

# 対話型移動支援システムの設計

里中 裕輔<sup>†1</sup> 西尾 信彦<sup>†2</sup>

**概要:** 近年、ナビゲーションのような多くの移動支援サービスが提供されている。しかし、これらのサービスは万人に対して同じ移動支援を行っているため、ユーザによっては移動支援通りに行動できないケース（高齢者や車いすのユーザに急な階段を含むルートを表示するなど）もある。そこで、ユーザに個人特化した移動支援を提供するシステムを提案する。日頃、ユーザのライフログを蓄積して解析することでユーザ毎の行動特性を把握し、それを利用することで個人特化した移動支援を提供する。本論文ではシステム全体の設計について述べ、今後取り組むべき課題についてまとめた。

**キーワード:** ライフログ, 移動支援, 対話型システム

## A design of Interactive personal assistant system

SATONAKA YUSUKE<sup>†1</sup> NISHIO NOBUHIKO<sup>†2</sup>

**Abstract:** Recently, many assistant service systems such as navigation system are provided. However, these systems provide a same plan for every user. So, several user cannot follow a plan. Therefore, we propose the system which provide an individual-specific plan for users. The system grasps action characteristic by analyzing daily user lifelogs, and assist a user's action by providing a personal plan. In this paper, we explain an all design of system and summarize problems.

**Keywords:** Lifelog, move assistant, interaction system

### 1. はじめに

ある場所へ移動するという事は、多くの人が日常的に行っていることである。学生であれば徒歩や自転車を用いて毎朝学校へ移動し、夕方になると学校から自宅に移動する。さらに社会人であれば、通勤の移動に加えて出張などで遠方へ移動することもあり、ショッピングや旅行などの娯楽においても移動することは多々ある。このような移動を支援するサービス、例えばカーナビゲーションや Google マップのルート案内<sup>\*1</sup>など経路を案内するサービスや Siri<sup>\*2</sup>のような移動先の周辺情報を検索するサービスなどが提供されている。Google マップのルート案内では、

出発地と目的地、移動手段を指定することで、移動経路を地図上に表示できる。さらに Siri では音声で問い合わせることにより、上記のナビゲーションに加えて移動先の天気検索や近隣の店舗検索、リマインダ登録などを行える。このように、出発時間や移動経路などが含まれる移動プランの提供や移動先の情報の検索といったサービスを本論文では移動支援サービスとする。

しかし、現在これらの移動支援サービスは万人に対して同じ移動支援を提供してしまっている。これでは健康な若者と高齢者に対して同じ移動プランを提供することになり、各々から不満がでると考えられる。例えば、健康な若者はもっと早く歩けるので乗り換え間隔を狭めたいであるとか、高齢者にとって歩きにくい道がルートに含まれるなどが挙げられる。以上のように個人個人に適した移動プランを現状のサービスは構築できていないという課題がある。さらに、検索した瞬間にだけ移動プランを返すのでは

<sup>†1</sup> 現在, 立命館大学大学院 理工学研究科, Minamikusatsu, 滋賀 525-0059, Japan

<sup>†2</sup> 現在, 立命館大学 情報理工学部, Minamikusatsu, 滋賀 525-0059, Japan

<sup>\*1</sup> <http://maps.google.co.jp/>

<sup>\*2</sup> <http://www.apple.com/jp/iphone/features/siri.html>

なくカーナビゲーションのように行程の所要所で次にとるべき行動を教えてくれることが望ましい。加えて、ユーザが移動プランより早くまたは遅く行動した際には、自動的に移動プランが再構築されることも必要である。

そこで本論文では、ユーザに個人特化した移動プランを提供し、対話することでユーザの移動を支援するサービスを提案する。普段の生活における滞在地や移動手段、移動ペースといったユーザの行動特性を事前に知ることにより、日頃のユーザの移動に基づいた移動プランを構築できる。さらにユーザと対話するまたはユーザの状況を把握することで、移動プランにおけるユーザの進捗具合を管理し、能動的に移動を支援したり自動的に移動プランを再構築する。建物への入出や階段の上り下りなど移動プランの所要所に近付いたことを検出することで、能動的に次の行動をユーザに知らせることができる。

