

飲食店向け着席状況モニタリングシステムの提案

細川 幹也† 村田 嘉利† 鈴木 彰真† 佐藤 永欣†
†岩手県立大学

1 はじめに

大型ショッピングモールにおけるフードコートや都市部における複数階建てのファーストフード店では、料理を受け取った場所から何処の席が空いているか否かを把握することは難しい。

スマートフォンを利用して店舗の混雑状況を推定する研究 [1] や、車内に設置した加速度センサやビデオカメラを利用して電車の混雑状況を推定する研究 [2][3] がある。これらの研究では、混雑状況を推定できるが、どの席が空いているかを知ることは難しい。

本論文では椅子に取り付けた加速度センサを用いた着席状況モニタリングシステムを提案する。複数種類の椅子の座面下に3軸加速度センサを取り付け、座った時とそうでない時の加速度を測定した。その結果、椅子を引く動作や座った瞬間の動作を捉えるだけでなく、着席中静かにしていても3軸加速度センサの各軸が計測した値が離席中とは異なる値を示し続けた。これは座面の傾きにより各軸が検知した重力加速度が変化したためと考えている。また、ドリンク等での離席時間についても2店舗において計測した結果、150秒を超える中座は無いことが判明した。上記2つのデータを利用して着席状況モニタリングシステムを開発した。

2 システム概要

フードコートで利用されることが多い座面下部が硬い椅子の座面下に3軸加速度センサを、両面テープを利用して取り付ける。本研究では、図1のaに示すようにATR-Promotion社のWAA-010を利用し、Z軸が鉛直方向になるように椅子の座面下に取り付ける。このセンサからBluetooth経由で送られてきた3軸の加速度をPCで受信し、3章で述べる着座によるY軸の加速度の変化が 3.6m/s^2 を上回ったら着席と判断し、アイコンを着席状態とする。サンプリング時間は10msecとし、250サンプルを移動平均した。また、4章に示すドリンク等での中座時間の観測結果から150秒間着席していない状態が続いた場合に椅子のアイコンを空席状態に変更する。

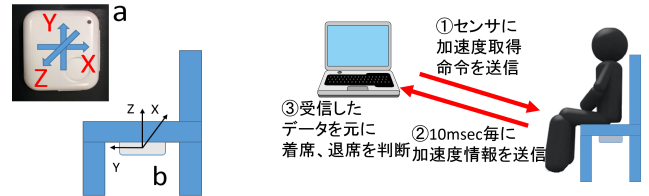


図1: 3軸加速度センサとその設置方法 図2: 加速度取得から分析の流れ

3 離着席の推定

3.1 測定方法

離着席における加速度の変化を見るため、実験を行った。図2のように加速度センサを取り付けた椅子を用いて、着席/足組等の姿勢変化/離席を4人の被験者に行ってもらった。被験者の動きをモニタするため、同時にビデオ撮影も行った。着席/姿勢変化/離席におけるY軸に加速度の変化を図3~図5に示す。これらのデータより、以下の3つの特徴が分かった。

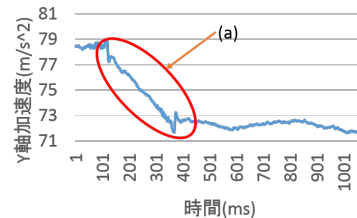


図3: 着席中の加速度の変化

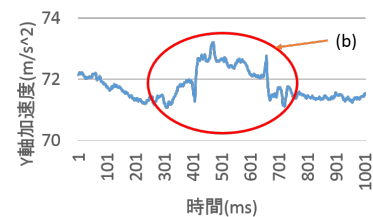


図4: 姿勢を変えたときの加速度の変化

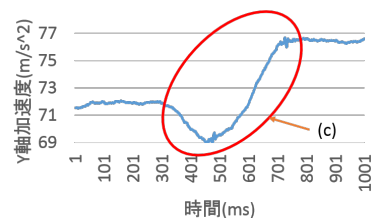


図5: 離席の加速度の変化

Proposal of Monitoring System for Allotted and Vacant Seat Status in Cafeterias
Mikiya Hosokawa†, Yoshitoshi Murata†, Akimasa Suzuki†, Nobuyoshi Sato†
†Iwate Prefectural University

