

中高年の運動不足解消に向けた擬似観光体験システムの開発

長尾 光悦 伊藤 修司

北海道情報大学

Development of Virtual Sightseeing Experience System for Middle-aged and Older People having Lack of Exercise

Mitsuyoshi NAGAO and Syuji ITO

Hokkaido Information University

平成25年11月

北海道情報大学紀要 第25巻 第1号別刷

〈研究ノート〉

中高年の運動不足解消に向けた擬似観光体験システムの開発

長尾光悦[†], 伊藤修司[‡][†]経営情報学部 システム情報学科 准教授[‡]経営情報学部 システム情報学科 4年生**Development of Virtual Sightseeing Experience System for Middle-aged and Older People having Lack of Exercise**Mitsuyoshi NAGAO[†], Syuji ITO[‡][†]Associate Professor and [‡]B4, Department of Systems and Informatics,
Faculty of Business Administration and Information Science

要旨

近年、中高年の運動不足傾向により、高血圧、糖尿病、肥満といった生活習慣病の発症、更には、生活機能の低下による要支援、要介護状態への進行が解決すべき重要な社会問題となっている。本稿では、中高年の運動不足解消に向けた擬似観光体験システムを提案する。提案システムは、ユーザが室内で安全かつ簡便に運動を行うことを可能とするものであり、更に、エンターテインメント性の導入により、継続的な運動を実現するものである。提案システムにおいては、Kinect センサーを利用することにより、ユーザの動作検出を行い、検出された動作に基づき、Google ストリートビュー上での仮想的な観光体験を提供する。本研究では、プロトタイプシステムの構築を行い、動作検証実験を行った。

Abstract

In this paper, we propose a virtual sightseeing experience system for middle-aged and older people who have lack of exercise. Our proposed system can provide safe indoor exercise without cumbersome operation and expensive device. In addition, an entertainment function such as virtual sightseeing experience can promote exercise continuity. In our proposed system, exercise action of user is detected by using the Kinect sensor produced by Microsoft Corporation. A virtual sightseeing experience in major city of the world on the Google Street View on the basis of the detected action is provided. We constructed a prototype system, and performed an experiment for operation verification.

キーワード

運動不足 (Lack of Exercise), 擬似観光体験 (Virtual Sightseeing Experience),
Kinect, Google Street View

1. はじめに

近年、中高年の運動不足傾向が増加しており、それに伴い、中年層においては、高血圧、糖尿病、肥満といった生活習慣病の発症、高齢者層においては、生活機能の低下による要支援、要介護状態への進行などが問題となっている[1][2]。また、東日本大震災を機に外出の回数が減少することによって生活が不活発になり、全身の機能が低下する生活不活発病患者の増加も社会的問題となっている。

これら問題は、日々の運動により解決することが可能であるが、中年層であれば、仕事などにより自由な時間が取れないといった理由や、高齢者であれば、外出による事故や怪我の恐れから家族により運動を抑制されてしまうといった場合があり、単純な問題解決には至っていないのが現状である。しかしながら、これら年齢層においては、運動不足の問題に対する改善意識は強いいため適切な機会やシステム、すなわち、自宅で手軽かつ安全に運動を継続することが可能となるならば、問題が改善される可能性は高いものとする。

本稿では、中高年の運動不足解消に向けた疑似観光体験システムを提案する。提案システムは、中高年齢層のユーザが室内で簡便かつ安全に運動を行うことを支援するものである。更に、室内での単調な運動は、飽きの問題から、その継続が困難になる。そのため、提案システムでは、エンターテインメント性を有する運動支援システムの実現を行う。具体的には、ユーザの運動動作に合わせて、世界各国をあたかも観光しているような体験を提供可能とするものである。

提案システムにおいては、ユーザの動きを検出のために Microsoft 社が提供する

Kinect センサーを利用する。Kinect センサーは、これまで高価なデバイスを必要としたモーションキャプチャを安価なデバイスで実現することが可能なセンサーである。このため、システムの開発コストを低減することができる。加えて、専用のデバイスの上に乗るなどといったことなくユーザの動作認識が可能であるため、転倒などの危険性が少なく、安全に運動を行うことが可能である。

