

ユーザモデルと状況を反映させた車載機への広告情報配信システムの構築 ～興味度推定と配信ルールの自動学習～

南 宏幸* 曾布川 靖** 伊東幸宏* 酒井三四郎*

*静岡大学大学院情報学研究科 **スズキ株式会社

近年、インターネットの普及による情報量の増加から、自分にとって最も必要な情報を探し出すことが困難になっている。そのため、最近ではこのような問題に対して様々な取り組みがされてきた。その中で本研究では、「パーソナライゼーション（個人化）」による情報配信に着目した。現在様々なパーソナライズ技術が実用化されているが、それらには、柔軟な要求を汲み取れずユーザの負担が大きいなど、まだ様々な問題がある。そこで本研究では、配信ルールを柔軟な要求に合わせ自動的に学習でき、配信情報に対するユーザの興味の度合いを推定する情報配信システムを構築した。本システムは、ユーザにとって負担が少なく、要求に対して柔軟な情報配信を目指している。本稿では、本システムの紹介と興味度推定や配信ルールの自動学習の手法とそれらの評価実験について説明する。実験では、本システムの学習型ルールでの配信と先行システムの手入により作り込んだ固定ルールでの配信とを比較した。その結果、本システムは先行システムと同等以上の配信が可能であることが示された。

Construction of Advertising Information Delivery System to In-vehicle Equipments based on User Model and Situation —Estimation of Interest-level and Machine learning of Delivery-rules— Hiroyuki Minami,* Yasushi Sobukawa,** Yukihiro Itoh* and Sanshiro Sakai*

*Graduate School of Informatics, Shizuoka University

**SUZUKI Motor Corporation

Recently, a lot of information can be available to every person by using internet. However, it becomes difficult to get really necessary information because of flood of information. Therefore, various studies have been done to solve such the problem. This research pays attention to Information Delivery by "Personalization". A variety of personalizing technologies have been put to practical use now. However, there are still various problems (the user's flexible demand cannot be considered, the user's load etc.). Then, we constructed Information Delivery System which learns delivery-rules automatically and estimates level of user's interest to delivery information. This system aims to consider the user's flexible demand and decrease the user's load. In this paper, we introduce our system and describe the way to estimate user's interest and learn delivery-rules. We also describe a result of experimental evaluation. We compare our system with a system which use fixed delivery-rules tuned up manually, and show that our system works better than the system using the fixed delivery-rules.

1. はじめに

近年、ユビキタスコンピューティングと呼ばれる新しい計算機環境に対する研究が注目を集めている。その中で、インターネットはパソコンに限らず、携帯、PDA、カーナビゲーション、ICタグ、各種センサなど様々な情報機器を繋ぐものとして利用されるようになってきた。そのため、インターネット上を流れる情報は必然的に増加し、我々は以前より様々な情報を瞬時に手に入れることができるようになった。これによって我々はより便利な情報環境を手に入れたかのように思われた。しかし現実には、このような環境は少なからず我々に混乱を与えている。情報量が膨大である故に、それは利用する我々人間の許容範囲を大きく超えてしまい、自分にとって最も必要な情報がどれで、それがどこにあるのか探し出すことが難しくなってしまったのである。そのため、今後はこの問題を解決し、豊富な情報を有効に活用することが最も重要な課題になると予想される。実際、最近では、効果的な情報サービスを実現するために情報をどう管理し、どのようにユーザに向けて送るかということに興味の中心が向いている。

このような課題に関しては、これまでも様々な取り組みがなされている。例えば、膨大な情報の中から各ユーザにとって有用な情報のみを抽出し提供するフィルタリング技術は

その1つである。情報を探索する範囲をあらかじめユーザに合うように限定することは、目的の情報に到達するまでの時間的、精神的コストを減らし、結果的に情報を閲覧する意欲を促す効果が期待される。一方で、インタフェースに着目した研究も多い。ユーザの要求を満たすためにはユーザとの対話も非常に重要になるが、そのためにはより正確にかつ迅速にユーザの意図を汲み取る技術が必要となる。

このような取り組みの中、本研究は情報の有効利用を実現する手段として、「パーソナライゼーション（個人化）」に着目する。これは、ユーザのこれまでの行動などを分析することによって、ユーザに合わせた情報サービスを提供していく技術である。相手の好みや習慣などといった背景情報は、人間同士のコミュニケーションにおいて非常に有用な情報となるが、これは人間とシステム間でのコミュニケーションにおいても同じと考えられる。ユーザの日頃の行動を自律的に観察し、徐々にユーザの情報要求に関する知識（ユーザモデル）を構築していくパーソナライゼーションはこれを実現するものと考えられる。最近では、検索エンジンや広告掲示、カーナビゲーションへの情報配信や Web ページのカスタマイズなど、実用化されている様々な情報サービスの中にもパーソナライズ技術が適用されるようになってきている[1][2][3][4]。

しかし、現状のパーソナライズ技術にはまだ様々な問題がある。例えば、希望する情報を配信させるための様々なカスタマイズをユーザ自身に行わせるものが多く、結果的にユーザに大きな負担をかけてしまうという問題が挙げられる。またこのようなシステムの多くは、指定できる条件がジャンルなどに限られているため、いつどういう時に何が欲しいのかという柔軟な要求を提示することが困難である。さらに、配信した情報に対する興味度合い（以後、興味度とする）をユーザ自身に直接求めたり、単発の操作のみから判断することで、ユーザの面倒によって正しい興味度を獲得できていなかったりするものもある[5][6][7]。

