

センサログを用いたeコマースのための購買支援システム

大 江 龍 人[†] 岩 淵 志 学^{††}
益 子 宗^{††} 田 中 二 郎^{†††}

eコマースでは購入にあたって、個数、ポイント、配送時間などの購買パラメータを指定する。本稿では消耗品にセンサを取り付けることで、購買パラメータを自動的に決定することを目標とする。以上の目標を達成するために、消耗品のセンサログを用いて需要予測を行う。我々は、センサログを用いた需要予測部分と、購買パラメータの自動決定部分を実装した。また、消耗品のセンサログを実際に収集し、需要予測を行った。

Purchase Support System for e-commerce Using Sensor Log

TATSUHITO OE,[†] SHIGAKU IWABUCHI,^{††} SOH MASUKO^{††}
and JIRO TANAKA^{†††}

Purchase parameters, such as quantity, loyalty points and delivery time are necessary for buying something by e-commerce. In this paper, our goal is to decide the purchase parameters automatically by installing sensors under items. To achieve the goal, we examine demand forecasting using a sensor log of the items. We implemented the demand forecasting program and a program to decide the purchase parameters automatically. Furthermore, we collected log data of the sensors and did the demand forecasting.

1. はじめに

eコマースの普及により、インターネットを介して商品を購入することが一般的となった。eコマースを利用した食材や日用品などの消耗品の購入も普及している。eコマースを利用して消耗品を購入する場合、定期購入という購入方法を行うことがある。定期購入を行う場合、期間と消費者需要のずれ、という問題が生じ得る。

例えば、A君が定期的に豆乳を購入する場合を考える。A君はeコマースを利用して、1週間毎に1本の豆乳を購入する。A君の豆乳の消費ペースは、平均的に1週間に1本であるが、ある週では1日で1本の豆乳を消費することがあった。A君は、「自分の消費ペースに対応して購買支援を行ってほしい」と思うかもしれない。

上の例の様に、現在のeコマースでは、実際の消費

活動に合わせて購買支援を行うことが難しい。そこで我々は、センサを用いて実際の需要を予測する。そのうえで「購買パラメータ」の自動決定を行い、購買支援を行う。購買パラメータとは、個数、ポイント、配送時間などの、購買を行う条件となるものである。本稿では、消耗品にセンサを取り付けることによって、購買パラメータを自動的に決定することを目標とする。

2. 関連研究

消費者の購買支援を行う研究として、川成ら¹⁾の研究が挙げられる。川成らは、嗜好が似ている他のユーザの情報を参考にして、購買パラメータを自動的に決定する、という提案をした。また、Shao-Shinら²⁾は、消費者の購買履歴情報から、購買周期を計算し、それを基にレコメンデーションを行うシステムを提案した。

以上の研究は、購買支援を行うために、消費者の嗜好や購買履歴を用いる。本研究は、センサログを用いて購買パラメータを自動決定することで購買支援を行う。

3. 提案手法

本稿では以下の3つから構成される手法を提案する。

- センサログ取得部分

[†] 筑波大学 情報学群

School of Informatics, University of Tsukuba

^{††} 楽天株式会社 楽天技術研究所

Rakuten Institute of Technology, Rakuten Inc.

^{†††} 筑波大学 大学院システム情報工学研究科

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

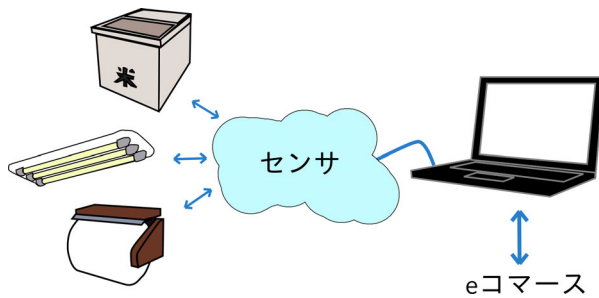


図 1 センサと e コマースの連携
Fig.1 Combination sensors and e-commerce

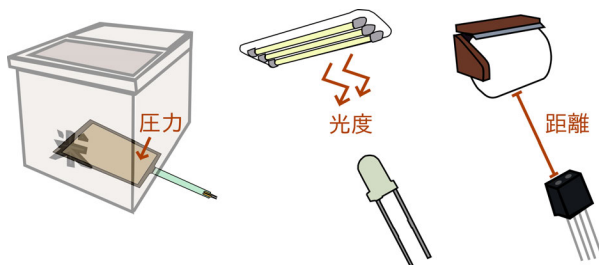


図 2 左から：米びつと圧力センサ，蛍光灯と光センサ，トイレットペーパーと距離センサ
Fig.2 From left : a rice bin and a pressure sensor, lamps and a light sensor, a toilet paper and a distance sensor

