

公共交通乗換案内サービスにおける利用者行動の解析システム

An Analysis Tool of Users' Activities on the Public Transit Assistant Service

見生 元気[†] 伊藤 昌毅[†] 川村 尚生[†] 菅原 一孔[†]

Genki Kenjo[†] Masaki Ito[†] Takao Kawamura[†] Kazunori Sugahara[†]

[†]鳥取大学 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

1 はじめに

近年、地方の公共交通機関の利用は過疎化やマイカーの普及の影響を受けて、減少の一途をたどっている。これに伴い採算のとれない路線の統廃合や本数の削減が行われることで、利便性が損なわれてしまい更なる利用者の減少を招くといった悪循環となっている。しかし、これらの交通機関は自動車の運転ができない学生や高齢者にとっては重要な移動手段である。そこで、我々は公共交通機関の利便性向上による利用促進を目的として、公共交通利用援助システム「バスネット」[1, 5, 6]を開発している。

バスネットは鳥取県内のバスや鉄道のデータを基に徒歩移動を考慮した乗換案内を行う経路探索機能やバス停間の時刻表を表示する時刻表検索機能を提供するWebアプリケーションであり、現在、鳥取県内のバス路線や鉄道路線を対象に運用されている。従来のバスネット開発では、利用者からのメール報告やアンケート調査から開発における問題の把握や新機能の評価などを行ってきた。しかし、アンケート調査の場合コストがかかり、メール報告では情報の精度がユーザに依存してしまう。また、アンケート調査やメール報告も十分な標本数そろえることが難しく、一部の利用者の偏った意見が集まることも考えられる。そこで、バスネットの利用者の行動を記録し、統計的な分析や時系列に沿った追跡を行うことで、分析した利用モデルや利用者の直面した問題の情報を開発に活用することを提案する。バスネットにおける利用者を対象に行動情報を収集・解析することで、バスネット自体の改良への活用に加え、バス事業者にとって有用な情報やバスネットの利用者が興味を持つような情報の解析を目指している。例えば、バスネットの改良に活用できる情報として、ユーザのページ遷移数の傾向から、ユーザがバスネットにアクセスした目的を達成するまでにかかる手間を開発者の想定と比較するなどがある。本研究では、公共交通乗換案内サービスにおける利用者の行動解析システムを開発し、乗換案内システムのユーザビリティや機能の改善と路線バスサービスの改善に役立つ情報の分析を行う。

2 バスネット

近年、地方における路線バスや鉄道といった公共交通機関は過疎化の進行やマイカーの普及に伴い利用者数が減少しており、路線の統廃合や本数の削減と衰退している。例えば、鳥取県における路線バスの利用者

数は年々減少しており、平成19年には昭和41年のピークに比べて10分1のまで減少している。これにより、採算の取れない路線の統廃合や本数の削減が行われ利便性が低下し、更なる利用者の減少をもたらすといった悪循環を招いている。

路線バスや鉄道といった公共交通機関の衰退には利用者自身が時刻表や路線図から経路を導き出さなければならぬといった特有の不便さが理由の1つに挙げられる。特に狭い範囲に複数の路線が通っている場合など、最適な経路を導き出すことは難しくなる。これらの点を踏まえ、我々は公共交通の利用を促進するため、乗換案内システム「バスネット」を開発した。

バスネットは路線バスや鉄道を対象とした公共交通乗換案内Webアプリケーションの一つで、2006年から鳥取県内の公共交通機関を対象に運用されている。図1にバスネットのTOPページを示す。乗換案内Webアプリ



図 1: バスネット

ケーションとは任意の地点間の最適な移動経路を提供するサービスで、既存のサービスとしては「NAVITIME」[2]、「乗換案内 Yahoo!ロコ」[3]、「Google Transit」[4]などが存在する。鳥取県内のほとんどのバス路線や鉄道路線の運行ダイヤ、バス停だけでなく約1万件のランドマーク情報を保持しており、携帯電話やPCから任意のランドマーク間あるいはGPS座標によって最適な移動経路を探索できる。鉄道を中心とした乗換案内は全国的に多数存在しているが、事業者の経営規模が小さくバス停間を徒歩移動するなどの複雑な経路探索が必要となる路線バスでは、継続的にサービスを提供しているシステムは地方都市ではほとんど存在しない。バスネットはバス事業者などの協力を得ることで、有限責任事業組(LLP)を主体に運用している。サービス開始後も鳥取県庁や鳥取駅バスターミナルといった