そのため、理想的な情報配信システムに必要なものは、ユーザが明示しなくても、柔軟な要求の変化を情報選択に反映できる配信ルールの自動学習と、ユーザの負担を最小限に抑えつつ、ある程度の精度で興味度を推定できる機構である。

本研究では、ユーザの閲覧履歴や状況の観測情報と、興味度推定の情報を元に学習したルールを用いて、配信情報を選択していく情報配信システムを構築している。本稿では、まず2章で実際に実装したシステムの概要を述べる。そして3章で興味度推定、4章でルールの自動生成について述べ、5章で実装した情報配信システムを使った評価実験について述べ、6章でまとめと今後の課題について述べる。

2. システムの概要

本章では、本研究で実装した情報配信システムの概要について述べる。本システムは、ユーザの閲覧履歴や状況や興味度推定結果から学習した配信ルールを用いて推論を行うルールベースシステムである。なお、本稿では、様々なセンサ情報が存在し、ユーザ周辺の状況を最も把握しやすいという理由から、車載機への情報配信をドメインとして選択した。また、ユーザの嗜好や状況による興味度の変化が様々な表れやすいと考えられる情報として広告情報に着目し、それらを配信するシステムとして実装した。

2.1. 全体構成

システムの全体構成とデータ管理部に関して説明する。システムの全体構成を図1に示す。本システムは、インタフェース部、興味度推定部、ルール生成部、広告選択部に大きく分かれている。

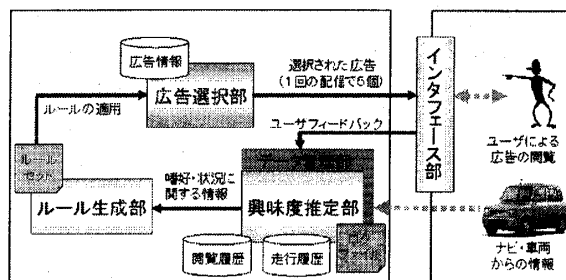


図1：システムの全体構成

2.1.1. データ管理部

データ管理部は、ユーザモデルや状況に関する情報を取得するのに必要となるユーザ自身や外部機器からの観測データを管理する役割を持つ。本研究でシステムが扱う観測データとしては、ユーザによる機器の操作履歴、GPSからの位置情報、車両に取り付けられているセンサからの各種データ（車

速、シートベルトの使用、ワイパーの使用、ドアの開閉など）がある。データ管理部は、定期的に端末へと送られる観測データを適当な形で加工して蓄積する。本研究のシステムでは、観測データを走行履歴、閲覧履歴、状況の3種類に加工し蓄積している。なお、本研究のユーザモデルとは、あらかじめユーザによって登録される個人情報（名前・年齢・誕生日・性別・職業・自宅住所・勤務先住所）と走行履歴や閲覧履歴から抽出できる嗜好情報から構成される。以下で、それぞれの概要、参照するデータ、データの加工方法について述べる。

■ 走行履歴

走行履歴は、ユーザがこれまでに立ち寄ったことのある施設に関する情報である。これによって、ユーザが利用する施設の種類や行動パターンを求めることができる。

走行履歴はユーザが目的地に到着するたびに、＜出発時刻、出発位置（緯度・経度、施設名、施設ジャンル名）、到着時刻、到着地（緯度・経度、施設名、施設ジャンル名）、推定目的地（緯度・経度、施設名、施設ジャンル名）、同乗者の有無、天気＞のデータを1組にしてデータベースへ蓄積する。そしてこのデータを用いて、表1のようにジャンルごとや施設ごとに立ち寄り頻度を求める。なお、推定目的地に関しては、現在ルートと過去の走行ルートとのマッチングを行い、目的地やこの先の移動ルートなどを推定する手法[8]を利用している。

表1：走行履歴の情報

- ・ジャンル別立ち寄り頻度
- ・施設別立ち寄り頻度
- ・過去1ヵ月間における施設別の立ち寄り頻度
- ・ある施設とある施設を同じ日に立ち寄る頻度
- ・あるルートを通って各施設に立ち寄る頻度
- ・各時間帯における施設の立ち寄り頻度
- ・各曜日における施設の立ち寄り頻度
- ・各季節における施設の立ち寄り頻度
- ・同乗者の有無それぞれの施設立ち寄り頻度
- ・天気ごとの施設立ち寄り頻度

■ 閲覧履歴

閲覧履歴は、ユーザが配信広告に対して行った操作、すなわちフィードバックを表すものである。これによって、ユーザが好む広告の傾向を掴むことができる。

閲覧履歴は、ユーザが配信広告に対して何らかの操作をするたびに＜操作時刻、広告主情報（施設名、施設ジャンル名）、操作（閲覧、消去、保存、案内、無視、それらの組み合わせ）、興味度、同乗者の有無、天気＞のデータを1組にしてデータベースへ蓄積する。本システムでは、配信広告に対してユーザが行った操作と操作時の状況に応じて、後述する興味度推定部によって、興味度を表わす適当なスコアを与えるようにしている。また、表2のように、ジャンルごとや広告主の店舗ごとにそのスコアの平均値を求めている。

表2：閲覧履歴の情報

- ・ジャンルごとの平均スコア
- ・施設ごとの平均スコア
- ・各時間帯におけるジャンルごとの平均スコア
- ・各曜日におけるジャンルごとの平均スコア
- ・各季節におけるジャンルごとの平均スコア
- ・同乗者がいる場合といない場合それぞれにおけるジャンルごとの平均スコア
- ・各天気におけるジャンルごとの平均スコア

