

生活行動調査のための時空間プリズムに基づく スケジューリングシステムの試作

Prototype of Scheduling System Based on Time-Space Prism for Activity-Travel Survey

高比良 諭*¹ 金森 亮*² 伊藤 孝行*²
Satoshi TAKAHIRA Ryo KANAMORI Takayuki ITO

*¹名古屋工業大学 情報工学専攻
Nagoya Institute of Technology, Department of Computer Science

*²名古屋工業大学 産業戦略工学専攻
Nagoya Institute of Technology, School of Techno-Business Administration

In order to discuss or evaluate policies for a smart city (e.g. urban transport systems), it is effective to develop an agent-based simulation that can reproduce individual travel behavior and social interaction. An activity-travel data is needed to develop a behavior model, but it is becoming difficult to collect these data over a long time period. This study proposes a web system to collect easily individual schedule data with travel information. Our proposed system has some characteristics; 1) travel information (e.g. which route is better to choose in this time) is recommended automatically based on the concept of prism when user inserts new schedule, 2) researchers can utilize user's schedule data as an activity-travel data without a special survey. From the result of evaluation of our developed system, some students are satisfied with its usability and operability.

1. はじめに

都市交通などの社会システムの改変にはシミュレーションによる評価が有効であり、実際の活動・移動状況を再現しうるシミュレータ構築にはデータ収集が必要となる。

データ収集方法としては、従来からよく用いられ行政主導で行われるパーソントリップ調査や、最近用いられるようになった GPS 機能を搭載した携帯電話やスマートフォンのログを収集する手法などが挙げられるが、調査期間を区切って行うことが多い。長期間に渡りデータ収集をしようとする、被験者の負担が増大してしまう。そこで、長期に渡る調査を行なっても被験者の負担が小さく、継続的なデータ収集を可能とするシステム構築が望まれる。

本研究では、毎日利用するスケジュール帳に着目し、移動状況の計算を同一サイトのアプリケーション上で自動的に行い、ユーザーに示すプログラムを試作した。交通計画で用いられる時空間プリズムに即した移動制約条件を設定することで、移動時間を含めた活動可能時間を算出し、新しい予定が組めるかを判断するとともに、移動開始時間や帰宅予定時間などもスケジュールアプリ上に把握できるシステムの実装をした。そして、評価実験によって本システムの有用性を確認した。

2. 背景と目的

2.1 本章の構成

交通マネジメントを行い、交通政策を決定する上で、交通シミュレーションは非常に重要な役割を担う。生活行動把握調査のデータとは、交通シミュレーションを組む際パラメーターとして入力されたり、新しい交通政策を先行して行う際に収集したりするものである。調査規模にもよるが生活行動把握調査のデータは非常に膨大なものであり、解析にも非常に手間がかかる。

問題の手書きでデータのやり取りが行われてきた点である。本章では 2.2 節において収集したデータを利用して行うシミュレーションの例を示し、2.3 節において現状での生活行動把握調査の実態を示し、2.4 節では生活行動把握でよく用いられる時間と場所の概念である「時空間プリズム」について説明を行う。

2.2 アクティビティデータの必要性

アクティビティデータを収集することで、様々なシミュレーションに活用することができる。例えば、MATSim*¹ は大規模エージェントベースの交通シミュレーションを実装するためのフレームワークである。MATSim フレームワークは、単独や複合して使用できるモジュールで構成されており、それぞれのモジュールは自分自身の実験用に独自の実装に置き換えることができる。現在 MATSim は、モジュールによって生成される出力を解析するための需要モデリング、モビリティエージェントベースシミュレーション（交通流シミュレーション）、再計画、反復シミュレーションを実行するためのフレームワークを提供する。MATSim のような大規模シミュレーションは、より正確で大量のデータがあればあるほどシミュレーションの精度も上がっていくことは自明であり、必要とされている。

2.3 生活行動実態把握の現状

生活行動実態把握は都市政策を決定する上で非常に重要な役割を担っている。交通シミュレーターにおいて、実際の都市の交通渋滞などをどう緩和させていくかを議論する際にも、実際にどの時間帯にどのような人々が何の目的である場所を利用するのかということが把握できなければ、混雑を根本から解決するには至らない。たとえば日本では、時差出勤導入を検討する際にも社会実験レベルから本格実施レベルまで、さまざまな調査が行われている。

