

# 時間経過による信頼性の変化を考慮した 空席情報共有システムの提案

少路健太・木實新一

## A proposal of a vacancy information sharing system which considers changes in reliability

Kenta SHOJI and Shinichi KONOMI

**Abstract :** This paper describes development of a vacancy information sharing system for urban public spaces including restaurants. Reliability of vacancy information changes as it is influenced by various factors including time of day. Based on field experiments, we introduce a model for computing reliability of information that is obtained from customers and sensors. The system exploits the model to make the obtained information more useful.

**Keyword :** 情報の信頼性 (reliability of information), 空席情報共有システム (vacancy information sharing system), クラウドソーシング (crowdsourcing)

### 1. はじめに

あらゆる場面で情報が必要とされる現代社会において、その正確性・信頼性もまた重要な要素である。混雑情報という枠組みに絞って考えると、その情報を取得し、共有する手法には様々なものが開発されている。

例えば、一般道路や高速道路の混雑情報は、道路に一定間隔で設置された超音波センサによって、通過する車両台数や速度を測定し渋滞情報を割り出している。また、NAVITIME が提供している「電車混雑リポート」<sup>[1]</sup>というインターネットサービスやスマートフォン用アプリケーションの「こみれば」(図-1)では、登録ユーザーからの投稿によって、鉄道各線の込み具合を段階的に表示する。これらのサービスが提供する

情報の信頼性はそれぞれのサービスで大きく異なっている。渋滞情報においては、短い時間間隔で取得された情報によりユーザーは信頼性の高い情報を取得することが可能であるの

に対して、電車混雑情報は情報が投稿される時間が一定ではないため、ユーザーは古い不正確な情報しか取得できない場合がある。本研究では、情報の信頼性の時間変化について評価し新たな手法を提案する。



図-1 「こみれば」画面

### 2. 研究内容

#### 2-1. 研究対象

混雑情報を取得できる身近な場所として、飲食店があげられる。一般的な市街地の飲

少路健太 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学空間情報科学研究センター

E-mail: nebosukesan@csis.u-tokyo.ac.jp

食店には、正午から13時や18時から20時といった混雑が集中する時間が存在し、その時間に店を訪れても満席で利用できないことが多い。

## 2-2. システムの概要

まず、飲食店の利用客の投稿に基づくクラウドソーシング<sup>[2]</sup>によって店の空席率を取得するが、集められた空席情報の信頼性が時間経過によって低下していく速度は一定ではない。例えば、平日のオフィス街の飲食店の正午から13時(図-2)は客の出入りが激しく、5分前の空席情報ですら信頼性は低い。一方、15時から16時(図-3)では、30分前の情報でも信頼性が保たれている場合もある。



図-2 正午から13時



図-3 15時から16時

今回提案するシステムでは、店内に設置したセンサによって得られる情報をもとに、クラウドソーシングによって取得された空席情報の信頼性の減少率を推定し、信頼度つきの空席情報を提供する(図-4)。

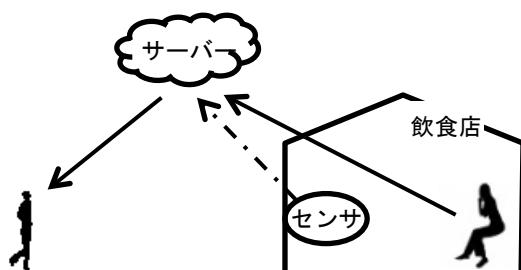


図-4 空席情報取得の流れ

## 3. 実験

空席情報の信頼性の推定に有効なデータの取得方法を調査するための実験を行った。

### 3-1. 実験装置

焦電型赤外線センサ NaPiOn(AMN11111)を使用し(図-5)、無線でPCに人の有無を示すデータを送信するセンサ装置を作成した(図-6)。



図-5 赤外線センサ



図-6 センサ装置

### 3-2. 実験場所

実験は原宿にある飲食店にある飲食店で実施した。また、店内の空席率を記録する場合には、席数ではなくテーブルの数で算出した。その際、大人用または相席として使用されている二つの円卓については、それぞれテーブル二つ分とした(図-7)。

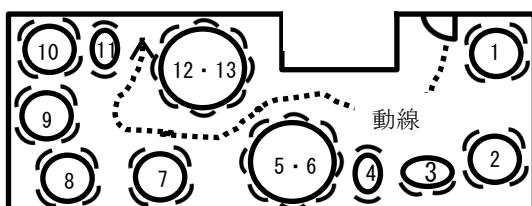


図-7 店内テーブル配置図

### 3-3. 実験日時

実験Ⅰ: 2012/8/16 11:30 ~ 15:00

実験Ⅱ: 2012/8/24 11:30 ~ 15:00

### 3-4. 実験Ⅰ

各テーブルの着席状況は店内の4つのテーブル(1・2・8・10)にセンサを設置して1秒毎に取得し、店内全体の空席率は目視で5分毎に取得した。

4つのセンサのうちの2つ(1・10)は、テーブル面よりも上の高さにセンサを設置して

上半身の動きから(図-8), 残りの2つは床に設置して(図-9)足の動きにより人の有無の情報を取得した.



