

## ロボットを介在させたアミューズメント性の高い 室内運動プログラム\*

原口 真<sup>\*1</sup>

### Robot-mediated Indoor Exercise Promotion Program

### Which Has Some Amusement

Makoto HARAGUCHI <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering

In areas where it snows a lot in winter, the elderly people cannot go out for exercise, so that they have a loss of motor ability and high risk of falling. The falling is one of the causes of bedridden state.

In order to solve this issue, we develop a system which can facilitate indoor exercises for the elderly people. In this system, we use compact-size mobile robot equipped with camera and virtual reality game for the exercise motivation. In this paper, we introduce what types of device are combined in order to construct the exercise system.

**Key Words** : Exercise Motivation, Teleoperation System, Elderly People, Robot Therapy

## 1. 緒 言

高齢化の進む我が国において、介護予防やリハビリのための訓練システムの充実が望まれている。訓練システムの問題点の一つとして、いかに訓練者の運動モチベーションを高めさせるかという課題がある。運動報酬の少ない訓練システムでは、訓練者はすぐに飽きてしまい、介護予防運動やリハビリ訓練を上手く進めることができない。

ロボットを高齢者の運動促進に利用する先行研究としては、筑波大学の浜田らによる AIBO の介護施設への持込み<sup>(1)</sup>、中京大学の種田らによる体操用ロボットによる体操習慣の形成<sup>(2)</sup>、中京大学の研究を参考にした商用体操ロボット「トレロ」<sup>(3)</sup>（(株) ヴイストン、開発中）などがある。

本研究では動機づけのために、ゲームとカメラ付き移動ロボットを導入する。例えば、フィットネスバイクの動きに連動させて、ゲーム内のプレイヤーやカメラ付き移動ロボットを動かすことを考える。カメラ画像をリアルタイムにディスプレイに表示することで、訓練者はあたかも小さな訓練空間内で自分が運動しているかのように錯覚する。このように Virtual Reality（以下 VR と略す）空間や現実空間を織り交ぜ、アミューズメント性の高い訓練が可能なシステムを構築することで、効果的なリハビリ訓練ができるようにする。Fig.1 にその概念イメージ図を示す。

運動は身体機能の維持・回復（転倒予防、寝たきり予防）にとどまらず、認知機能の維持（認知症の予防）や精神病予防にもつながる。福井県をはじめとする冬場に雨雪が多く降るような地域では、運動を室外で行うことは、特に高齢者には困難であるため、Fig.1 のような室内で楽しく運動できるシステムは非常に有用である。

