだけでも、他サービスとの連携に有益であると考えられる。たとえば、公共交通機関やオンデマンド型の交通手段にデータを提供されると、人の移動をよりスムーズにすることができる。

このような観点で、人の移動に関する研究は第 2 章に示すように、これまで多くの分野で取り扱われてきた。しかし、必要とされる時空間粒度は、アプリケーションによって異なり、一つのモデルであらゆることに対処できるわけではない。また、実際に人に関するデータが流通する仕組みが整ってはいない。我々は、各種アプリケーションに人の動きを必要な粒度で提供する仕組みを、SOX (Sensor over XMPP) [16] をベース

に構築することとし、そのシステムを MSOX (Mobility SOX) と名付けることとする。

MSOX では、Wi-Fi アクセスポイントにアクセスされる ID から人数を取得したり、Web 世界から取得されるイベント情報等をすべて SOX で入力とすることとする。MSOX 内部では、置き換えが可能な人の流れの予測器にてこれらの入力データを取り込み、外部に提供できるデータを出力する。

本稿では、MSOX のアーキテクチャの設計、データ流通の考え方を述べる。

2. 関連研究

都市における人の移動はコンピュータグラフィックス、交通、防災、建築設計や都市計画など様々な分野で、それぞれに応じた時空間スケールで捉えられ研究されている。インフラの側における人流の計測のために、比較的狭い施設内や移動体の周囲などの規模においては LIDAR や光学カメラによる一人一人の認識

と追尾[1]が、部屋間や建物間などの人の動きの捕捉には、スマートフォンが備える Bluetooth[2]や Wi-Fi[3]などをビーコンとする計測が、都市間などより広いスケールでは、交通 IC カード[4]や携帯電話の通話履歴[5]、アンケート調査[6]などが用いられている。大規模なイベントの参加者にスマートフォンや BLE タグを持たせ、イベント全体の人流を補足する参加型センシングのアプローチ[7]もある。

一方で、建築設計や避難計画の立案、CG による群衆の再現などのためには、群衆の行動をモデル化し、計算によって再現する技術が不可欠である。建物内や施設構内など比較的狭い範囲で一人一人に対応した行動のモデル化として Helbing による Social Force Model [8]がよく知られており、それを利用したマルチエージェントシミュレーションによる避難シミュレーション[9]や群を考慮した拡張[10]などが研究されている。同様の目的のために、都市空間の歩行者を想定したセルオートマトンによるシミュレーション[11]も研究されている。交通分野では、より巨視的な街区レベルでの歩行者の移動モデルが数多く研究されており[12]、また自動車を中心とした交通流のシミュレータも数多く開発されている。一例として、SUMO[13]というシミュレータは経路選択モデルや信号機動作などを組み込んだオープンソースの交通シミュレータであり、研究教育用途に広く用いられている。モデルと現実の観測を融合させるデータ同化も、歩行者規模のシミュレーション分野においても研究され始めている[14]。

このように、本研究で扱う街区レベルの人流は、その観測技術も予測やシミュレーション技術も広く研究されている。一方で研究が多分野に跨がっていて扱う情報の時空間的な粒度や精度、リアルタイム性への要求などが少しずつ異なるため、開発された技術が広まらず、スマートシティや IoT など新しい分野との連携も十分とは言えない状況がある。

3. MSOX 全体の設計

インスタントメッセージングで用いられるプロトコルとして、XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) がある。SOX は、XMPP を用いてセンサ情報を Publisher-Subscribe 通信で流通させることができるようにしたものであり、慶応大学により Java のライブラリが完成している[17]。

MSOX では、人流情報を提供するサービスを SOX の一要素として設計し、入出力をすべて SOX メッセージで交換することとする。

図 1 に全体の概要を示す。MSOX には、実世界から得られる場所、時刻と紐づけられた人数情報が入力として取り込まれる。実際には、Wi-Fi アクセスポイント等何らかのセンサから取得することになるが、

MSOX は subscribe により接続する。また、イベント情報抽出も subscribe により他サービスから受け取る。MSOX の予測器は、人の動きを計算する独自のアルゴリズムを有するが、必要に応じて、他の予測器と代替可能な構成とする。

