

深度画像センサを用いた拮抗体操支援システムの改良と評価

鎌田和樹^{†1} 渡邊俊哉^{†1} 渋沢進^{†2}

高齢者が要介護状態に陥る原因の一つに認知症がある。拮抗体操は両手足で左右別々の動きをするもので、認知症を予防するための健康行動の一つである。健康行動の指導者は高齢者の数に対して不足しており、指導者の負担を減らすような支援システムが求められている。他方で Kinect は人体の関節を認識でき、導入も手軽なことから体操支援システムに適している。筆者らは以前の研究において、深度センサを利用し体操指導機能とリズムゲーム機能を備えた拮抗体操支援システムを作成した。このシステムでは、Kinect の手先の認識が難しいことから一部の拮抗体操の認識率が劣っていた。そこで今回、Kinect v2 を用いて拮抗体操支援システムを改良し、認識精度の評価実験を行うとともに、高齢者を対象に主観評価実験を行った。その結果、若者を対象にした実験からシステムの認識精度の向上が確認された。また、高齢者の体操の認識精度が若者より低かったが、主観評価実験から高齢者の体操参加を促すのに体操システムが有用であることが分かった。

Improvement and Evaluation of Antagonistic Exercise Support System with Depth Image Sensor

KAZUKI KAMATA^{†1} TOSHIYA WATANABE^{†1} SUSUMU SHIBUSAWA^{†2}

Dementia is one of diseases to cause falling into the state of preventative care. Antagonistic exercise is one of the health activities, which makes a different motion on the left and right hands or different motion on hands and legs. The research on antagonistic exercise has suggested that the exercise is effective for the prevention of dementia. Preventative care is typically overseen by a physical therapist or other professional, but obviously there are not enough healthcare professionals to deal with the entire elderly cohort in the population. On the other hand, Kinect can be used for the motion recognition of antagonistic exercise because Kinect can capture user movements and 3D joint positions without the need of special markers or putting a sensor on the body. We improved the antagonistic exercise support system using Kinect v2, conducted the evaluation experiment on the recognition accuracy, and did subjective experiments for senior citizens. The result for young people shows the increase of the new system's recognition accuracy. The exercise recognition accuracy of senior citizens was lower than that of young people, but the results show that the exercise support system is useful for the senior citizen's participation in the exercise.

1. はじめに

2015年3月1日現在、65歳以上の高齢者が日本の総人口に占める割合は26.3%である[1]。日本は超高齢社会であり、周囲からの介護が必要な要介護者が増加している。これに伴い、高齢者の自立した日常生活を支援する介護予防への取り組みが重要視されている。

介護予防とは要介護状態の発生・悪化をできる限り防ぐまたは遅らせることである。この要介護状態に陥る原因の21.4%を認知症が占めており、認知症による記憶力や注意力の低下が服薬や生活習慣に影響し、身体的な疾患を合併することも多い。認知症の予防には長期にわたる健康行動が有効であり、健康行動の一つとして頭を使いながら体を動かす拮抗体操がある[2]。

拮抗体操とは両手足で左右別々の動きを行うものである。拮抗体操の効果を検討した研究[3]は、拮抗体操が訓練課題として有用であると示唆しており、認知症の予防に期待できる。

一般的に介護予防やリハビリテーションを行う場合、理学療法士などの専門家の指導、補助のもと行われる。しかし、利用者数に対し、指導者の数が不足していることから有効な訓練を指導者なしで行えるような支援システムが求められている。介護予防のための体操支援システムの研究は行われているが、支援する体操は身体動作のみであり、頭も使う拮抗体操の支援システムの研究は行われていない。また、介護予防などの健康活動は継続的に行うことで効果が発揮されるが、毎回同じ活動を行うことは精神的な苦痛を伴う。そのため利用者が自発的に活動を行うようにゲーム性を取り入れて利用者のモチベーション維持や利用意欲を促すといった研究[4][5]も行われている。

他方、Microsoft社が開発したKinectは人間の姿勢や各関節の3次元座標を認識することができ、リハビリテーションのためにKinectを用いて手や指の運動を測定するシステムを開発している研究[6][7]も行われている。Kinectは実世界の人間の姿勢を検出できることから、拮抗体操の認識にも利用できる。

このことから、筆者らは以前に深度画像センサを用いて指導者の負担を減らすような体操支援機能を持つ拮抗体操支援システムを開発した[8]。本システムは、支援機能とし

^{†1} 茨城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

^{†2} 茨城大学
Ibaraki University

て利用者に自身のリアルタイム映像と体操の手本画像、音声によるガイド等を提供していた。また、体操者の自発性を促すためのリズムゲーム機能を持っていた。

以前のシステムでは、一部の拮抗体操の認識に必要なじゃんけんの判定精度が劣っており、認識精度が不十分な体操があった。この問題に対し、Kinect v2は手先と親指の認識が可能であることから、じゃんけんの判定精度を改善することができると思われる。