\* 原稿受付 2016 年 2 月 25 日

<sup>\*1</sup> 工学部 機械工学科

E-mail: m-haraguchi@fukui-ut.ac.jp

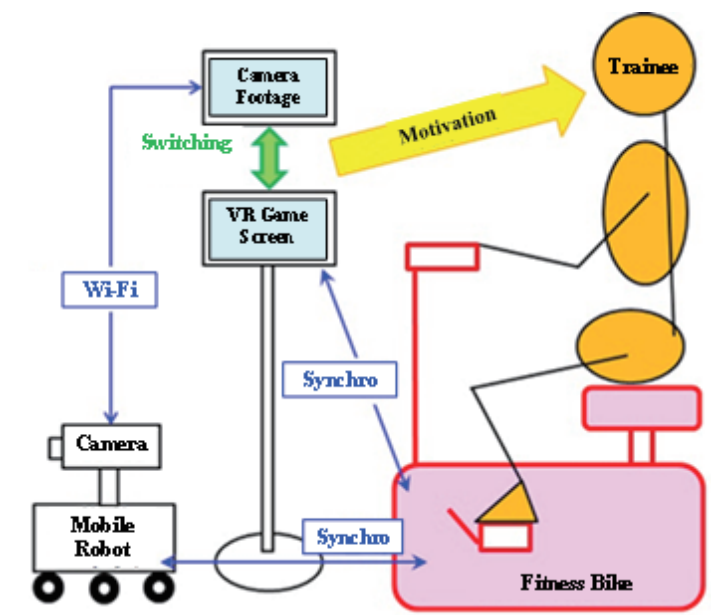


Fig.1 Care prevention exercise system

## 2. 連動させる運動機器

本研究にて使用したカメラ付き移動ロボットと連動させる運動機器について説明する．運動機器についてはALINCO 社製のフィットネスバイク（型番：AFB7012）を改造したものをを用いた．装置の全体写真を Fig.2 に示す．

このフィットネスバイクは磁石で負荷を調節する方式であり，また発電機を搭載しているのでバッテリーのみで負荷調節やコントロールユニットの電源を賄うことが可能である．本体寸法は51W×98D×128H cm，本体重量は26.5kg である．

ペダル部には Fig.3 に示すように磁石が 1 個取り付けられており，本体側に搭載されているホールセンサによって，回転を検知することができる．本体側のホールセンサに磁石が近づいたときに，ホールセンサが常開の状



Fig.2 Overview of Fitness Bike

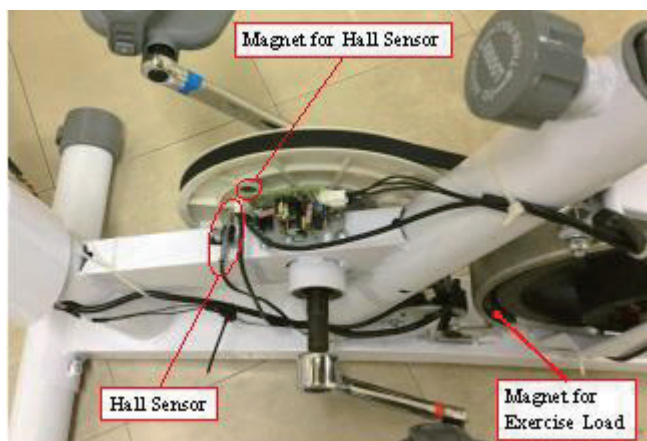


Fig.3 Close-up of Rotation Detection Unit

態から導通状態に移行する。磁石は1個しか取り付けられていない為、回転角度を検知することはできない。

ハンドル部には Fig.4 に示すように、押しボタンスイッチを左右に1つずつ取り付けた。訓練者はハンドルを握りながら、適宜必要に応じて、親指でスイッチを押すことができる。

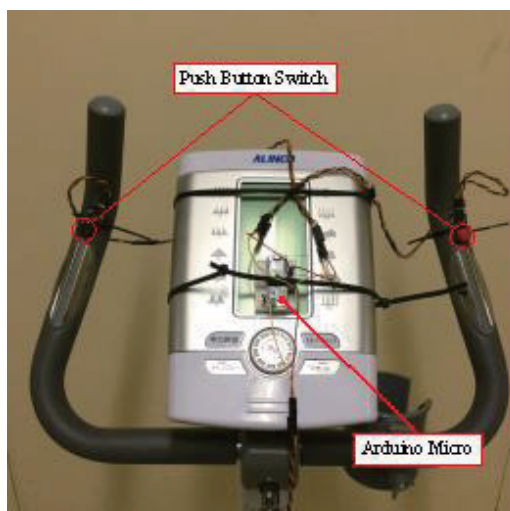


Fig.4 Close-up of Handle Unit

### 3. カメラ付き移動ロボット

移動ロボットは Nexus Robot 社製の全方向移動ロボット (型番: 3WD 48MM OMNI WHEEL MOBILE ROBOT KIT 10014) を用いた。カメラを取り付けた移動ロボットの全体写真を Fig.5 に示す。このロボットは3個のオムニホイールを有しており、全方向への移動および信地旋回を行うことができる。さらに、3個の超音波センサーが120度間隔で配置されており、障害物が近づいたときに避けて移動するなどの動作も可能である。コントロールボードは Arduino Duemilanove 328 が使用されている。消費電力は3Wであり、12VのNi-MHバッテリーで稼働させることができる。本体寸法は230W×230D×120H mm、本体重量は1kgである。