交通需要マネジメントの定義は様々なものが存在するが、日本国土交通省によると、「車の利用者の交通行動の変更を促すこ

連絡先: 高比良 諭, 名古屋工業大学 伊藤 孝行 研究室, 愛知県名古屋市昭和区御器所町, 052-735-7968, takahira.satoshi@itolab.nitech.ac.jp

*1 <http://www.matsim.org/>

日付 1995年 月 日 曜日

満足度 この日はあなたにとって満足な1日でしたか? 全く不満 ← → 非常に満足

記入欄I

午前 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 午後 0:00 1:00 2:00 3:00

午後 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 午前 0:00 1:00 2:00 3:00

記入欄II

場所 (市町区)	移動				移動 (市町区)	移動				移動 (市町区)	移動				移動 (市町区)											
	なし	家族	友人	同僚		なし	家族	友人	同僚		なし	家族	友人	同僚		なし	家族	友人	同僚							
どなた? (住所を記入してください)					交通手段					交通手段					交通手段					交通手段						
活動内容					同伴者数					同伴者数					同伴者数					同伴者数						
開始時刻					移動時間					移動時間					移動時間					移動時間						
終了時刻																										
この場所での滞在は いまままでいかが この時間には行けな いまままでいかが																										

図 1: 調査用紙の例

とにより、都市や地域レベルの道路交通を緩和する手法*2) である。しかし、本定義は狭義の交通需要マネジメントであり、現在の交通需要マネジメントの定義としては、モビリティ・マネジメントのように交通需要の背後にある人々の態度や価値にかかわる行動要因に踏み込んで、交通需要を含めた広義の定義が普及してきている [1]。つまり、「個人の活動場所や時刻などを変更することで交通需要を管理すること」も交通需要マネジメントといえる。

時差出勤の調査では、業務時刻を変更することで、業務面、通勤面、および生活面の各課題が生じている。一方で、「朝のゆとりが生まれた」とや「家族との時間が多く持てるようになった」といったような、時差出勤の導入により個人のプライベートの時間が有効活用できたというような例も報告されている [2]。すなわち、本例では、時差勤務制度を適切に設定すれば、個人の生活の質が向上し、混雑緩和にも効果が期待できる。しかし、現状ではどのような頻度であれば時差勤務制度に参加しやすいのか、どのようなタイプの人々が時差勤務制度でプライベートの時間が有効に活用できるのか、など勤務者のニーズの把握があまりできていない。

以上の導入例でも、現在の生活行動実態把握の手法は、手書き入力というアナログな手法に頼っている。図 1 のような調査用紙 [3] に日付と共に時間帯による移動方法を手書きで書いてもらい、調査用紙を回収して解析を行う。しかし、調査用紙を一定期間毎日記入するという事は非常に負担がかかることであり、また、一定期間しか続けることができないため継続的に情報の提供を受けることは非常に難しい。そこで、調査方法をデジタル化することによって、ユーザーの負担を軽減しようという試みが近年行われてきた。その流れはスマートフォンを

用いた調査へと進んでいる。

実際に Yingling Fan らのスマートフォンを用いた研究 [4] では、アンドロイドスマートフォン向けに開発されたアプリケーション「UbiActive」で交通行動のモニタリングを行う実験を行なっている。彼らの研究から、交通行動をユーザーが評価し報告する場合のデータと同じくらいの能力が、UbiActive の交通行動やフィジカルアクティビティのリアルタイムデータを収集する機能にあることが確認されている。実施されたテストでは、参加者の交通行動や交通関連のフィジカルアクティビティに対する意識を高めるために、スマートフォン技術を採用することが有効である可能性が示された。