そこで今回は、作成したシステムにKinect v2を利用し、拮抗体操に必要なじゃんけんの認識率向上を図った。システムの有効性の評価のため、若者を対象とした認識率実験を行った。また、高齢者を対象にシステムの動作実験及びシステムを使用した意見の聞き取りによる評価を行った。

本稿では、第2章でリハビリテーションや介護予防に関する研究背景、第3章で以前作成した拮抗体操支援システムについて、第4章で今回行ったシステムの改良点、第5章でシステムの評価のための認識率実験、第6章で高齢者を対象とした動作実験及び主観評価、第7章でまとめを述べる。

2. 関連研究

高齢化の進行に伴いリハビリテーションや介護予防がより重要になり、これらの訓練を支援するシステムの開発や研究が行われている[9],[10],[11]。一般的に介護予防やリハビリテーションのために体操や訓練を行う場合、理学療法士などの専門家の指導、補助のもと行われる。しかし、利用者数に対し、指導者の数が不足していることから指導者が不要または指導者の負担が軽減する支援システムが求められている。朝倉らの研究[9]では肩のリハビリテーションを支援するシステムの設計、試作を行っている。画像による3次元姿勢計測と筋電位計測を用いて利用者の状態と改善方法の提示を行っており、患者や理学療法士に利用してもらい評価している。患者に抵抗感なく利用できるという評価を得ているが、電極やマーカの装着の手間などが課題であると述べている。

介護予防などの健康活動は継続的に行うことで効果が発揮されるが、毎回同じ活動を行うことは精神的な苦痛を伴う。そこで利用者が自発的に活動を行うようにゲーム性を取り入れたシリアスゲームという分野の研究が行われている。村井らの研究[12]では、先天性の障害を持つ子供を対象にしたインタラクティブシステムを開発している。ステップと呼ばれる爪先に体重移動を行うリハビリ法の動作を認識できる装置を作成し、このステップでの入力によりゲームを行うことができる。北越らの研究[4]はロボットと高齢者が対戦型ゲームを通して楽しみながら継続的に訓練できるシステムを開発している。利用者の動作に連動するロボットにより「だるまさんがころんだ」を行うもので、ゲームスコアの記録やゲーム中の疲労度を利用者へフィー

ドバックすることで運動継続への意欲を刺激する。評価実験の結果、システム利用への参加意欲、ロボット・ゲームへの興味など好意的な評価が確認されている。Bruckheimerらの研究[5]では水槽という仮想空間を利用者に提示し、その中で泳ぐ魚と利用者の関節位置が連動する上肢リハビリテーションシステムを開発している。実際の脳卒中患者を対象に実験を行った結果、被験者がシステム利用に集中することで時間やリハビリに伴う不快感、痛みを忘れるため高いモチベーションで長い時間の治療に参加できることが示唆されている。

頭と体の両方を使う健康行動の一つに拮抗体操があげられる。拮抗体操とは左右上肢や上下肢に対して相反する動作をリズムカルに切り替える運動である。考えながら体操を行うことで脳が活性化し、認知機能低下の抑制が期待できる。田平らの研究[3]では拮抗体操が前頭前野に及ぼす影響とその有用性について検討している。健康高齢者を対象に3つの異なる上肢拮抗動作課題を実施した結果、課題を完遂した高齢者については前頭前野外側部を刺激していたことを明らかにした。しかし、完遂できなかった高齢者は課題の難易度が高まるにつれて前頭前野外側部を刺激できていなかった。拮抗体操は遂行機能課題として有用であることが示唆されたが、高齢者の遂行能力に応じた導入が必要だと述べられている。

3. 拮抗体操支援システム

3.1 システム概要

本研究では以前に、深度画像センサを用いて指導者の負担を減らす体操指導機能を持つ拮抗体操支援システム[8]を開発した。本システムは音声ガイドや文字表示による体操指導機能と自発性を促すためのゲーム機能を持っている。本システムは椅子に座った利用者の正面にKinectを設置し、Kinectによって得られた利用者の各関節の位置情報を処理し、体操を認識する。システムの概要を図1に示す。



図1 システム概要図

3.2 拮抗体操

拮抗体操は両手足で左右別々の動きを行うものである。左右上下など別々の動きをするため、考えながら体操をす

る必要がある。椅子に座りながら行えるものもあるため、体力のない高齢者でも安全に体操が行える。本研究では「上下肢拮抗運動」「上肢左右拮抗運動」「両手両足じゃんけん」「2拍子3拍子」の4種類の体操を支援する。体操の認識には右手、左手の関節座標 Hr, Hl, 右足、左足の関節座標 Fr, Fl を用いる。