■ 状況

状況は、GPSや車両センサなどの観測データから得られるユーザの周辺情報である。本システムでは、時間、位置、同乗者、天気、走行状態、ルート、ルートから推定される目的地などが状況を表す要素として利用されている。これらと関連する観測データおよびその取得元を表3に示す。

表3：状況の概要

状況	関連する観測データ	取得元
時間	現在時刻	車載機の時計
位置	緯度・経度、 その地点の施設情報	GPS、店舗DB
同乗者	シートベルトの使用状態	車両センサ
天気	ワイパーの使用状態	車両センサ
走行状態	車速	車両センサ
ルート	現在位置、 過去の位置情報	GPS、 走行履歴

2.2. インタフェース部

インタフェース部は、広告選択部が選択した広告の提示や、それを閲覧するための画面操作機能を提供する。本システムには、閲覧画面（目次・詳細）、保存画面（目次・詳細）、通常のナビ画面という5種類の画面モードが存在し、ユーザはこれらを自由に切り替えることができる。

■ 閲覧画面

システムが選択した広告が提示される画面である。システムは一定時間置きに広告選択を繰り返し、その度に最も適当だと推測される広告をここに追加していく。閲覧画面には、広告の見出しのみを提示した目次画面と、具体的な文章やイメージ写真などを載せた詳細画面が存在する。各広告の詳細画面へは、目次画面の各見出しから移る形になっている。そのため、ユーザは目次書かれている見出しを見た時点で、閲覧するか消去してしまうか決めることができる。なお、目次で提示される見出しには、店舗の名前や掲載商品のジャンルを入れるなど、内容を容易に推測しやすいものになるような配慮をしている。また、目次の各見出しには、状況に応じて表4のような印が付加される。これによって、状況など内容以外での判断も可能になっている。

表4：目次の各見出しに付加される印

印	内容
追加	配信されたばかりの広告
初配信	初めて配信された広告 (これまでの走行で1度も配信されたことのない広告)
現在地近く	現在地周辺(半径約1km)にある店舗の広告
目的地近く	目的地周辺(半径約1km)にある店舗の広告

広告を閲覧するための画面操作に関しては、ナビの画面に表示されているボタンをタッチすることで行う。ユーザはこの操作を利用して自由に広告を閲覧、保存、消去することができる。ここでの操作は、配信広告に対してユーザが行った

フィードバックとして扱われ、データ管理部が管理する閲覧履歴に登録される。この際に、各操作の流れや操作時の状況によって、ユーザがその広告にどの程度の興味を持ったのかを表わすスコアも算出し登録する。目次画面とボタンの説明を図2と表5に、詳細画面とボタンの説明を図3と表6にそれぞれ示す。興味度を表すスコアの算出に関する説明は3章で述べる。

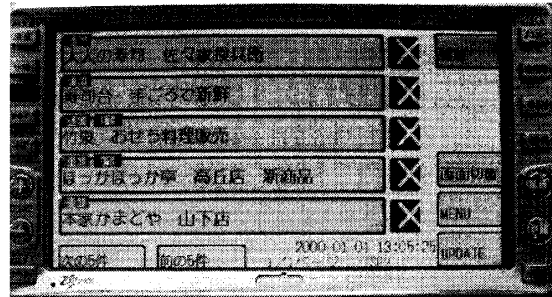


図2：目次画面

表5：目次画面のボタン

ボタン	動作	フィードバック
見出し	詳細画面へ移動	閲覧
x	消去	消去
到着	エンジン停止を促すメッセージ表示	-
画面切替	保存画面へ移動	-



図3：詳細画面

表6：詳細画面のボタン

ボタン	動作	フィードバック
戻る	目次画面へ切替	-
案内する	店舗を目的地に設定しナビ画面へ切替	案内
保存する	保存	保存
消す	消去して目次画面へ切替	消去

■ 保存画面

閲覧画面でユーザが保存した広告を再度閲覧することができる画面である。基本的に閲覧画面で提示されている広告は、その走行中のみ閲覧可能なものであるため、その後も閲覧したいものはここに保存させる必要がある。目次画面には、保存日時の新しいものから順に広告の見出しが並べられている。保存の目次画面と詳細画面は、閲覧画面のそれらとほぼ同じ構成となっている。

■ ナビ画面

通常のカーナビゲーション画面であり、操作も普通に行える。案内ボタンによる目的地設定時には強制的にこの画面に切り替わる。

2.3. 興味度推定部

興味度推定部では、ユーザが行った配信広告への操作のパターンと操作時の状況から、配信広告に対してユーザが持った興味度を推定する。詳細は3章にて述べる。

2.4. ルール生成部

ルール生成部では、興味度推定部で算出したスコアから配信条件を抽出しルールを生成する。詳細は4章にて述べる。

2.5. 広告選択部

広告選択部では、絞り込みとスコアリングの2段階を経て、広告情報の中から配信する広告を選択する。

まず絞り込みでは、ルール生成部が生成したルールセットを元に、各ルールの配信条件を検索条件にして広告情報に対して検索をかけ、それらの条件を1つでも満たす広告を配信候補として取得する。次にスコアリングでは、取得した広告群へ再度ルールを適用し、各広告にスコアを割り当てる。割り当てられるスコアは、各ルールの配信条件を満たすと与えられるスコア（＝各ルールの信頼度の値）の総和となる。そして、スコアリングの結果を元に、1度の配信につき5個の広告を選択する。