また、本システムにおいては、疑似観光体験の実現方式として、Google 社が提供する Google ストリートビューを利用する。Google ストリートビューは、さまざまな場所の道路沿いの風景を 360 度見渡すことができる Web アプリケーションであり、道路に沿った移動や、特定箇所の拡大表示などが可能なものである。現在、ニューヨーク、ロンドン、東京といった主要都市がカバーされており、これを利用することによって日本国内に限らず、世界中のさまざまな都市において自由度の高い仮想的な観光体験を実現することが可能である。

更に、本研究では、プロトタイプシステムの構築を行い、動作検証実験を行った。実験の結果、提案システムを利用することによって、体に適度な負荷をかけた運動を行うことが可能であり、また、室内において札幌やニューヨークといった都市における疑似観光を行いながらの運動を実現できることが確認された。

2. 関連研究

これまで、中高年の運動不足解消のためのシステムや高齢者のリハビリテーションを目的としたシステムが研究開発されている。

たとえば、木村らは、高齢者のリハビリテーションを目的としたシステムの開発を行っており、高齢者の歩行運動に合わせて、小樽などの観光名所の実写映像が流れ、観光名所の散歩を擬似体感しながら歩行訓練が可能なシステムを提案している。このシステムでは、歩行動作を検出するために専用のマット式のデバイスを用いており、更に、観光名所の歩行映像を、システム開発者が予め撮影し、システム内に登録しておかなければならない [3]。

橋本らは、認知リハビリテーションのために、任天堂が提供している **Wii Fit** バランスボードと呼ばれる板状のデバイスを利用し、高齢者がボード上で足踏み動作を行うことにより、この動作に合わせて仮想空間における市街地を散策することが可能なシステムの開発を行っている [4]。

岩谷らは、高齢者施設の利用者が遊びながら楽しく体を動かすことができるシステムの開発を行っている。ここでは、腿上げ運動と手を握る運動を対象とし、専用の加速度センサーにより腿上げ運動を、専用の圧力センサー付きのエアバックにより手を握る運動を検知し、複数の高齢者の運動検出結果に基づき、大縄跳びゲームや綱引きゲームを協力して行うことが可能になっているものである [5]。

また、浅野らは、現代人の運動不足解消を目的とした運動支援システムを開発している。ここでは、専用の三軸加速度センサーを用い、これを脚に装着することによって脚の上下動を検出する。更に、継続的な運動を実現するため、この脚の上下動の検出結果に基づき、ベルトコンベアーから落ちないようにするゲームや的当てゲームなどを行うことができるようになっているものであ

る [6]。

このように、これまでいくつかの研究開発が行われてきているが、従来システムでは、専用の加速度センサーや圧力センサーを必要とするものが多く、システムの開発コストが高いといった問題が存在する。また、加速度センサーを利用した場合には、運動強度を上げようとした場合には、脚を動かす速度を上げる必要があるが、この素早い動作は関節の問題や安全性の観点から中高年齢層に対して適切であるとは考えにくい。中高年齢層の場合には、脚の位置をどこまで上げるといった、ゆっくりとした動作の中での運動強度の設定が必要であると考えられる。更に、**Wii Fit** バランスボードを利用したシステムの場合には、バランスボードと床面の間に段差が生じ、転倒の恐れがあることから高齢者を対象としたシステムとしては安全性の観点から問題が存在する。

以上の認識のもと、本研究では、中高年齢層が安全に運動することが可能であり、かつ、運動を継続することができるようエンターテイメント性を備えた室内向けの運動不足解消支援システムとして、**Kinect** を利用した擬似観光体験システムの提案を行う。

3. Kinect

本研究で利用する **Kinect** は、Microsoft 社が販売する **Xbox360** という家庭用ゲーム機の周辺機器として販売されている人間の動きを検出する、いわゆる、モーションキャプチャのためのデバイスである (図 1)。