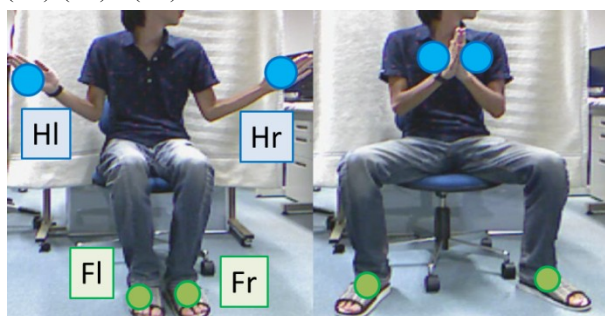
A) 上下肢拮抗運動

上下肢拮抗運動は両手足の開閉運動を行う体操である。以下に体操順序を示す。また、図4にそれぞれの体操の姿勢を示す。

(A1) 両手を横に大きく広げて、同時に足は閉じる。

(A2) 両手を閉じて、同時に足を開く。

(A3) (A1)と(A2)を繰り返す



(a) (A1)の状態 (b) (A2)の状態

図2 上下肢拮抗運動

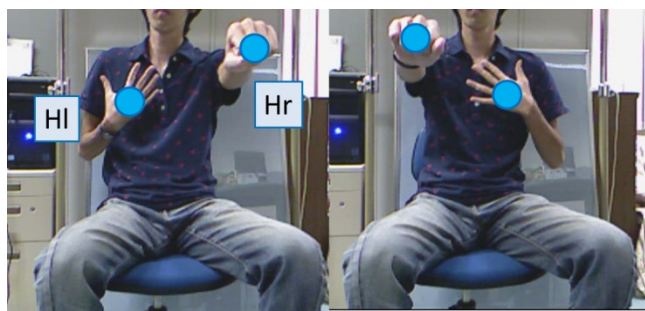
B) 上肢左右拮抗運動

上肢左右拮抗運動は両手で異なるじゃんけんの手を出しながら交互に手を前に突き出す体操である。以下に体操順序を示す。また、図3にそれぞれの体操の姿勢を示す。

(B1) 前に突き出す右手をグーにして肘は伸ばし、胸の前の左手はパーにする。

(B2) (1)とは逆に右手をパーにして胸元に、左手はグーにして前に突き出す。

(B3) (B1)と(B2)を繰り返す。



(a) (B1)の状態 (b) (B2)の状態

図3 上肢左右拮抗運動

C) 両手両足じゃんけん

両手両足じゃんけんは両手と両足でじゃんけんのグー、チョキ、パーを順番に出す体操である。以下に体操順序を示す。また、図4にそれぞれの体操の姿勢を示す。

(C1) 両手をグー、足を閉じてグー

(C2) 両手をチョキ、足を前後に開いてチョキ

(C3) 両手をパー、足を左右に開いてパー

(C4) (C1)～(C3)を繰り返す



(a)(C1)の状態 (b)(C2)の状態 (c)(C3)の状態

図4 両手両足じゃんけん

D) 2拍子3拍子

2拍子3拍子は左手を2拍子、右手は3拍子でリズムを刻む体操である。以下に体操方法について示す。また、図5に体操の様子を示す。

(D1) 左手を上げて下げての2拍子

(D2) 右手を上げて下げて横に動かす三角形を描く動きで3拍子

(D3) (D1)と(D2)を同時に行う

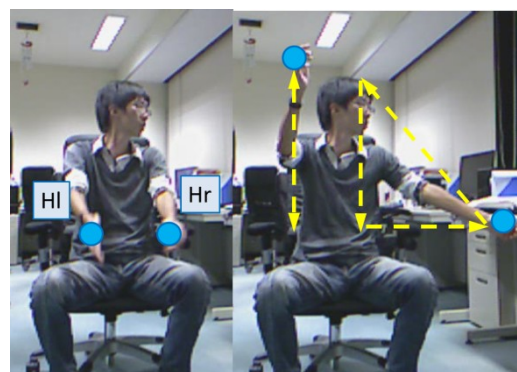


図5 2拍子3拍子を行う様子

3.3 システムの流れ

全体の流れを図6に示す。本システムは大きく分けて「体操選択」、「体操の練習」、「同期体操」、「体操によるリズムゲーム」、「リズムゲーム結果」の5つに分けられる。「体操選択」では利用者が行いたい体操を選択し、選択した体操の方法を「体操の練習」で学習する。リズムゲームを行う前に「同期体操」でリズムカルに体操を行うことを体験し、「体操によるリズムゲーム」を行う、ゲームスコアや総合評価を「リズムゲーム結果」で確認して体操が終了する。各項目について具体例を示しながら述べる。

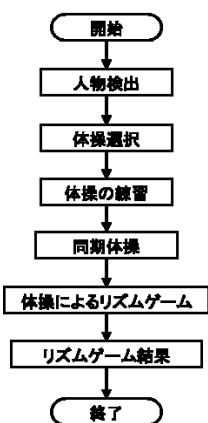


図6 システムの全体の流れ

本システムではまず、利用者に図7左のようなリアルタイム映像と4種類の体操を提示する。図中左の映像内の番号と図中右の体操メニューの番号は対応しており、利用したい番号に手をかざし、2秒維持すると番号に対応した体操が選択され、体操の説明とゲーム画面が表示される。



