

# アニメーションエージェントとの同行を通じた 歩行トレーニングシステムの提案

A System Supporting Walking Exercise through Strolling with a Companion Agent

高瀬 裕\*1    吉田 友弥\*1    土肥 祥子\*1    中野 有紀子\*1    酒井 信隆\*2    安田 清\*3  
Yutaka Takase    Yuya Yoshida    Shoko Dohi    Yukiko I. Nakano    Nobutaka Sakai    Kiyoshi Yasuda

\*1成蹊大学理工学部情報科学科

Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, Seikei University

\*2フィットネスガーデン馬橋    \*3千葉ろうさい病院  
Fitness Garden Mabashi    Chiba Rosai Hospital

Recently, walking exercise is becoming popular. People are able to exercise with enjoying the surrounding environment changes and the strolling around wherever they like. We believe that these enjoyments, are called wandering, are essential elements of the walking exercise. On the other hand, there are also many people exercising with a walking machine into the indoors, such as a sports gym. However, the exercise with a treadmill is tedious for users because of the lacking of the wandering. In this study, we propose a novel support system for walking exercise with the wandering experience by using google street view. In addition, we introduce a companion agent to act as a route guide and improve the enjoyments of walking. As a result, users can stroll around the world or visit wherever they want with the agent during exercising. By means of the system, users will be able to exercise in the indoors with the similar wandering experience in case of walking in the outdoors.

## 1. はじめに

ウォーキングは、年齢や性別に依らず楽しむことができる運動の一つである。特別な器具を必要とせず趣味として始めやすく、また健康増進にも繋がる。内閣府による平成 21 年度の体力・スポーツに関する世論調査\*1によれば、三十代から七十代以上の全ての群で最も行ったことが多い運動がウォーキングとなるなど、幅広い世代に人気の運動である。

ウォーキングや散歩を始めとした歩行運動の楽しさの一つに、ワンダリング [FUJITA 97, 林 03] と呼ばれる偶発の発見や出会いを楽しむ散策行為がある。実際に外に出てウォーキングを楽しむ場合には周囲の環境が時々刻々と変化することに加えて、自らの意思でワンダリングを行い、気の向くままに行き先を変えたりすることができる。

一方で、高齢者や体の不自由な人にとっては実際に屋外に出るのが困難である場合がある。こうした場合、あるいはより手軽に同様の運動効果を得ようとする場合にはスポーツ施設等で運動機器を利用することが多い。屋内で運動機器を利用することと、実際に屋外へ出ることの大きな違いは、先に挙げた歩行運動の楽しさのひとつであるワンダリングが行えない点である。屋内に設置された運動機器では運動中に周囲の変化が乏しく、単調な運動となり利用者を退屈させてしまう。この問題を避けるため、現在スポーツ施設で利用されている機器にはテレビ等が設置され、利用者はテレビ番組を楽しみながら運動が行えるように工夫がされている。

本研究では、図 1 に示したような屋内での歩行トレーニングに実際に屋外で得られるワンダリングの楽しさを付加し、より楽しみながらトレーニングが可能なシステムを提案する。提案システムは、利用者に対して Google Street View\*2 を提示



図 1: 提案システムの概要

する。利用者の体の動きを認識することで、Street View の操作を可能にし、あたかも屋外を歩いているかのような感覚の提示を目指す。加えて、同行者としてアニメーションエージェントを配置し、エージェントのインタラクションを通してより楽しみながら運動が可能なシステムを構築する。

## 2. 関連研究

バーチャル空間を歩行するためのインタフェースは既に広く研究されている [雨宮 01, 矢野 09]。多くは、歩行感覚を提示するために比較的大掛かりであったり、利用者が特殊なデバイスを身につける必要が有る等、煩雑なシステムが多い。本提案では、高齢者の自宅や介護施設のような大きな装置の設置が困難な場所であっても、利用者が特別な装置身につける必要なく利用できるような利用者の歩行運動を簡易的に認識可能なシステムを提案する。

また、Google Street View を利用してバーチャル空間で観光を楽しむシステムとして倉田らの [倉田 14] 等が挙げられるが、観光コースは事前に作成する必要があり、利用者が好きな場所をどこでも自由に散策できるシステムにはなっていないこ

連絡先: 高瀬 裕, 成蹊大学, 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1,  
yutaka-takase@st.seikei.ac.jp