図-8 センサ設置場所(高)



図-9 センサ設置場所(低)

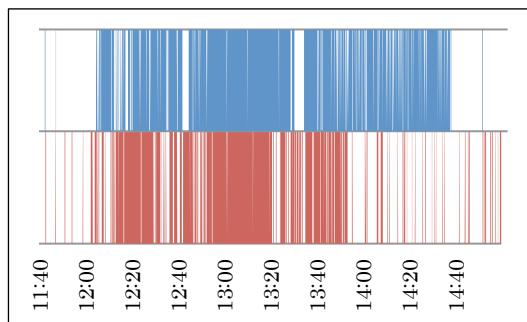


図-10 テーブル1・10の実験結果

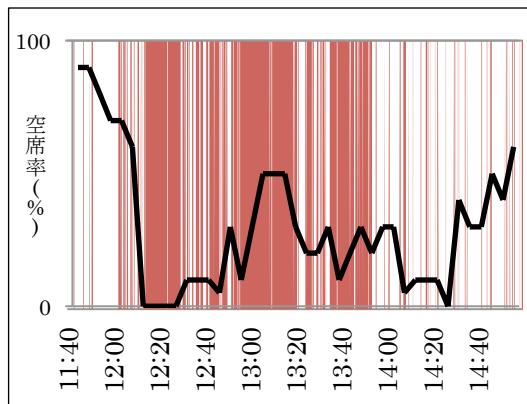


図-11 店内空席率

実験前から予測はしていた事ではあったが, 店内が混雑していない時間帯は, 使用中のテーブルとそうでないものが混在しているため, 二つのテーブルに取り付けたセンサのデータにはばらつきがでた. また, 今回作成した装置では, センサの向きの微調整が必要で, 少しでもずれると通路や隣同士のテーブルの人の動きを捉えてしまう.

1番テーブルの着席状況と店内空席率のグラフを重ねると(図-11), 空席率が急上昇・急下降している時刻と離着席の時刻, また, 空席率に変化がない期間と離着席の動きがあまりない期間が一致している所が多くみられる. 一般には, テーブル毎のデータのばらつきがあるとはいえ, 混雑時についていえば, 着席情報は店内のどのテーブルでもそれほど変わらないということがいえる. これは, 空席ができても直ちに他の客が入るためだと考えられる

### 3-5. 実験 II

二回目の実験では店の出入り口付近にセンサを設置し(図-12), 1秒毎に測定したデータを1分間に障害物を検知した回数でグラフにした. また, 店全体の空席率は実験1と同様に目視により取得した.

二回目の実験でも同様にしてグラフを重ね合わせると(図-13), 1分間の検知数が多くなっている時間に空席率が大きく上下している箇所が多いことがわかる. また, 空席率が一定であるのに対して検出数が増えている箇所は, その間に店に入った人数と店から出た人数が大体等しいということが言える.



図-12 センサ設置場所(出入口)

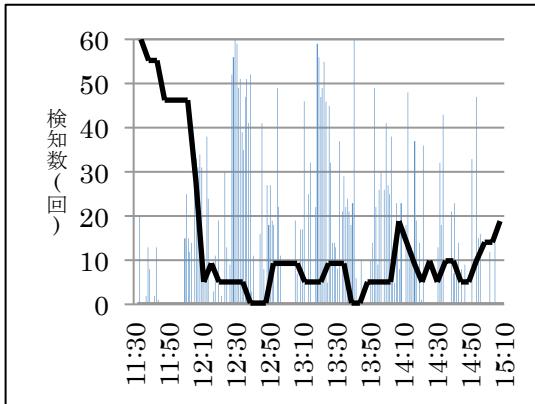


図-13 店内空席率と1分間の検知数

#### 4. 考察

テーブルに設置したセンサの最大の利点は、クラウドソーシングによる空席情報がない時でもそれぞれのデータから大体の混雑率を推測可能な点である。しかし、センサを設置するテーブルが少なくなればなるほど、その信頼性は低下する。

出入口に設置したセンサを用いれば、情報の信頼性の変化を推定しやすい。しかし、空席率が上下どちらに変化したかを推測するのは困難である。短期間に同程度の人数が出入りした場合も、それらの人が入店したのか退店したのか判断できないため、実際は空席率が変化していない場合でも情報の信頼性が低いと判断する可能性がある。

実験の結果から、実験Ⅱのセンサが連続して障害物を検出した区間の数を  $n$ 、店内のテーブルの数を  $c$  として、時刻  $t$  にユーザー

が投稿した空席情報の信頼度  $r$  は以下の式を用いて計算することができる。

$$r = \left(1 - \frac{n}{c}\right) \times 100$$

これにより計算した、混雑時間前の 11:30～12:00(青)と混雑開始時の 12:00～12:30(赤)における信頼度の時間変化を示す(図-14)。混雑前の時間帯は、信頼度の低下が緩やかなのに対して、混雑し始める時間帯には、信頼度の低下が急激であることが分かる。

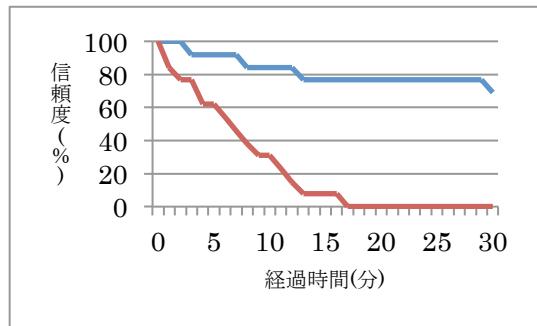


図-14 信頼度の時間変化

#### 5. むすび

本稿では、空席情報共有システムの実現可能性を探るために実施した実験について報告した。混雑時にはテーブルに設置したセンサから得たデータによって信頼度を評価し、それ以外の時間帯には、出入口に設置したセンサによって評価する方法も考えられる。今後、空席情報をクラウドソーシングするためのアプリケーションの開発などをを行う。

#### 参考文献

- [1]電車混雑レポート  
<http://www.navitime.co.jp/?ctl=0171>
- [2]Howe, J, 2006. The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine*, 14(6).  
[http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds\\_pr.html](http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds_pr.html)