

適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムの提案

前田 幸道[†] 河合由起子[†] 中島 伸介[†]

[†] 京都産業大学 コンピュータ理工学部 〒 603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

E-mail: †{g1445232,kawai,nakajima}@cc.kyoto-su.ac.jp

あらまし 近年の健康ブームの後押しもあり、ダイエットや体力維持を目的としたウォーキングに取り組む人々が増えており、ウォーキングを支援するシステムを開発することの意義は大きいと考えている。最近ではスマートフォン等で利用可能な歩行者ナビが一般的になりつつあるが、従来の歩行者ナビゲーションシステムは、ユーザが指定した目的地へ最短で移動するルートを紹介するものであり、ウォーキングそのものを目的としたものではない。そこで我々は、適度な負荷、危険ルート回避、景色の良いスポット等を考慮することを特徴とする、適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムの提案を本研究の目的とする。本稿では、提案しようとするシステムに必要な機能である、適度な負荷（時間、距離、心拍数）の実現、危険なルートの回避、景色の良いスポットを経由するなど楽しいウォーキングの実現、のそれぞれに関して実現方法について述べる。

キーワード 歩行者ナビ、歩行支援、ジオタグ付きツイート解析、危険回避

1. はじめに

近年の健康ブームの後押しもあり、ダイエットや体力維持を目的としたウォーキングに取り組む人々が増えている。国の政策としても厚生労働省が健康づくりのための身体活動量の指標として、「健康づくりのための身体活動基準 2013」[1] を策定するなどして、身体活動・運動に関する普及啓発等に取り組んでいる。ただし、頭では運動が健康に良いことが分かっているにもかかわらず、継続して行うことは容易ではなく、ウォーキングを支援するシステムを開発することの意義は大きいと考えている。最近ではスマートフォン等で利用可能な歩行者ナビが一般的になりつつあるが、従来の歩行者ナビゲーションシステムは、ユーザが指定した目的地へ最短で移動するルートを紹介するものであり、ウォーキングそのものを目的としたものではない。そこで我々はウォーキングを支援することを目的としたウォーキングナビシステムを提案する。ウォーキングを効果的に楽しく安全に行うために推薦されるべき歩行ルートの要件としては、適度な負荷（時間、距離、心拍数）を実現すること、危険なルートを回避すること、景色の良いスポットを経由するなど楽しいウォーキングを実現すること等が挙げられる。

適度な負荷に関しては、例えば、ダイエット目的でウォーキングを行う 30~40 代に適切な負荷と、健康維持を目的としたウォーキングを行う高齢者に適切な負荷は大きく異なる、また同年代でも体型や体調によって適切な歩行負荷は異なるため、各個人にあった適切なウォーキング負荷を推定して、これに合致するルートを紹介することが重要である。各歩行ルートのウォーキング負荷を推定する手法としては、歩行ルートの勾配、距離から推定する方法と、スマートウォッチ等により実際に測定された心拍数データから推定する方法を併せて検討する。

危険ルートの回避に関しては、歩行ルートの道幅や歩道の有無、交通量、道路工事の情報、踏切の有無、夜間の街灯の有無

等の情報を収集して、推定することを考えている。また、ジオタグ付きツイートを分析することで、例えば「危なかった」「怖かった」「暗かった」等のつぶやきを収集し、歩行ルートの危険度推定に応用することも併せて検討する。

楽しいウォーキングの実現に関しては、景色の良いスポット、桜や紅葉等の季節の観光スポット、時間依存である夜景スポット、人気のカフェ等のような魅力的な休憩スポット情報を考慮して、楽しいウォーキングの実現に向けた検討を行う。観光スポットに関しては、既存の観光スポットに関する検索サイトや、飲食店に関する検索サイト等を参考に取得することを考えている。また、危険ルート情報と同様にジオタグ付きツイートの分析により、季節や時間帯に応じて評判の高いスポットを発見する手法についても併せて検討する。

以上のように、適度な負荷、危険ルート回避、景色の良いスポット等を考慮することを特徴とする、適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムの提案を本研究の目的とする。以下、2章にて、関連研究について述べ、3章にて、提案手法である適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムについて説明する。最後に4章にて、まとめと今後の課題を述べる。