\*1 <http://survey.gov-online.go.jp/h21/h21-tairyoku/index.html>

\*2 <https://www.google.com/maps/streetview/>

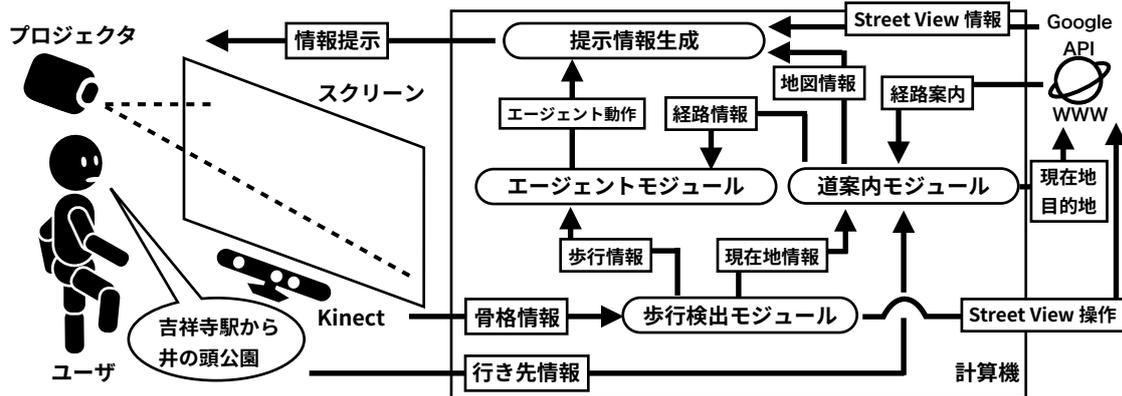


図 2: 提案システムの処理の流れ



図 3: Unity 上での統合の様子

とから、本研究では、利用者は Google Street View を自らの歩行運動によって自由に探索したり、同行するエージェントによって周囲の観光名所や見どころが案内されたりしながら楽しく歩行トレーニング可能なシステムを目指した。

### 3. 提案システム

図 1 は、提案の実現のために構築したプロトタイプシステムである。利用者の歩行動作を外部センサによって認識し、それによって Street View 内を操作し、自由に移動できる。Street View 画像と、周囲の地図はプロジェクションされ、利用者に提示される。加えて、アニメーションエージェントを導入し、利用者が設定した目的地までの道案内を音声によって行うことが可能である。

システムの処理の流れを図 2 に示した。本システムは大きく分けて、利用者の動作を認識し、Street View を操作する歩行検出モジュール、利用者の Street View 上での現在地と、任意に設定された目的地までの経路を地図上に示す道案内モジュール、同行者としてのエージェントを制御するエージェントモジュールの 3 つのモジュールからなる。それらをゲームエンジン Unity<sup>\*3</sup> 上に統合した。図 3 は、Unity 上に Google Street View を表示し、エージェントを画面前に配置した図である。Street View 画面はウェブブラウザを Unity 内に再現可能なプラグインを利用した。従って、通常であればマウス操作によって閲覧する Street View を利用者の歩行運動等の身

体動作によって操作、閲覧可能にすることが必要となる。エージェントは利用者の歩行運動に合わせて歩行動作アニメーションを行ったり、利用者の望む目的地までの経路案内を行う。このため、前者は先述の歩行動作認識と、後者は Street View 画面とのデータのやりとりが必要となる。次に各モジュールの詳細を述べる。

#### 3.1 歩行検出モジュール

利用者の身体動作によって Street View を操作し、歩数や前進距離の算出を行う。身体動作の認識には Microsoft Kinect センサを利用した。必要な操作は、歩行運動による前進と、左右方向への回転、上下方向への見上げ・見おろしの 3 つの操作となり、これらを Kinect センサを通して認識する。

**前進操作** 利用者がその場で足踏み動作を行うと、Street View 内を前進できる。このために、Kinect センサから得られる利用者の骨格情報のうち、左右の膝の高さを利用した。利用者が直立状態の各膝の高さを基準として、ある一定の閾値を超えて膝が上げられ、その後その閾値を下回った場合、片方の足の足踏みが一度行われたと判断する。こうして判定された一歩に対して前進する距離は任意に設定できるようにした。利用者の Street View 内での現在位置は経度・緯度情報として保持され、後述の道案内モジュールにて使用される。前進距離を適切に調整すれば、例えば歩幅 70 cm の歩行状態から、数 m を超えて車両によって移動するような感覚まで提示することができる。ここで検出された足踏み回数（歩数）は保持され、利用者へ歩数として提示される。