従来、モーションキャプチャを行うためには、高額な専用デバイスを必要とし、加えて、動きを取得したいユーザの身体部位に



図1 Kinect センサー

専用のマーカーと呼ばれる球状の物体をつけることが必要とされた。しかしながら、Kinect は、動作認識のためにマーカーを必要とせず、人体における関節部位の動きを取得することが可能であるため、ユーザに負担をかけることなく動作情報の取得を行うことが可能である。また、デバイス自体も安価であり、かつ、Windows 向けのソフトウェア開発キットとして「Kinect for Windows SDK」が提供されているため、手軽にユーザの身体動作を利用したシステムやアプリケーションを開発することが可能なデバイスである。

このようなことから、近年、Kinect を利用したリハビリテーションのためのシステムや、人間の動作解析を行うためのシステムが提案されている。たとえば、狐崎らは、Kinect を利用したリハビリテーションアプリケーションを開発している。ここでは、Kinect を利用することにより、椅子に座った状態から 3 メートル先のコーンを回って椅子に戻る「Timed Up & Go」や「10 メートル歩行」における動作解析、更に、関節稼動域の測定を可能としている[7]。

また、紅林らは、Kinect センサーを利用して、人間の動作を分析することが可能なシステムを提案している。提案システムにおいては、Kinect により動作における関節

部位の取得を行い、各関節部位の位置変異のグラフ化や関節部位で構成されたアニメーションでの動作の再現を可能としている。このシステムの有効性を中学校の技能学習科目における教育効果の面から検証している[8]。

本研究においても、開発コスト、安全性の実現、システムの柔軟性の観点から、Kinect を利用したシステムを提案する。

4. 中高年の運動不足解消に向けた疑似観光体験システム

4.1 システム概要

図2に提案システムの概要を示す。図に示されるように本システムは、ユーザがシステムを操作するための操作インターフェース、ユーザの身体情報を取得するための Kinect センサー、取得したユーザの身体情報に基づき動作判定を行う動作認識モジュール、更に出力インターフェースとして、ユーザの動作状況を表示するための Kinect 出力インターフェース、及び、疑似観光体験のための画像を表示するインターネットブラウザから構成される。

システムの利用に際しては、ユーザは、まず、操作インターフェースにおいて、Kinect センサーの起動、および、疑似観光を行う場所の選択を行う。これにより、動作認識モジュールと出力インターフェースが起動される。この後、ユーザは Kinect センサーの位置が腰の高さになるよう設置し、Kinect 出力インターフェースにおいて、ユーザの身体映像に、関節認識マーカーが表示されるよう立ち位置の調整を行う。

関節が認識された位置においてユーザが動作を行うと、動作認識モジュールにおい

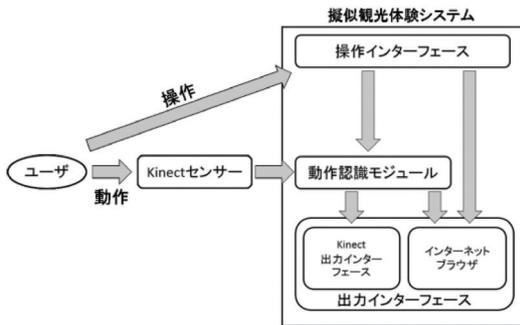


図 2 システム構成

て、ユーザがどのような動作を行っているのかの認識が行われる。この動作認識結果が Kinect 出力インターフェースに出力される。更に、ユーザが決められた動作を行った場合には、インターネットブラウザに表示された観光地の画像が、動作に連動して変化する。図 3 に本システムの起動画面例を示す。

以下、各インターフェース、及び、モジュールの詳細を示す。

4. 2 操作インターフェース

操作インターフェースを図 4 に示す。本システムの利用ユーザ層は中高年を想定している。このため、図に示すように、操作の簡易性を考慮して操作インターフェース上には、Kinect センサーの起動のためのボタンと擬似観光を行う地域を選ボタンのみを配置した。

提案システム起動時には、この操作インターフェースのみが表示される。ユーザがインターフェース上の「Kinect 起動」ボタンをクリックすることによって認識モジュールと出力インターフェースにおける Kinect 出力インターフェースが起動される。また、地域名 (札幌, イギリス, アメリカ) が記載されたボタンをクリックすることによって、インターネットブラウザが起動す