次の2章において既存研究（サービス）を説明し、課題を明確にする。その後、3章において本研究の満たす要件の列挙し、4章においてシステム設計について述べる。最後に6章において、今後の課題について述べる。

## 2. 既存の移動支援システム

Google マップのルート案内や Siri は、現在多くのユーザに利用されている移動支援サービスである。Google マップのルート案内は出発地と目的地を入力することで移動プランを構築する Web サービスである。一方 Siri は、iPhone や iPad において提供されている音声を入力とする移動支援サービスである。しかし、これらのサービスは万人に対し同じ移動支援を提供しており、個人個人に適した移動支援を行えていない。これでは、バスや電車の発車時刻に間に合わないであるとか、乗継がうまくできないなどの問題が発生する。

カーナビゲーション（以下カーナビ）は自動車で移動する際、目的地を入力することで移動経路を案内するシステムであり、多くの場合、主経路の探索技術と探索基点の設定技術、補助経路の探索技術、経路情報の作成技術から構成されている [1]。カーナビは、ユーザが経路の要所である交差点に近づく度にどちらの方向へ行けばいいかを教えてくれ、ユーザが経路から外れた場合も自動的に経路を再構築（以下リプラン）してくれる。しかし、名称からも分かる通り自動車に乗っていないと利用できず、その他の移動手段（公共交通機関や自転車など）では利用できない。加えて、経路の案内やリプランはマップマッチング技術を用いているため、道路情報に含まれていない場所ではうまく機能しない。

橋本らは、行動のモデル化手法を提案してそれに基づく人間の次行動を支援している [2]。人間の行動変化と周囲の状況変化の係に注目し、IF-THEN ルールによって人間の行動をモデル化している。モデル化したい行動の履歴と

その時の周囲の状況の変化を複数のセンサにより観測することで、行動をモデル化している。この手法によって人間のラジコン操作における行動をモデル化することで、次行動と次行動実行タイミングの推定する実験を行っている。しかし移動支援サービスを楽しむ際に、周囲の状況を観測できるセンサが複数存在するとは考えにくい。移動支援は屋外屋内問わず多様な場所でユーザがサービスを受けることが望まれるため、そのまま適用することは難しい。

## 3. 要件

2章で述べたように、万人に対して同じ移動プランを提供することは望ましくない。また、ユーザが検索したときだけ移動プランを構築するだけではなく、ユーザが実際に移動するときにも能動的に支援することが望ましい。そこで、本論文では以下の3つの要件を挙げる。

- ユーザに個人特化した移動プランを構築する必要性
- ユーザとの対話するまたはユーザの状態を把握することによって、能動的に移動を支援する必要性
- ユーザの状態によって、移動プランを自動的に再構築する必要性

以下において、詳細に説明する。

### 3.1 ユーザに個人特化した移動プラン構築

健康な若者と高齢者では、歩行速度はまったく異なる。したがって同じ距離を歩く移動という簡単なケースにおいても、それぞれの歩行速度を考慮して移動プランを構築することでユーザに個人化した移動プランを構築する事ができる。また歩行速度だけでなく、ユーザが日常的に利用する移動手段（自転車、自動車、電車など）や滞在場所などもユーザ毎に異なる。さらに、時間帯や天候の影響によって移動手段の取捨選択がされる場合もある。このように、日常的なユーザの行動特性を考慮することで、ユーザが移動プランを要求した状況に適した移動プランを構築する必要がある。

### 3.2 ユーザとの対話またはユーザの状態把握による能動的な移動支援

カーナビ以外の多くの移動支援サービスは、ユーザが検索したときに移動プランを返すだけにとどまっている。これでは、ユーザが移動プランを覚えなくてはならず、所要所でユーザ自身が移動プラン全行程中の進捗を確認しなければならない。したがって、カーナビのようにユーザの状況を把握することで能動的に移動を支援したい。さらに、ユーザから移動プランに関する問い合わせ（いまどこにいるのか？次はどこに行けばいいのか？など）があった場合にシステムが返答することが望ましい。例えば、移動プランに対してユーザが遅延している場合、「移動プランに対して遅れています。歩行速度を早めてみませんか？」と