- (1) 着席することにより、図3の(a)に示すようにY軸の加速度が変化する。
- (2) 着席中に姿勢変化をすると、それと同期して、図4の(b)部分に示すように加速度が変化する。
- (3) 離席すると、図5の(c)に示すように元の状態に戻る。

3.2 椅子の違いの影響

椅子によって着席中の各軸にかかる重力加速度の変化が異なると考えられることから、図6の(1)および(2)に示す2種類の椅子を用いて測定を行った。加速度センサの取り付け位置や向きは図1に示す通りである。各被験者は各椅子に対して9回の離着席を行い、離着席による加速度の変化を測定した。各人の測定値を平均した結果を表1の着席時における椅子1、椅子2の欄に示す。最小変化が 3.6m/s^2 であったことから、その値を着席しているか否かの判断に利用することにした。

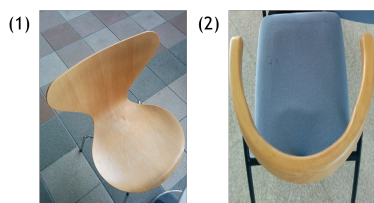


図6: 検証を行った椅子

表1: 離席と着席におけるY軸加速度の差(単位: m/s^2)

被験者	着席時		離席時	
	椅子1	椅子2	椅子1	椅子2
A	10.6	7.5	0.86	0.88
B	25.3	16.8	0.86	0.91
C	7.4	15.1	0.93	0.77
D	10.9	3.6	0.86	0.72

3.3 着席判定アルゴリズム

着席状態の加速度の基準値として、離席状態でプログラムをスタートし、1秒間(100サンプル)の平均を取る。その後、計測した加速度と基準値との差分を取る。表1の結果から差分が 3.6m/s^2 より大きければ着席となるが、椅子の振動等の影響を除去するため10秒間 3.6m/s^2 以上より大きい値が続いた場合を着席と判断することにした。

3.4 退席判定アルゴリズム

一度、着席した後、立ち上がったときのY軸の加速度と基準値の差異の最大値を表1の離席時における椅子1、椅子2の欄に示す。この結果より、差分が $\pm 0.93\text{m/s}^2$ より小さくなれば、離席(立ち上がった状態)と判断する。

4 中座の推定

加速度の変化だけから空席(店舗から出て行った状態)と判断した場合、ドリンクを取りに行く等の中座を空席と判断してしまう。この問題を避けるため、離席している時間を計測し、その時間以上離席が続いていた場合を空席と判断することにした。空席と判断する時間を確定するため、2つの店舗で中座時間を調査した。表2および表3は店舗Aと店舗Bの顧客、それぞれ50人について中座時間を測定した結果である。

その結果、150秒より長く中座している人は見られなかったことから、着席してから席を立った時のY軸の加速度と基準値との差異が 0.93m/s^2 より小さい状態かつ、それが150秒以上続いた場合、空席と判断する。なお、足組等の姿勢変化による加速度の変化は 3.6m/s^2 より小さく数秒間の変化であることから、姿勢変化により空席と判断することはない。

表2: 店舗Aの調査結果

	店内での離席	店外への離席
人数	28人	22人
最高離席時間	108秒	126秒
平均離席時間	43秒	122秒

表3: 店舗Bの調査結果

	店内での離席	店外への離席
人数	36人	14人
最高離席時間	98秒	131秒
平均離席時間	47秒	128秒

5 おわりに

本研究では、加速度センサを用いた座席状況把握システムの提案を行った。離着席の実験結果を基に空席か否かの判定アルゴリズムを決定した。また、離席時間の調査結果を基に空席判定アルゴリズムを求めた。この2つのアルゴリズムを組合せ、着席状況把握システムを開発した。

今後は対象としていなかった、荷物の有無の判定を可能にしていきたい。

参考文献

- [1] 食べログ, 公式サイト: http://tabelog.com/support/smartphone_app/
- [2] 橋本武法, 田島直嗣, 福島雄太, 中山功一: 重力加速度センサによる混雑状況推定手法の提案と実装, 2012年度人工知能学会全国大会
- [3] SAXA CAMERA, 公式サイト: <http://www.saxacamera.com/index.html>