

## 住宅内における災害内容に応じた避難指示システムの開発

## Development of a disaster-specific automated home evacuation order system

趙 正源<sup>†</sup>  
Chou Seigenn

天野 直紀<sup>†</sup>  
Amano Naoki

## 1.はじめに

日本は災害大国と呼ばれるくらい、毎年のように災害が発生しておくので、住宅内における異なる災害に応じて異なる避難指示が必要である。このためには、様々な住宅内におけるユーザの位置・状態情報が不可欠である。

本研究ではユーザの位置・状態情報を収集・推定するために、床と椅子に貼り付けた圧電素子センサによるユーザが住宅内に位置・状態情報予測システムを提案する。この予測システムはユーザの活動データを計測するセンサおよびデータを処理・予測するプログラム二つ部分から構成する。R を用いてデータ処理を、機械学習を用いてユーザの位置・状態の予測を行う。

## 2.関連研究

[1]では床に貼り付けた振動センサによる屋内位置推定システムが提案されている。このシステムでは複数の振動センサを床に貼付け、ユーザが部屋内を移動した時に発生させる振動より、TDoA を用いて部屋内でのユーザの位置を推定する。

## 3. 想定する避難指示システム

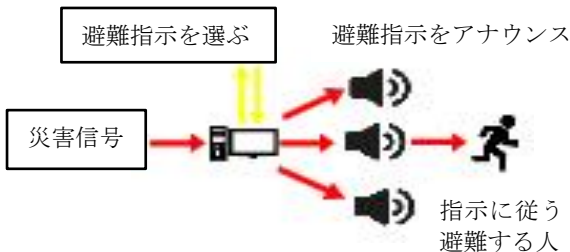


図 1 システム構成

システム構成を図 1 に示す。提案システムは災害信号を受信し、ユーザの位置・状態を予測し、避難指示を選ぶ PC と避難指示をアナウンスするスマートスピーカーから構成する。

## 3.1 提案システムの実現に向けた予備実験

## 3.1.1 実験の目的

早めに異なる災害に応じる避難指示が出るために住宅内のユーザの位置・状態により適当な指示をアナウンスすることは大切なので、ユーザの位置・状態がきちんと推定できるかことを確認するのはこの予備実験の目的である。

<sup>†</sup> 東京工科大学工学研究科サステイナブル工学専攻  
Tokyo University of Technology

なお、長時間にデータを収集する必要があるので、プライバシーを侵害せず、低消費電力も注目しなければなりません。

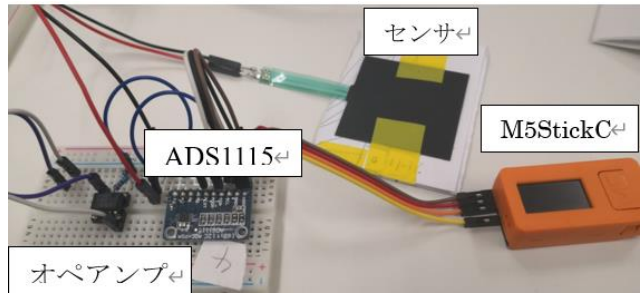


図 2 振動センサ

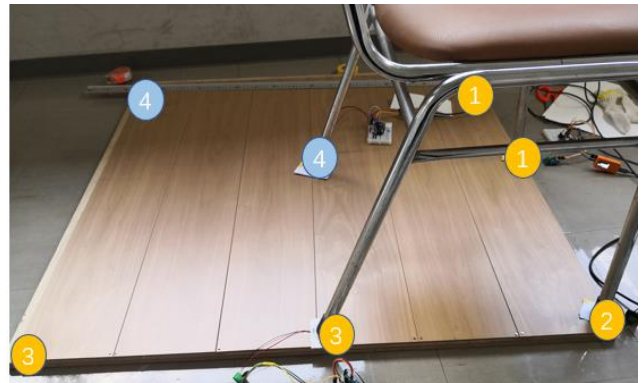


図 3 床の下と椅子足の下に設置したセンサ

## 3.1.2 実験の設備と設置

高感度圧電素子センサ（株式会社セラテックエンジニアリング製）、市販圧電素子センサ(FSR406)、M5StickC(マイコン)、オペアンプ、パソコン、90 cm×90 cmの床、ADS1115(16BitADC)。

①②③は振動を計測するための研究用圧電素子センサである。④は具体的な圧力を計測するための市販圧電素子センサ(FSR406)である。

センサは図 3 のような床と椅子足の下に設置し、ユーザの活動データを計測する。

## 3.1.3 実験のデータ

センサの設置場所	床の下、椅子足の下
人の有無	0(いない)、1(いる)
歩きかどうか	0(歩かない)、1(歩く)
立ちかどうか	0(立たない)、1(立つ)
座りかどうか	0(座らない)、1(座る)
活動の所とセンサの距離	〇〇cm