Fig.5 にてロボットに搭載しているカメラはウェアラブルカメラで有名な GoPro (型番: GoPro HERO3 White Edition) であるが、実際に使用した所リアルタイム映像を送信するのには不向きなことが判明したため、実際のシステムでは用いていない (詳細は次章にて説明する)。

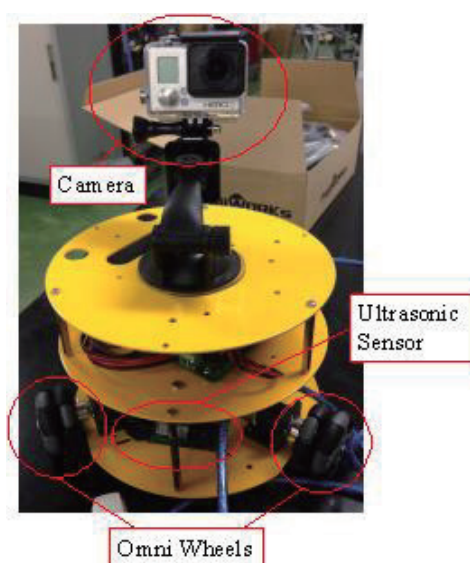


Fig.5 Omni Wheel Mobile Robot

#### 4. 介護予防運動促進システム

##### 4.1 訓練ゲームとの連動システム

訓練ゲームと連動させる際のシステムの構成を、Fig.6 に示す。ホールセンサやハンドル部スイッチの状態を監視して、PC に送信するためのマイコンは Arduino Micro を用いた (Fig.4 参照)。

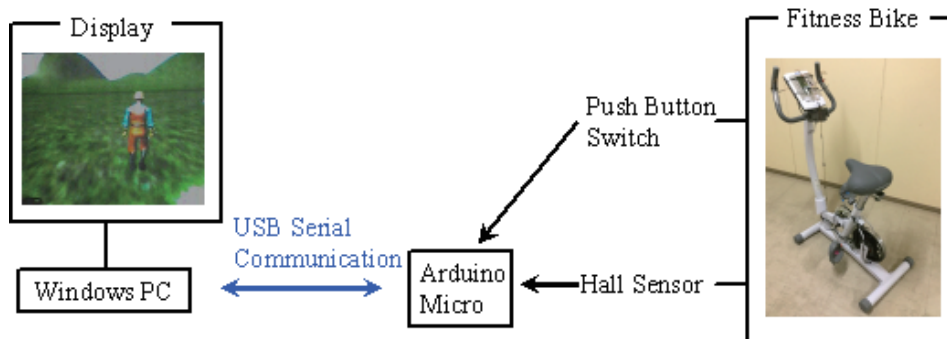


Fig.6 Exercise System Synchronized with Training Game

##### 4.2 カメラ付き移動ロボットとの連動システム

訓練ゲームと連動させる際のシステムの構成を、Fig.7 に示す。前章で紹介した GoPro カメラは Wi-Fi 接続でカメラ映像をディスプレイに映し出すことができるが、処理方法の影響でカメラ移動とカメラ映像更新の間に約 5 秒のタイムラグが生じたため、代替品として Actions Microelectronics 社が販売している EZCast を使用することにした。EZCast は HDMI 搭載のディスプレイに繋げ、Wi-Fi 接続を通して PC やタブレット端末の画面をディスプレイにミラー表示させることができるデバイスである。iPod touch のカメラと Wi-Fi で接続したところ、タイムラグは 1 秒以下であった。ロボットとバイクの無線接続には Digi International 社の XBee Pro を用いた。