2.4 時空間プリズム

活動可能な領域、つまり移動先にて自由に時間を割り当てることができる時空間を把握することは、個人のスケジューリングにて重要である。時間地理学では、ある 1 日の活動場所と活動時間、移動状況を連続的に軌跡として表現した時空間パスを描き、活動可能な領域が分析されている。また、時空間プリズムとは、ある滞在箇所から移動し、活動できる時空間であり、出発時刻と帰宅時刻、利用交通手段などの移動制約（プリズム制約）によって規定される。

図 2 にてより具体的に説明する。自宅から別の場所へ移動してある活動を行い、自宅へ戻る時間が決まっている場合、出発時間から帰宅時間までの間に移動し、活動できる時空間の範囲はプリズム制約により決まる。図 2 では、外枠のひし形で囲まれた部分がプリズム制約となる。自宅からある場所 j までの移動交通手段にバスもしくは電車を使うとすると、その交通機関の速度で初めから最後まで移動したときに移動可能な範

*2 http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tmd/TOP_PAGE.html

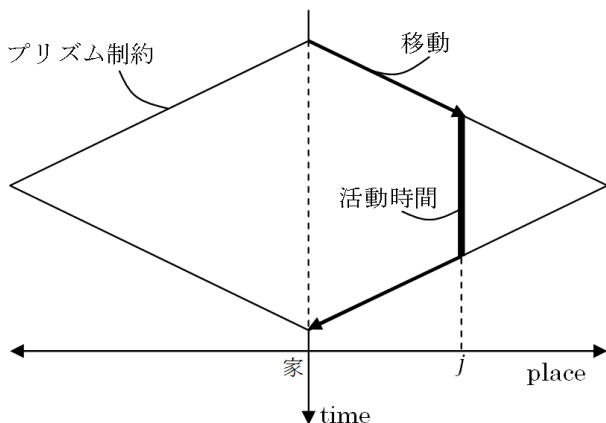


図 2: 活動可能時間

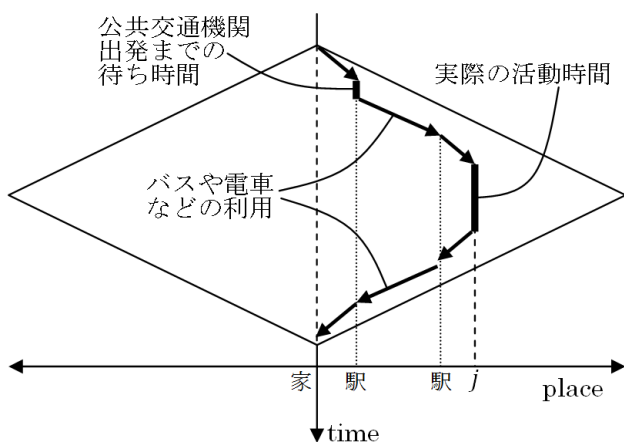


図 3: 実際の活動可能時間

困となる。自宅から出発して目的地において活動をして帰宅する場合、図 2 のように移動し、活動可能時間を全て活動に費やすことがスケジューリングとしては望ましい。しかし、実際には自宅から駅もしくはバス停まで移動し、定期的に出発する交通機関を待ち、目的地に到着してからも本来の活動場所まで移動した後、目的の活動を開始することができる。図 3 では、これらの軌跡が表される。

このような時空間プリズムを考慮することで、新たな予定が実際に活動可能であるかを判断でき、スケジューリングを行うことができる。

3. 移動プランを考慮したスケジューリングシステム

WEB 上で Google カレンダーライクなスケジュールの設定、変更、保存などを JavaScript で実現したライブラリに dhtmlxScheduler というものが存在する*3。ソースコードが公開されており、比較的容易に新たな機能を付加することができることから、本研究ではこのライブラリを利用し、目的の機能を実装した。スケジュールの保存には一部 PHP が用いられているが、動的なスケジュール時間帯表示など大部分の機能が JavaScript で実装されているため、開発も JavaScript で行っ

*3 dhtmlxScheduler, <http://dhtmlx.com/docs/products/dhtmlxScheduler/>

た。従って、多くのブラウザで表示・編集可能である。また、モバイル端末でもドラッグやダブルクリックなどの動作を伴う編集作業を除き、閲覧だけであれば問題なく行うことができる。