2.6. 全体の処理の流れ

全体の処理の流れは次のとおりである。走行が開始されると、広告選択部がルール生成部によって生成されたルールを広告情報へ適用し、その結果5個の広告を選択する。そして、選択した広告をインタフェース部に渡しユーザへ提示する。提示された広告に対するユーザの操作は、フィードバックとしてデータ管理部に送られ、ログファイルや閲覧履歴などの履歴データに追加される。走行中は、5分毎に5個の広告を絶えず配信するため、これらの処理が繰り返される。最後に、目的地に到着し走行が終了すると、目的地を含む1走行の情報がデータ管理部に渡され走行履歴に追加される。また、興味度推定部では、蓄積された履歴データを用いて、その走行中に配信された広告に対するユーザの興味度を推定し、配信広告に関する情報と推定した興味度を閲覧履歴に追加する。さらに、ルール生成部では、更新された閲覧履歴の情報をルールセットに反映させるため、閲覧履歴を元に配信ルールを学習してルールセットを更新する。以上が、ユーザが1走行した場合のシステムの動きである。

2.7. 先行システム

我々はこれまでに、興味度推定とルール生成部を備えず人手で作成した固定の配信ルールを用いて広告配信を行うシステムを試作し、評価実験を実施してきた。本システムはこの先行システムの拡張である。先行システムの全体構成を図4に示す。

構成や処理の流れは本システムと大きな違いはないが、先行システムでは、興味度推定部がなく、配信広告に対してユーザが行った操作に応じて、単純に適当なスコアを与えるようにしていた。具体的には、閲覧＝3、消去＝－3、保存＝4、案内＝5、無視＝0として、閲覧履歴に登録していた。そのため、本システムのように、操作のパターンや操作時の状況によってスコアを変化させることはない。また、先行シ

ステムでは、実車実験によって得られたフィードバックと状況を解析することで適切な配信条件を洗い出し、最適と思われる19個のルールを固定ルールセットとしてあらかじめ人手により作り込み、常にそれらを用いて広告選択を行っていた。このルールセットの有効性は実験的に確認されており、本稿で述べる興味度推定とルール生成により、これと同等以上の効果をあげることが目標となる。

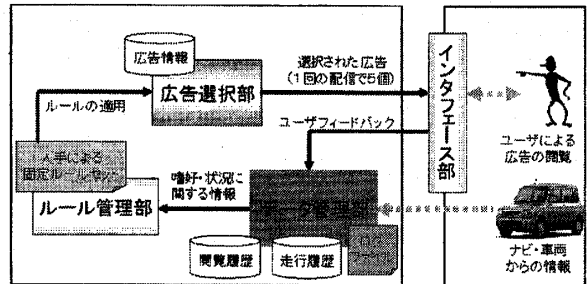


図4：先行システムの全体構成

3. 興味度推定部

本章では、興味度推定について説明する。本システムの興味度推定部では、ユーザが行った「操作パターン」と「操作時の状況」から興味度を推定する。

3.1. 操作パターン

操作には、「閲覧」「消去」「保存」「案内」があり、操作パターンとはそれらの流れのことである。操作パターンには、表7に示す10種類を用いる。これらのパターンは、過去の実車実験時の操作ログを解析し、その頻度から選出したものである。また、これらに対応するユーザの興味度は、操作1から操作10の順に高くなると考えられる。また、表7中の（閲覧）＋は、「閲覧」の1回以上の繰り返しを意味し、「無視」とは、操作が全く行われなかった時の操作パターンである。また、各広告への操作パターンは、1走行で1つ生成される操作ログから解析する。

表7：操作パターン群

操作1	消去	操作6	（閲覧）→保存→消去
操作2	無視	操作7	（閲覧）→保存
操作3	（閲覧）→消去	操作8	（閲覧）→案内→消去
操作4	閲覧	操作9	（閲覧）→案内
操作5	閲覧→（閲覧）＋	操作10	（閲覧）→保存→案内 （閲覧）→案内→保存

3.2. 操作時の状況

状況には、運転中のユーザを取り巻く状況のうち、興味度に影響を与えると考えられる「操作の順番」「時間的余裕」「広告の総数」「有効期限」「普段の興味」「到着地」の6つを用いている。これらは、興味度推定に用いる「操作時の状況」であり、表3で示した状況とは区別される。

まず、「操作の順番」とは、配信された5個の広告をどのような順番で操作したかを意味し、操作ログから操作時刻の早い順に「早い」「やや早い」「普通」「やや遅い」「遅い」という評価値を与える。次に、「時間的余裕」とは、ユーザが広告を閲覧できる停車中の時間の長さから、各広告の閲覧にどの程度時間を使うことができたのかを意味している。まず、走

行履歴をもとに1走行中の各停車時間を長さでソートし、長い順から「ある」「普通」「ない」の3群に分ける。次に、各広告を操作した時刻がどの群に入っているかを解析し「ある」「普通」「ない」の評価値を与える。次に、「広告の総数」とは、ある広告を閲覧した際、その時点で既に受信済みであった広告がいくつあったのかを意味し、25個以上で「多い」、11個以上24個以下で「普通」、10個以下で「少ない」という評価値を与える。次に、「有効期限」とは、ある広告が有効期限内であったか否かを意味して、広告情報から取得した有効期限内に走行開始時刻が入っていれば「有効」、入っていなければ「無効」という評価値を与える。次に、「普段の興味」とは、ユーザが普段から興味のあるジャンルであるかどうかを意味し、それまでに蓄積された閲覧履歴の情報から興味のあるジャンルとないジャンルをジャンルの平均スコアから判断し「ある」「ない」という評価値を与える。最後に、「到着地」とは、走行終了時に到着した場所が、その走行を含めた過去に配信された広告の店舗であるか否かを意味している。まず、走行履歴から到着地点の緯度経度情報を取得し、過去に配信され有効期限の切れていない広告のうち、その緯度経度と50mの誤差まで許し一致するものを検索する。一致した場合は、閲覧履歴のその広告のスコア(過去に興味度推定部によって算出されたもの)に加算スコアを足して更新する。加算スコアの詳細はスコアリングにて述べる。

