

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

{ohori@ss.ics, kikuchi@ss.ics, saitoh@ss.ics, wagatsuma@ss.ics,
habe@ics, okabe@imc, umemura@utics }.tut.ac.jp

概要

我々は、一般家庭における防犯システムやお年寄り、子供の見守りシステムの構築を目的として、仮想ユビキタスセンサ(VUS)を使用して日常生活を監視するシステムを提案する。VUS は仮想的に設置されたセンサであり、そのデータは周囲の実センサの測定データを用いて推定することで得られる。任意地点の VUS のデータを推定することで、設置制約や予算制限、センサの故障によるセンサ数の不足に対応可能となる。本稿では、VUS のデータ推定を実現する測定値補完システムのプロトタイプ構築について述べる。また、このシステムを使用した実験により、推定データを使用して 3 種類の音を区別し、イベントの認識が行える可能性を得られたことを報告する。

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

Abstract

For construction of crime-prevention and watching minority, such as elderly people and children in home, we propose a system for observing indoor activities using Virtual Ubiquitous Sensors (VUS). VUS are sensors installed virtually, and their data are interpolated using surrounding real sensors. By interpolating data of VUS at arbitrary location, we can cope with limited number of some sensors; such limitation may happen in case of installation restriction, budget constraint and breakdown of some sensors. In this paper, we describe prototype for measurement data completion system. Through the experiment, we report that we will be able to recognize events based on distinction of three kinds of measurement data using the interpolation data.

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、2 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提案する。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、ボットに設置したセンサが反応すれば、ボットの近くでイベントが起きたと認識できる。

しかし、室内の状況によっては設置したい位置にセンサが設置できないという問題が起り得る。例えば、障害物があって設置できない場合や、センサを設置しても障害物によって誤認識が頻繁に生じる場合が考えられる。また、予算制約によって使用できるセンサの数が限られることもある。センサの数が少ない場合、監視できる範囲が狭くなりアプリケーションの性能を十分に引き出せないことが考えられる。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。

本稿では、設置した実センサの測定データを使用して、センサを設置していない地点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。センサを設置していない地点のデータを推定するには、その地点にセンサを仮想的に設置する。そして、周囲に設置した実センサの測定データから、仮想的に設置したセンサのデータを推定する。この仮想的に設置したセンサのことを仮想ユニバーサルセンサ (Virtual Ubiquitous Sensor, VUS) と呼び、任意地点に VUS を想定して測定値の空間的補完を行う。

VUS は対象となる測定位置に実センサを設置する必要がないため、センサを設置するのが困難な地点でもその地点のセンサを VUS として、周囲に設置した実センサの測定データから VUS の測定データを推定することができる。また、VUS の使用センサ数には制限がないため、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となる。これにより、実センサが理想的な数や配置でなかったとしても、VUS によってセンサの理想的な配置を想定してアプリケーションの作成ができる。実センサの配置を気にしないでアプリケーションを作成できるということは、プログラマにとっては非常に有益である。また、VUS は、故障してデータを測定できなくなった実センサに対して、そのセンサの代わりとなることができる。これは実センサが故障した時、アプリケーションに与える影響を極力少なくするのに有効である。

何が起きているかというイベントの認識は、すでに研究がされている。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からイベントの認識を行っている。Chen²⁾らは、バスルームで生じる音の周波数特性からイベントの認識を行っている。これらの先行研究から、イベントを認識するには、音声情報の周波数特性を利用するのが効果的であると考えられる。

測定値補完システムのプロトタイプを構築し、実際にこのシステムで声を出したときと、手を叩いたときの音声データを収集し周波数解析を行った。その結果、両者の区別ができ、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データの推定ができることを報告する。

2. データの推定アルゴリズム

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³⁾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+1j} 、 $D_{i+1,j+1}$ から内部の求めたい座標 (x,y) のデータ点 D_{xy} を補間する方法である。この補間では任意の周波数成分 $D_{xy}(f)$ は、

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

で求められる。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 (図 1) 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にと中央に 1 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 にてデータ集録用の PC に接続されている (図 2)。各センサにサンプル音を収集させ、中央に VUS を想定してデータを推定し、中央の実センサとの比較を行う。サンプル音は、手を叩く音、声を出す、何もしない、の 3 つとし、音源は中央のセンサの真下とする。また、各サンプル音は、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。

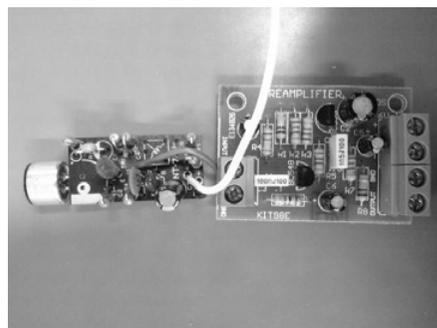


図 1 センサ回路

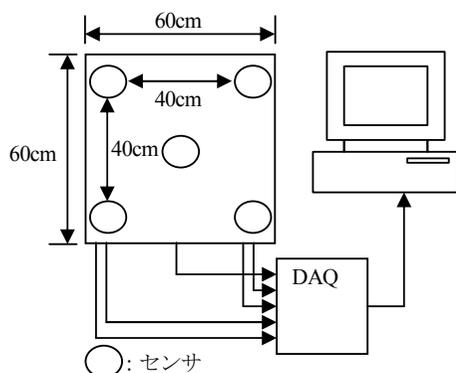


図2 実験環境の模式図

3.2 実験結果

中央のセンサで収集した測定データと、周囲のセンサから推定した推定データの周波数スペクトルの振幅成分の比較を行う。図3に手を叩いたときの測定データと推定データの周波数スペクトルを、図4に声を出したときの測定データと推定データの周波数スペクトルを、図5に何もしていないときの測定データの周波数スペクトルを示す。