**左右回転操作** 利用者の体の向きを検出することで、Street View 画面での左右の回転を行う。これによって利用者は Street View 内を自由に見回し、望む方向への移動や散策が可能となる。この実現のために、利用者の左右の肩の座標を利用した。利用者が正面を向いた状態での左右の肩の奥行き方向座標の差を基準とし、例えば、右肩が左肩よりもある閾値以上奥にある場合に、右方向への回転操作とした。実際の動作を再現するためには、利用者が体全体を回転させるのを認識し、提示も常に体正面にくるように方向を変化させる必要がある。こうした提示は、利用者の周囲にディスプレイを設置したり、専用の部屋を作成する等大規模な装置が必要となり、今回の目的には適していない。そのため、このような簡易的操作方法を選択した。

\*3 <https://unity3d.com/jp>

**見上げと見下ろし** Street View 内で見上げ動作や見下ろし操作を行うために、左右の腕の上げ下げを利用した。見上げ動作を行うためには、右腕を頭より高く上げ、見下ろすためには左腕を同様に上げる。この操作も、左右回転操作と同じくある方向に固定されたスクリーンを利用することに起因するが、左右回転操作と比較すると実際は頭部を動かすべき動作を腕に置き換えており、直感と大きく異なる操作となっており、改善する必要がある。

以上のような身体動作によって利用者は Street View を操作し、好みの場所の風景を楽しみながら歩行運動を行うことができる。特に、足踏みの回数によって移動距離を把握し、時々刻々と変化する利用者の現在位置を認識することで、後述する道案内モジュールを通してエージェントに道案内や観光案内を行わせることが可能となる。

### 3.2 道案内モジュール

特定の目的地を設定して歩く場合や、見知らぬ観光地や観光名所を歩く場合には進むべき経路の案内が必要となる。また、Street View 画面の提示のみでは現在地の把握や、向いている方向を見失いやすいことから、Google Maps API<sup>\*4</sup> を利用して、利用者の現在位置や向いている方向、目的地を設定していればそこへの最短経路を表示した 2 次元の地図を Street View 画面に重畳表示した。図 1 の右上に見える地図情報が本モジュールが生成する道案内情報となる。この実現のためには開始位置、目的地の設定と現在位置の取得、また、利用者の現在位置に応じた目的地までの経路探索が必要となる。

**開始位置・目的地の設定** 利用開始時に設定する移動の開始地点や、目的地は現状ではキーボードからの文字入力によって設定する。将来的にはエージェントと音声対話を通して設定や変更を行えるようにしたいと考えている。

**現在位置の取得** 利用者の歩行動作によって変化する現在位置は、歩行検出モジュールから取得する。

**経路探索** 述べてきたように利用者の現在位置は変化してく。このため、開始位置から目的地までの経路の表示ではなく、常に現在位置から目的地までの経路が表示されるように工夫した。これに必要な経路の探索や現在位置、現在の正面方向の表示は全て Google Maps API を通して実現した。これによって、利用者は画面上に目的地までの最短経路が表示されるものの、それに従わず探索を行った場合にもその場所からの経路を知ることができ、安心して自由に歩行が楽しめるようになる。

### 3.3 エージェントモジュール

利用者がより楽しみながら Street View 内の散策を通じた歩行運動を行えるようにアニメーションエージェントを導入した。現状のシステムでは、エージェントは利用者の歩行動作に合わせて、自身も歩行しているかのような歩行モーションを行い、利用者と同行し、共に散策している感覚を生み出す。また、道案内モジュールによって取得された経路案内を発話し、利用者に次に進むべき方向や通りの名称を発話することができる。これは上述したように、経路案内や現在位置表示は Google Street View 画面ではなく、そこに重畳表示された地図にのみ表示される。主に Street View 画面を見ながら運動を行う利用者に対して、情報を伝達する役割でもある。この実現のためには、利用者の歩行動作の取得と発話機能の実装、ま

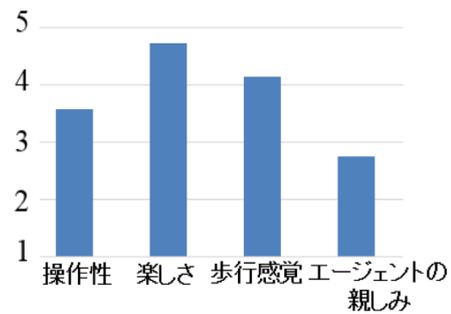


図 4: アンケートの結果

た、経路案内情報の取得と発話が必要となる。

**歩行動作の取得** 利用者が歩行動作を行っている情報は歩行検出モジュールから信号として取得する。これによって予め用意された歩行モーションを再生し、エージェントが利用者と同行している感覚を生み出す。

**発話機能の実装** 発話機能の実装には Microsoft Speech API を利用し、任意の文章を発話させることを可能にした。1 や 3 に示したように、エージェントは通常利用者に背を向けている。発話の際にもこの状態では不自然であると考え、その際には利用者の方向に向き直るモーションを再生後、発話を行う。