3.3. スコアリング

スコアの決定にはスコア表を用いる。スコアとは、表3で示したデータで規定される状況下で配信した広告に対しユーザが抱いた興味の程度を表すものであり、スコア表には、操作パターンから決まる基準スコアと「到着地」を除く各操作時の状況の評価値(「操作の順番」=「早い」、「時間的余裕」=「ない」等)から決まる各増減スコアが記述されており、スコアは基準スコアと各増減スコアの総和によって求まる。増減スコアの値は、各評価値によって±0.1あるいは0としているが、「操作の順番」に関しては、過去の実験時のアンケートから興味に与える影響が大きいと考えられるため、±0.2としている。また、5つある各増減スコアのうち4つ以上+(+)に働いた場合、最終的なスコアが整数化した際に1段階上(下)の値を取るように設定されている。整数化を考慮するのは、ここでのスコアの整数化した値をルール生成時に使用するためである。表8にスコア算出の具体例を示す。

表8：スコア算出の具体例

操作パターン	基準スコア	操作時の状況					
		操作の順番	時間的余裕	広告の総数	有効期限	普段の興味	到着地
		早い	ない	多い	有効	ない	広告店舗
閲覧	1.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	2.0

表8の例では、増減スコアが4つ+に働いたため、最終的なスコアが1.5となり、整数化した際2となるようになっている。また、表8にもあるように、スコア表には「到着地」が広告店舗であった場合に閲覧履歴のスコアに加算する値(加算スコア)も記述されていて、その値は操作パターンによって決まり、加算されることで操作8以降の基準スコアに届くように設定されている。そのため、興味度推定が終了した時点の閲覧履歴には、その走行中に配信された広告の情報と興味度を表すスコアの他に、今後その広告の店舗に到着しスコアを更新する際に用いられる加算スコアも登録される。

4. ルール生成部

本章では、ルールの自動学習におけるルール生成について説明する。ルール生成部では、興味度推定部で算出したスコアから、ある状況下で配信した広告に対しユーザがどの程度の興味を持ったのかを解析することで有効な配信条件を抽出しルールを生成する。

4.1. 学習用テーブルの準備

閲覧履歴の興味度推定部が算出したスコアを整数値(−1から4)にしたものを評価値として取得し、広告情報や走行履歴からその広告の情報(ジャンル等)とその時点の状況(現在地、現在時刻等)を取得する。これらの処理を閲覧履歴全件に対して行い取得した結果から、以下のような学習用テーブルを作成する。評価値を配信した広告に対するユーザからの「フィードバック」と考え、広告の情報とフィードバックが発生した時点の状況を「配信条件」とすると、「ある配信条件のもとで配信された広告に対してはこのようなフィードバックが返ってくる」と解釈することができる。このような情報を整理したものが学習用テーブルである。

4.2. ランダム配信での期待値の算出

学習用テーブルからルールを生成するうえで、ある配信条件の寄与度を求めるために、比較対象としてランダム配信での期待値を求める必要がある。ランダム配信での期待値とは、配信条件を考慮せずランダムに配信した際のフィードバックの期待値である。そのため、学習用テーブルのフィードバックにのみ着目し、各フィードバック(−1から4)の出現確率とフィードバックを掛けて総和したものとなる。つまり、(確率P(フィードバック)×フィードバック)の総和である。ランダム配信でのフィードバックの期待値は、ある配信条件下のフィードバックの期待値と比較することで、その配信条件をルールとして採用するかどうかの判定基準となる。

4.3. ルールの生成

ランダム配信での期待値に対しある配信条件下での期待値は、学習用テーブルの配信条件とフィードバックに着目し、ある配信条件下での各フィードバックの出現確率とフィードバックをかけて総和したものとなる。つまり、(条件付き確率P(フィードバック|配信条件)×フィードバック)の総和によって求める。そして、ある配信条件下での期待値とランダム配信での期待値との差分から、その配信条件の信頼度を求める。信頼度とは、その配信条件がランダム配信時と比較してどの程度寄与するのかを表すため、その差分の絶対値が大きいほど信頼度は高くなる。こうして、学習用テーブル1件につきIF(配信条件) THEN [配信 OR 非配信] RELIANCE [信頼度]という形式のルールが1つ生成される。また、ルールの帰結部である配信/非配信の判定は、信頼度が正か負かによって決定する。ただし、この中には重複や信頼度が低く有効でないルールもあるため、生成されたルールの中から、経験的に算出したある値以上の信頼度を持つルールのみ重複なくルールセットに記述する。また、走行する度にこれらの処理が行われるため、ルールセットはその都度更新されていく。

5. 評価実験と考察

5.1. 実験目的

本実験の目的は、本研究における興味度推定とシステム全体の有効性を検証することである。そのため、興味度推定に関して

は、実際にユーザが持った興味度をどの程度推定できたのかを評価し、システム全体に関しては、2章7節で紹介した先行システムと本システムを比較して、どちらがより好ましい配信を行えたかを評価する。また、本システムが興味の推移を柔軟に汲み取れているかどうかという柔軟性の評価も行う。