2. 関連研究

ウォーキングを行う上で、ウォーキングを継続または開始する「動機付け」が重要である。なぜならウォーキングは運動であり、負荷を伴う。そして一般的に辛い、つまらない、といった印象を抱き、動機付けや継続が難しいからである。

田部らは、従来の SNS の様なユーザ間のテキスト対話をせず、少数入力程度の情報で、ユーザ間に競争意識を持たせる事でウォーキングの継続を目指した研究を行っている [2]。それに対し、我々の研究では「目的地」の入力の手間を省き、位置情報と歩行時間の入力によりルートを推薦する。それにより、明

確な目的地が決まっていなくても始める事ができ、動機付けを行う事が可能と考える。しかし、歩数情報のみを基にしており、ルート推薦自体は考慮されていない。

高石らは、位置情報記録式 GPS 装置と心拍数記録装置を併用することにより、歩行速度、歩行経路および運動強度を明らかにし、その結果から個別に具体的なウォーキング指導方式の提案を行なっている [3]。しかし、指導内容の採用、実践については被験者の意志に委ねられているため、あくまでもウォーキング改善の「提案」であり、手間がかかる。また、ルート推薦自体には注目していない。つまり、リアルタイムでウォーキングルートの推薦・変更を自動的に行う事が可能になれば、手間を省く事ができると考える。

武藤らは、ウォーキングコースの見どころポイントや、ウォーキングコースの共有機能を基に、スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスを提案している [4]。見どころポイントや危険情報を共有機能により、情報を取得するが、ユーザの身体的負荷情報は個人により様々であるため共有機能では考慮されていない。

北林らは、歩行者が感じるストレスをなるべく小さくするために、歩行環境および心拍数などの生体信号データを記録・分析しストレス予測を行い、高齢者等の歩行を促進させるシステムの提案を行なっている [5]。しかし、ストレス予測だけでは歩行を促進させる十分な要因とは言えない。例えば地域の名所・見どころの推薦により更にユーザの歩行を促進が可能と考える。

Daniele らは、二枚の写真を基にどちらが好ましいのかを判定し、どの様な道を好むのかを機械学習させる。それにより、従来のナビの様に最短経路を推薦するだけでなく、綺麗に感じるルートを推薦している [6]。しかし、生体信号データの心拍数や勾配については考慮されていないので、十分に安全を考慮できていない。

3. 適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステム

3.1 概要

本研究では、適度な負荷、危険ルート回避、景色の良いスポット等を考慮することを特徴とする、適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムを提案する。ウォーキングがダイエットや健康促進に効果があると言われているが、負荷が低すぎると効果は小さく、負荷が大きすぎると精神的にも辛く感じたり、膝や腰を痛めてしまう可能性もある。また、ウォーキング時に危険な目に会ってしまったら意味がない。さらに、日々の生活の中で継続して行くことは容易ではなく、楽しみながらウォーキングに取り組める工夫は重要である。

図 1 は、実現を目指すウォーキングナビの概要を表した図である。図 1 に示す通り、提案システムでは、対象エリアにおける勾配情報、過去の歩行者の心拍数情報、狭い道路や踏切等の危険情報、名所・観光スポット等の情報、およびジオタグ付き SNS 等から取得可能なウォーキングに関する口コミ情報などを保持させることを考えている。最終的にはこれらの情報を駆



図 1 システム概要図

使した、ウォーキングルートの推薦を実現することを目指している。

以下、本節では、取得する情報および取得方法 (3.2 節)、ウォーキングルート推薦方法に関する検討 (3.3 節)、システム実装に向けた検討 (3.4 節) について説明する。

3.2 取得する情報および取得方法

3.2.1 危険情報

危険情報の取得方法は、ナビタイムジャパンが保有している携帯カーナビプローブデータ [9] の平均旅行速度、通過台数を用いて、全国の道路の平均車両速度、車両台数情報を取得する。このデータは、地域の渋滞解消等のために一般公開されている。