公共交通サービス等の MSOX を利用するクライアントサービスは、SOX の subscribe により、MSOX からデータを受信することとする。

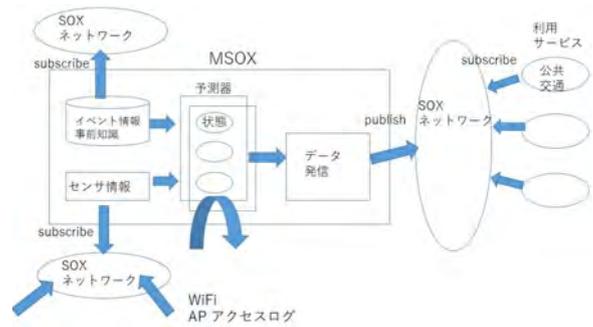


図 1 MSOX の全体構成

4. 今後の検討

利用サービスによって、時空間の粒度はさまざまに異なる。クライアントアプリケーション側が必要とする時空間粒度を、セッション確立時にハンドシェイクにより決定する必要がある。

5. 結論

本稿では、MSOX の今後の方向性を示した。MSOX は、JST 未来社会創造事業「超スマート社会の実現」西村秀和慶応大学教授代表プロジェクトの中で、今後研究開発を進めていく。

文 献

- [1] Cristiano Premebida, Oswaldo Ludwig, and Urbano Nunes, "LIDAR and Vision - Based Pedestrian Detection System," Journal of Field Robotics, No.26, Vol.9, pp. 696-711, 2009.
- [2] Yuji Yoshimura, Stanislav Sobolevsky, Carlo Ratti, Fabien Girardin, Juan Pablo Carrascal, Josep Blat, Roberta Sinatra, "An analysis of visitors' behavior in The Louvre Museum: a study using Bluetooth data," Environment and Planning B: Planning and Design 2014, Vol. 41, pp. 1113 - 1131, 2014.
- [3] A. B. M. Musa, Jakob Eriksson, "Tracking unmodified smartphones using wi-fi monitors," SenSys '12 Proceedings of the 10th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems, pp. 281-294, 2012.
- [4] Lijun Sun, Der-Horng Lee, Alex Erath, Xianfeng Huang, "Using smart card data to extract passenger's spatio-temporal density and train's trajectory of MRT system," UrbComp '12 Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing, pp. 142-148, 2012.

- [5] Dashun Wang, Dino Pedreschi, Chaoming Song, Fosca Giannotti, Albert-Laszlo Barabasi, "Human mobility, social ties, and link prediction," KDD '11 Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pp. 1100-1108, 2011.
- [6] Yoshihide Sekimoto, Ryosuke Shibasaki, Hiroshi Kanasugi, "PFlow: Reconstructing People Flow Recycling Large-Scale Social Survey Data," IEEE Pervasive Computing, Vol. 10, No. 4, pp. 27-35, 2011.
- [7] Shuja Jamil, Anas Basalamah, Ahmed Lbath, Moustafa Youssef, Hybrid participatory sensing for analyzing group dynamics in the largest annual religious gathering, UbiComp '15 Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, pp. 547-558, 2015.
- [8] Dirk Helbing, Péter Molnár, Social force model for pedestrian dynamics, Physical Review E 51, 1995.
- [9] Dirk Helbing, Illés Farkas, Tamás Vicsek, Simulating dynamical features of escape panic, Nature, Vol. 407, pp. 487-490, 2000.
- [10] S. Pellegrini, A. Ess, K. Schindler, L. van Gool, "You'll never walk alone: Modeling social behavior for multi-target tracking," IEEE 12th International Conference on Computer Vision, 2009.
- [11] C Burstedde, K Klauck, A Schadschneider, J Zittartz, Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol. 295, No. 3-4, pp. 507-525, 2001.
- [12] Eleonora Papadimitriou, George Yannis, John Golias, A critical assessment of pedestrian behaviour models, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 12, No. 3, pp. 242-255, 2009.
- [13] Michael Behrisch, Laura Bieker, Jakob Erdmann, Daniel Krajzewicz, SUMO - Simulation of Urban MObility: An Overview. In Proceedings of SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation. pp. 23-28, 2011.
- [14] Minghao Wang, Xiaolin Hu, Data assimilation in agent based simulation of smart environment, SIGSIM PADS '13 Proceedings of the 1st ACM SIGSIM Conference on Principles of Advanced Discrete Simulation, pp. 379-384, 2013.
- [15] (国内大会, 研究会論文集例) 川上三郎, 川口四郎, "紫外域半導体レーザー," 1995 信学全大, 分冊 2, no. SB2-1, pp. 20-21, Sept. 1995.
- [16] Longhua Guo, Jun Wu, Zhengmin Xia, and Jianhua Li, "Proposed Security Mechanism for XMPP-Based Communications of ISO/IEC/IEEE 21451 Sensor Networks," IEEE Sensors Journal, Vol. 15, No. 5, pp. 2577-2586, May, 2015.
- [17] <http://sox.ht.sfc.keio.ac.jp/>