**経路案内情報の取得と発話** 道案内モジュールによって取得された経路案内情報を利用して利用者に対して道案内を行う。経路案内情報は Google Maps API を通してテキスト形式で取得することが可能であるが、例えば次のような文章となる。

- 東に進む
- 歩道を進む
- 右折して都道 256 号線に向かう
- 日野駅東 (交差点) を左折して 都道 256 号線に向かう

こうした文章をそのままエージェントに発話させてしまうと、不自然なものとなる。また、前述した通り、利用者の現在地点に変化に応じて経路は再検索されるため、得られる最短経路案内を全て発話させる必要はない。そこで、エージェントは常に直近 2 つの経路案内をその内容に変化があった場合のみ発話することとした。また、自然な発話内容に聞こえるように、ルールベースによる語尾変化を行う。上記の経路案内であれば、エージェントは利用者の方向に向き直った後、「東に進み、歩道を進みましょう」と発話を行う。

アニメーションエージェントの導入によって利用者には同行者と共に好みの場所を散策したり、観光地等へ向かったりといったことが可能となった。今後はエージェントの発話内容の拡充や音声対話によるインタラクションの実装等が必要となるだろう。

## 4. 実証実験

本提案システムについて実際に使用する場合の要求や改善点を調査するため、フィットネスクラブのスタッフ男性 5 名 女性 2 名に使用してもらった。その後、操作性、楽しさ、歩行感覚、エージェントの親しみやすさの 4 項目を 5 段階で評価し

\*4 <https://developers.google.com/maps/>

---

てもらった。いずれの質問も 5 が最も良い評価である。その結果を図 4 に示した。概ね好意的に受け入れられたが、エージェントの親しみやすさが比較的低い結果となった。これはエージェントの発話内容が乏しいこと、こちらの発話に応えるようなインタラクティブ性の低さが原因であると考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

本研究は、より楽しみながら歩行トレーニングが可能なシステムの開発を目的に、世界中の様々な場所をエージェントと共に散歩や観光が楽しめる、Google Street View を用いた提示システムの提案と、そのプロトタイプの構築、実証実験を行った。利用者の骨格情報を用いた Google Street View の操作と、道案内が可能なアニメーションエージェントをゲームエンジン Unity を用いて統合した。実証実験では、エージェントとの発話内容や利用者とのインタラクションの拡充の必要性が明らかとなった。

今後は、入出力インタフェースの改善に加えて、エージェントの発話内容を拡充し、利用者の周囲にある見どころを教えてくれたり、名所についての解説を行うようにしていきたい。また、屋外を歩いている感覚の増強のため、環境音の付加を検討している。将来的により手軽に、楽しく歩行トレーニングの可能なシステムとしていきたい。

## 参考文献

- [FUJITA 97] FUJITA, T.: The Comparison of Japanese walking in Nature with European Wandering., *Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture*, Vol. 61, No. 2, pp. 150–156 (1997)
- [雨宮 01] 雨宮 慎之介, 八木 寿浩, 塩崎 佐和子, 藤田 欣也, 渡部 富士夫: 足踏式空間移動インタフェース (WARP) の開発と評価, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 6, No. 3, pp. 221–228 (2001)
- [倉田 14] 倉田 陽平, 相尚 寿, 真田 風, 池田 拓生: Google Streetview を用いた道案内・街案内ツールの開発, *観光情報学会第 9 回研究発表会*, pp. 32–35, 加賀 (2014)
- [矢野 09] 矢野 博明, 中島 陽介, 田中 直樹, 斉藤 秀之, 岩田 洋夫: 歩行感覚呈示装置を用いた臨床実験用歩行リハビリテーションシステムの開発, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 14, No. 4, pp. 455–462 (2009)
- [林 03] 林 幸治: 子供の身近な自然とのかかわりに関する実践的研究: 散歩のすすめ, *日本保育学会大会発表論文集*, No. 56, pp. 574–575 (2003)