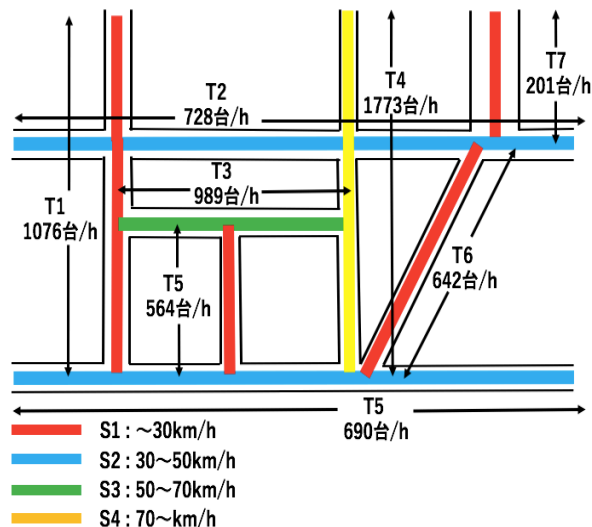


図 2 車両台数と平均速度情報

具体的な例として、図 2 は、ある道路における車両の通過台数とその時の平均速度を記した図である。S1~S4 を平均車両速度、T1~T6 を 1 時間あたりの車両通過台数と設定する。具体的な数字の設定は実際のデータではなく、仮に設定した値である。これらの各交通道路の車両データ (車両通過台数、平均車両速度) から危険情報を設定する。例えば、T7 は 201 台で他のルートよりも車両通過台数が少なく、平均車両速度が 30km 以下であるので危険度が低いと設定できる。対して、T4 は車両通行台数が 1773 台で最も多く、平均車両速度が 70km 以上であるので最も危険度が高いと設定できる。以上の様に車両デー

自覚運動強度 (RPE) の目安

標示	自覚度	強度 %	心拍数(拍/分)
20	もうだめ	100	200
19	非常にきつい	92.9	
18		85.8	180
17	かなりきつい	78.6	
16		71.5	160
15	きつい	64.3	
14		57.2	140
13	ややきつい	50	
12		42.9	120
11	楽に感じる	35.7	
10		28.6	100
9	かなり楽に感じる	21.4	
8		14.3	80
7	非常に楽に感じる	7.1	
6	(安静)	0	60

図 3 RPE(自覚的運動強度) と心拍数との相対関係
(日本健康運動研究所の Web ページ [7] より引用)

タを基に、危険情報を設定する。

3.2.2 心拍数

心拍数は、適度な負荷に設定するために、目標心拍数 [7] を算出することにより実現を目指す。算出式は、

$(220 - \text{年齢} - \text{安静時心拍数}) \times \text{目標係数} + \text{安静時心拍数}$
により求めることができる。一般的に最もダイエットに効果的な主観的運動強度は目標係数が 0.4~0.6 の強さが望ましいと言われている。

図 3 は、RPE(自覚的運動強度) と心拍数との相対関係を示している。今回の実験では最もダイエットに効果的である「やや楽」～「ややきつい」と定義される、強度が 40~60 パーセントを目安にする。

3.2.3 勾配

勾配情報については、国土地理院の基盤地図情報数値標高データ [10] を用いる。標高データの間隔は 5m メッシュ毎のデータを用いることにより、勾配データの取得を行う。

3.2.4 名所・観光情報, 口コミ情報

各地域の名所、観光スポット情報は、観光ガイド-じゃらん [11] と、ジオタグ付き情報ツイートを併用する。観光ガイド-じゃらんにより、各地域の観光スポット情報の取得をし、SNS である twitter の「ジオタグ付き情報ツイート」をクロールし、ウォーキングを行う地域の特徴となる情報を取得可能である。例えば「桜が綺麗」や、「夜景が綺麗」といったツイートから季節感や時間帯を考慮したスポット推薦が可能と考える。従って観光ガイド-じゃらんと、ジオタグ付き情報ツイートを併用することにより、名所・観光スポットはもちろんのこと、普段気づかなかった地域の「隠れスポット」を知ることが可能と考える。

3.3 ウォーキングルート推薦方法に関する検討

図 4 は、日常的に無意識に歩行するときの歩行速度を年代別、

	男性		女性
年齢	歩行スピード (m/分)	年齢	歩行スピード (m/分)
20-24	87.6	20-24	74.1
25-29	85.2	25-29	74.2
30-34	95.5	30-34	72.2
35-39	85.3	35-39	67.2
40-44	82.3	40-44	71
45-49	82.5	45-49	78.6
50-54	77.8	50-54	67.2
55-59	72.6	55-59	63.5
60-64	70.1	60-64	59.2
65-69	63.8	65-69	59.8
70-74	60.7	70-74	55
75-79	54.5	75-79	50.7