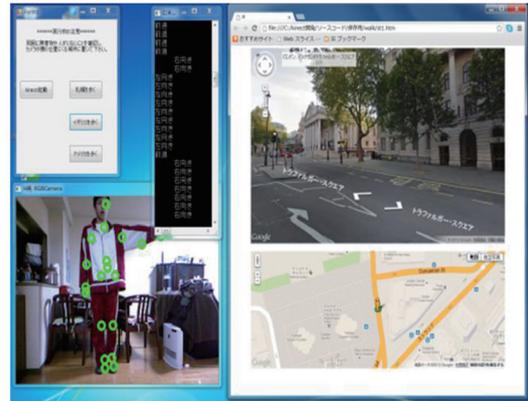


図 3 提案システムの起動画面例

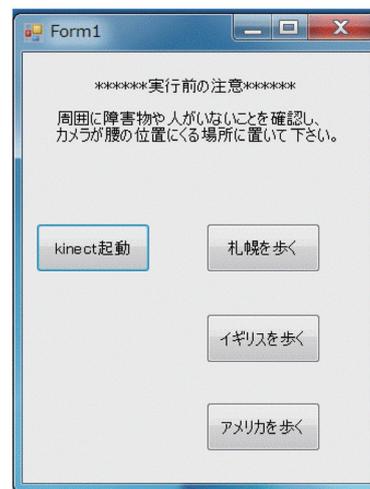


図 4 操作インターフェース

る。

4. 3 動作認識モジュール

動作認識モジュールでは、Kinect センサーから入力される映像に基づきユーザの動作判別が行われる。図 5 に動作認識モジュールにおける処理の流れを示す。

動作認識モジュールにおいては、まず、Kinect センサーにおける RGB カラーカメラによりユーザの身体を含む周辺画像の取得が行われる。次に、赤外線カメラによって取得された画像に基づき Kinect センサーからユーザまでの距離データの取得が行われる。続いて、RGB カラーカメラにより取

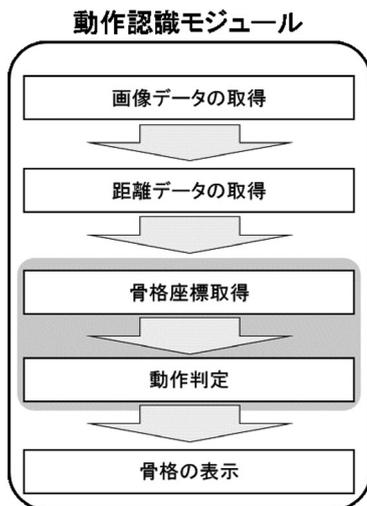


図5 動作判定モジュール

得された画像と、赤外線カメラにより取得された画像を組み合わせ、更に、ユーザの関節を認識し、各関節の位置情報を取得する。ここで認識される関節は、頭、肩の中心、右肩など20種類の人体上の位置を表し、骨格における真の関節位置を認識しているものではない。この認識により取得される各関節の位置情報は、3次元座標データとなるが、本システムでは、これを2次元座標データに変換して利用する。座標情報としては、画面の左上を原点とし、右、及び、下方向に対して値が増加する。また、本システムにおける動作認識においては、両肩、両手首、両肘、両膝、腰の9つの関節情報を利用して動作認識を行うこととした。

動作判定においては、前進、右旋回、左旋回の3種類の動作を判定する。以下に、各動作の判定基準を示す。また、以下では、二次元座標上における横方向をX軸、縦方向をY軸として表現し、右肩の座標を (X_{rsh}, Y_{rsh}) 、左肩の座標を (X_{lsh}, Y_{lsh}) 、右手首の座標を (X_{rwr}, Y_{rwr}) 、左手首の座標を (X_{lwr}, Y_{lwr}) 、右肘の座標を (X_{rel}, Y_{rel}) 、左肘の

座標を (X_{lel}, Y_{lel}) 、右膝の座標を (X_{rkn}, Y_{rkn}) 、左膝の座標を (X_{lkn}, Y_{lkn}) 、腰の座標を (X_{ws}, Y_{ws}) として表す。