図7 体操選択画面

3.4 体操によるリズムゲーム

「体操によるリズムゲーム」中の表示画面を図8に示す。まず、リズムゲームが説明された後、体操を音楽と一定のテンポで鳴る音に合わせて行う。図中下にある円は体操のタイミングを合わせるための表示であり、音楽と同期している。緑の円が時間とともに小さくなり、赤の円と重なったタイミングに合わせて体操を行う。赤の円と重なったタイミングと体操を行ったタイミングのずれ具合に応じて内側の円の中に表示されている現在のゲームスコアに加算されていく。



図8 リズムゲーム中の画面

4. システムの改良

本システムで採用した上肢左右拮抗運動及び両手両足じゃんけん体操の認識には、手のじゃんけんの形状を認識する必要がある。以前のシステムでは Kinect を使用しており、じゃんけんの認識精度が低いことが原因で、これら2つの体操の認識率が低かった。今回は、システムに Kinect v2 を用いて手の形状認識を行うことで、じゃんけんの認識精度の向上を図っている。 Kinect v2 の外観を図9に示す。



図9 kinect v2 外観

Kinect v2 では手先と親指の検出が可能であることから手の開閉状態を認識することができる。手の開閉状態は「Closed」「Open」「Lasso」「Unknown」の4つの状態があり、「Closed」は手を閉じている状態、「Open」は手を開いている状態、「Lasso」は2本指の状態、「Unknown」は上記3つ以外の状態である。これを利用し、「Closed」をグー、「Open」をパー、「Lasso」をチョキとしてじゃんけんの判別が可能である。図2.4にじゃんけんの手を出しているときの認識の様子を示す。(a)~(c)の右側の図は手の開閉状態を色で表示している。図ではパーのときは緑、チョキは青、グーは赤となっている。このように利用者の手の開閉状態を認識できることからじゃんけんの手を判別することができる。

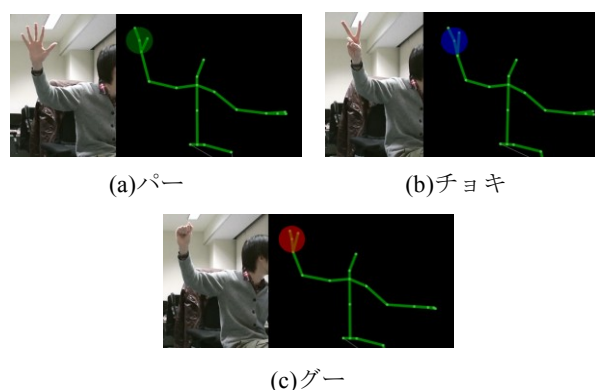


図10 じゃんけんの判別

5. 認識精度実験

5.1 実験内容

本システムにおける拮抗体操の認識手法の有効性と、システムの改良による影響を調査するため、20代若者3名を対象に認識精度実験を行った。被験者は拮抗体操4種類をそれぞれ5巡行い、システムが被験者の体操を正しく検出

した回数を調べる。体操は体操の動作1つで1回と数え、体操の動作を一通り行って1巡とする。実験環境を図10に示す。Kinectは床から0.7mの高さ、被験者から2.0m離して設置した。また、結果を以前のシステムの認識率と比較を行う。

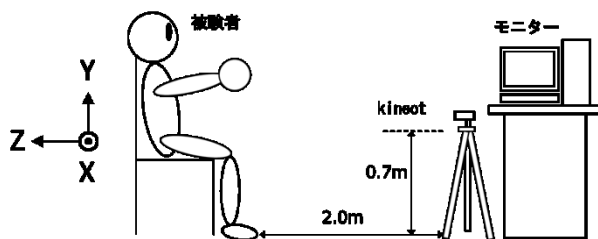


図10 若者による実験の環境

システムによる認識率を次式に示す。システムの認識回数は利用者が行った体操の姿勢とシステムが認識した体操のシステムが一致した回数、試行回数は利用者が体操を行った回数である。

$$\text{認識率} = \frac{\text{システムの認識回数}}{\text{試行回数}} \times 100 [\%]$$

5.2 結果と考察

若者による各体操の認識率を図12に示す。図より上下肢拮抗運動の平均認識率は90%、上肢左右拮抗運動は100%、両手両足じゃんけんは100%、2拍子3拍子は80%であった。