いった推薦をすることが挙げられる。このように、ユーザと対話するまたはユーザの状態を把握することによって、能動的に移動を支援する必要がある。

### 3.3 ユーザの状態による移動プランの自動的再構築

立てた計画通りに行程が進まないことはままあり、何かしらの原因で移動プランより先行してまたは遅延してユーザが行動することが考えられる。特にユーザが迷ってしまった場合、それ以後ユーザは移動プラン通りに行動できないと思われる。挽回不可能なほど移動プランから外れた場合、カーナビのように現在のユーザの居場所と本来の目的地から移動プランを再構築するという処置が必要である。一方、ユーザが移動の合間に食事や休憩を取ることもある。このような場合も、システムが食事時間や休憩時間を加えた移動プランを再構築することで、ユーザの手間を軽減できる。上記のようにユーザが移動プランから外れた場合に移動プランを自動的に再構築する必要がある。

## 4. 対話型行動支援システムの設計

### 4.1 用語定義

まず、設計における用語を定義する。現在場所 A にいるユーザが場所 B へ到着する移動 W を考える。このとき移動 W は、複数の移動手段を用いた移動の集合だと考えられる。例えば、場所 A から自転車で駐輪場のある場所 C まで移動して自転車を置き、その後電車に乗ることのできる場所 D まで徒歩で移動し電車に乗る。その後電車によって場所 B へ到着する場合、移動 W = {自転車による移動 X, 徒歩による移動 Y, 電車による移動 Z} という集合と表すことができる。自転車による移動を自所有乗り物による移動に、電車による移動を公共交通機関による移動というように抽象的に表現したものを移動クラスと定義する。そして、移動クラスの集合である移動 W に具体的な場所や時刻をあてはめたものを移動プランと定義する。

### 4.2 全体概要

3章で述べた要件を満たすような対話型行動支援システムの設計を述べる。本論文では、ユーザの行動特性を得るためにユーザの携帯端末から取得できる生活履歴（以下ライフログ）を利用する。24時間365日、ユーザの所持する携帯端末からGPSによる位置情報やWi-Fi観測履歴、加速度や気圧などのセンサ情報を取得し、サーバへ蓄積する。その後、青木ら[4]のアルゴリズムに代表される行動特性抽出手法を用いて、ユーザの行動特性を事前にマイニングすることを前提とする。図1にシステムの全体設計を示し、全体の流れを説明する。

まず初めに移動クラス選択部において、ユーザから要求された移動を構成するための移動クラスを選択する。このとき、ユーザの行動特性を利用することで、普段ユーザが

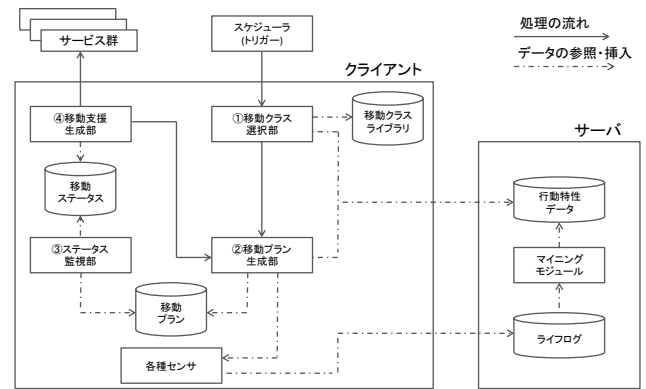


図 1 対話型行動支援システムの設計

利用している移動手段を移動支援に盛り込むことができる。次に移動プラン生成部において、移動を表す複数の移動クラスに現在ユーザのいる場所や到着時刻といった具体的な場所・時刻を適応して移動プランを作成する。移動プランが構築された後は、ステータス監視部がユーザの状況を監視することで、移動プランにおける進捗具合を検出する。最後は、検出された進捗具合に応じて移動支援生成部が移動支援を決定したり、移動プランの再構築を行う。以下で、各部を詳細に説明する。

#### 4.2.1 移動クラス選択部

行動特性によって、ある場所 A からある場所 B に移動する際、ユーザ X は公共交通機関を利用して移動するがユーザ Y は自分が所有している乗り物で移動するなどの違いが生じる。このような移動手段の違いに対応するため、ユーザの行動特性を利用することで移動プランをユーザごとに特化させる。あらかじめ、人が移動する方法を抽象的に表現した移動クラスを用意し、ユーザの行動特性に基づいてそれらのクラスを組み合わせることでユーザの移動を表現する。移動クラスの例としては、徒歩移動や公共交通機関移動、自所有乗り物での移動などが考えられる。

