

仮想ユビキタスセンサにおける 測定値補完システムのプロトタイプ構築

大堀達也[†] 菊地誠[†] 齋藤義文[†] 我妻裕樹[†] 阿部洋丈[†] 岡部正幸^{††} 梅村恭司[†]
[†]豊橋技術科学大学 情報工学系 ^{††}豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター

1. はじめに

近年、防犯意識の高まりから、室内の安全を監視するシステムを一般家庭に導入したいという社会的要求が高まっている。一般家庭の安全を監視するシステムには、泥棒や強盗などの侵入を未然に防ぐ防犯システムと、お年寄りや子供の事故や病気といった異常検知を行う見守りシステムの二つのシステムを備えることが期待されている。我々は、室内のどこで何が起きているかを、多数のセンサを使用して常に広く監視するシステムを実現しようとしている。そして、防犯システムと見守りシステムを一つのシステムで実現することを目指している。

どこで起きているかというイベントの発生位置の認識は、多数のセンサを至る場所に設置することで実現できる。例えば、キッチンに設置したセンサが反応すれば、イベントがキッチンで起きたと認識できる。しかし、室内の環境によっては障害物でセンサが設置できない、センサが誤動作を起こすということがある。また、予算制約によって使用できるセンサの数が制限されることがある。さらに、一つのセンサの故障によって、アプリケーションが動作しなくなってしまうということも考えられる。

そこで我々は、実際に設置してあるセンサから得られたデータを使用して、仮想的に設置したセンサのデータを推定する測定値補完システムのプロトタイプ構築を行う。この仮想的に設置したセンサを仮想ユビキタスセンサ (Virtual Ubiquitous Sensor, VUS) と呼び、任意地点に VUS を想定して、測定値を空間的に補完する。

VUS は仮想的なセンサであるため、センサの設置場所の状況を選ばない。また、VUS の使用可能センサ数には制限がないため、理想的なセンサの数や配置を想定してアプリケーションの作成ができる。VUS は、故障した実センサの代わりとなることも可能なので、故障した実センサがアプリケーションに与える影響を小さくできる。

何が起きているかというイベントは、イベント発生時の音の周波数特性から認識可能であると、先行研究から報告されている。根岸¹⁾らは、家具や日用品に取り付けた多数の圧電マイクによって日常生活の音を収集して、その音の周波数特性を解析することでイベントを認識する。

本稿では、センサを小型マイクとした測定値補完システムのプロトタイプを構築し、イベント (手を叩く、声を出す) 発生時の音の周波数解析を行った。その結果、両者の音の周

波数特性には特徴的な差が確認でき、イベントの認識が行える可能性を得られた。また、測定データの特徴を捉えた推定データが得られたことを報告する。

2. データ推定アルゴリズム

測定値補完システムはリアルタイム処理を想定しているため、複雑な計算処理は避けたい。そこで本稿では、VUS のデータ推定にバイリニア補間²⁾を使用した。バイリニア補間は、周囲 4 点の格子状のデータ点 D_{ij} , $D_{i+1,j}$, $D_{i,j+1}$, $D_{i+1,j+1}$ から内部の求めたい座標 (x,y) のデータ点 $D_{x,y}$ を補間する方法である。この補間では、任意の周波数成分 $D_{x,y}(f)$ は次式で示される。

$$D_{x,y}(f) = \{(i+1)-x\}\{(j+1)-y\}D_{i,j}(f) \\ + \{(i+1)-x\}\{y-j\}D_{i,j+1}(f) \\ + \{x-i\}\{(j+1)-y\}D_{i+1,j}(f) \\ + \{x-i\}\{y-j\}D_{i+1,j+1}(f)$$

ただし、 i, j はそれぞれ x, y を超えない整数である。

ここでは、周囲 4 点のデータ点を実センサの測定データの周波数スペクトルとし、内部のデータ点を VUS の推定データの周波数スペクトルとする。

3. 実験

3.1 準備

測定値補完システムのプロトタイプは、マイク、アンプ回路、A/D コンバータで構成されるセンサ回路と、データ集録用ハードウェア (DAQ)、データ集録用の PC で構成される。センサ回路は、正方形のボール紙の四隅と中央に一つずつ設置し、それを天井に吊り下げる。各センサ回路の+端子、GND、出力端子は DAQ に接続されており、DAQ は USB にてデータ集録用 PC に接続されている (図 1)。

この実験環境を用いて、Sensor1~4 で収集したイベント時に発生する音から、VUS のデータを推定する。ここでは、Sensor5 と同じ位置に VUS を想定し、Sensor5 の測定データと VUS の推定データの比較を行う。イベントは“手を叩く”、“声を出す”の二つとし、中央のセンサの真下で発生させた。また、各イベント音はサンプリング周波数を 3kHz、サンプリングビット 14bit で収集する。

3.2 実験結果

Sensor5 の測定データと、Sensor1~4 の測定データから推定される VUS の推定データを、周波数スペクトルの振幅成分で比較する。図 2 に手を叩いたときの測定データと推定データの周波数特性を、図 3 に声を出したときの測定データと推定データの周波数特性を示す。

図 2 の手を叩いたときの周波数特性から、測定データは低域から高域にかけて、周波数スペクトルの分布が比較的一定であるのが分かる。推定データも測定データの特徴を捉えており、周波数スペクトルの分布が比較的一定である。