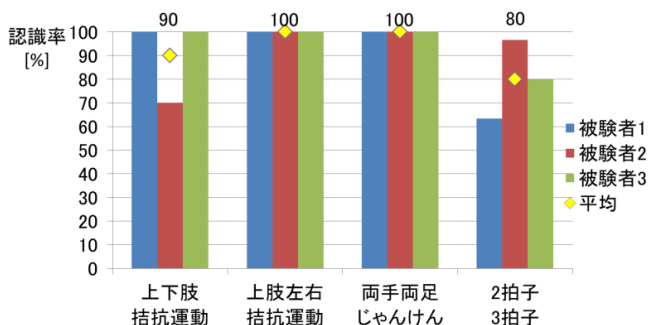


図12 若者による各体操の認識率

以前のシステムでの上下肢拮抗運動の平均認識率は100%、上肢左右拮抗運動は90%、両手両足じゃんけんは55%、2拍子3拍子は83%であった。両者を比較すると、特に両手両足じゃんけんの認識率が大きく向上していることが分かる。これは、Kinect v2を利用したことでじゃんけんの認識精度が向上したことが特に影響していると考えられる。上下肢左右拮抗運動では、以前のシステムに比べて認識率が落ちている。被験者1と被験者3は認識率100%であり、被験者2は70%と低い結果となっている。これは、閾値を決定する「体操の練習」段階で体操をしたときの関節位置の変化より、「同期体操」段階で体操をしたときの関節位置の変化の方が小さかったことが原因であり、システムの改良での影響ではないと考えられる。閾値は「体操の

練習」時の関節位置の変化から決定し、「体操の練習時」より許容範囲以上に変化が小さいとシステムは体操を認識しない。被験者2は「体操の練習」時より「同期体操」時の関節位置の変化が小さかったため認識率が低かったと考えられる。

また、2拍子3拍子において、被験者1は63%、被験者2は97%、被験者3は80%、平均認識率は80%の結果が得られた。2拍子3拍子の認識率が他の3つの体操に比べ低い理由として、認識に用いる値が原因だと考えられる。上下肢拮抗運動では両手両足のx軸距離、上肢左右拮抗運動では手と肩のz軸距離、両手両足じゃんけんでは両足のx軸距離、z軸距離を認識に用いている。これらの値はすべて相対的な値であり、2拍子3拍子の認識に用いている左手のy軸位置、右手のx軸位置、y軸位置はすべて座標を示している。相対的な値の場合、利用者の関節位置と異なる関節の位置の距離を示しているため、利用者が体操中に位置がずれても対応できる。しかし、座標を示している場合、閾値を決定した後、利用者が座り直したりすることで利用者の位置がずれてしまうと、認識に用いる閾値は座標を示しているため、システムに体操が認識されないことが起こる。そのため、認識率が他の3つの体操に比べて低かったと考えられる。

2拍子3拍子の認識にも相対的な値を用いることで認識率が改善できると考えられる。具体的には手と肩の差を用いる。図13に例として2拍子3拍子の姿勢D1を示す。左手が左肩より上にあって2点間のy軸距離が閾値以上、右側も同様に右手が右肩より上にあって2点間のy軸距離が閾値以上のとき2拍子3拍子の姿勢D1と認識することで、改善できると考えられる。

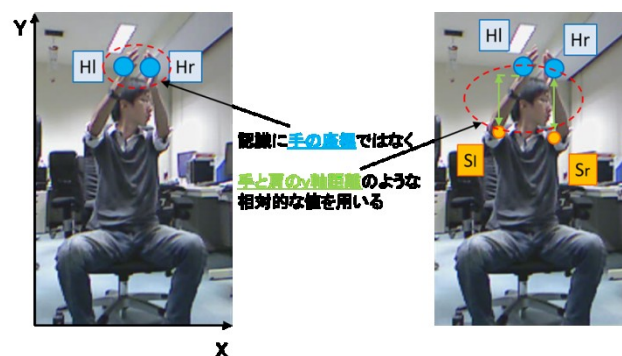


図13 2拍子3拍子の姿勢D1の例

6. 高齢者を対象とした実験

6.1 実験内容

70代~90代の高齢者を対象に若者による認識精度実験と同様の実験をシステムの動作実験として行った。図11に高齢者による実験の様子を示す。本実験においては被験者が実験の参加を拒否、中断できること、また行う体操の種類

は任意とした．高齢者による実験の際，利用中の様子を観察し利用後に聞き取りによるシステムの評価を行った．



図 11 高齢者による実験の様子

6.2 結果と考察

各被験者が利用した体操を表 3 に示す．高齢者による実験参加は任意のため，各体操によって参加人数が異なっている．上下肢拮抗運動は 4 名，上肢左右拮抗運動は 7 名，両手両足じゃんけんは 3 名，2 拍子 3 拍子は 0 名であった．

表 3 被験者の実験参加人数

	上下肢 拮抗運動	上肢左右 拮抗運動	両手両足 じゃんけん
被験者 A	-	○	○
被験者 B	○	○	-
被験者 C	○	○	○
被験者 D	-	○	○
被験者 E	-	○	-
被験者 F	○	○	-
被験者 G	○	○	-
参加人数	4 名	7 名	3 名