図2 上部に同じ場所 A から場所 B に関する移動クラス選択の例を示す。ユーザ X は、場所 A から場所 B へ公共交通機関を利用して直接移動するので、1つの移動クラスですべての移動を表現できる。一方、ユーザ Y は、場所 A から場所 B へ直接移動せず、自所有乗り物によって場所 C へ移動してから徒歩で場所 B へ移動する。したがって、1つの移動の中に2つの移動が含まれる表現となる。このように同じ A から B への移動でも、ユーザによって異なる移動クラスを選択することで移動クラスの集合を生成する。

また、同じユーザでも状況に応じて移動が変化する場合がある。先ほどのユーザ Y が場所 A から場所 B へ移動する際、晴れの日では自所有乗り物で移動して雨の日では公共交通機関で移動することも考えられる。また、ユーザ Y の自所有乗り物が場所 A に存在しない際も、別の移動手段になると考えられる。このように、同じユーザであっても周囲

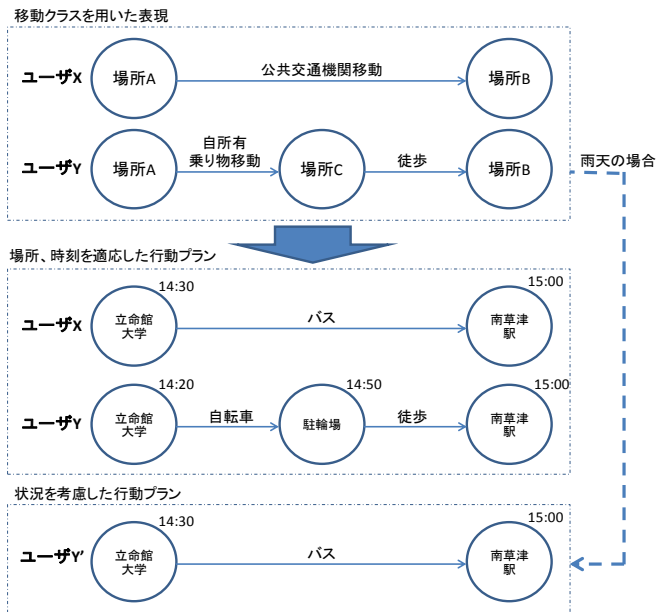


図 2 クラスを用いた行動の表現と場所や時刻の適応

の状況によって移動クラスが異なる。

#### 4.2.2 移動プラン生成部

前節において生成した移動クラスの集合に実際に移動する場所や時刻などを適応することで具体的な移動プランを作成する。例えば、15:00に南草津駅へ到着する必要があるユーザ X と Y が、現在立命館大学にいる場合を考える(図 2 下部)。このとき、場所 A は立命館大学になり場所 B は南草津駅となる。日頃ユーザ X が公共交通機関を利用して移動していた場合、立命館大学と南草津駅を結ぶバスを利用し、15:00に到着できるように移動プランを作成する。一方、行動特性からユーザ Y が自転車と徒歩を用いて2か所を移動していたとわかるので、それぞれの移動速度や自宅による時間を考慮した移動プランを作成する。このように場所や時間などを適応することで、抽象的だった移動クラスの集合から具体的な移動プランを作成する。

#### 4.2.3 ステータス監視部

移動プランの要所要所において移動支援を提供するために、移動プランにおけるユーザの進捗を監視する。例えば図 2 のユーザ Y の場合、ユーザ Y の現在地と時刻を知ることによって移動プランにおけるユーザの進捗を知ることができる。ユーザ Y が 14:45 に自宅にいるときは、移動プラン通りにユーザが行動していると分かる。逆に 14:45 になっても立命館大学にいる場合は、ユーザ Y が移動プランよりも遅延した行動をしていることが分かる。このように、移動プランにおけるユーザの進捗具合を確認して状態を分割することで、移動を支援するときの手がかりとする。

