

# 個人の歩行特性データと位置情報を用いた 目的地までの所要時間予測

村田智哉 金子良太 西川昌宏 石井信明  
Murata Tomoya Kaneko Ryota Nishikawa Masahiro Nobuaki Ishii

神奈川大学 工学部  
Faculty of Engineering Kanagawa University.

## 要旨

「Google Maps」, 「NAVITIME」など徒歩によるナビゲーションアプリで表示される所要時間には, 誤差が少なからずあると考える. 本研究では, 目的地までの所要時間を, 個人の日常生活の歩行履歴情報から利用者の歩行能力に応じて柔軟かつ正確に予測し歩行を管理するシステムを構築する. 具体的には, GPS ロガーを用いて歩行実験を行い, データを収集した上で歩行時間予測式を導きだし, EVM を用いて進捗状況を確認・管理できるシステムを作成することを目的とする.

## 1. 研究背景

ナビゲーションアプリで表示される所要時間は, 平均的運動量から導き出された実績値であり, 利用者個人の歩行速度が速かったり遅かったりすると所要時間に誤差が出る. そのため, 初めて訪れる目的地に向かってナビゲーションアプリを利用しながら移動すると遅刻などの支障を来す可能性がある.

また, 目的地までの距離が長い, 勾配が激しい地域, 信号で立ち止まりやすいといった状況, 年齢や性別によっても所要時間に個人差が発生する. そのため, 坂道を含む経路の所要時間の提示には坂道もしくは勾配についても考慮しなければいけない.

近年では移動通信網の発展や計算機の小型化・高性能化により携帯端末が普及している. 個人利用可能な GPS 測位精度の向上と併せて, 携帯端末での移動通信サービスを使った屋外歩行者用経路案内も普及している. 国内では屋外歩行者用に GPS を用いた研究が特に盛んである[5]. 今後, 携帯端末の利用者が増大すると同時に, ナビゲーションアプリを使用する利用者も増える見込みがあり, 移動通信網の発展や計算機の小型化・高性能化, GPS 測位精度の向上などから, 利用者それぞれの歩行特性に合わせた所要時間予測が可能である. また, EVM による進捗管理[1]は, 以前からプロジェクト管理に利用されている. 目的地までの歩行をプロジェクトととらえることで, EVM を歩行管理に導入できるのではないかと考えた.

## 2. 研究目的

ナビゲーションアプリで表示される所要時間には誤差があり, ナビゲーションアプリを利用しながら移動すると遅刻などの支障を来す可能性がある. そのような状況を防ぐために, 本研究では, 目的地までの所要時間の算出を, 個人の日常生活の歩行履歴情報から利用者の歩行能力に応じて柔軟かつ正確に予測するシステムを構築する. 具体的には, GPS ロガーを用いて歩行実験を行いデータ収集した上で歩行時間予測式を導きだし, EVM を用いて進捗状況を確認・管理できるシステムを作成する.

## 3. 研究内容

### 3.1. 歩行履歴情報の収集

普段通りの歩行速度で神奈川大学から白楽駅まで複数回歩く. その際に, 位置情報を取得する方法として GPS 方式を用いる. GPS 方式は, 10~100m と位置取得の精度が高く, GPS 受信機を組み込んだ端末もいくつか製品化されている[5].

本研究では、Mobile Action が制作した「i-gotU GT-120」[6]を実験用のGPSロガーとして用いる。このGPSロガーは、緯度・経度の他にも時刻・高度・速度・出発点からの距離を記録できる。図1は、GPSロガーを用いて歩行実験を行った時の記録の例である。

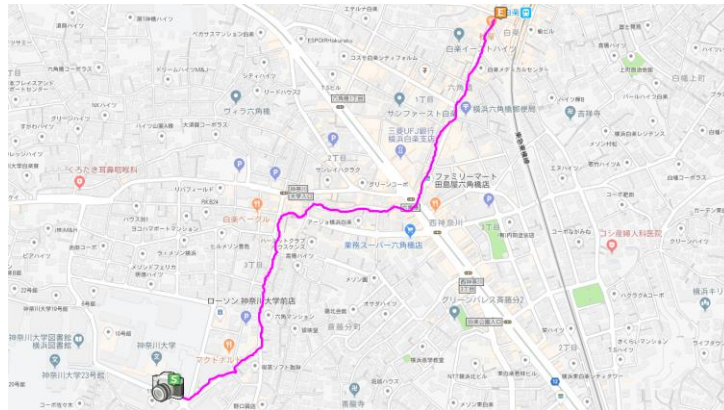


図1 GPSロガーによる歩行履歴情報の収集

### 3.2. 歩行履歴情報の分析

白川洋らが発表した論文[4]で取り上げている「斜度」、「位置情報」の分析手法と「勾配」の算出手順を参考に、平坦な道・上り坂・下り坂の抽出とそれら経路に対する平均歩行速度の算出を、運動データの分析により行った。

