

歩行負担を考慮したスマートフォン向け乗換経路案内システムの構築

A Development of Pedestrian Transfer Route Guidance System
for Smart Phones Based on Physical and Mental Walk Load

中山 晴幸¹, ○田邊 桃子²
Haruyuki Nakayama¹, *Momoko Tanabe²

The aim of this paper is to develop the suitable pedestrian transfer route guidance system for smart phones such as iPhones and Androids. Train passengers must pass through the barrier (long corridors and stairs) during the transfer to another line. In large cities like Tokyo for example, if there are several routes, it is very difficult to determine which route is the most walkable and less tired. In this paper, physical and mental walk load during the transfer walking are discussed and applied it to the pedestrian transfer route guidance system.

1. はじめに

JR, 私鉄および地下鉄など鉄道の乗り換え経路案内システムは、既に多くがWeb上で稼動している。しかし、一般的に駅構内での乗り換えに関する詳細な経路情報提供はあまり存在しない。さらに、バリアフリー新法により公共交通機関のバリアは改善されつつあるものの、エレベータやエスカレータを必要に応じて利用し、歩行時の身体的、精神的な低負担経路を分かりやすく案内するサービスの提供はない。そこで本研究では年齢別、性別による階段昇降運動を水平歩行負担に換算する体感係数を用いて低歩行負担経路を評価し、スマートフォン対応経路案内システムの構築を試みた。

2. 歩行負担の算定方法

2-1 低歩行負担経路とは

本研究で定義する低歩行負担経路とは、階段などの障壁による上下運動の負担を水平移動量に変換した場合の歩行負担の低い経路を指す。この時用いる換算係数を『体感係数』として定義した。都内の鉄道網は地下鉄も含まれるため、上下の移動が多く、歩行者の歩行負担が大きい。本研究では既存の乗り換え案内システムにはない性別、年齢という個人特性による運動強度を考慮して歩きやすい低歩行負担経路を算定した。

また、高齢になるほど身体的負担である運動強度だけでなく、転倒の危険性を加味した精神的負担として評価する必要もある。本研究では、このような精神的負担についても考慮して低歩行負担経路を算出し、その経路を案内すると共に所要時間が最も短い経路を表示させ、利用目的に応じたルート選択を可能とした。

2-2 体感係数とは

体感係数とは、水平移動や階段昇降の際に移動した

距離に対して、体を感じるそれと同等な水平距離に補正する係数で、本研究で定義した換算係数である。例えば、階段1段を昇る運動強度はそれと同等に体を感じる水平距離で何m歩行する距離に相当するかを換算する係数と定義した。体感係数の算出に使用した運動強度は、米国スポーツ医学会が運動処方指針として示したMETsと酸素摂取量（以下VO₂）を用いた。

2-3 体感係数を求める

本研究において算出する行動負担は、水平歩行、階段上り、階段下りとする。まず運動生理学の測定方法の運動生理学の予測式¹⁾を使用し、水平歩行のVO₂を求めた。そして運動強度を算定するためのMETsの値は、1 (METs) に相当するVO₂ = 3.5 (ml/kg/min) で割ることにより求めることができる。この計算を各行動別に行い、行動の違いによる運動強度を算定した。

次に求めたMETsの値から消費エネルギーを求める。予測式は既往研究³⁾より性年齢補正係数は性別および年齢によって異なる。性別、年代別の平均体重は厚生労働省で公表されている値²⁾を使用した。

上記の計算結果を利用して体感係数を求める手順を以下に示す。体感係数を算出する際に使用する1日の消費エネルギー量は厚生労働省で公表されている値²⁾を使用した。なお、総消費エネルギーは基礎代謝量を省いた値をとした。体感係数の算出に際して、男性の1日における消費エネルギーを基準として実施した。体感係数の算出過程は、次のとおりである。

- ①各動作の1分で進む距離を速度から算出する。
- ②各動作別に20代男性の場合の水平歩行と同じ距離を進んだ時の消費エネルギーを算出する。
- ③算出した消費エネルギーを20代の水平歩行の消費