5.2. 実験概要

<実験1>

本システムの有効性を検証するために実車による実験を行った。実験では、浜松市内の広告情報を配信するシステムを車載機に実装して、運転中にシステムから配信される広告に対する被験者の行動を閲覧履歴、運転中の車両の走行情報を走行履歴として収集した。また、評価用のデータとして、配信広告に対する運転中の被験者の評価を実車評価として収集した。実車評価では、操作した広告の場合、興味度に応じて1/2/3/4の4段階で評価させ、無視した広告の場合、興味があったか否かでYES/NOを選択させた。これらは、興味度推定の評価を行う際の正解データ（実際に被験者が持った興味度）である。さらに、全登録広告に対する机上による被験者の評価を机上評価として収集した。机上評価では、興味度に応じて1/2/3/4の4段階で評価させた。実験期間は、平成17年10月10日から平成18年1月16日までの約3ヶ月間であり、これを4期間に分割して、実験開始後からランダム配信期間、第1ルール配信期間、第2ルール配信期間、第3ルール配信期間という順に、広告選択に用いる配信ルールを学習により変えていった。そのため、ルールは、第1から第3に向けてより学習されたものになっている。被験者は、会社員3名、OL3名、主婦1名、学生1名の計8名である。

<実験2>

実験1終了後に、配信ジャンルに最も偏りのある1被験者のみ再び実車実験を行い、配信された広告に対して、同ジャンルには同操作で、「消去」と「閲覧→保存」のいずれかのみを行なうとき、1配信における各ジャンルの配信数を記録することで、興味の推移に対する柔軟性を調べる。

5.3. 評価と考察

<実験1>

5.3.1. 興味度推定部の評価

操作された広告は操作パターンと操作時の状況から興味度を推定するが、無視された広告は状況からのみ推定するため、それぞれを分けて評価する。

(1) 操作された広告

■ 方法

興味度推定部が算出したスコアを1/2/3/4に整数化したものと、実車評価で実際に被験者が下した評価値1/2/3/4とを比較して一致数(正解数)を数える。そして、操作された広告数に対する正解数を正解率として算出する。この時、不正解なものに関しても1/2/3段階不正解である数をそれぞれ数え比率を算出する。n段階不正解とは、推定結果と実車評価のずれがnである場合を表わしていて、例えば、推定結果が1に対して実車評価が3であれば2段階不正解となる。

■ 結果

結果は図5のようであった。また、正解率の平均値74.0%、最高値97.1%、最低値43.8%であった。

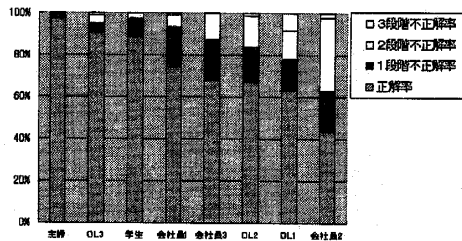


図5：興味度推定評価結果（操作された広告）

■ 考察

完全一致のみを正解とすると、平均正解率は7割以上であるが、被験者によっては5割を割ってしまっている。しかし、実用上は「確実に興味を示す広告のみを配信することよりも「確実に興味のない広告を配信しない」ことの方が重要である。これは、前者の方針をとると配信される広告のジャンルが偏ってしまい、ユーザに飽きられてしまう恐れが強いためである。よって、ここでは1段階の違いは誤差の範囲内と考えると正解率を求めると(つまり、完全一致と1段階不正解を正解とみなすと)、正解率の平均値87.2%、最高値99.2%、最低値63.0%となり、十分に有効な手法であるということがいえる。

(2) 無視された広告

■ 方法

無視された広告に対して興味度推定部が算出するスコア(0.2~0.6)の中央値である0.4をYESとNOの閾値とする。そして、実車評価がYESであった広告の場合、興味度推定部の算出したスコアが0.4以上である数が、無視されYESの評価を受けた広告数に占める割合を正解率とする。また、実車評価がNOであった広告の場合、興味度推定部の算出したスコアが0.3以下である数が、無視されNOの評価を受けた広告数に占める割合を正解率とする。

■ 結果

結果は図6のようであった。YESの結果は、正解率の平均値74.8%、最高値95.9%、最低値61.0%であり、NOの結果は、平均値27.1%、最高値43.9%、最低値2.8%であった。

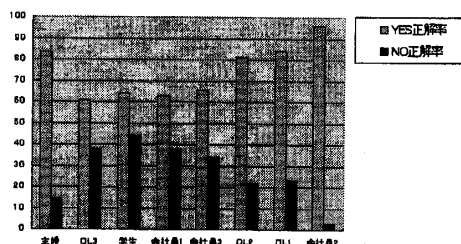


図6：興味度推定評価結果（無視された広告）

■ 考察

「無視」は、操作パターンがないということなので、興味度推定において手がかりとなる情報は状況のみである。そのため、操作がされた場合に比べ、その分精度は下がってしまっている。つまり、たとえ「無視」であっても、操作時の状況のみからではなく、推定するうえで他に手がかりとなる情報を探し出す必要があり、本システムの現段階ではこの結果が限界であるといえる。そのため、今後は、無視に対する推定を強化する手法を検討することが課題である。

5.3.2. 全体の評価

■ 方法

評価は、以下に述べる配信率と閲覧率の増減パターンの関係に基づいて行う。ある期間における机上評価1/2/3/4の広告の配信率と閲覧率の増減関係には、表9に示す4パターンがある。ここでの配信率とは、ある期間に配信された広告の総数に対するその期間に配信された机上評価1/2/3/4それぞれの広告数の割合である。また、閲覧率とは、ある期間に閲覧された広告の総数に対するその期間に閲覧された机上評価1/2/3/4それぞれの広告数の割合である。