- 需要予測部分
- 購買支援部分

3.1 センサログ取得部分

消耗品にセンサを取り付け，センサと e コマースを連携させる．センサと e コマースの連携を図 1 に示す．図 1 に示す消耗品は，米，蛍光灯，トイレットペーパーである．3 つの消耗品をセンシングする場合，米であれば圧力センサ，蛍光灯であれば光センサ，トイレットペーパーであれば距離センサを用いることが考えられる．消耗品とセンサの，それぞれの対応を図 2 に示す．消耗品に適したセンサを用いて，センサログを取得する必要がある．

3.2 需要予測部分

センサログを用いて，需要予測を行う．需要予測を行う対象は，「現在」消費している消耗品である．需要予測部分の具体的な手法を以下に説明する．

まず，過去の消費から「スパン」を認識する．本稿では，1 つの消耗品が消費し終わるまでの期間を 1 スパンと定義する．スパンにおけるセンサ値の推移と，消耗品が消費された回数を取得する．センサ値の推移，消費された回数を用いて，消耗品が消費し終わるタイミングを計算する．

3.3 購買支援部分

需要予測で得られた値を用いて，購買支援を行う．

購買支援は，購買パラメータの自動決定部分と，レコメンド部分から成り立つ．購買パラメータの自動決定部分では，商品名と個数を決定し，その値を用いて購入する消耗品の URL を決定する．レコメンド部分では，取得した URL をレコメンドする．レコメンドを行うタイミングは，消耗品が消費し終わるタイミングと，消耗品の配送時間から計算される．

4. 実 装

4.1 センサログ取得部分の実装

節 3.1 で述べたように，センサはその消耗品に合わせて適切なものを用いる必要がある．本研究では，豆乳，小麦粉，コーヒードといった消耗品を対象とした．これらの消耗品は圧力値によりセンシング可能であるので，センサには圧力センサのみを用いた．

圧力センサには，インターリンク株式会社の FSR406 を用いた．圧力センサのアナログ値は，Arduino マイコンを用いて A/D 変換され，PC ヘデジタル信号として送られる．そして，取得した圧力センサの値は，センサログとしてデータベースに保存される．データベースへの保存は，Python と SQLite を用いて実装した．圧力センサの値は 1 秒毎に取得され，60 秒間のセンサ値の平均値を，1 分毎にデータベースに保存する．

4.2 購買支援部分の実装

楽天市場³⁾ のサービスに対応した購買支援を実装した．購買パラメータの自動決定部分には，楽天商品検索 API を用いた．商品名，個数から検索クエリを生成し，その検索クエリを楽天商品検索 API に発行する．クエリの発行結果として，商品価格が最も安い商品の URL を取得する．

レコメンド部分の配送時間の決定には，楽天商品検索 API から得られる「あす楽フラグ」を用いる．あす楽フラグとは，楽天市場の商品が，あす楽キーワードとして登録されているかどうかの真理値である．商品があす楽キーワードとして登録されている場合，午前 11 時 59 分までに商品を注文すると，翌日中に商品が届けられる．あす楽フラグの値と，現在時刻を用いて配送時間を 1 日から 3 日の間に定める．このようにして得られた配送時間を用いて，取得した商品ページの URL を，楽天市場の「お気に入り」に追加し，レコメンドを行う．

5. センサログデータの収集

実際の消耗品を用いた需要予測を作成するために，センサログデータの収集を行った．収集に用いた消



図 3 設置した圧力センサ, 左から: 豆乳, 小麦粉, コーヒー豆
Fig. 3 Placed pressure sensors, from left : soy milk, flour, coffee beans



図 4 実際に設置した消耗品, 左から: 豆乳, 小麦粉, コーヒー豆
Fig. 4 Placed items, from left : soy milk, flour, coffee beans

耗品は, 豆乳, 小麦粉, コーヒー豆である. 収集は, 11/21 から 12/18 まで行った. 場所は, 研究室にて行い, 豆乳は冷蔵庫, 小麦粉とコーヒー豆はテレビ台の上にそれぞれ設置した. 豆乳, 小麦粉, コーヒー豆は著者が実際に消費し, 消費方法にはなんらの制約も設けなかった. また, 各消耗品の 1 スパンは以下と定めた.