(1) 前進判定

前進判定においては、まず、ユーザの動作が、 $((Y_{lwr} - Y_{lsh} < Thr_1) \text{ OR } (Y_{rwr} - Y_{rsh} < Thr_1)) \text{ AND } ((Y_{lkn} - Y_{ws} < Thr_2) \text{ OR } (Y_{rkn} - Y_{ws} < Thr_2))$ の条件を満たす場合、ユーザが歩行動作を行っているものとして判定する。この条件式では、図6に示すように、どちらか一方の手が上がり、かつ、片足が上がっている状態、すなわち、手を振りながら足踏みをしている状態の判定を行っている。また、条件式における Thr_1 及び Thr_2 はしきい値を表しており、本システムにおいては、 $Thr_1 = 50, Thr_2 = 300$ として設定している。これらのしきい値はヒューリスティックにより決定したものである。設定したしきい値の値は、ユーザに対して運動による適度な負荷を与えるため、比較的大きな動作をしなければ歩行動作と判定されないレベルの設定である。このしきい値を変更することにより、年齢や体力に合わせて、運動レベルを調整することが可能である。

この歩行動作の判定が連続して一定回数以上行われた場合に前進として判定される。本システムでは、連続歩行動作回数を10回として設定したが、この値を調整することによっても運動強度を変更することが可能である。

(2) 右旋回判定

右旋回判定においては、 $(Y_{rsh} - Y_{rel} < Thr_3) \text{ AND } (Y_{rel} - Y_{rwr} < Thr_4)$ の条件を満たす場合、右方向指示動作と判定される。これは、図7に示すように肩のラインから手

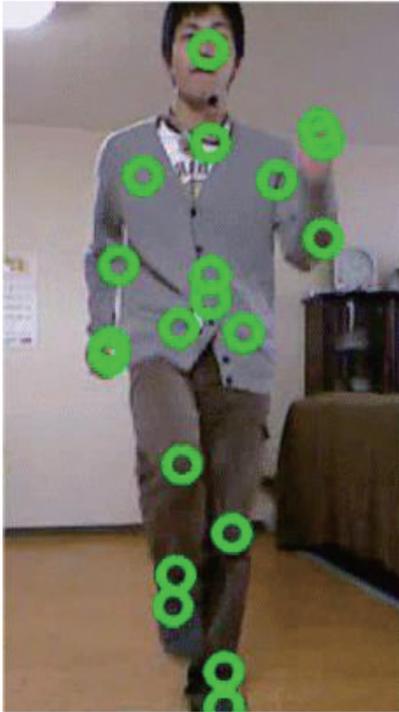


図6 歩行動作の例

首にかけて水平になる動作の判定である。ここでのしきい値、 $Thr_3 = 50, Thr_4 = 100$ として設定した。これらはヒューリスティックに決定したものであり、本システムでは、関節可動域が比較的大きくなるよう設定を行っているが、前進判定の場合と同様に必要とされる運動レベルに合わせて手が曲がっていた場合や、低く上げた場合でも右方向指示動作として判定することが可能である。この右方向指示動作が一定回数以上判定された場合に、右旋回と判定される。本システムでは、右方向指示の連続回数は、15回として設定した。

(3) 左旋回判定

左旋回判定は、右旋回と逆側の判定であり、すなわち、 $(Y_{lsh} - Y_{lcl} < Thr_3) \text{ AND } (Y_{lcl} - Y_{lwr} < Thr_4)$ の条件により左方向指示動作と判定され、この動作が一定回数以上判定された場合には、左旋回

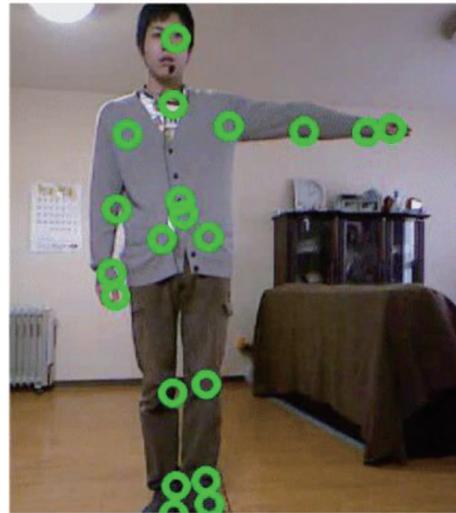


図7 右方向指示動作の例

判定される。しきい値については右旋回判定時と同様である。

これら、前進判定、および、左右旋回判定においては、縦軸方向のみの情報を利用している。これは、体型などに依存せず、歩行や旋回の判定を可能とするためである。また、歩行動作判定、左右方向指示判定はミリ秒単位で実行される。これらの判定結果、及び、関節認識マーカー情報が出力インターフェースに送信される。