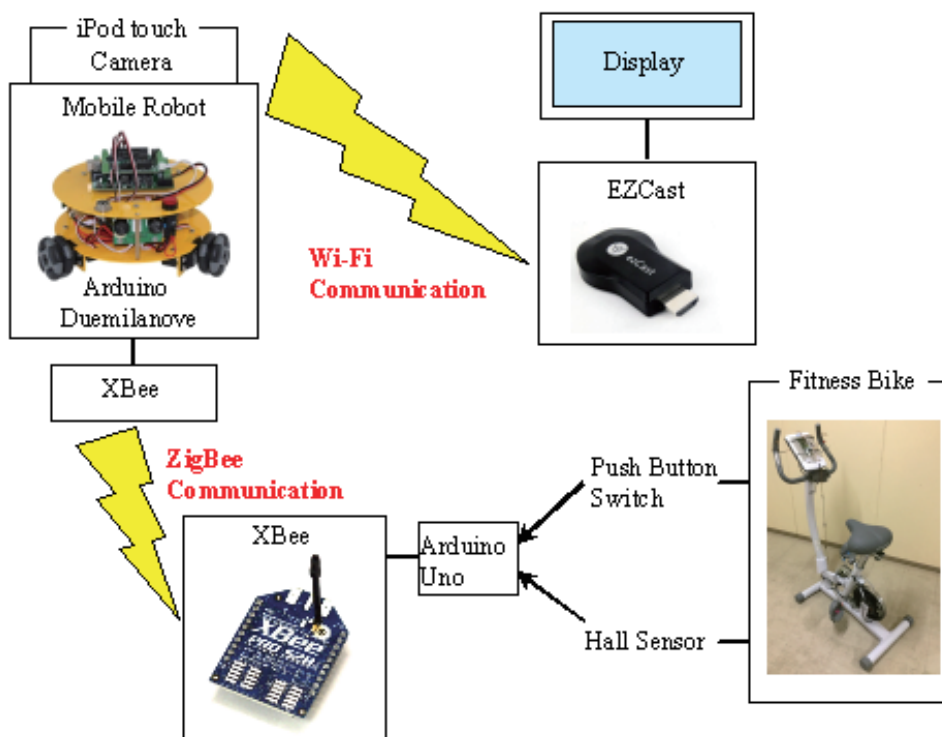


Fig.7 Exercise System Synchronized with Mobile Robot

## 5. 実際のシステム

### 5.1 訓練ゲームとの連動

実際に VR ゲームとバイクとを連動させた操作風景を Fig.8 に示す。操作者の前方のスクリーンには仮想的な空間でプレイヤーが動き回ることができるゲームを表示する。操作者が、ハンドルにある右の押しボタンを押すとゲーム内のプレイヤーが右に移動し、左の押しボタンを押すと左に移動する。さらにペダルを漕ぐとプレイヤーが前進する。ペダルの回転の有無はホールセンサで認識している。ホールセンサでペダルの回転速度も知ることができ、ペダルを漕ぐスピードに応じてプレイヤーや移動ロボットの前進速度を増減させるといったことも可能であるが、今回は簡単のため、ペダルが回転すればプレイヤーが一定速度でただ前進するといった仕様とした。

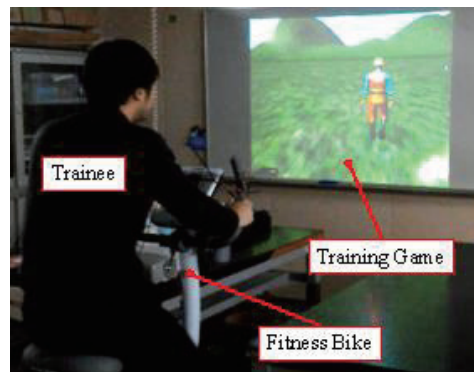


Fig.8 Synchronization with Training Game

### 5.2 カメラ付き移動ロボットとの連動

次に、カメラ付き移動ロボットとバイクとを実際に連動させた風景を Fig.9 に示す。操作者前方のディスプレイにはロボットからのカメラ映像が映し出される。操作者はこの映像を見ながらロボットを操作する。ハンドルにある右の押しボタンを押すとロボットが右回りに信地旋回し、左の押しボタンを押すと左に信地旋回する。さらにペダルを漕ぐと、ロボットを前進させることができる。操作者前方のディスプレイにロボットから Wi-Fi にて送信される映像はタイムラグが多少あるが（1 秒以内）、操作するのに支障はなかった。