- 豆乳: 1 パック (1000ml)
- 小麦粉: 1000g
- コーヒー豆: 400g

実際に設置した圧力センサを図 3 に示す. また, 豆乳, 小麦粉, コーヒー豆を設置した様子を, 図 4 に示す.

収集期間中に消費した消耗品の総量はそれぞれ, 豆乳が 3550ml, 小麦粉が 950g, コーヒー豆が 305g であった. 豆乳は 3 スパン以上消費したが, 小麦粉, コーヒー豆は 1 スパンに満たなかった. 実際の豆乳, 小麦粉, コーヒー豆のログを, 図 5, 図 6, 図 7 にそれぞれ示す. グラフの横軸は, 分を表し, 縦軸は圧力値を表す.

5.1 豆乳のログ

図 5 の 1 本という記述は, 豆乳の 1 スパンを表している. 1 本目, 2 本目, 3 本目は 1 スパンを満たした

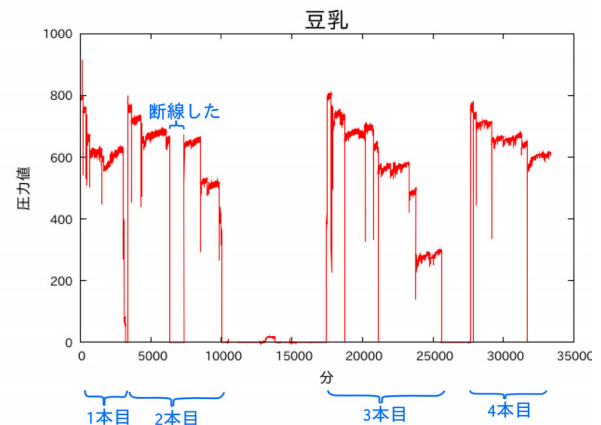


図 5 豆乳のログ
Fig. 5 A log of soy milk

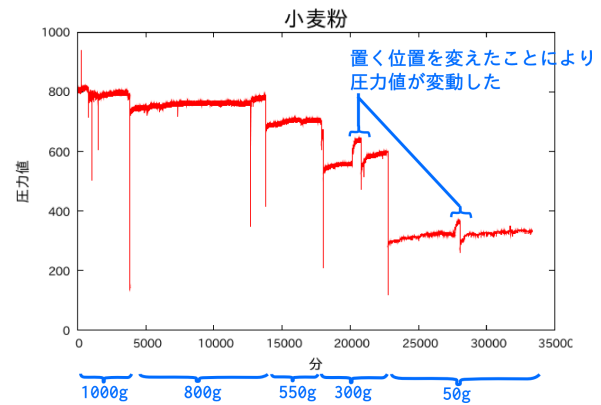


図 6 小麦粉のログ
Fig. 6 A log of flour

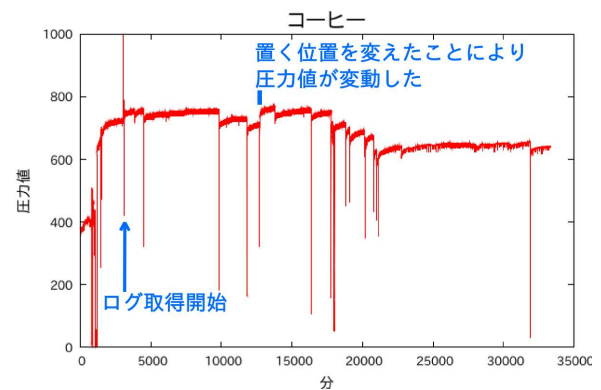


図 7 コーヒー豆のログ
Fig. 7 A log of coffee beans

ログであり, 4 本目は 1 スパンに満たないログである. また, 収集期間中圧力センサと arduino が断線し, 圧力値が取得できない期間があった. その期間は, 図 5 の「断線した」という記述部分である.