多くの人が集まる5つの場所に大型のタッチスクリーンを備えた専用端末「インテリジェントバス停」の設置、県内のバス停に貼られた時刻表にバスネットへのQRコードリンクを掲載などサービスの利用を促進してきた。また、運行中のバスにGPS搭載スマートフォンを載せて、リアルタイムにバスの現在位置の確認、遅れ情報を反映した経路探索が可能なバスロケーションシステムを開発するなど機能向上も行なってきた。現在では、人口58万人の鳥取県において月21,000回の利用といった規模となり、鳥取県の公共交通を基盤とした重要なインフラとして機能している。

3 利用者行動解析システム

バスネットでは利用者の利用の実態をサービスの改善のためにフィードバックすることを目的とし、アンケート調査を行なっている。例えば、バスネットにアクセスしてみたが、使い方がわからず利用を諦めてしまうケースや経路を調べてみたが納得の行かず条件を細かく変えて再探索を繰り返すなど、様々なユーザビリティや機能面での不満があるはずである。それらの不満をアンケートやユーザからのメール報告で受け取っていたが、不満を持ったユーザ全員がメールで報告したり、アンケートに答えてくれるわけではないため限られたユーザの声しか拾い上げることができない。

そこで、バスネットの利用記録を詳細に記録・分析することで、利用の意図や状況といった利用モデルや利用者が直面した問題などを読み解き、これらの情報を新たな機能の追加やユーザインタフェースの改善といったバスネット開発に活用する。また、分析した利用モデルには何時、どこから、どこに行こうとしているかといった利用者の移動の予定の情報も含まれており、このような情報から分析した移動の意図や傾向の情報を路線バスサービスに生かす。そのために、利用者の行動情報を記録・解析する利用者行動解析システムの開発を行う。

3.1 行動情報の記録

Webアプリケーションにおける利用者の行動情報の収集・解析方法として、アクセス解析が挙げられる。アクセス解析はWebアプリケーションの利用者のサーバへのアクセスを記録・解析する手法で、アクセスの記録する方法としては主に、サーバで利用者からのアクセスをWebサーバプログラム上でログとして記録してゆくサーバログ型、Webページに貼り付けられたJavascriptの動作や特殊な画像データへのアクセスによってログサーバに情報を送るWebビーコン型、ネットワーク上を流れるパケットを解析することで、利用者からのアクセスをログサーバに記録してゆくパケットフィルタリング型の3種類が挙げられる。利用者からのアクセスの情報だけでなく、乗換案内サービスの処理情報や表示した経路の情報なども記録するため、サーバログ型でアクセスを記録する。

記録するアクセス情報として、乗換案内サービスの利用データと利用時の一連の行動の記録を行う。乗換

案内サービスの利用データとは経路探索や時刻表検索といった乗換案内サービスの利用において入力された検索条件と表示された経路や時刻表といった結果である。これらの情報は利用者がいつ、どこから、どこまで行こうとしていたかといった移動の予定に加え、それに対してどのバスや鉄道をどの区間で利用するのかといった提案された移動経路の情報であり、出発地や目的地、時間帯から移動の意図を分析することや表示された経路や時刻表から待ち時間や乗換回数といった利用者の満足度にかかわる情報の分析に利用される。

利用時の一連の行動情報とはセッションや利用者毎にまとめられた利用者のリンクのクリックやフォームの送信といった一つ一つの振る舞いの情報や利用端末や位置情報といった利用環境の情報のことである。これらの情報は振る舞い、セッション、利用者をそれぞれの情報をBehavior, Session, Userの階層に分けて記録し、Behaviorの情報はSessionの情報に属し、Sessionの情報はUserに属するといった図2のような階層構造でログを記録し管理する。これにより、利用者毎に一月あたりのアクセス数を求めたり、セッションごとに乗換案内サービスの利用回数について調べたりすることができる。また、振る舞いの情報には対応する

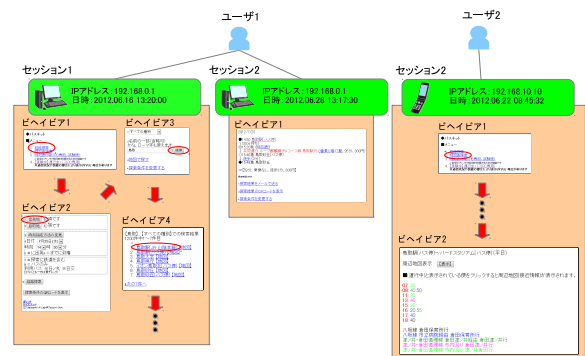


図2: ログの階層構造

乗換案内サービスの利用データが関連付けられており、乗換案内サービスのデータから前後の振る舞いを辿ったり、同じセッション中の利用にける検索条件の変化などを調べることもできる。