1 : 日大理工・教員・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology

2 : 日大理工・院・交通, Department of Transportation Engineering and Socio-Technology

エネルギーと年代別の総消費エネルギーを使用し、各比率を求める。

さらに、身体的機能による補正を行う。階段の昇降時には、高齢層は青年層より運動能力が格段に低下する。このことから、文部科学省が実施した体力テスト内の階段昇降にかかわる動作アンケート⁴⁾より、高齢層にあたる60歳代から70歳代には、青年層と同じ行動ができる割合の逆数を補正值として体感係数に反映させた。Figure1は求めた各行動別の体感係数をグラフ化したものである。年齢を重ねるにともない体感係数は増加し、階段上りにおける値がとくに大きくなった。また、階段下りの体感係数は水平歩行や階段下り動作に比べて、加齢による影響が大きく現れている。

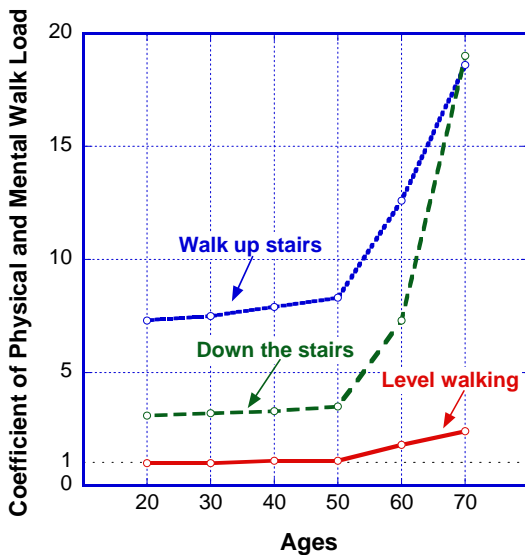


Figure 1 Coefficient of physical and mental walk load classified by walking action and ages. (Male)

3. 経路検索システムの構築

上述の方法により求めた体感係数を利用して、低歩行負担経路案内システムの構築を試みた。本システムの構築手順として、まず乗換時の各駅構内の徒歩データを実際に各駅構内を歩行して収集した。それらデータから各ルートのリンクデータなど検索に必要なデータへ整理を行い、乗り換えリンクデータベースを構築した。これらを用いて、ダイクストラ法による最適経路を求めるプログラムをサーバ上で稼働できるようにPHPで作成し、インターネットを介してWeb上で経路検索を行えるようにした。

3-1 低歩行負担経路の検索

歩行経路の検索には、グラフ上の2頂点間の最短経路を効率的に求めるダイクストラ法を用いた。本システムでは駅構内の分岐点をノード、歩行通路をリンク、

さらに駅をノード、鉄道路線をリンクとしグラフ化することにより各条件における最短経路を求めている。計算時の条件設定はリンクの重みとして所要時間、歩行距離、体感係数により変換した変換距離を考慮した。

3-2 スマートフォンへの対応

PCおよびスマートフォンからの検索要求に対して、サーバ上で処理された検索結果の表示は、画像データとしてインターネットを介して回答される。今回スマートフォンに対応させるため、iPhoneおよびAndroidで共通して表示可能なHTMLやCSS、またiOSというGoogleが提供するスマートフォン向けのインターフェースフレームワークを使うことによって、検索結果表示やページ遷移をよりスムーズに行うことができる。

4. 経路検索システム

4-1 出発・到着駅の選択

路線図から選択する方法では、直接駅名をタップすることで感覚的に駅を選択することができる。

4-2 検索結果の表示

検索結果は所要時間、運賃、乗換回数、総歩行距離を表示し、乗換駅では各駅の歩行距離、階段の段数やエスカレータ、エレベータの数や位置を表示する。

4-3 既存のシステムとの相違点

既存の乗換検索システムでは、検索の条件として料金、所要時間、乗換回数、歩く速度などを選択し、与えられた条件から最適経路を優先し表示する。本来、年齢や性別により歩行の速度や階段1段に対して感じる疲労度には差がある。本システムでは『体感係数』をもとに、年齢や性別などの条件の違いにより乗り換えにかかる所要時間や乗り換えの経路が変わるようになっている。検索結果は、歩きやすさと乗換所要時間を考慮した経路、低歩行負担経路、乗換の所要時間が最も短い経路の3種類が表示される。

参考文献

- [1]山本順一郎：運動生理学，化学同人，p12，(2010)
- [2]厚生労働省：健康づくりのための運動指針，<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/>，(2006)
- [3]菊池信太郎：年齢を考慮した歩きやすさ評価について，日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文，(2008)
- [4]文部科学省：平成21年度体力・運動能力調査結果 http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/19/10/007.htm，(2009)
- [5]長岡洋樹：スマートフォン対応の歩きやすさを考慮した経路検索システムの構築，日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文，(2010)