すなわち、GPSロガーで収集した歩行履歴情報はExcelファイルに記載されており、Altitude(高度, m)・Speed(最高速度, m/h)・Distance(移動距離, m)の3項目を用いて、勾配(%)・坂道に対する平均歩行速度(m/h)・平坦な道に対する平均歩行速度(m/h)を以下のように算出する。

坂道に対する平均歩行速度を求める手順を下記に示す。

1. 標高値の代用であるAltitude(高度, m)から各地点の標高差(m)を求める。
2. Speed(最高速度, m/h)・Distance(移動距離, m)・標高差(m)がそれぞれ同じ符号で4つ以上連続して値を得られているA~B地点を検出する。
3. A~B地点の標高差と移動距離から(1)式を用いて、勾配(%)を求める[4]。

$$\text{勾配} = \text{標高差} ( | A - B | ) / A \text{ から } B \text{ までの移動距離} \quad (1)$$

4. A~B地点のSpeed(最高速度, m/h)の平均を算出する。

平坦な道に対する平均歩行速度を求める手順を下記に示す。

1. Speed(最高速度, m/h)とDistance(移動距離, m)がそれぞれ4つ以上連続して値を得られているA~B地点を検出する。
2. A~B地点のSpeed(最高速度, m/h)の平均を算出する。  
誤差を除去する定義を設けた。
  - ① 標高差が一時的に+5m以上または-5m以下に変動した値は誤差とする。
  - ② 標高差の符号が±2m以内の範囲で頻繁に変化する場合は、平坦な道であると判断する[4]。

### 3.3. EVMによる歩行進捗管理

まず、EVM(Earned Value Management) [1]とはプロジェクトの進行状況を監視して、プロジェクト全体の進捗状況を把握する管理ツールである。本研究でのEVM利用において、歩行をプロジェクトにかか

るコストに換算することは難しい。そこで、本研究では、コストに代わり距離あるいは歩数をコストに見立てて利用する。

EVMの導入の際には、以下のEVNの基本データを次のように変換して考える。

- 何分で何km進むか、あるいは、何歩歩くか (PV)
- 実際に何km進んだか、あるいは、何歩歩いたか (AC)
- 実際に進んだ距離、あるいは、歩数 (EV)

各基本データの算出方法については「3.4.システム構築」に示す。また、基本データの間関係を図2に示す。作成する歩行管理システムでは、このようなEVMグラフ[1][2]を作成し、最終的には、利用者が歩行状況を確認できるシステムとする。

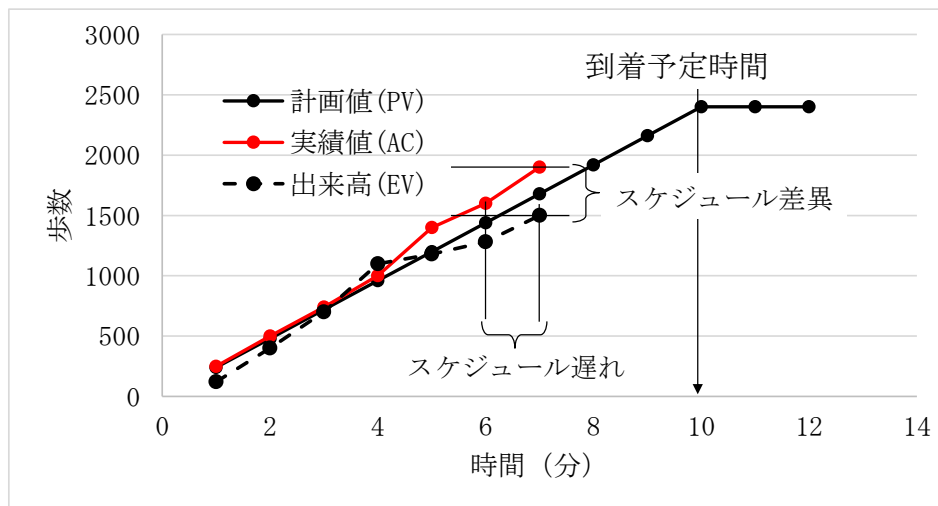


図2 歩行管理のためのEVMグラフの例

### 3.4. システム構築

歩行履歴情報の分析は、Excel VBAにより分析システムを作成して行う。具体的にはGPSロガーで収集した歩行履歴情報(Excelファイル)を作成したシステムに移行し、自動分析ができるようにする。図3はシステム構成の概要である。