3.2 行動情報の解析

記録された利用者の行動情報から乗換案内サービスの機能やユーザインタフェースの開発や路線バスサービスの改善に活用できる情報を分析するために、利用者の行動情報を解析・視覚化するツールを開発する。図3に行動解析ツールの画面を載せる。開発するツールは乗換案内サービスの開発者や路線バスサービスの運営会社の方からも行動情報の分析を容易に行えるように、Webアプリケーションとしての開発する。分析に必要な機能としては、利用の意図や状況といった利用モデルの分析するための統計解析機能と利用者が直面した問題を分析するための行動追跡機能が挙げられる。統計解析機能は利用者毎の累計アクセスや利用端



図 3: 行動解析ツール画面

末の種類、出発地や目的地の分類、利用の時間帯や曜日といった情報を分析することで、どのような利用者が何の目的で乗換案内サービスを利用するのかといった情報を分析するために、利用者全体から利用の傾向をグラフや地図を用いて解析・視覚化する機能である。

行動追跡機能は経路探索を何度も繰り返すなど目的の情報をすぐに得られなかったセッションや開発者の想定外の利用の仕方をしているセッションを検索し、セッション中の利用者のどのページで何を行ったか、また、どのような経路・時刻表を検索したか振る舞いを辿ることで、利用者が何故そのよう行動したのかを分析するための機能である。図 4 に行動追跡の例を載せる。



図 4: 行動追跡

4 利用者の行動解析システムの開発と運用

4.1 ログ記録

アクセスログの取得は携帯電話ユーザインタフェースにおいて行い、User, Session, Behavior, 経路探索, 時刻表検索の各テーブルのデータの記録期間と件数は表 1 に示す結果となった。表の通り、利用時の一連の行動のログについては約 8 ヶ月、各機能利用のログについては 1 年分のログデータを記録した。これらのログデータは IP アドレスや利用者の位置情報といった利用者の特定につながる情報を含んでおり、扱いには気をつける必要が有る。現在、これらのデータはインターネットの仕組み上 Web サービスの利用に伴い自

表 1: ログの取得期間

	テーブル	総数	記録日数
利用者の行動のログ	User	30,648 件	225 日
	Session	155,512 件	
	Behavior	3,788,852 件	
各機能利用のログ	経路探索	182,926 件	389 日
	時刻表検索	171,302 件	

動的にサーバに送られるものであり、現在開発中のシステムにおいて利用しているだけなので、個人の特長が可能なデータの公開に配慮することで対応している。今後、より多くのアクセスログの記録や解析システムの公開にあわせてプライバシーポリシーを規定することを検討している。

4.2 行動解析データ

解析システムを用いて、開発に提供する情報の例を示し、そこから読み取れる利用モデルについて述べる。

図 5 に示す端末の種類別利用者数の分布より、ユーザ全体で携帯電話からの利用が最も多く、次いで PC, iOS 端末や Android 端末といったスマートフォンと続いていることが分かる。この端末割合はログの記録を始めた 2011 年 12 月以前からスマートフォンの割合が増加し、携帯電話からの利用が減少しており携帯電話からスマートフォンへの移行の最中であることが読み取れるため、持ち運べる携帯電話やスマートフォンといった携帯端末は同じグループとして考えて、利用端末を PC のような据え置き型の端末と携帯端末の 2 つに分ける。

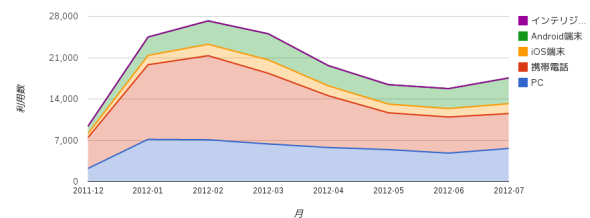


図 5: 端末の種類毎の利用割合

利用の傾向を分析すると携帯端末では主に 10 分後や 1 時間後といったすぐに乗るバスの時刻表や移動の経路を調べることが多く、逆に、PC ではすぐに移動する経路の割合もあるが、数時間後や翌日、それ以上先の日といった移動の計画を立てる段階における利用が多いことがわかった。また、ユーザインタフェースも関係すると思われるが同じ据え置き型でもインテリジェントバス停のような主要な駅やランドマークに設置された端末では、現在地から 10 分以内に出発する経路が調べられていることがわかった。

