

機械学習を用いた主導権混合型 Web システム

The Mixed-Initiative Web System Using Machine Learning

井上 紗都美^{*1} 松井 藤五郎^{*2} 大和田 勇人^{*2}
 Satomi Inoue Tohgorou Matsui Hayato Ohwada

^{*1}東京理科大学 大学院 理工学研究科 経営工学専攻

Department of Industrial Administration, Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science

^{*2}東京理科大学 理工学部 経営工学科

Department of Industrial Administration, Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

The user interfaces of web systems become complication, because they have many functions. Therewith, because the system has the functions which user uses in usual day and has the special functions which user doesn't use at all, it is necessary to customize appropriately the interface which a user needs.

For this problem, this study build a mixed-initiative system which learned user's access log and could propose the optimal page changes for each user, and showed the effectiveness.

1. はじめに

近年のインターネットの普及に伴い、Web システムを利用する企業も年々増加してきている。

Web システムとは、サーバー上で動作し、インターネットを通じて双方向通信を行うシステムで、すべての処理がサーバー上で行われるため、クライアント側に特別にアプリケーションをインストールする必要がなく、システムの変更も容易に行える。

そして、IT 技術の進歩により Web システムは多機能化してきており、そのようなシステムは個々の用途に応じて使用されるが、それ以外の特殊な機能をも含んでいる。一般的なユーザーに対して、このように特殊な機能による複雑さは混乱とストレスを与え、作業効率の低下を引き起こす。システム的设计では、ユーザー制御とシステム制御が均衡することで、最適なシステムの提案を行える [1]。そこで、ユーザー自身でシステムをカスタマイズでき、自動的にカスタマイズを行えるような主導権混合型のシステムが必要である。これにより、ユーザーごとに固有のシステムを構築することが可能となり、また、ユーザーはシステムのカスタマイズを効果的に行うことができる。

そこで、本研究では以下の条件を満たす Web システムを構築する。

1. ユーザーの操作履歴から頻繁に使用されているシステムを学習する。
2. 学習されたルールから、主導権混合型手法を用いてインターフェースを提案する。

2. 主導権混合型システム

インターフェースとは、二つのものの間に立って、仲介する役割をもつものである。これは、コンピュータシステムの操作感という意味で使われるため、操作ボタンの配置などの画面設計を含むことが多いが、本研究では機能の種類という面から

ユーザーインターフェースを考えていくので、本論文中で使用される「インターフェース」とは、機能のレイアウトについては考えない。

主導権混合型システム (mixed-initiative system) とは、ユーザーの動作に対してダイアログにシステムの提案を行うことで、ユーザーの使用状況に応じて、最適、またはそれ以上の提案を行うことができるシステムである。システムを主導権混合型にすることによって、ユーザーが機能をカスタマイズすることに対する支援が可能となる。

この手法は音声認識の対話誘導の技術で頻繁に使用され、主に、システム主導型、ユーザー主導型、主導権混合型がある。それぞれの特徴は、

- システム主導型
ユーザーの行動を予測し、システムが次の行動に導く。動作をシステムが管理しているため予測しやすい。しかし、ユーザーの自由度が少なく、無駄も多い。
- ユーザー主導型
ユーザーが自由に行動できるが、その分、どのようにすればいいのか混乱を招く危険性もある。また、システムが動作を予測しにくいいため、誤認識しやすい。
- 主導権混合型
システム主導型とユーザー主導型を組み合わせ、ユーザーは自由に行動をしながら、適切なタイミングでシステムが動作を誘導・提案する手法。

となっている。主導権混合型システムにすることによって、ユーザー主導型とシステム主導型の長所を得ることができ、ユーザーのストレスの少ないシステムを構築することができる。

システム提案のタイミングに関しては使用頻度によって、ある値を超えた場合に提案を行う手法 [1] や、ユーザーの熟練度に応じて、システム主導からユーザー主導に切り替える手法 [2] などあるが、本システムではベイズの定理により算出されたユーザーの傾向を基に、遷移確率が、ある値以上の場合のページ遷移に対して、提案を行う。そして、それ以外の場合は、ユーザーは任意にシステムを変更できるとする。

連絡先: 井上 紗都美, 東京理科大学大学院 理工学研究科 経営工学専攻, 千葉県 野田市 山崎 2641, j7408605@ed.noda.tus.ac.jp

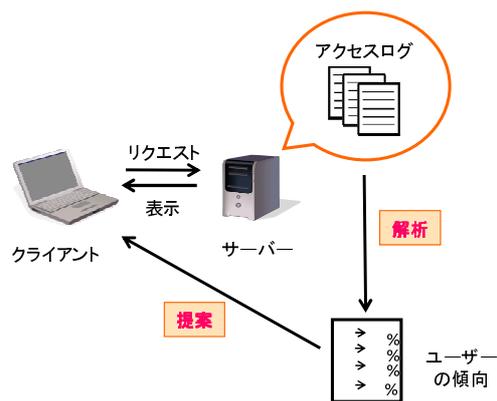


図 1: システムの構成図

Web システムではシステム主導型やユーザー主導型の方法は頻繁に使用されているが、主導権混合型の手法はあまり使用されていない。そこで、大量のページ情報を持つ Web システムのページ遷移について、主導権混合型に遷移先の提案を行うシステムを構築する。