表9：配信率と閲覧率の増減関係パターン

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
配信率	→	→	→	→
閲覧率	→	→	→	→

この時、机上評価1/2/3/4それぞれの広告について、表9に示した4つの増減関係パターンがどの程度好ましい変化であるかによって、表10に示すような◎○×評価を与える。この時の好ましさの判断、つまり◎○×を与える根拠については以下に述べる。

・ 最も好ましい変化(◎)

机上評価3や4の広告については、被験者が机上によって興味があると評価した広告であるといえるため、配信率が増えかつ閲覧率も増えているパターン1の場合に最も好ましい状況であり◎を与える。また、机上評価1や2の広告についてはその逆であるため、配信率が減りかつ閲覧率も減っているパターン2の場合に◎を与える。

・ やや好ましい変化(○)

机上評価3や4の広告はパターン2の場合に、机上評価1や2の広告はパターン1の場合に○を与える。なぜなら、例えば、机上評価3や4の広告の場合、ユーザが実際の乗車時にも同じように関心を保っていたとすると配信率が下がっても逆に閲覧率は上がるはずである。配信率が下がるとそれに伴って閲覧率も下がるということは、机上で3や4と評価した広告でも、実際の乗車時にはあまり興味がなかったということを表わしており、それらの配信率が減っているということは、その興味の変化がシステムに反映された結果だといえるからである。また、机上評価1や2の広告の場合でも同様に、机上では1や2と評価したが、実際の乗車時にはそれらの広告に興味を持ち、たくさん閲覧している閲覧率が上がり、その興味の変化がシステムに反映された結果、机上では1や2と評価した広告の配信率が上がったといえるのである。つまり、机上評価3や4でのパターン2、机上評価1や2でのパターン1は、被験者の興味の変化をシステムが汲み取っていることを表わしているため、やや好ましい変化として○を与える。

・ 好ましくない変化(×)

配信率と閲覧率の増減関係が逆転しているパターン3やパターン4の場合には、机上評価1/2/3/4のいずれかに関わらず、興味の変化がシステムに反映されていない状況を表わしているといえるため、好ましくない変化として×を与える。

表10：机上評価と増減関係パターンに対する◎○×評価

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
机上評価4	◎	○	×	×
机上評価3	◎	○	×	×
机上評価2	○	◎	×	×
机上評価1	○	◎	×	×

◎○×評価の具体的な説明のため、被験者OL1の評価結果を掲載する。OL1の配信率と閲覧率がそれぞれ表11と表12に示すようであったため、これらを◎○×評価した結果表13に示すようになった。

表11：配信率

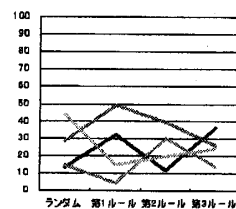


表12：閲覧率

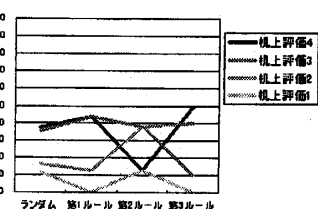


表13：◎○×評価結果

	机上評価											
	1			2			3			4		
期間	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3
◎○×評価結果	◎	○	×	◎	○	×	◎	○	◎	◎	○	◎

表13中の「ラ-1」とは、ランダム配信期間から第1ルール配信期間という意味である。また、配信率と閲覧率のいずれかが増減がなく横ばいであった場合は、◎○×評価が不可能なため「？」を与える。

全8被験者については、このような◎○×評価を用いてそれぞれ評価する。全体評価としては、全8被験者の◎○×評価を平均化したものとする。具体的には、全8被験者の評価結果を元に◎=3、○=2、×=1としてスコアを与え、各期間における平均点を整数化して、その値に最も近い◎○×を与えるという方法を取る。ただし、「？」に関しては、◎○×評価においては不明データのため、スコアも与えないが平均値を求める際の分母にも入れない。また、過去の実験も同様に◎○×で全体評価を行い、それらを点数化して合計点を求め、本システムの全体評価の合計点と比較することで先行システムとの比較評価とする。

■ 結果

全体の評価結果と先行システムとの比較評価結果をそれぞれ表14と表15に示す。

表14：全体の評価結果

	机上評価											
	1			2			3			4		
被験者・期間	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3
全体	◎	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
会社員1	?	○	◎	×	◎	×	◎	○	◎	×	×	×
会社員2	◎	○	○	◎	◎	○	◎	○	◎	○	○	◎
OL1	◎	○	×	◎	○	×	◎	○	◎	◎	○	◎
会社員3	◎	×	◎	○	×	◎	◎	×	◎	○	?	?
OL2	◎	×	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	×	◎	◎
主婦	?	?	?	○	◎	◎	◎	×	?	?	◎	×
学生	◎	?	?	○	◎	×	◎	◎	○	○	○	?
OL3	◎	?	?	○	◎	◎	◎	◎	○	×	○	?