これらの情報から端末の種類によって求められる機能が異なり、携帯端末や主要な駅やランドマークに設置された端末ではリアルタイムの情報が、PC では計

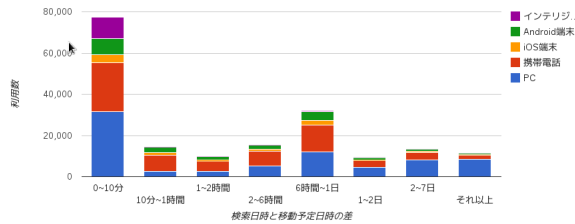


図 6: 検索のタイミング

画を立てるために移動先の情報などが求められているのではないかと考える。

図 7 に示すページ遷移数の分布より、ページ遷移数 9 回前後で利用割合がピークを迎えているが、これはトップページへから経路探索や時刻表検索を行うために 9 回のページ遷移が必要なためであると考えられる。また、ページ遷移数が 9 回未満の利用も多いが、これらの利用のいくつかを行動追跡機能により分析してみると Web ブラウザのブックマーク機能や履歴機能から検索結果や検索条件入力のページへ直接アクセスしているケースも多く、使い方がわからず利用を諦めたケースではなかった。

このことから、利用者は TOP ページからほぼ迷うことなく経路探索や時刻表検索を行いすぐに利用を終えているか、Web ブラウザの機能から更に利用を容易にしておき、ユーザインタフェースは十分に分かりやすく、また、バスネットを繰り返し利用してより使いやすい方法で利用している利用者もいることが分かった。

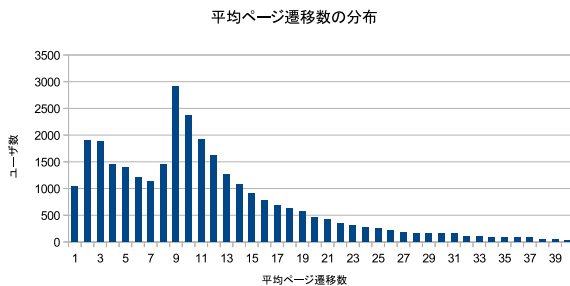


図 7: ページ遷移数の分布

図 8 に示す利用時刻の分布より、携帯端末では 7~8 時と 16~17 時の利用が多いことが、PC では 8~16 時の利用が多いことが読みとれる。携帯端末で利用の多い時間帯は通勤・通学の時間であり、携帯端末ではすぐに乗るバスの時刻表や経路を調べることが多いことも考慮に入れて、通学・通勤におけるバスの利用時に携帯端末で発車時刻を調べる利用者が多いと考えられる。PC ではでは利用のピークが携帯端末からずれており、日中の利用割合がほぼ平坦であることから、時間の空いた時に移動の計画を立てるために利用しているのではないかと考えられる。

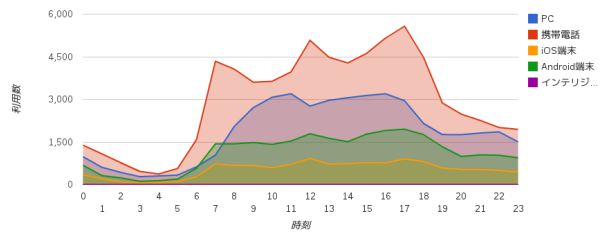


図 8: 利用時刻の分布

5 おわりに

本研究ではバスネットの利用者行動解析システムの開発を行った。行動解析情報について設計を行い、その解析に必要なアクセスログ取得機能の実装を行い、記録したアクセスログから行動解析を行う Web アプリケーションを実装し、行動解析情報を提供した。

今後の課題として、より多様な解析やデータの視覚化機能や複数のユーザインタフェースにまたがったログ解析、開発者向けだけでなく、バス事業者や利用者にとって有益な情報の解析の実現を目指す。

謝辞

本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の受託研究によって実施された。

参考文献

- [1] バスネット, <http://ikisaki.jp>
- [2] ナビタイム, <http://navitime.co.jp>
- [3] 乗換案内 Yahoo!ロコ, <http://transit.loco.yahoo.co.jp>
- [4] Google 乗換案内, <http://www.google.co.jp/intl/ja/landing/transit>
- [5] 川村 尚生, 菅原 一孔, “バスネットワークのための実用的な経路探索システム”, 情報処理学会論文誌, 2,780-790,2007
- [6] 川村 尚生, 楠神 元輝, 菅原 一孔, “徒歩移動を考慮するバス経路探索システム”, 情報処理学会論文誌, 5,1207-1210,2005