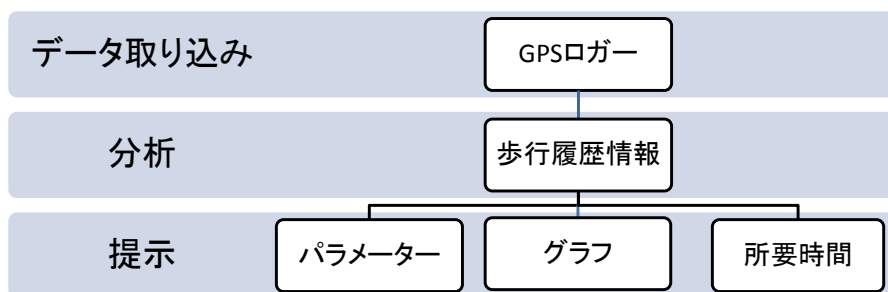


図3 システム構成図

EVMによる歩行進捗管理では、まず基本データであるPV, AC, EVを算出する。PVは計画値であり、自動分析システムの分析データから行う予測値から求める。EVは出来高で、地図上の予測であるため時間と距離、あるいは歩数で算出する。ACは実績値で、実際に歩いた距離、あるいは歩数である。算出したPV, AC, EVから逐次EVMグラフを作成するとともに、利用者には目的地までの予想到着時間、遅れなどを通知するシステムを構築する。

## 4. 今後の課題

分析の精度を高めるため、急激・緩やかといった坂道の分類の追加と時間帯・天候といった状況を設定し、立ち止まり時間と著しく歩行速度が低下する散策行動や混雑時間の検出・それらの割合を算出する。また、歩行特性の可視化をするために分析済みのデータを用いて、図4のようなパラメータ図を作成するとともに、分析の最終課題である様々な経路に対する所要時間の予測を実現する。

さらに、EVMを用いた進捗確認システムの設計・製作を行い、EVMグラフを基に到着までの歩行管理システムの完成を目指す。

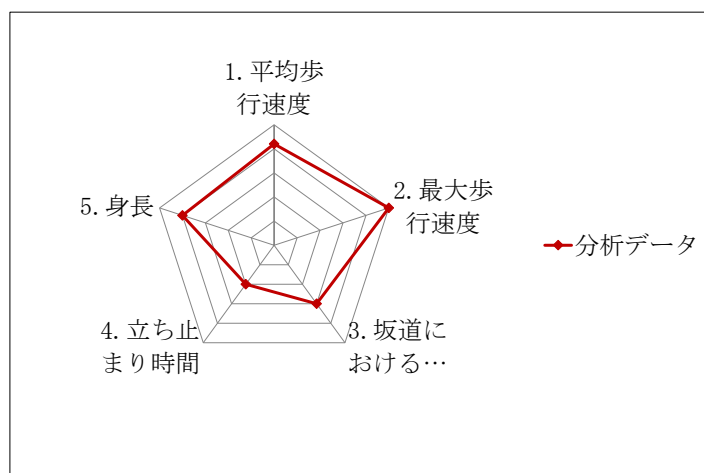


図4 パラメータ予想図の例

## 5. まとめ

これまでのところ、歩行実験により歩行履歴情報の分析と歩行特性データの抽出をすることができた。また、EVMの基本データの算出方法を導き出した。今後は、基本データにより進捗状況を確認できるシステムの完成を目指す。

利用者の求めに応じた所要時間の予測を実現するためには、現在のところ手動で分析・抽出している歩行データの分析作業を自動分析できるようにする必要がある。すなわち、将来的にスマートフォンのアプリケーションとして利用することを念頭に置いている。

### 参考文献

- [1] 神沼靖子, プロジェクトの概念, 近代科学社, p.161, 2013
- [2] 木村良一, EVM(Earned Value Management)の基礎, MSS 技報, Vol.17, pp.32-36
- [3] 松澤芳昭, 塩見彰睦, 萩川友宏, 酒井三四郎, ソフトウェア開発の教員主導型 PBL における反復プロセスと EVM 導入の効果, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-CE-99 No.9, pp3-4, 2009
- [4] 白川洋その他 4 名, 歩行者ナビゲーションシステムのための歩行履歴情報の分析手法, 情報処理学会研究報告, pp.70-72, 2003
- [5] 竹田健吾その他 5 名, 迷いにくい可視ランドマークに基づく屋外歩行者ナビゲーションシステム, 組み込みシステムシンポジウム 2014, p.102, 2014
- [6] Mobile Action Technology, i-gotu, [http://www.i-gotu.jp/?page\\_id=54](http://www.i-gotu.jp/?page_id=54), (参照 2018-10-15)