表 15 : 先行システムとの比較評価結果

	机上評価												スコア
	1			2			3			4			
システム\期間	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	ラ-1	1-2	2-3	スコア
過去のシステム	◎	×	◎	○	○	○	×	○	○	◎	○	◎	
本システム	◎	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	○	○	
													26
													27

■ 考察

(全体評価)

机上評価1の広告に対して「？」が多くあるのは、もともと被験者にとって興味の少ない広告であるため、これらの広告自体が配信されにくいものであり、配信数がゼロに近い、あるいは配信されたが閲覧数がゼロとなり、結果的に各期間で横ばいとなったからであると考えられる。また、机上評価4の広告の第2ルール配信期間から第3ルール配信期間にかけて表れている「？」については、被験者が机上評価を4とした広告自体が少なかったこと、実験自体に飽きてしまった被験者が閲覧行動を行わなくなったことが原因であると考えられる。また、各被験者をみると、会社員1を除いては、×の数に比べて◎が2個以上多くなっているため、理想的な期間とそうでない期間はあるが、全体としては好ましい方向に変化しているといえる。また、後半の期間での×は、ルールの学習段階が進むにつれてルールが厳しくなり過ぎてしまい、本当に興味のある広告以外は配信しないという過度な絞込みが起きたためであると考えられる。そのため、会社員1だけでなく全ての被験者で、配信される広告に飽きたために閲覧行動を行わなくなるという現象が起き、配信率に対して閲覧率が下がった期間が×となっている。

(比較評価)

人手で作成された19個のルールを用いて配信を行っていた先行システムでは、◎が4個、○が6個、×が2個でありスコアは26であった。また、興味度推定部を備え自動学習されたルールセットを用いて配信を行う本システムでは、◎が3個、○が9個で×はなくスコアは27であった。したがって、本システムが自動学習により生成したルールは、実験を重ね適切な配信条件を洗い出し作り込まれた19個の固定ルールと比べ、同等以上の配信を行うことができたといえる。

<実験2>

■ 方法

本システムが、興味の推移を柔軟に汲み取れるかどうかの実験については、配信ジャンルに最も偏りのあった被験者である会社員1に着目し、興味が無いことを表わす「消去」を行った広告のジャンルが次の配信時に減り、興味があることを表わす「閲覧→保存」を行った広告のジャンルが増えているかどうかを観察することで柔軟性の評価とする。

■ 結果

柔軟性の評価結果を表16に示す。表の数値は5個の配信広告のうち、各ジャンルの広告であった個数である。括弧内の+は、そのジャンルの広告に対して「閲覧→保存」を、-は「消去」を行ったことを表わしている。また、5つのジャンルは、実験1終了時点の会社員1に対して配信されやすい順に左から並んでいる。また、1回の配信において最高でも3ジャンルしか表れていないのは、会社員1の配信ルールに圧倒的なジャンルの偏りがあったこと、柔軟性の実験結果を顕著に表わすために、通常設けている1配信で同ジャンルの広告は2個までという制限をはずしているためである。そのため、同ジャンルであっても配信ルールが純粋に選出した数だけ制限なく配信されている。

表 16 : 柔軟性の評価結果

配信番号\ジャンル	パチンコ	デパート	おもちゃ	スポーツ	ラーメン
1回目	4(-)	1(+)	0	0	0
2回目	1(-)	4(-)	0	0	0
3回目	0	1(-)	4(+)	0	0
4回目	0	0	5(-)	0	0
5回目	1(+)	0	1(-)	3(-)	0
6回目	4(-)	1(-)	0	0	0
7回目	0	1(-)	0	0	4(+)
8回目	0	0	0	0	5

■ 考察

何回目の配信においても、前回の配信時に「消去」を行ったジャンルは次の配信時に減っていて、「閲覧→保存」を行ったジャンルは増えている。したがって、本システムは興味の推移を柔軟に汲み取れることができておりといえる。また、4回目の配信時におもちゃに対して「消去」を行った結果、5回目にパチンコが1個配信されているのは、会社員1に対して、他のジャンルに比べパチンコとデパートが圧倒的に配信されやすくなっていたためである。そのため、5回目でおもちゃとスポーツに対して「消去」を行いパチンコに対して「閲覧→保存」を行うと、6回目では再びパチンコとデパートが配信されている。そして、6、7回目にかけてパチンコとデパートに対してさらに「消去」を行うと、8回目の時点でようやくパチンコとデパートよりもラーメンが最も配信されやすいジャンルとなったのである。

6. まとめ

本研究では、ユーザの負担が少なく興味の変化や要求に対して柔軟である情報配信システムを目指している。そして、実験により、ユーザの負担なしに興味度を推定する機構や配信ルールを自動的に学習する機構が情報配信システムにおいて有効であることが示された。しかし、配信した広告が無視された場合はほとんど推定が不可能である点や、自動学習であるが故にルールが厳しくなり過ぎてしまい、広告の過度な絞込みが起きてしまう点などまだ課題は多い。今後は、無視に対する推定精度向上や無視自体の回数を減らす対策と広告の絞込みに関して広告選択部あるいはルール生成部の改良が必要であると考えている。

参考文献

- [1]Amazon.com : <http://www.amazon.com/>
- [2]トヨタ自動車株式会社 : G-BOOK,<http://g-book.com/>
- [3]日産自動車株式会社 : CARWINGS,
<http://www.nissan-carwings.com/>
- [4]Google : Personalized Web Search,
<http://labs.google.com/personalized/>
- [5]福島俊一: モバイルユーザ向け情報選別配信技術, 情報処理学会研究報告「ITS」, Vol.2002, No.048,
<http://www.sw.nec.co.jp/netsoft/tpocast/> (2002)
- [6]林智天: コンテキスト適応型コンテンツ配信サービス CoCo の実装, 電子情報通信学会, 通信ソサイエティ(2004)
- [7]土方嘉徳: 情報推薦・情報フィルタリングのためのユーザプロファイリング技術, 人口知能学会論文誌, 19 巻, 3 号 a(2004)
- [8]小林誠, 嶋恵子, 小針里美, 曾布川靖, 酒井三四郎, 伊東幸宏: 車載端末に対する到着地推定を用いた情報選別配信システム, 情報処理学会研究報告「グループウェアとネットワークサービス」, Vol.2004, No.031 (2004)