図3の手を叩いたときの周波数スペクトルを見ると、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比較的一定である。また、図5の何もしていないときの周波数スペクトルと測定データを比較すると、異なる周波数スペクトルの分布をしており、周波数領域で2つのイベントの区別ができることがわかる。

図4の声を出したときの周波数スペクトルでは、測定データの周波数スペクトルがいくつかのピークがあることが分かる。推定データも、手を叩いたときよりはっきりと測定データの特徴を捉えている。図5の何もしていないときの周波数スペクトルと測定データを比較すると、手を叩いたときと同様に異なる周波数分布をしているのが分かる。

また、各センサの挙動を示すために、図6のような可視化プログラムを実装した。可視化プログラムは、音声データの周波数スペクトルの振幅の強弱によってパネルの色を変化させ、各センサの挙動をリアルタイムに示している。左側のパネルが実センサの挙動で、右側のパネルが真ん中のセンサをVUSとしたときの挙動を示している

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、測定データからVUSのデータを推定する方法を述べた。また、各センサの挙動を示す可視化プログラムを実装したことを述べた。

推定データからでも手を叩いたときと声を出したとき、何もしていないときの3つのイベントの周波数を解析することで、各イベントの区別ができる感触を得られた。よって、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。

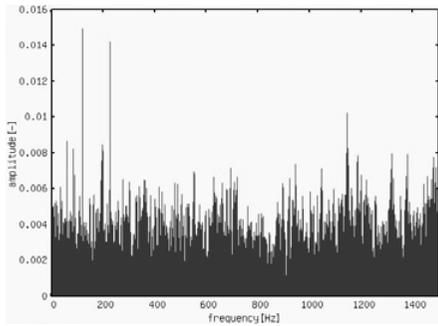
また、センサの数、イベントの種類、イベントの試行回数を増やして、推定データでのイベントの認識を行い、位置情報を測定する予定である。

5. 謝辞

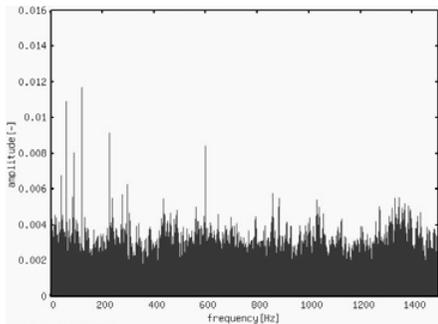
この研究は、戦略的情報通信開発推進制度(SCOPE)の課題「実空間情報処理のためのインターネットユビキタスネットワークの研究」の成果である。また、平成20年度科学研究補助金課題番号(19500120)の研究成果を使用した。

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) Jianfeng Chen, Alvin Harvey Kam, Jianmin Zhang, Ning Liu, Louis Shue: Bathroom Activity Monitoring Based on Sound, Pervasive 2005, pp.47-61(2005)
- 3) 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—ARTS 協会

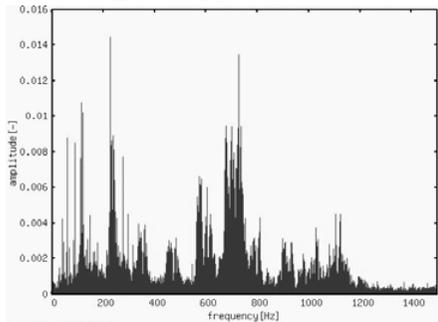


(a) 測定データ

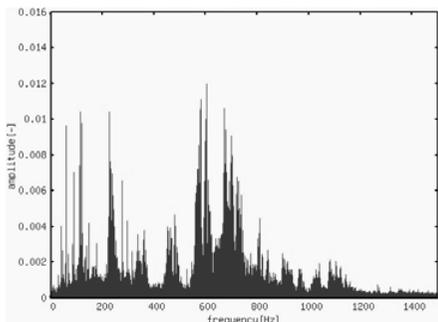


(b) 推定データ

図3 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4 声を出したときの周波数スペクトル

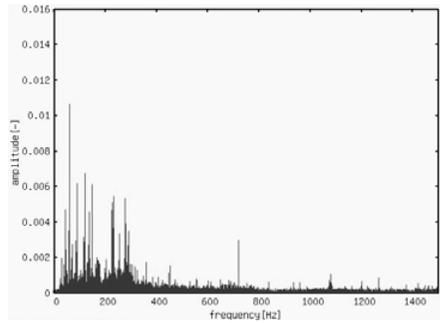


図5 何もしないときの周波数スペクトル

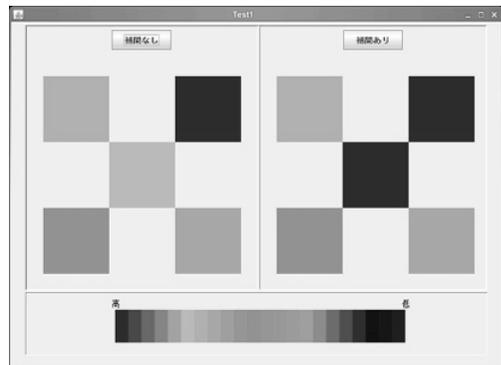


図6 可視化プログラムのウィンドウ