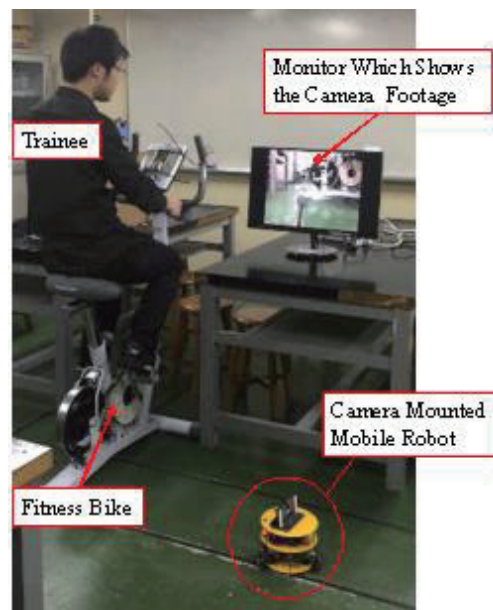


Fig.9 Synchronization with Mobile Robot



## 6. 考察と今後の課題

これらの運動促進システムを介護センターに持ち込んだ場合、高齢者と他者が交流できるように工夫しなくてはならない。高齢者と交流するだけのロボットは高齢者の認知機能を維持するのには効果が薄いと考えられる。ロボットは高齢者と他者との交流を促進するものでなくてはならない。

今後介護センターに持ち込んだ場合、具体的には

- フィットネスバイクを複数台並べ、複数人で競いながら、コミュニケーションを図れるようにする。今回発電機を使用していないが、発電機でロボットの電力を供給し、訓練の動機づけを促進する。ホールセンサや発電量の監視により、ペダルを漕ぐスピードをプレイヤーや移動ロボットの前進速度にフィードバックし、訓練者のモチベーションを高める（リアルタイム制御の導入が必要）。
- 職員や子供たちによる作成された迷路内を、小型移動ロボットが動くプログラムを製作する。
- 個々人の運動データを別々に記録できるようにし、後で比較し合うことができるようにする。
- 高齢者や子供でもすぐに理解できるような分かりやすいインターフェース作りを行う。

などの工夫を施し、高齢者と他者間の交流を深めていくシステム作りを心掛けていく。

## 7. 結 言

本研究では、動機づけのためにゲームとカメラ付き移動ロボットを取り入れた運動促進システムを開発した。このシステムは介護予防やリハビリのために利用することができる。今後、介護センターやリハビリ病院に持ち込み、使用感などを調査していく。

## 文 献

- (1) 浜田利満, 橋本智己, 赤澤とし子, 松本義雄, 香川美仁, 大久保寛基, 大成尚, “高齢者施設におけるロボット・セラピーの試み”, リハビリテーションネットワーク研究, Vol.2, No.1 (2004), pp.31-40.
- (2) 種田行男, 加納政芳, 山根基, 笠井達也, 鈴木敏博, 加賀善子, “運動習慣の形成を支援するための家庭用体操ロボットの実用性の検討”, 日本健康教育学会誌, Vol.17, No.3 (2009), pp.184-193.
- (3) 体操ロボット「トレロ」 <http://www.vstone.co.jp/products/torero/> (参照日 2016 年 2 月 25 日).

(平成 28 年 3 月 31 日受理)