

プロジェクト名： 人間-環境系における人間の感覚予測のための
センサーグリッドの自己組織化に関する研究

プロジェクト代表者：小島 一恭（理工学研究科・助教）

1. 概要

実環境情報を用いて人間の感覚、感情を予測し、ユーザの行動を支援したり、トラブルや危険を未然に防ぐ研究が進められている。また、インターネット、携帯電話などネットワークインフラの低コスト化や、センサやコントローラなどの小型化・低コスト化により、センサグリッドの構築が容易になってきている。このような背景のもと、空調や照明などの家電製品にセンサグリッドを組合せ、快適化と省力化を両立する、より高度な制御を行う研究が盛んに行われている。本研究では空調制御において快適性と省エネ性を向上させるため、センサグリッドで得られた環境情報に基づいて人間の感覚や要求を予測する方法について検討した。オフィス環境内の多数のセンサ情報と居住者の温冷感、快適感、要求の相関関係から予測に必要なセンサを選択するとともに、ニューラルネットワークを用いてこれらに関連付け、個々の居住者の快適感、温冷感、要求を予測した。

2. 目的

本研究では、センサ値を直接使用するのみならず、個々のユーザとセンサ値とを関連付けて自己組織化し、個人差を含むようなユーザの感覚や要求などを予測する。ネットワーク上の不特定多数のセンサ情報を選択的に使用し、その選択状況を動的に切り替えながら空調装置の運転時にオンラインで住環境と複数居住者の温熱特性、感覚をモデル化する。本研究では下記の項目について検討する。

- (1) 居住者の感覚や要求の予測に有効なセンサの選択方法
- (2) 居住者の感覚や要求の抽出方法とそのための装置
- (3) 複数センサと複数居住者からなる環境のモデル化手法

また、オフィス環境内で被験者による実験を行い本手法の有有用性について検討する。

3. 従来の温熱的快適度指標

人間の温冷感や温熱的快適感を表す指標としてさまざまな指標が用いられている。これらは温度などの環境情報と着衣量や代謝などの人間要因から算出するが、個人差や心理状態、温熱環境の状態変化、環境への曝露時間などは考慮されておらず、指標の表す感覚が実際の申告とは異なることも多い。図1は気温30℃、湿度60%の部屋から気温25℃、湿度30%の部屋に移動した場合の温冷感と快適感の応答を複数の居住者についてまとめたものである。900秒以降は同じ温熱環境であるにもかかわらず、居住者の申告は変化することが確認できる。

4. 実験環境

図2のオフィス環境内に温度などの環境情報を取得するためのセンサを多数配置し、ネットワークで相互に接続する。居住者は21名で通常作業（主にデスクワーク）を行う。着座時は各自のPCに導入された独自のソフトウェアを用いて15分毎に温冷感、快適感、要求を申告する。

5. センサグリッドの構成

図3にオフィス環境内に多数のセンサを配置し、独自のソフトウェアを使用してセンサグリッドを構築する。ZigBeeを用いた無線センサと居住者が使用するPCにUSB接続されたセンサを併用し、これらのセンサを独自のソフトウェアで統合する。ここでは上

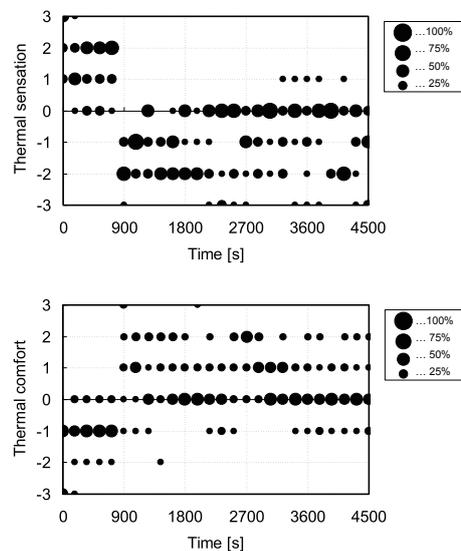


Fig.1 温冷感と快適感の応答

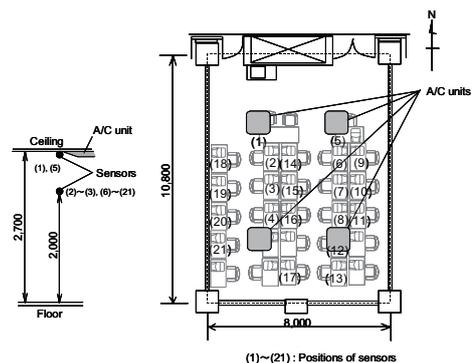


Fig.2 実験環境

述のセンサグリッドを使用するが、本手法はセンサグリッドの形式やトポロジに依存すること無く使用することができる。

6. 居住者の感覚と要求の抽出

居住者の机上のPCに導入されたソフトウェアは15分毎に右のダイアログボックスをPCの画面上に表示します。居住者は着座時にこのアンケートに回答することで、温冷感、温熱的快適感、要求を申告します。