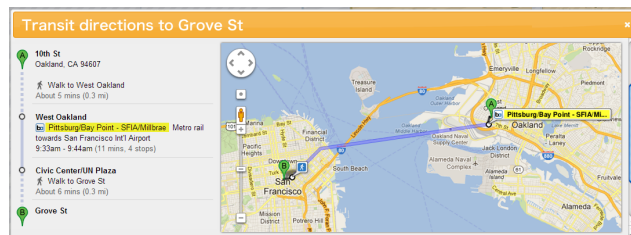


図 4: 自動検索された経路の表示例

具体的な機能について説明する。スケジューラーに 1 日のうちに複数の活動予定を入力すると、その間の移動手段と経路が自動的に表示され (図 4) 追加入力される。先述した時空間プリズムに基づき、次の活動の開始直前に到着するように移動情報が追加されるため (図 5)、前の活動場所での滞在時間 (真の自由時間) は最大となる。

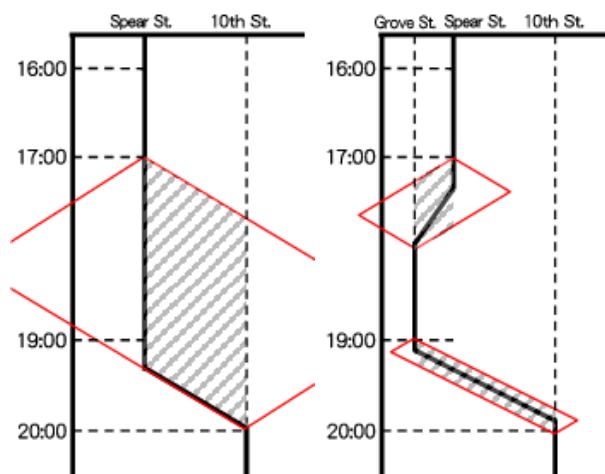
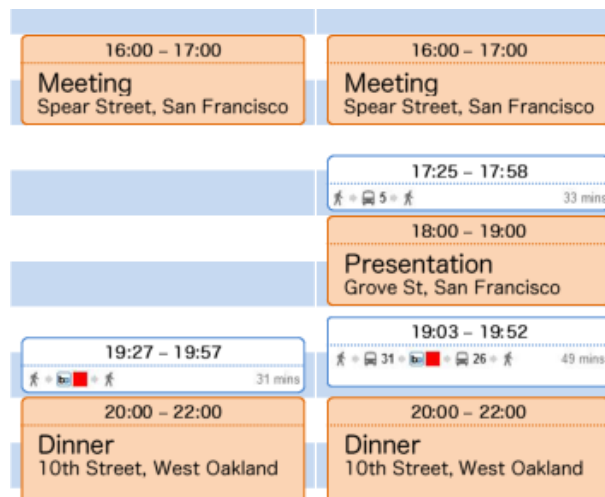


図 5: 追加されたスケジュールとプリズム

本研究では、移動情報の検索先として、Google 路線検索を参照した。そのため、Google が対応している交通手段以外の移動時間や経路案内は対象外となり、全ての交通手段を対象とすることは今後の課題である。また、移動情報の自動検索は新規の活動予定を入力する際に実行され、プリズム制約に基づいて、次の活動に間に合う移動経路が見つからない場合、図 6 の様に警告を表示し、スケジューリングができないことを知らせる機能を組み込んでいる。

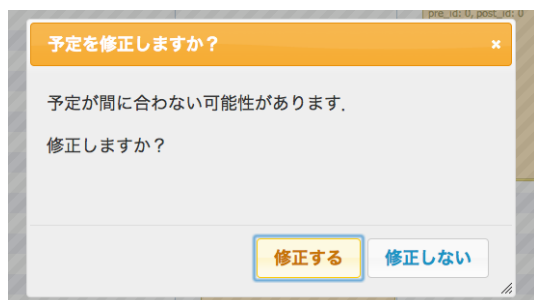


図 6: 移動が間に合わない場合

4. 予備実験と評価

本研究では、活動が行われる場所への移動プランを自動的に検索する機能をスケジュール管理アプリケーションに付加し、同一サイトのアプリケーション上で実現することで、ユーザーの手間を削減した。交通計画で用いられる時空間プリズムに即した移動制約条件を設定することで、移動時間を含めた活動可能時間を算出し、新しい予定を組むことが可能かを判断するとともに、移動開始時間や帰宅予定時間などもスケジュール管理アプリ上に把握できるシステムの実装をした。