表 1 計測するデータのパラメータ

高感度圧電素子センサの役割は歩きに関する振動を計測する。FSR406の役割は人の有無、立ち、座りなど異なる状態の全体的な圧力を計測する。

センサから計測した32Hzのアナログ信号がオペアンプで30倍程度に増加し、ADS1115に入力し、I2C通信でアナログ信号から変換したデジタル信号をM5StickCに送信し、最後にUSB経由してPCに送信する。

ユーザが床の上と椅子の周りの活動データを計測し、トレーニングデータとして機械学習を行う。計測したデータはトレーニングデータとテストデータに分けられる。トレーニングデータで予測モデルを作る。モデルを作った後にテストデータで状態を予測してモデルを評価する。

次節よりディープラーニングを用いてユーザの位置・状態を予測することについて詳しく述べる。

### 3.1.4 ディープラーニング

R言語の中にh2oというライブラリを用いてディープラーニングを行う。計測したデータが表1に示したパラメータにより、各パラメータが一つモデルを作ってユーザの位置・状態を予測する。ランダムサーチ(Random Search)という手法でディープラーニングモデルのハイパーパラメータを探索する。

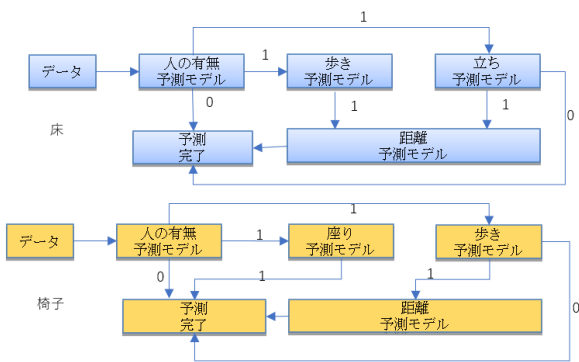


図4 予測システムの流れ

### 3.1.5 予測結果

予測モデル	Train データ数	Test データ数	正しい予測回数	正確度
床-人	1151	459	442	93%
床-歩き	1027	399	346	87%
床-立ち	1027	399	344	86%
椅子-人	544	232	211	91%
椅子-座り	408	176	150	85%
椅子-歩き	408	176	135	77%

表2 分類問題予測結果

予測モデル	Train データ数	Test データ数	絶対誤差平均
床-歩き距離	516	191	15.18cm
床-立距離	511	208	12.66cm
椅子-歩き距離	288	132	5.76cm

表3 回帰問題予測結果

図4に示した流れにより計測したデータがディープラーニングを行い、モデルを作って予測している。予測結果は表2,3に示す。

### 3.1.6 評価

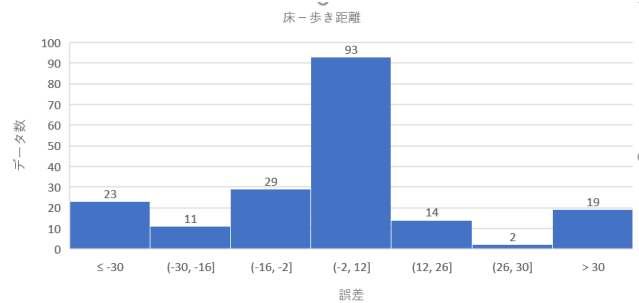


図5 床-歩き距離予測の誤差分布図

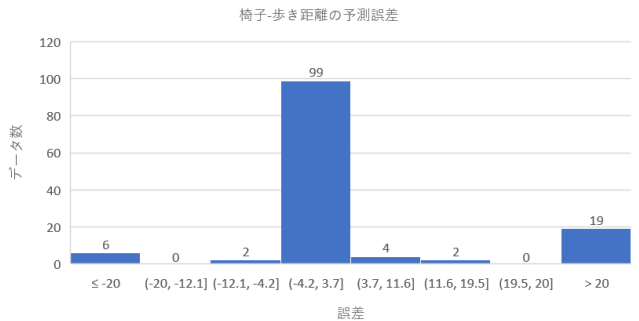


図6 椅子-歩き距離予測の誤差分布図

モデルによる二つ評価を行う。分類モデルに対して正確度(accuracy)を用いて評価する。

$$\text{正確度(accuracy)} = \frac{\text{正しく予測された数}}{\text{観測数}}$$

回帰モデルに対して予測値の絶対誤差平均値(MAE)と予測値と真値の誤差分布からモデルに評価する。

$$\text{絶対誤差平均値(MAE)} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |f_i - y_i|$$

## 4. おわりに

本研究では住宅内における災害内容に応じた避難指示システムを提案した。提案システムでは災害が起きる時にユーザが住宅内の位置・状態による異なる避難指示がアナウンスする。提案システムの実現に向けて予備実験を行った。予備実験の結果から見るとユーザの位置・状態が大体に推定できることが分かった。今後の予定としてユーザの状態がより詳しく分け、予測モデルの精度が上がっていく。

### 参考文献

- [1] 柏本幸俊, 荒川豊, 安本慶一. “床に貼り付けた振動センサによる屋内位置推定手法の検討”. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム(UBI), Vol. 2015-UBI-45, No.31:1-4(2015).