

高齢者・障がい者の自立支援のための複合現実感（MR）技術を用いた多感覚  
フィードバック型遠隔ヘルストレーニング・リハビリテーションシステムの研究開発（121803001）  
Development of new tele-health and rehabilitation system with multisensory feedback devices  
by using Mixed Reality (MR) technologies for independence  
support of the elderly and disabled persons.

研究代表者

田中敏明 東京大学（現職：北海道科学大学・保健医療学部）  
Toshiaki Tanaka Faculty of Health Sciences, Hokkaido University of Science

研究分担者

泉 隆<sup>†</sup>、宮坂 智哉<sup>††</sup>、吉成 哲<sup>†††</sup>、飯島勝矢<sup>††††</sup>、和田 親宗<sup>†††††</sup>  
Takashi Izumi<sup>†</sup> Tomoya Miyasaka<sup>††</sup> Satoshi Yoshinari<sup>†††</sup> Katsuya Iijima<sup>††††</sup>  
Chikamune Wada<sup>†††††</sup>

<sup>†</sup>東海大学・基盤工学部医療福祉工学科、<sup>††</sup>北海道科学大学・保健医療学部、  
<sup>†††</sup>北海道立総合研究機構・工業試験場製品技術部、<sup>††††</sup>東京大学・高齢社会総合研究機構、  
<sup>†††††</sup>九州工業大学大学院・生命体工学研究科

<sup>†</sup>School of Industrial and Welfare Engineering, Tokai University <sup>††</sup>Faculty of Health Sciences, Hokkaido University of Science <sup>†††</sup>Industrial Research Institute, Hokkaido Research Organization <sup>††††</sup>Institute of Gerontology, The University of Tokyo <sup>†††††</sup>Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

概要

本研究で開発・研究するシステムでは、医師、理学療法士や作業療法士等が遠隔から利用者（健康高齢者・外来患者・障がい者）の状態をリアルタイムで監視・指導が可能となるように、利用者宅、関連病院施設、さらに研究施設をも含めた情報ネットワークを構成する。また、効果的なヘルストレーニング・リハビリテーションコンテンツを提供するために、MR（複合現実感）技術を用いた多感覚フィードバック型の新しい遠隔ヘルストレーニング・リハビリテーションシステムの構築を目指す。特に、3次元画像呈示装置、3軸方向に振動可能な振動子を開発することにより、ヒトが運動方向を容易に理解可能なシステムとする。

1. まえがき

高齢化社会の急速な進展は、病院などにおける医療費の高騰を招き、在宅介護への転換が進められている。訪問リハビリテーションが有効な手段の一つであるが、過疎地域、遠隔地では訪問そのものが困難という問題がある。そこで本研究では健康高齢者、外来患者および障がい者の在宅での健康維持およびリハビリテーションを支援するため、自宅にいながらも通院・訪問サービスと同質のヘルストレーニング・リハビリテーションを受けられる遠隔ヘルストレーニング・リハビリテーションシステムの研究・開発を目的とする。

2. 研究開発内容及び成果

本研究で開発・研究するシステムでは、理学療法士や作業療法士等が遠隔から利用者（健康高齢者・外来患者・障がい者）の状態をリアルタイムで監視・指導が可能となるように、利用者宅、関連病院施設、さらに研究施設をも含めた情報ネットワークを構成する。また、MR（複合現実感）技術を用いた多感覚フィードバック型の新しい遠隔ヘルストレーニング・リハビリテーションシステムの構築を目指す。特に、3次元画像呈示装置、3軸方向に振動可能な振動子を開発することにより、利用者が関節の運動方向を容易に理解可能なシステムとする。

- ① 遠隔リハビリテーションシステム構築のための情報通信ネットワークシステム構築および運用実験
  - ② 3次元視覚情報呈示装置および聴覚刺激装置の開発およびモニター調査
  - ③ 振動刺激装置開発のため振動子に関するシーズ調査
  - ④ 3次元ヘルスリハビリゲーム製作・実施に必要な3次元関節運動計測用無線式位置センサシステム構築
- 成果としては、図1のごとく遠隔リハビリテーションシステム構築のための情報通信ネットワークシステム構築し、遠隔でのリハビリテーション実施するうえで必要なデータの通信に関しても本システムで支障がないことが確認された（①）。本システムに3D視覚情報呈示装置および聴覚刺激装置は、目標仕様を達成し、振動感覚に関しても2次元以上に提示する機構の目処は立った（②、③）。3軸加速度センサと3軸ジャイロセンサの2種類のセンサを使用しヒトの動作分析をより正確にモニター可能となった（④）。

- (2) 平成 25 年度は以下の 5 項目を目標とした。
- ① 本システムに用いる上肢、下肢、体幹の関節等の部位に対して3軸運動方向を呈示できる振動装置の製作

- (1) 平成24年度は以下の4項目を目標とした。

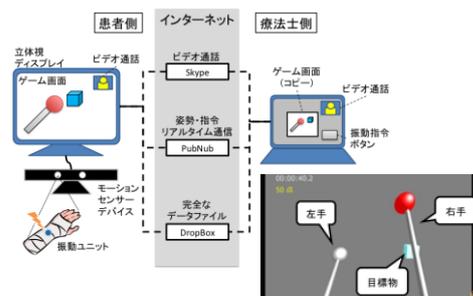


図1 遠隔リハビリテーションシステムの構成とゲーム画面

- ② 本コンテンツ用視覚情報提示装置（3次元ヘッドマウンテッドディスプレイ（3D-HMD）および3Dディスプレイおよび聴覚刺激装置に関して高齢者および障がい者を被験者としたモニター調査
- ③ 3次元でのヘルストレーニング・リハビリテーションコンテンツ（ゲーム）を開発し、コンテンツに関する遠隔リハビリテーションネットワークシステムの構築を行う
- ④ 本コンテンツの有効性検証
- ⑤ スマートフォンによるヘルス・リハビリトレーニングの検討