5.2 小麦粉とコーヒー豆のログ

収集期間中に, 小麦粉とコーヒー豆の位置を変えた

ところ、圧力値が変動する、という現象があった。この現象の原因として、設置したテレビ台の傾き、が挙げられる。設置したテレビ台は、水平ではなかった。消耗品を設置する場所によっては、圧力センサにかかる重心が変化し、圧力値が変動してしまう。この問題の解決策として、消耗品の設置場所を水平な面にする、もしくは、1つの消耗品に取り付ける圧力センサの個数を増やし重心の偏りを緩和させる、といった策が挙げられる。

6. 収集データを用いた需要予測

収集したセンサログを用いて、需要予測を行った。需要予測を行うためには最低1スパンのログが必要であるので、今回は、豆乳についてのみ需要予測を行った。需要予測には以下の処理を行った。

6.1 各スパンの傾きと特徴量の検出

センサログから1本目、2本目、3本目の期間を検出し、1本目、2本目、3本目の圧力値の傾きを求める。求める傾きを図8の実線部分に示す。実際に1本目、2本目、3本目の傾きを取得したところ、その値はそれぞれ、0.231, 0.115, 0.098 となった。

次に、各スパンにおける特徴量を求める。4本目の経過時間までに、各スパンで飲まれた回数を計算する。そして、4本目が飲まれた回数と各スパンで飲まれた回数との差分を計算する。この差分を各スパンの特徴量と定めた。得られた差分は、1本目が4回、2本目が1回、3本目が2回となった。つまり、4本目に一番近いログは、2本目のログである、という結果となった。

6.2 重み付き傾きの計算

各スパンの特徴量を重み関数の引数とする。重み関数には、以下のガウス関数を用いた。

$$f(x) = \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

x は引数となる特徴量、 σ は2と設定した。1本目、2本目、3本目の傾きに重みを掛け合わせ、その重み付き傾きの平均値を計算する。傾きの平均値を用いて、4本目の豆乳が消費し終わるまでの時間を予測する。1本目、2本目、3本目の重みはそれぞれ、0.135, 0.882, 0.607 となった。重み付きの傾きから、傾きの平均値を求めると0.118となり、現在の豆乳が消費し終わるまでの時間を予測すると、5157分、つまり、3日13時間57分となった。

7. まとめと今後の課題

本研究は購買パラメータの自動決定を目標とし、消耗品へのセンサ取り付けと、そのセンサログを用い

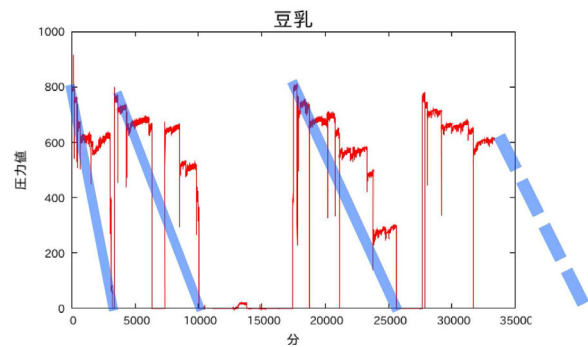


図8 豆乳の需要予測

Fig. 8 Demand forecasting of soy milk

た需要予測の提案を行った。そして、需要予測部分と購買パラメータの自動決定部分の実装を行った。さらに、消耗品のセンサログを実際に収集し、需要予測を行った。

今回、ログデータの収集には、圧力センサのみを用いた。3.1節で述べたように、センサログの取得には、消耗品に応じて適切なセンサを使用する必要がある。今後は、複数の種類のセンサを用いて、様々な消耗品の購買支援を行いたい、と考えている。

収集期間中、豆乳については需要予測を行うことができた。その一方で、小麦粉とコーヒー豆の需要予測を行うためには、さらに長期間のログを取得する必要がある。今後も継続して消耗品のログを取得し、これらの需要予測を行いたい、と考えている。

本研究は「大規模情報コンテンツ時代の高度ICT専門職業人育成」事業の支援を受け、筑波大学と楽天株式会社との教育研究一体型プロジェクトにより実施されたものである。

参考文献

- 1) 川成宗剛, 山原裕之, 原田史子, 島川博光: 嗜好ベクトルの近似によるサービス享受条件の自動設定, FIT2007, pp.275-276 (2007).
- 2) Shao-Shin Hung, Li-Hua Li, Rong-Wang Hsu, and Pei-Jung Tsai: The Personalized Recommendation with Bundling Strategy Based on Product Consuming Period, CIS'09, pp.461-469 (2009).
- 3) 楽天株式会社: 楽天市場. <http://www.rakuten.co.jp/> (参照 2010-12-20).