○：参加 -：不参加

2 拍子 3 拍子の参加人数が 0 名の理由は体操の難易度が高いことが原因である．体操の選択中や利用後などに 2 拍子 3 拍子に参加しない理由を聞いたところ「難しくてできない」という意見が多く，参加しても「体操の練習」までで諦めてしまうことがあった．体操がうまくできていない場合に音声で呼びかけるなど，難易度が高い体操でも積極的に参加することを促すような機能が必要だと考えられる．

図 14 に高齢者による各体操の認識率を示す．図より上下肢拮抗運動の平均認識率は 75%，上肢左右拮抗運動は 76%，両手両足じゃんけんは 67%であった．若者の平均認識率と高齢者の平均認識率を図 15 に示す．図 15 より比較できる 3 種類の体操全てにおいて高齢者の認識率が若者の認識率より低かった．

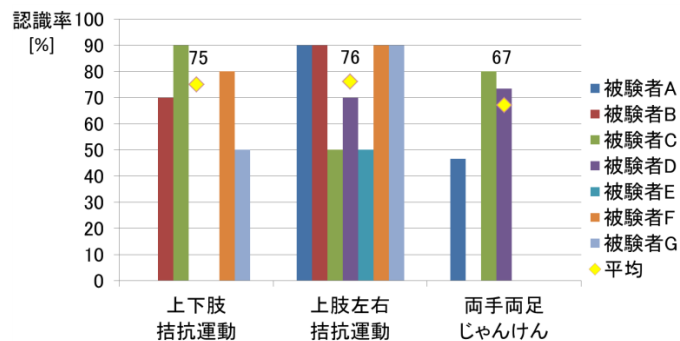


図 14 高齢者による各体操の認識率

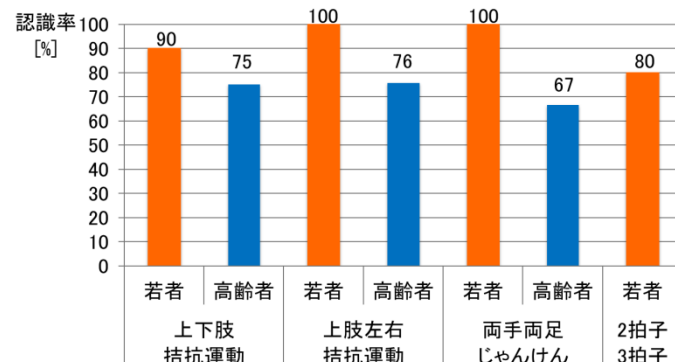
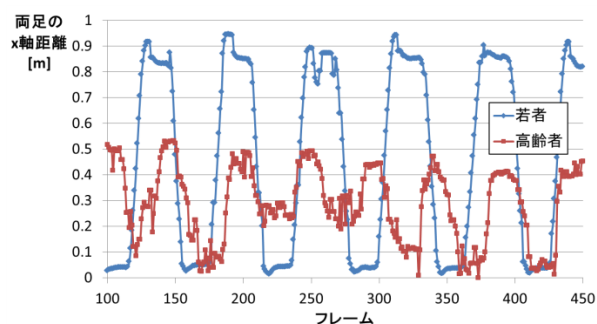
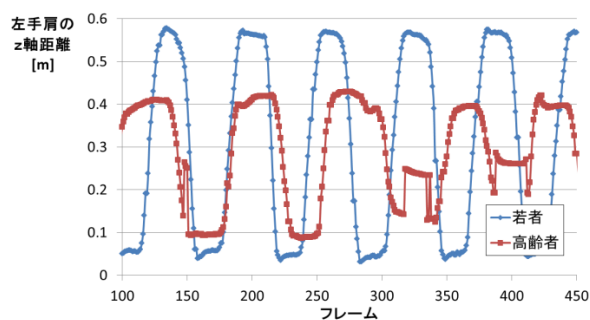


図 15 若者と高齢者の各体操の平均認識率

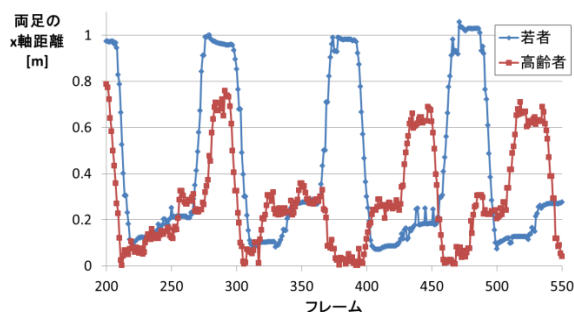
認識率に差が出た原因として体操中の認識に用いる関節データの変化の違いが考えられる．図 16 に若者と高齢者の各体操における関節データの変化を示す．図(a)に上下肢拮抗運動時の両足の x 軸距離の変化，図(b)に上肢左右拮抗運動時の左手肩の z 軸距離の変化，図(c)に両手両足じゃんけん時の両足の x 軸距離の変化を示す．図よりすべての体操において，若者は高齢者より体操の動作が大きく一定で安定しており，高齢者は体操の動作が小さく，動作が一定でないことが多い．