成果としては、偏心モータ型振動装置を試作した。その結果、高齢者は80%前後の正答率を示したことから振動感知が容易となり、高齢者・障がい者への3次元様の振動刺激がほぼ可能となった（①）。健康高齢者および障がい者を対象とした評価において、本上肢運動ゲームに対しては、3D-HMDおよび3Dディスプレイのどちらを用いても、被験者が立体視を良好に行うことができた（②、図1）。上肢・下肢・体幹を中心とした3次元ヘルス・リハビリテーションコンテンツ（ゲーム）を開発した。到達目標としていた遠隔・3Dでのコンテンツを開発した（③）。④に関して、被験者は上肢に障害のない健康者および脳血管障がい者とした。結果として、健康者と障がい者との比較が可能であり在宅遠隔での評価・訓練に応用可能であることが確認された。⑤に関しては、スマートフォンによるヘルス・リハビリトレーニングの検討も行い、基礎データを収集した。

- (3) 平成26年度は以下の3項目を目標とした。
  - ① 3次元視覚情報提示装置（HMD、大画面）、聴覚提示装置、振動装置のモニター調査
  - ② 転倒防止バランストレーニングコンテンツを含めた遠隔MRヘルストレーニング・リハビリテーションシステムの製作および遠隔運用試験、
  - ③ ②のコンテンツの臨床等での検証および遠隔での本システムの効果検証（図1、図2）

成果としては、視覚提示装置においては、2Dの投影像と比較して3Dの立体視による場合の方が、自分と壁や扉などの対象物の三次元的な位置関係が理解しやすいことが確認された。また、振動によって物に手が到達した感じが理解しやすくなったと回答した者が7割以上となった。本件での目的とする関節運動の方向を振動刺激でガイドすることの有効性が示唆された（①）。上肢下肢体幹運動、立位バランス訓練に関して、高齢者、障がい者を対象とし、多様な用途、疾病に対応できるメニューとなった（②）。本システムのコンテンツ（ゲーム）課題を用いて、上下肢に運動麻痺を認める障がい者に対し、その有効性を検証した。結果として、上肢課題およびバランス課題ともに、障がい者において初回に比べ最終で所要時間の短縮を認め、経時的に健康者に近似する結果となった。各関節角度の変化においても、初回に比べ最終で健康者の正常可動域に近



図2 在宅障がい者に対する遠隔リハ場面

似する結果となった。また、健康者および障がい者ともに3Dでの課題の画像提示、振動刺激が正しい関節運動をトレーニングするうえで有効であると回答した。さらに、在宅での障がい者1名に関する1ヶ月以上の遠隔での継続使用において慢性期疾患にもかかわらず上肢の麻痺に改善を認めた（図2）。さらに、スマートフォンでの立位バランス評価訓練アプリケーション（以下、アプリ）を開発した（③）。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本件で得た技術から簡便式に実施できるようにインターネットと各種ワイヤレスセンサ（位置センサ、振動装置）を組み合わせ、病院と自宅を結んで特に高齢者を対象に健康トレーニングを行うシステムを製作し、健康維持増進サービスを北海道等の市町村に展開したい。このため技術面での課題を克服するため関連企業とNEDOもしくはJST助成金への応募を本年度検討中である。さらに、本研で使用した振動装置を障がい者に遠隔操作でより振動を感知可能とするために基礎研究に関しては文部科研への申請を検討中である。

### 4. むすび

本システムにより、高齢者・外来患者・障がい者は遠隔においてもよりリアルな環境で、正確かつ、安全・適切なトレーニング・リハビリテーションを受容することが可能であり、ICTを用い、高齢者の健康維持および障がい者の自立促進に大きく寄与するものである。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] T Tanaka, A Kudo, S Sugihara et. al., "A study of upper extremity training for patients with stroke using a virtual environment system," Journal of Physical Therapy Science, Vol. 25 No.5, pp.575-580, 2013.
- [2] S Sugihara, T Tanaka, T Miyasaka et al., "Assessment of Visual Space Recognition in Patients with Visual Field Defects using Head Mounted Display (HMD) System: Case Study with Severe Visual Field Defect", 35th Annual International Conference of the IEEE EMBS, July, 2013.
- [3] T Tanaka, S Sugihara, T Izumi et. al., "A study of upper extremity training for patients with stroke using a virtual reality technology", the 2013 WCPT-AWP & ACPT Congress, 論文番号 00196 (I-P246), September, 2013.

#### 【報道掲載リスト】

- [1] 「医療再生第4部：遠隔リハビリ試行錯誤」, 読売新聞, 2015.2.14.

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

- [http://www.brain.kyutech.ac.jp/~wada/project\\_j.html](http://www.brain.kyutech.ac.jp/~wada/project_j.html)  
<http://webpark1657.sakura.ne.jp/>