4.4 出力インターフェース

出力インターフェースは、ユーザの関節認識状態と動作認識結果を表示するための Kinect 出力インターフェースと、動作に基づいた擬似観光体験を実現するためのブラウザの二種類から構成される。

Kinect インターフェースにおいては、ユーザの RGB 画像に重ねて、認識された関節位置を表す円形の骨格マーカーが表示される。加えて、動作判定モジュールにおける判定結果がコンソールに表示される。

擬似観光体験を実現するためのブラウザにおいては、指定された都市の地図と、その

位置に対応した Google ストリートビューの画像が表示される。この地図、及び、Google ストリートビューの画面を、動作判定モジュールにから送信された動作判定結果に基づき操作することによって、あたかも街並みを歩いているかのような感覚をユーザーに与える。

5. 動作検証

提案システムのプロトタイプを構築し、動作検証実験を行った。提案システムの開発環境を以下に示す。

- Microsoft Windows 7 Professional 64bit
- Microsoft Visual C++ 2010
- Kinect for Windows SDK 1.5
- Kinect for Windows SDK Developer Toolkit v1.5.2
- OpenCV 2.3.1

プロトタイプでは、擬似観光体験のための都市として、札幌、イギリス、アメリカの3つを用意した。札幌の場合には、札幌駅前がスタート地点となり、イギリスの場合には、ロンドンのトラファルガー広場前が、アメリカの場合には、ホワイトハウス前がスタート地点となる。これらは、操作インターフェースにおいて選択することが可能であり、都市に対応したボタンが押されると、出力インターフェースであるブラウザに、各都市の地図と Google ストリートビューを表示するための JavaScript を含む HTML ファイルが読み込まれる。

続いて、ユーザーが運動を行うことによって、動作認識に基づき Google ストリートビューの操作が行われる。図 8 に前進判定の

例を、図 9 に右旋回判定の例を示す。図 8 における上段が、ユーザーの動作が歩行動作として認識されている例であり、下段が歩行動作として認識されていない例である。この図からわかるように、本システムでは、比較的強度の強い運動となるようパラメータの設定を行っている。このため、手の位置が肩の位置程度に上がっている、膝の位置が腰の位置付近まで上がっていることが必要とされる。上段においては、手の位置、及び、膝の位置の両方が条件を満たしているために、コンソールに「前進」と表示され、歩行動作として認識されていることがわかる。一方、下段においては、手の位置、及び、膝の位置ともに条件を満たしていないため、コンソールには何も表示されず、歩行動作として認識されていないことがわかる。また、図 9 に右旋回判定の例を示す。図における上段が、右方向指示動作として判定されている例、下段が、右方向指示動作として判定されない例を示している。本システムでは、左右方向指示動作判定においても、運動負荷が大きくなるよう、肩の位置と手の位置がほぼ一直線になることによって方向指示動作と判定している。上段は、この条件を満たしており、コンソールに右方向指示を示す「右向き」の表示がされているが、下段の場合には、手と肩が一直線にはなっているが、肩の位置まで上がっていないために、コンソールには何も表示されず、方向指示と判定されていないことがわかる。

システム全体としての動作検証は、身長 172 センチの男性、及び、身長 162 センチの女性の二名により確認し、ユーザーの体型に依存せずシステムが動作することが確認できた。また、動作検証を実施したユーザーから、手や膝を高い位置に上げなければなら



図 8 前進判定の例



図9 右旋回判定の例

ず、適度な運動になるとの意見が聞かれた。これにより、本システムを利用することによって、外出することなく安全に室内で楽しみながら適度な運動を実現することが可能であることが確認された。