7. センサグリッドの自己組織化

図4のニューラルネットワークを使用して居住者毎の感覚や要求を予測します。センサグリッドより得られた環境情報と予測したい居住者の付近の環境情報との相関係数を計算し、相関の高い環境情報を選択的に使用してニューラルネットワークを構成し、学習する。

8. 予測結果

図5に予測結果を示す。居住者の温冷感と快適感の予測値は実測値はよく一致する。

9. まとめと課題

ネットワーク上の不特定多数のセンサ情報を選択的に使用し、その選択状況を動的に切り替えながら空調装置の運転時にオンラインで住環境と複数居住者の温熱特性、感覚をモデル化し、予測するための枠組みについて検討した。過去の類似の状況から居住者の感覚を予測できることを確認した。しかしながら次のような課題もある。

- (1) 過去に類似の状況がない場合の対応
- (2) 居住者の感覚や要求の抽出方法
- (3) 大規模な情報からの有効なデータの検索方法
- (4) 有効なデータの判定方法
- (5) 用意すべきニューラルネットワークの数

10. 研究業績

- (1) K.Kojima and T.Okumura: Development of Sensor Networks for Predicting Individual Thermal Comfort, Proceedings of the 8th International Conference on Networked Sensing System 2011 (INSS2011), (2011).
- (2) 小島一恭, 奥村高広: センサネットワークを用いた居住者の個別快適度推定, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011 (ROBOMECH2011) 講演論文集, 2P1-J11, (2011), pp.1-4.
- (3) K.Kojima: Sensor Network for Detecting Human's Thermal Comfort Considering of Individuals, Proceedings of 2011 International Conference on Electronic Devices, Systems & Applications (ICEDSA2011), (2011).
- (4) K.Kojima: Study on Sensor Fusion for Detecting Human's Thermal Comfort Considering of Individuals, Proceedings of 2010 10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA2010), (2010), pp.1355 - 1360.

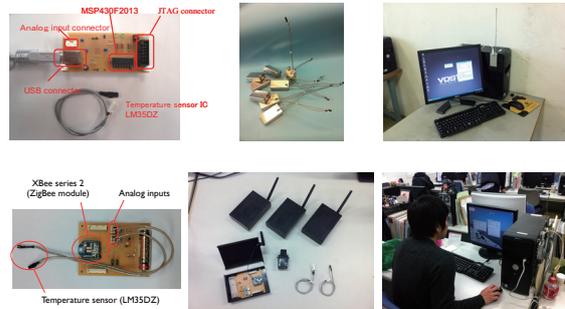
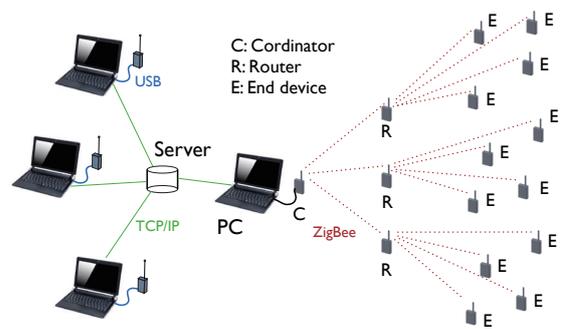


Fig.3 センサグリッド

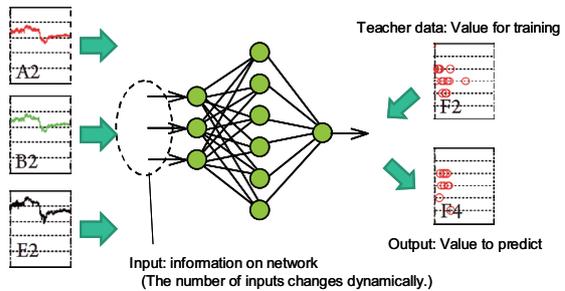


Fig.4 ニューラルネットワーク

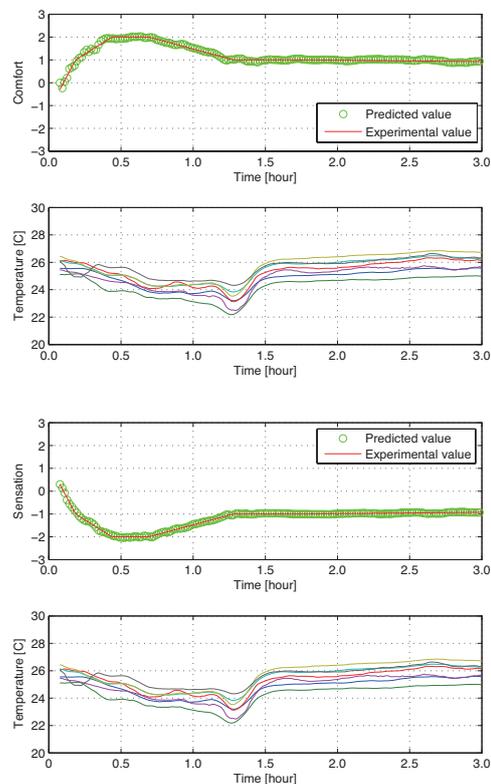


Fig.5 温冷感と快適度の予測結果