3. 提案手法

本システムではユーザーの動向を調べるため、アクセスログを解析し、その結果を基に、ページ遷移の頻度から、最適なシステムの提案を行う。まず、サーバーはクライアントがリクエストしてきたページのログをアクセスログとして保存する。そして、そのアクセスログを解析し、クライアントの傾向を学習する。学習してできた結果から、クライアントの次の行動を予測し、ページ遷移の提案を行う。ユーザーのページ遷移の傾向を学習する際、ベイズの定理を用いて学習を行う。

3.1 システム構成図

図 1 は本システムの構成図を表している。本システムは機械学習によるアクセスログの「解析」と、主導権混合型システムによるシステムの「提案」から成る。

3.2 アクセスログからのログ解析

アクセスログとは Web サーバーの動作を記録したもので、Web ブラウザがサーバーにリクエストし、サーバーがそれに応えるたびにその結果が記録される。

アクセスログの解析方法には、Web サーバーのログを解析し、HTML 形式で書き出してくれる Analog[3] というソフトウェアなどのように、表やグラフを用いて視覚的に分かりやすい表示をするツールなどがある。しかし、これらのツールは、どのページから遷移してきたかの情報を得ることは可能だが、全体の割合という面でグラフを作成しているため、本研究のように Web システム内でのユーザーの遷移を把握しにくい。

そこで、本研究では、ベイズの定理を使用して、アクセスログからユーザーのページ遷移の動向を調べる。

3.3 機械学習とベイズの定理

溝口ら [4] は学習について「学習とは、人間や問題解決システムなどのエージェント (agent) が、環境とのやりとりを通じて、将来の問題解決に備えて何らかの意味で自己の能力を向上させる行為全般をいう」と定義し、この学習の主体つまりエージェントが機械であるとき、その学習を機械学習と呼ぶとして

$$S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow S_4 \rightarrow \dots \rightarrow S_n$$

図 2: 従来のページ遷移

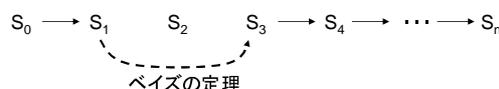


図 3: 機械学習を行ったページ遷移

いる。また、計算機プログラム化されたあらゆる推論が単なるデータ検索の蓄積であっても、その結果が将来の問題解決の際に活かされ得るのであれば、すべて機械学習であるとしている。

3.3.1 ベイズの定理

ベイズの定理とは、既知の事実から未来を予測する古典的確率論の一つで、ある事象が起こったとき、それに先行する事象の確率を評価することが可能である。このベイズの定理をシステムに使用すると、図 2, 3 のように従来のシステムでのページ遷移と遷移先が異なる。ただし、 S_i は i 番目のページを表している。

A を現在表示しているページ、 B を遷移後のページとすると、ベイズの定理は等式 (1) で与えられる。

$$P(B | A) = \frac{P(A | B)P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

ここで $P(B | A)$ は、直前のページが A であるときに、ページ B へ遷移する事後確率を表す。

3.3.2 アクセスログの学習

アクセスログを基に、機械学習を行う。学習には、ベイズの定理を用いる。そして、各ページ遷移について、あるページから他のページへ遷移する割合を求める。このとき、事象は現在のページを表し、事前確率は referer 情報のページを表している。この結果から、システムの提案を行っていく。

本研究では、ベイズの結果から高確率で遷移しているページについて遷移の提案を行う。

3.4 主導権混合型のシステム提案

本研究における主導権混合型システムとは、システムが任意のタイミングでページ遷移の提案を行うシステム主導型の提案と、ユーザーが自分の意思でページ遷移を操作するユーザー主導型の提案を可能にすることである。

クライアントが Web システムを使用する際、サーバー側のシステムは、ベイズの結果の中から、ユーザーが現在表示しているページの遷移先についてのルールを検索する。現在表示しているページからの遷移で、高確率で遷移しているページがあれば、そのページに遷移するかユーザーに問い合わせる。1度システムから提案があって、その提案されたページに遷移した場合、それ以降は自動でその遷移を行う。