(a) 上下肢拮抗運動時の両足の x 軸距離の変化



(b) 上肢左右拮抗運動時の左手肩の z 軸距離の変化



(c) 両手両足じゃんけん時の両足の x 軸距離の変化

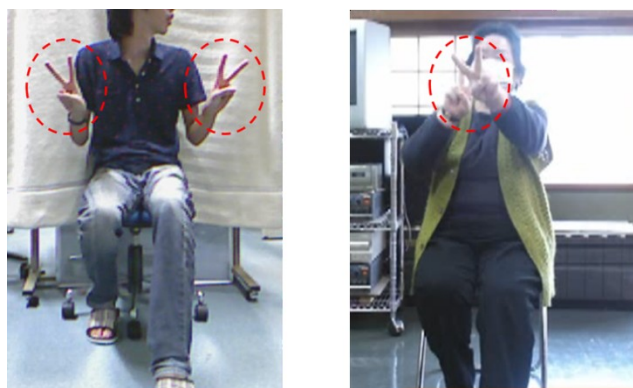
図 16 若者と高齢者の各体操における関節情報値の変化

図(a)の上下肢拮抗運動時の両足の x 軸距離の変化を例に挙げると、若者の両足の距離の変化は一定で変化の幅も $0.05 \sim 0.9[m]$ 程度と安定している。しかし、高齢者の両足の距離の変化の幅は $0.05 \sim 0.5[m]$ 程度と小さく、動作ごとに変化の上下が不安定である。本システムでは「体操の練習」時に閾値を決定しているため、「同期体操」時に同様に体操を行う必要がある。体操の動作が安定している若者は、「体操の練習」と「同期体操」時で変わらず動作が安定し、認識率が高い。体操が安定しない高齢者は、「体操の練習」と「同期体操」時で動作に違いがあり、認識率が低いと考えられる。

本システムの体操認識に用いる閾値は利用者の練習時の関節データの変化から個人差に対応するよう調整をしている。これは、体操中の関節の変動が大きく、さらに体操が安定していることを前提として設定している。したがって、動作の変化の幅が小さく、体操が安定していない高齢者の動作に対応した認識手法に改善する必要がある。

認識率に差が出たもう一つの原因として体操の難易度があげられる。一般に、簡単な体操をしている場合は滑らかに、難しい体操をしている場合はもたつくなどの動作に相違が生じる。拮抗体操は頭の体操と身体を同時にやるものであり、若者にとって簡単に理解し、実行できるものでも高齢者にとっては難しいことがある。同じ体操を行っていても若者と高齢者の間で動作の相違が生まれたと考えられる。両手両足じゃんけんの姿勢 C2 を例に説明する。図 17 に両手両足じゃんけんの姿勢 C2 の見本と高齢者

が両手両足じゃんけんの姿勢 C2 をとっている様子を示す。



(a) 見本の姿勢

(b) 高齢者の姿勢

図 17 両手両足じゃんけんの姿勢 C2 見本と高齢者の様子

図(a)より、見本では両手が離れた状態でじゃんけんの手を出しており、システムが認識を想定する姿勢である。図(b)では、チョキを出す手が重なっており、システムにとって片方はどのじゃんけんの手を出しているかわからない状態になっている。両手両足じゃんけんの姿勢 C2 は手でチョキを出して、足は前後に開く姿勢であり、この例の場合、足の動きと手の動きが連動して手が重なることが起きたと考えられる。このように動作をスムーズに行えないことからシステムが提示した体操の動作と少し異なる動作を高齢者がとることがあったため、若者と比較して認識率が低いと考えられる。

6.3 観察、聞き取りの結果と考察

高齢者の実験後、聞き取りによる自由意見を調査した。支援機能に関する意見として「体操の効果や目的の説明が欲しい」という意見から、システムの最初に目的や効果を説明する機能や、体操中も方法のみでなく効果を視覚的に伝える工夫などが必要だと考えられる。

口頭で体操とシステムの目的や効果を説明した後、実験を行ったところ、高齢者が積極的にシステムを利用していく様子が確認できた。このことから支援システムが自発的な体操参加に有効である可能性が示唆される。

実験中、図 18 に示すようにシステムの利用者と利用の様子を見ていた高齢者が同じ体操と一緒に進んでいた。このことから拮抗体操自体やシステム利用の様子が多くの高齢者の興味を引いたことが考えられる。また、リズムゲームの結果を他の人と自分の体操を比較し、コミュニケーションをとりながら進んでいたことから、本システムが高齢者の体操参加を促していた可能性が考えられる。



