

# 人の知覚を用いた IoT センサの参加型調整手法の検討

松田裕貴（奈良先端科学技術大学院大学/JST さきがけ）

## 1 研究の背景と課題

Internet of Things (IoT) の技術革新はめざましく、数え切れないほどの IoT デバイスが我々の生活環境に設置される、あるいは複数の IoT デバイスを我々自身が持ち歩くことが当たり前の「世界観」がそう遠くない未来にやってくる事が予想される。多数の人々が生活する都市環境においてはより顕著であり、様々な企業・自治体・個人の有する IoT デバイスが街に設置され、街中から絶えずデータが生まれ流れることになるだろう。そうした種々の IoT デバイスから得られるデータを活用し、人に寄り添ったスマートシティサービス（例えば、観光ナビゲーション）を提供するためには、以下の2つの問題を解決しなければならない。

**問題1：多種多様なセンサデータの統合** 実際に都市環境に IoT デバイスが導入される状況を考えると、全ての IoT を同時に街中に設置することは難しく、様々な業者がそれぞれ異なるタイミングで順次導入していくと想定される。しかしながら、IoT センサの種類や精度、数や組み合わせが異なる場合、都市環境の認識能力に大きな差異が生じると考えられるため、データを統合するためにはセンサの「校正」やデータの「補正」が必須となる。異種データの統合はデータベース領域における取り組みが存在するものの [1]、センサの校正においては校正基準の機器が必要であることや膨大な手間・時間がかかることから、持続可能性の問題を抱える。

**問題2：センサデータと人の感覚のズレ** スマートシティサービスでは IoT センサデータに基づく環境情報が用いられることがあるが、人間の「知覚」は騙されやすく、機械的に正しいデータが必ずしも人の知覚と一致するとは限らない。騒音レベルを例に上げると、混雑している寺 (70dB) と滝 (80dB) において、環境センサは騒音レベルを測定可能であるが、その状況は理解できないため、単純に音量という軸で比較することになる。これに対し人の感じる「騒音」は、環境音によって与えられる不快感の影響を受け人の知覚する環境情報に変化すると考えられる（この例では、体感の騒音レベルが「寺」と「滝」で入れ替わる可能性がある）。これは、温湿度、混雑度、安心感、快適性、景観のよさ等の観点でも生じると考えられる。実際に、日本気象協会 (<https://tenki.jp/>) は、機械的に取得された気象データに加えて、体感温度指数や不快指数といった、人の知覚に近い情報を独自に提供している。このことから、人にとってサービスがより有用なものとなるためには、IoT センサが人の知覚を理解し、人に寄り添ったデータを出力可能となることが今後求められると考えられる。

## 2 研究のアプローチ

本研究では、街ゆく人々の「知覚」を活用し、IoT センサの出力値を「調整」することで、上述の問題の解決が可能なのではないかと考えた。本稿では、ユーザ参加型センシングの仕組みを活用して人々の知覚データを収集するとともに、得られた知覚データによって IoT センサの出力値を調整する手法（ユーザ参加型 IoT センサ調整手法）を提案する。

図1に参加型 IoT センサ調整手法の概要を示す。まず、人の知覚データは街ゆく人々を対象としたオンラインでの電子アンケートによって収集される。得られる人の知覚データ

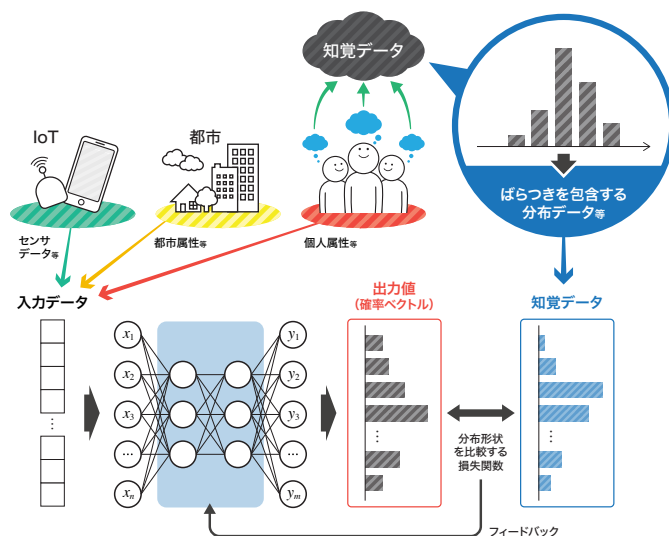


図 1: ユーザ参加型 IoT センサ調整手法の概要

は、間隔尺度といった定量的データを用いるものの、個人間や個人内でのばらつきが存在すると考えられる。そこで本研究では、図1右上に示すように、人の知覚データを「ばらつき」を包含する分布として表現する方法を検討する。

さらに、同地点における都市環境 IoT センサ群から得られるデータや都市属性を入力、人の知覚データを正解とするモデルを構築することで、人の感覚に寄り添った一定の基準に基づく IoT センサの調整を実現する。なお、構築するモデルでは、入力に対してひとつの推定値を出力するのではなく、ばらつき情報を保持したデータ表現によって結果を出力する。例えば、図1右下に示すように、分類モデルにおける出力信号（活性化関数によって導出される各クラスの確率ベクトル）を用いて分布を表現することなどが考えられる。

このモデルは、あるセンサデータおよび各種属性データを与えると「人の知覚」の推定分布を出力する、いわば「知覚模倣 IoT センサ」といえる。つまり、IoT センサが人々に代替して「人がどう感じるか」のデータを継続的に出力可能となるため、これまで参加型センシングなどでのみ収集可能であった人の主観的なデータを IoT によって収集可能となることが期待される。

## 3 おわりに

本稿では、都市環境における IoT センサの抱える問題（データ統合のためのセンサ校正の必要性、センサデータと人の感覚のズレの存在）を解決するための方策として、街ゆく人々の「知覚」を基準とした参加型 IoT センサ調整手法のコンセプトを示した。本手法の実現には、参加型でのデータ収集におけるデータの信頼性・網羅性の保証や、構築したモデルの他の環境への適用、といった課題を解決しなければならない。今後は実環境で収集したデータ分析に基づき手法の具体的な実現方法について検討を進めていく。

## 参考文献

- [1] 石井那由他, 白石陽, 石塚宏紀, 戸辺義人: “空間補間による異種解像度センサデータの統合手法,” 情報処理学会論文誌データベース, Vol.49, No.SIG7 (TOD37), pp.44-58, March 2008.