提案システムでは、動作にあわせて Google ストリートビューにおける、前進、及び、左右への旋回の動作を行うことが可能になっている。しかしながら、Google ストリートビューでは、後進、上下を見る、注目場所のズームアップといった動作が可能である。本システムにおいては、これらに対応する動作判定は実装されておらず擬似観光の自由度が低くなっている。このため、より柔軟な擬似観光体験を実現するためにも、これらを実現する必要がある。

加えて、本システムでは、動作判定を行うためのしきい値としてヒューリスティックに基づく固定値を利用している。本システムの利用者は中高年齢層を想定しているが、高齢者層においては、設定されている動作の身体的負荷が大きすぎる場合もあると考えられる。このため、システム利用時に、年齢や必要とされる運動負荷レベルなどを入力し、それに合わせて、動作判定を変更することによって、より安全で有効性の高いシステムを実現することができるものと考えられる。これらの実現は、今後の課題である。

6. おわりに

本研究では、中高年者の運動不足傾向の改善を支援するために、Kinect と Google ストリートビューを用いた擬似観光体験システムの提案を行った。提案システムでは、システム開発の低コスト化、及び、運動の安全性の確保を意図して、Kinect を用いたモー

ションキャプチャを利用し、更に、運動の継続性を実現するために、Google ストリートビューを利用し、世界の主要都市において仮想的な観光を体験することが可能なシステムを実現した。

また、提案システムのプロトタイプシステムを構築し、動作検証実験を行った。検証結果から、ユーザの動作認識を適切に行うことができ、更に、動作に基づく Google ストリートビューのコントロールも円滑に行うことが可能であることが確認された。

しかしながら、プロトタイプシステムにおいては、比較的強めの運動強度を固定で設定しており、強い運動を必要としない高齢者のユーザにとっては適切ではない場合が考えられる。幅広い年齢層において有効なシステムとするために、年齢などに応じて動的に運動強度の変更が可能となるようシステムの改善を行うことが必要である。また、Google ストリートビューにおいて実施可能な動作が、前進及び左右旋回のみであるため、より自由度の高い仮想観光体験を実現するために、後進や視点の変更といった他の動作を実装することが必要である。これらは今後の課題である。

参考文献

- [1] 馬淵博行, 長尾光城, 松枝秀二, 長尾憲樹: 中高年齢者における適切な運動処方の研究, 川崎医療福祉学会誌, Vol. 12, No. 2, pp.341-348 (2002)
- [2] 橋立博之, 島田裕之, 潮見泰蔵, 笹本憲男: 高齢者における筋力増強運動を含む機能的トレーニングが生活機能に及ぼす影響, 理学療法学, 第 39 巻, 第 3 号, pp.159-166 (2012)
- [3] 木村泰知, 石川睦: 観光名所の実写映像

- を用いた歩行訓練ゲームの提案, 観光情報学会代 10 回全国大会予稿集, pp.58-59 (2013)
- [4] 橋本智己, 高倉保幸, 浜田利満, 山本満, 赤澤とし子: 認知リハビリテーションを目指した歩行シミュレータの試行と検討, Proceedings of the 2010 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, pp.1A1-C25(1)-(2) (2010)
- [5] 岩谷智一, 中泉文孝, 大須賀美恵子: 高齢者施設のグループレクリエーションに適した遊ビリテーションシステムの開発と評価, 信学技法, WIT2012-9, pp.45-48 (2012)
- [6] 浅野優太, 會田正人, 菅原研: 家庭用運動器具とビデオゲームの組み合わせによる運動不足解消支援システム, 計測自動制御学会東北支部第 247 回研究集会予稿集, 247-12 (2008)
- [7] 狐崎直文, 安達栄治郎, 増田卓, 水澤純一: KINECT のリハビリテーション用アプリケーションの実用化, 信学技法, IE201-89, pp.41-46 (2012)
- [8] 紅林秀治, 小林健太, 兼宗進: KINECT センサーを用いた簡易動作分析システムの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-CE-118, No.20, pp.1-7 (2013)