図 18 利用者と一緒に体操を行う様子

7. まとめ

本研究では、以前作成した拮抗体操支援システムを Kinect v2 を利用したものに改良し、拮抗体操に必要なじゃんけんの認識率向上を図った。システムの有効性の評価のため、若者を対象とした認識率実験を行い、以前のシステムでの認識率と比較し考察を行った。また、高齢者を対象にシステムの動作実験及びシステムを使用した意見の聞き取りによる評価を行った。

若者を対象とした認識率実験では、以前のシステムの認識率と改良後の認識率の比較において、特にじゃんけんの判定を利用している上肢左右拮抗体操の認識率に大きな改善が見られた。また、高齢者を対象とした実験では、システムによる若者と高齢者の体操の認識率を比較し、若者に比べ高齢者の認識率が低い結果が得られた。この原因としては、高齢者の動作が若者の動作に比べて、円滑でないことや動作が小さいことが考えられる。今後、高齢者の動作にさらに対応する必要がある、体操中の関節データの変化の割合に応じて調整した閾値に変更するなど、認識手法の改善が必要である。

聞き取りによる調査では「体操の効果や目的の説明が欲しい」という意見から、システムの最初等に目的や効果を説明する機能の追加が必要である。また、実験中、システム利用者の様子を見ていた周りの人達が自発的に同じ体操を一緒に行っていたことから、支援システムや拮抗体操自体が自発的な体操参加に有効であったと考えられる。他の人と一緒に体操を行いながらコミュニケーションをとっていたことから複数人数で同時に体操を行うようなシステムが自発的なシステム利用に有効であることが考えられる。

今後の課題としてシステムによる高齢者の体操の認識精度の向上があげられる。支援機能としては体操の効果や目的を説明する機能の追加があげられる。リズムゲームの結果を他人と比較し、自発的に体操に参加していた様子から、複数人数で同時に体操を行うようなシステムがより自発的な継続的な体操参加につながる事が考えられる。

謝辞 本研究において、実験に協力していただいた日立市高齢福祉課と日立市の高齢者の皆様にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 総務省統計局, 人口推計,
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/new.htm>(2015 年 3 月 11 日)
- 2) 長崎市高齢者すこやか支援課, 認知症支援ハンドブック,
<http://www.city.nagasaki.lg.jp/fukushi/430000/431000/p002058.html>(2014 年 7 月 10 日)
- 3) 田平隆行, 中村剛, 磯直樹, 佐賀里昭, 平瀬達哉, “高齢者の認知機能低下予防プログラム「拮抗体操」の開発—前頭前野に及ぼす影響に関する予備的研究—”, 作業療法, Vol.31, No.4, pp.353-362, 2012.
- 4) 北越大輔, 岡野卓矢, 鈴木雅人, “コミュニケーションロボットとの対戦型ゲームにもとづく介護予防システムの提案”, 信学論(A), Vol.J97-A, No.6, pp.406-410, June 2014.
- 5) A. D. Bruckheimer, A. V. Soares, “Dance2Rehab3D: A 3D Virtual Rehabilitation Game,” 14th Symposium on Virtual and Augmented Reality, pp.182-190, May 2012.
- 6) B. F. Mentiplay, R. A. Clark, A. Mullins, A. L. Bryant, S. Bartold, and K. Paterson, “Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture,” Journal of Foot and Ankle Research 2013, pp.6-14, 2013.
- 7) C. D. Metcalf, R. Robinson, A. J. Malpass, T. P. Bogle, T. A. Dell, C. Harris, and S. H. Demain, “Markerless motion capture and measurement of hand kinematics: validation and application to home-based upper limb rehabilitation,” IEEE Trans. on Biomedical Engineering, Vol.60, No.8, pp.2184-2192, Aug. 2013.
- 8) 鎌田和樹, 洪沢進, “深度画像センサを用いた拮抗体操支援システム” 信学技報, vol. 114, no. 357, WIT2014-66, pp. 75-80, Dec. 2014
- 9) 朝倉僚, 宮本涼介, 近藤一晃, 中村裕一, 秋田純一, 戸田真志, 櫻沢繁, “筋電位計測と画像による姿勢計測を用いたリハビリテーション支援システムの設計”, 信学論(D), Vol.J97-D, No.1, pp.50-61, Jan. 2014.
- 10) 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 光森洋美, 松井元子, 大谷貴美子, 米村俊一, 氏田亮, 大出道子, 廣畑史子, “食生活行動速隔認知リハビリテーション支援システムに基づく高次脳機能障害者の自立に向けた介入”, 信学論(D), Vol.J97-D, No.1, pp.95-107, Jan. 2014.
- 11) 大井翔, 佐野睦夫, 西口敏司, 宮脇健三郎, 杉谷正成, “認知リハビリテーションのための調理中の注意行動評価と振り返り支援”, 情報処理学会インタラクショナル, A4-3, pp.279-280, 2014.
- 12) 村井秀聡, 菅井健太, 大倉典子, “子供のリハビリを支援するインタラクティブシステム”, 信学論(D), Vol.J94-D, No.5, pp.839-842, May. 2011.