図 4 年代、男女別による通常時の平均歩行速度
(横浜市の Web ページ [8] より引用)

男女別によりそれぞれの平均歩行速度を表記したものである。これを用いることにより、ユーザがウォーキングを行いたい時間を入力すると、年代別かつ性別の違いによるウォーキングの距離が算出することができる。

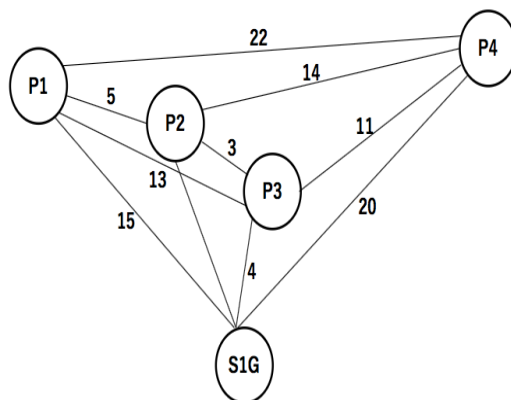


図 5 各種スポットまでのルート図

図 5 は、各種スポットまでのウォーキングルートの推薦方式の図である。図中の S1G をスタート地点とし、P1~P4 を各種スポットとする。また各スポット間の数字はかかる時間である。例えば目標時間を 60 分と設定した場合、スタート地点から 60 分前後かかるスポットまでのルートを推薦する。また、S1G はスタート地点であり、ゴール地点でもあるため、S1G に戻る時間も考慮した上でルートを推薦する。ただし、スポット情報が複数の場合は推薦ルートの数が膨大すぎるため、本研究ではまずスポットが一つの場合で考える。

続いて、例えば先述のように目標を 60 分と設定したとき、60 分前後の目標時間に誤差を含んだルートがいくつか推薦される。それらの誤差を基にルートを推薦する。

図 6 は、スポットまでのルートが P1~p4 まで 4 通りあった場合の目標時間と目標時間との誤差を表した図である。例えば

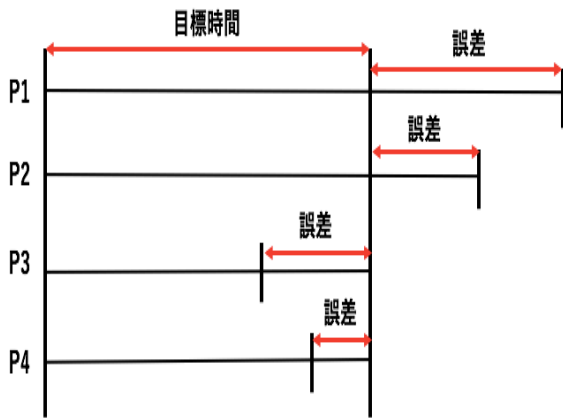


図 6 目標時間と誤差

図 4 の場合，P4，P3，P2，P1 の順に誤差が小さい．この場合推薦されるルートは P4 である．ただし，推薦候補となるルートが一つの場合，汎用性が低いため，目標時間と誤差が小さい 3 つのルートを抽出し，ユーザが選べる様にできるシステムを目指す．

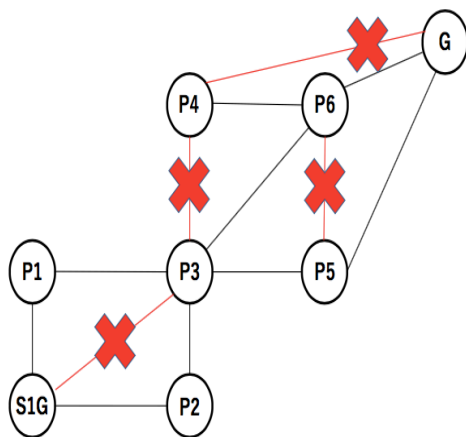


図 7 危険情報を基にしたルート推薦

図 7 は，取得した危険情報を基にした図である．S1G をスタート地点，G をゴール地点，P1～P6 を各スポットとする．例えば，S1G から G に行きたい場合，最も車両の通行台数が多い場所を危険ルートと設定し，各ルートの危険度を設定する．各ルートの危険度を設定が出来れば，時間を基にしたものではなく，危険度の低い順にルートを推薦する事が可能と考える．