また、ユーザーはシステムからの提案がなくても遷移先を指定できる。1度システムから提案されて行った遷移についても変更可能である。

4. 実装

本研究の目的と提案手法に従ってシステムを実装する。システム構築の際、既存の POS システムを使用する。このシ

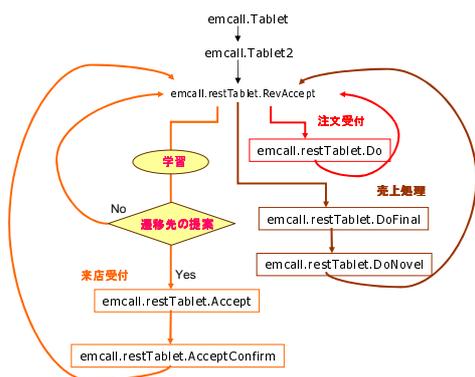


図 4: 本システムの遷移図の例



図 5: システムによるページ遷移の提案画面

システムは、飲食店における顧客の来店受付、注文受付、売上処理を主に行い、データベースで管理を行っている。来店受付、注文受付、売上処理のいずれも受付一覧画面である emcall.restTablet.RevAccept を中心として遷移している。そこで、受付一覧画面である (RevAccept) に学習・提案を行うプログラムを組み込むと図 4 のような遷移を行う。

5. 動作検証

本研究で構築したシステムの動作検証を行い、実行結果を示す。実行環境にはブラウザがインストールされていればプログラムは実行できる。しかし、Internet Explorer 以外のブラウザでは css ファイルがうまく読み込めないなどの不具合があり、安定性が欠けるため Internet Explorer を使用した。

アクセスログ中の 316 個のページ遷移情報について、ベイズの定理を用いて機械学習を行った結果、45 種類のページ遷移について計算が行われた。このうち、受付一覧画面である RevAccept からの遷移先は 8 種類得られた。この学習結果から、主導権混合型システムは、受付一覧画面である RevAccept から、Accept への遷移を提案する。システムを受付一覧画面に組み込んだときの実行画面を例にして動作検証を行う。

トップページからログインし、予約サービスを選択すると受付一覧画面に遷移し頻繁に遷移するページの提案がダイアログボックスによって行われる (図 5)。

ユーザーが、自身でページ遷移の変更を行う場合は設定ページから、現在登録されているページ遷移の削除、また、ユーザーが頻繁に遷移を行うページの追加を行うことができる。

6. 関連研究

Web システムのユーザー支援はこれまで、様々な方法が研究されてきた。Bunt[1] は機能の使用頻度に応じてシステムがインターフェースの提案を行うシステム主導と、ユーザーが自由に機能を追加・削除できるユーザー主導を組み合わせ、ソフトウェアアプリケーションの機能のカスタム化を主導権混合型システムで提案する研究を行った。

また、主導権混合型システムは、システムとユーザーの対話を必要とする音声認識の分野で頻繁に使用されていて、山肩[2] は混合主導型システムとして、韻律の特長による誤認識検出を用いることにより、ユーザーの熟練度に応じて主導権をシステムからユーザーに変化させる主導権混合型システムを提案している。

Web システムにおける主導権混合型システムは音声対話のように、主導権を変化させることでシステムからの提案を受けられても自分でインターフェースを選択できないことでストレスを感じてしまう。そこで、システム主導とユーザー主導を同時に組み合わせることで最適なインターフェースがカスタムできる。

7. おわりに

本論文は、主導権混合型システムで最適なシステムを提案する手法を提案した。過去のアクセスログ中の 316 個のページ遷移情報について、ベイズの定理を用いて機械学習を行った結果、45 種類のページ遷移について計算が行われた。その結果を基に、ユーザーに固有のシステム提案を行った。

Web システムのインターフェースにおいて、ユーザーのアクセスログから機械学習を行い、各ユーザーに最適なシステムを提案した。本提案により、ユーザーが独自に機能をカスタマイズするだけでなく、ユーザー自身では気づきにくい最適なインターフェースの構築が可能となった。ユーザーの過去の履歴から学習を行うので、そのユーザーが、よく使用するページを遷移していくことが可能となり、頻繁に遷移するページ間では作業時間が短縮でき、操作効率が上がると考えられる。以上の点で、ユーザーの操作履歴から学習を行い主導権混合型システムでインターフェースを提案する手法は有効である。

しかし、今回構築したシステムは、ページ遷移の情報を前のページの情報である referer で取得しているため、HTML 文に制約がされてしまっていたり、すべてのページで同様のシステムを動作させようとする、既存のシステムの各プログラムに組み込んで動作させる必要があるという点で汎用的ではない。そこで、今後の展望としては、大規模 Web システムの各プログラムに組み込んだときの運用方法について考えていく必要がある。

Web システムが多機能化してきて、インターフェースが複雑化している中で、本研究では、ユーザーにとって使いやすいインターフェースの構築方法を提案し、実装することができた。

参考文献

- [1] Andrea Bunt, Cristina Conati, Joanna McGrenere: Supporting Interface Customization using a Mixed-Initiative Approach, In Proc of IUI (2007), pp.92-101.

- [2] 山肩洋子, 河原達也: 音声対話システムにおける訂正発話の韻律的特徴の分析, 人工知能学会資料, SIG.SLUD_A101.3 (2001), pp.5-12.
- [3] Linux で自宅サーバー
<http://www.miloweb.net/analog.html#1>
- [4] 溝口理一郎, 石田亨: 人工知能, オーム社 (2000)