本アプリケーションの有用性を確認するために、研究室内の学生に評価実験を行った。まず、自動的に探索され提示された移動プランが満足できるものであったかという問いに対し、満足またはやや満足と答えた人がほとんどであった(図 7)。移動プランの中身は Google 路線検索だが、正しく検索を行っていることがわかる。どちらでもないと答えた人の中には、自分の利用しなかった路線が使われるプランが表示されなかったという意見があった。

次に、システムの操作は分かり易かったかという問いに対し、とてもわかりやすいまたはわかりやすいと答えた人が 77% であった。直観的に操作することが可能なインターフェースを用いたことで、ユーザーはほとんど戸惑うことなく操作できた。次に、移動プランの表示にかかる時間は適切であったかという問いに対し、77% の人が適切であると回答した。サーバー側で GoogleAPI と通信を行うことで、安定した通信を行ったことで、待ち時間を感じさせることなく経路探索を行うことができた。最後に、本アプリケーションはスケジューリングの際に有用だと思えるかという問いに対し、全ての人が、思うまたはやや思うと答えた。よって、スケジューリングの際、自動的に移動経路を探索してほしいという需要は確かに存在し、自動的に移動経路を探索してほしいという需要を満たしうるアプリケーションを作成することができた。

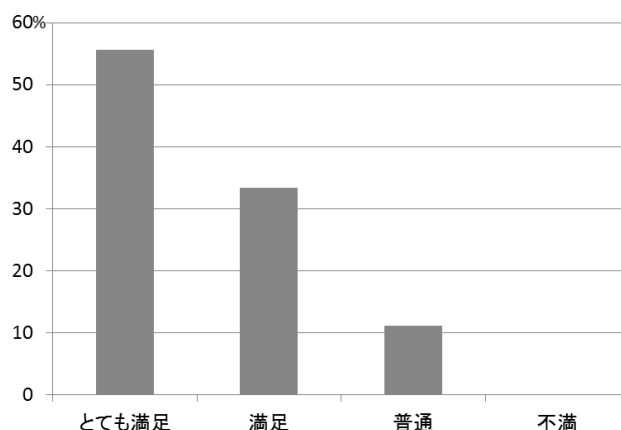


図 7: 提示された移動プランは満足できたか

5. まとめ

本研究では交通計画の基礎情報である日々の活動・交通行動データを、なるべく多くの人々に無理なく長期間提供してもらうことを目指して、スケジューリングシステムを改良した。今後の予定として、本システムのより大きな規模でのシステム評価を実施する予定である。規模は約 100 人程度を想定し、被験者にシステムを利用してもらい、サーバー側の耐久度などのさらなる問題点の洗い出しを進める。また、パーソントリップ調査などの既存手法で収集したデータと本システムを用いて収集したデータの精度比較検証も追って行う予定である。

謝辞

本論文を執筆するにあたっては、株式会社デンソーの石黒洋介氏、並びに塚本 晃氏に協力をいただいた。

本研究の一部は、内閣府の先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発プログラム)により助成を受けている。

参考文献

- [1] 有賀敏典, 青野貞康, 大森宣暁, 原田昇 「WEB ベースの活動・交通シミュレーターを用いた時差出勤制度に対する移行分析」
- [2] 高山純一, 谷英賢, 木村実, 小村正隆 「金沢市における時差出勤制度の社会実験」, 土木計画学論文集, 15, pp.821~830, 1998
- [3] 生活行動を考慮した交通需要予測ならびに交通政策評価手法に関する研究, 藤井聡, (1997).
- [4] UbiActive: A Smartphone-Based Tool for Trip Detection and Travel-Related Physical Activity Assessment
- [5] 日本国土交通省, "http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt/data_city/tokyo/02.html"