#### 4.2.4 移動支援生成部

前節において確認されたユーザの移動プランにおけるステータスによって移動支援の内容を決定する。ユーザから

移動プランに関する問い合わせがあった場合、移動ステータスを参照することで、現在の進行度などをユーザに提供できる。さらにユーザが移動プラン通りに行動している場合はリマインダなどを提供し、移動プランよりも遅延した行動をしている場合は移動ペースの指示するなど能動的な動作もできる。一方、致命的に移動プランから遅延した行動をしている場合やユーザから食事を取る時間が欲しいといった要求がでた場合は、移動プランそのもののリプランをする。このようにユーザのステータスに応じて、行動支援の内容を変化させる。

## 5. 評価予定

- 移動プランが妥当であるか  
ライフログを用いることで構築した個人特化した移動プランがどれだけ正解の移動プランに近いかを評価する。
- 進捗管理によってユーザのステータスを検出できたか  
携帯端末から取得できる情報だけを用いて、どこまで正確な進捗管理ができるかを評価する。
- リプランを適切なタイミングでできたか  
ユーザが何らかの理由で移動プランから外れて場合、それ以後移動プラン通りに行動できないと適切なタイミングで認識できるかどうかを評価する。またユーザの要望によってリプランする場合、リプランした移動プランがユーザの要望を満たしているかも評価する。

## 6. 今後

全章で述べた全体設計の各部における今後の課題について述べる。

### 6.1 移動クラス選択部

- 移動支援を始めるトリガーについて  
Google マップのルート案内やカーナビは、出発地や目的地、到着時刻などをユーザに入力させ、サービス開始のトリガーとしている。一方 Siri は、音声によって質問が入力されることで、サービスを提供する。しかし、個人に特化した移動支援をするためにはさらに多くの入力が必要になると考えられるため、このようにユーザに入力を強いることは避けたい。よって、ユーザが日頃利用しているサービス(メーラやスケジューラ)から必要な情報を取り出しサービス開始のトリガーとしたい。
- ライフログが蓄積されていない場所へのサポート  
今回の設計では、日頃のユーザの行動特性が分かる場所、つまり一度でもユーザが訪れライフログが残っている場所について考えた。しかし、出張や旅行などユーザが訪れたことのない場所でこそ移動支援を提供したい。よって、今までユーザが訪れたことのない場

所において、個人特化した移動支援を行うことを目標としたい。

## 6.2 移動プラン生成部

- 行動特性の抽出方法

本論文では、サービスに必要な行動特性や行動特性の抽出方法に言及していない。しかし、個人特化した移動支援を行うためにユーザの行動特性を抽出することは必須である。よって、今後どのような行動特性が必要なのかといった考察をする必要がある。

## 6.3 ステータス監視部

- コンテキストアウェア

移動プランにおけるユーザの進捗を検知するためには、池谷ら [3] のアルゴリズムや Pedometer のアルゴリズム\*<sup>3</sup>といったユーザのコンテキストを認識する手法が必要である。よって、今後どのような状況認識を行うのかを列挙する必要がある。

## 6.4 移動支援生成部

- 対話について

本論文では、ユーザと対話することで移動を支援すると述べた。しかし、対話したユーザの意図の認識やシステム側からの対話開始する場合のタイミング検出など考慮すべき課題は多くある。今後は、ユーザとの対話について深く検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] 社団法人 発明協会: カーナビ経路探索技術, 2005-03.
- [2] 橋本幸二郎, 道木加絵, 道木慎二, 大熊繁: 時系列情報を用いた行動モデルに基づく人間の次行動支援, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 2A1-D17, 2010-06-13.
- [3] 池谷直紀, 菊池匡晃, 長健太, 服部正典: 3軸加速度センサを用いた移動状況推定方式, (ユビキタス・センサネットワークの要素技術, コンテキストの抽出, スマートスペース, ユビキタス生活支援, 一般), 情報処理学会研究報告, UBI, Vol. 2008, No. 66, pp. 75-80, 2008-07-10.
- [4] 青木政勝, 瀬古俊一, 西野正彬, 山田智広, 武藤伸洋, 阿部匡伸: GPS 未計測区間における移動手段判定手法の検討, 情報処理学会研究報告, UBI, Vol. 2008, pp. 39-44, 2008-11-06.

---

\*<sup>3</sup> <http://code.google.com/p/pedometer/>