Prototype for Measurement Data Completion Using Virtual Ubiquitous Sensors

Tatsuya OHORI[†] Makoto KIKUCHI[†] Yoshibumi SAITOH[†]
 Yuki WAGATSUMA[†] Hirotake ABE[†] Masayuki OKABE^{††}
 Kyoji UMEMURA[†]

[†]Toyohashi University of Technology, Department of Information and Computer Sciences

^{††}Toyohashi University of Technology, Information and Media Center

図3の音を出したときの周波数特性では、測定データの周波数スペクトルにいくつかピークがあることが分かる。推定データにも同様なピークがあり、それぞれのピークが測定データのピークと同じ周波数帯で発生しているのが確認できる。

また両者のイベント音には、周波数特性のはっきりとした差が確認できる。

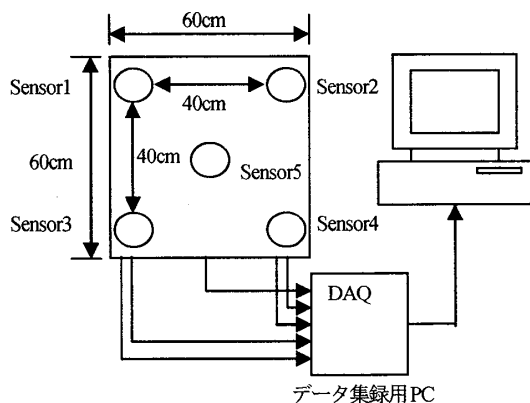


図1 実験環境の模式図

4. まとめ

本稿では、測定値補完システムのプロトタイプを構築し、実センサの測定データからVUSのデータを推定する方法を述べた。

推定データからでも、イベント発生時の音の周波数解析を行うことで、各イベントの区別ができる可能性が得られた。従って、測定値補完システムを使用して推定データからイベントの区別を行えば、少ない実センサでもアプリケーションを動作させることが可能になる。

今回のアルゴリズムでは、音源に一番近い実センサの測定データが最も大きくなり、VUSの推定データはそれよりも小さくなる。しかし、音源に一番近いセンサがVUSである場合でも、周囲の実センサの測定データの方が推定データよりも大きくなってしまふ。今後は、この問題を解決できる他の推定アルゴリズムを検討したい。

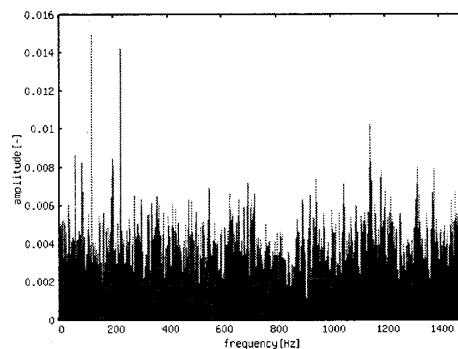
また、センサの数、イベントの種類、イベントの試行回数を増やして推定データでのイベントの認識を行い、位置情報を測定する予定である。

5. 謝辞

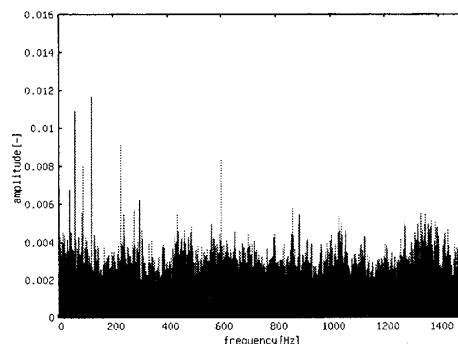
この研究は、戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の課題「インターユビキタスネットワーク情報基盤の研究」の成果である。また、平成20年度科学研究補助金課題番号(19500120)の研究成果を使用した。

6. 参考文献

- 1) 根岸佑也、川口信夫、Instant Learning Sound Sensor:ユビキタス・コンピューティングのための柔軟なイベント音学習センサ (DICOMO 2007)
- 2) 伊藤裕之、大口孝之、奥富正敏、小沢慎治、加藤博一、金田和文、後藤道子、斎藤英雄、高橋成雄、乃万司、堀修、宮田一乗: ビジュアル情報処理—CG、画像処理入門—、CG—

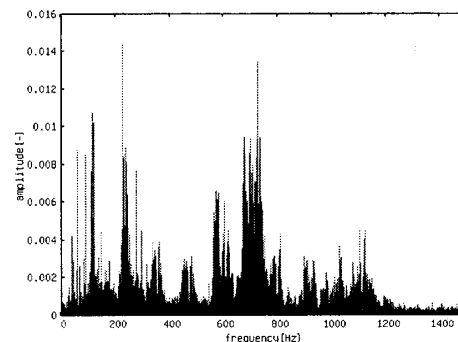


(a) 測定データ

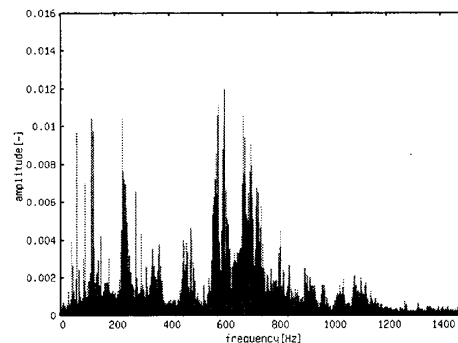


(b) 推定データ

図2 手を叩いたときの周波数スペクトル



(a) 測定データ



(b) 推定データ

図3 声を出したときの周波数スペクトル