以上の情報を基にウォーキングルートの推薦方法の検討を行う．具体的なシステム実装は 3.4 のシステム実装に向けた検討，で述べる．

また，各取得情報が得られた場合，本当にユーザが適度な負荷に感じたのかが分からない．そこで今後の展望としては，高齢者から青年まで幅広い年齢層に使用してもらい，今後も使用したいかをアンケート調査を実地を目指したい．

3.4 システム実装に向けた検討

ウォーキングナビのシステムの実装にあたり，1. 取得情報の確立，2. ウォーキングルート推薦方式の実現，3. システム実装，の 3 段階構成で考えている．ただし，2 のウォーキングルート推薦方式を実現するにあたり，得られた負荷情報，危険情報，目標時間との誤差時間，を数値化し，それらの取得情報を含み，どのルートを優先的に推薦するか具体的な数値化手法の提案が出来ていないので，設定を行う事が今後の展望である．また，現時点では取得情報を得られていないため，システムの構築が行えていない．しかし，今後はスマートフォンにアプリとして落とし込み，ウォーキングナビとしてシステムの実装を行う事を目指す．

4. ま と め

本稿では，適度な負荷を考慮したウォーキングナビシステムを提案した．ウォーキングを効果的に楽しく安全に行うために推薦されるべき歩行ルートの要件として，適度な負荷（時間，距離，心拍数）を実現すること，危険なルートを回避すること，景色の良いスポットを経由するなど楽しいウォーキングを実現すること等を掲げ，これらの実現方法について議論した．

今後は，プロトタイプシステムの設計および構築を行い，評価実験に基づく提案手法の妥当性検証を行う．

謝 辞

本研究の一部は，科研費基盤研究 (B)(課題番号：26280042) によるものです．ここに記して謝意を表すものとします．

文 献

- [1] 健康づくりのための身体活動基準 2013, 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf>
- [2] 田部浩子, 吉廣卓哉, 井上悦子, 中川優: "生活習慣病予防のための競争意識を利用した歩行継続支援システム", 情報知識学会誌, Vol.21 (2011) No.1 pp.37-53, 2011.
- [3] 高石鉄雄, 山田美恵, 田中勤, 金若美幸, 柳澤尚代: "位置情報記録方式 GPS 装置と心拍数記録装置を用いた高齢者のウォーキング指導の提案", 日本公衆衛生雑誌, Vol. 56 (2009) No. 3 pp.172-183, 2009.
- [4] 武藤武, 佐々木喜一郎, 安田考美: "スマートフォンを活用したウォーキング支援サービスの検討", 情報処理学会 第 76 回全国大会, 6V-5, 2014.
- [5] 北林宏樹, 大西恒彰, 張信鵬, 浅野泰仁, 吉川正俊: "ストレス予測による経路推薦に向けた歩行環境および生体信号の群衆データ分析", 情報処理学会 研究報告データベースシステム (DBS) 2014-DBS-159(5), 1-6, 2014.
- [6] Daniele Quercia, Rossano Schifanella, Luca Maria Aiello: "The Shortest Path to Happiness: Recommending Beautiful, Quiet, and Happy Routes in the City", HT'14 Proceedings of the 25th ACM conference on Hypertext and social media, Pages 116-125, 2014.
- [7] "健康づくりに役立つ運動", 日本健康運動研究所 <http://www.jhei.net/exer/walking/wa02.html>
- [8] "通常歩行の速度", 横浜市スポーツ医科学センター <https://www.yspc.or.jp/ysmc/column/health-fitness/walking->

2.html”

- [9] NAVITIME 交通コンサルティング
”<https://consulting-app.navitime.biz/public/>”
- [10] 国土交通省国土地理院，基盤地図情報ダウンロードサービス”<http://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>”
- [11] 観光ガイド-じゃらん
”<http://www.jalan.net/kankou/>”