

## AR を用いた手指麻痺リハビリ訓練システムの評価

## Evaluation of AR rehabilitation system to finger paralysis patients

○青山真士 (名工大) 齋藤恭裕 (名工大) 松永瑞希 (名工大) 坂口正道 (名工大)

Shinji AOYAMA, Nagoya Institute of Technology

Yasuhiro SAITO, Nagoya Institute of Technology

Mizuki MATSUNAGA, Nagoya Institute of Technology

Masamichi SAKAGUCHI, Nagoya Institute of Technology

**Abstract:** We constructed the augmented reality (AR) rehabilitation system to target finger paralysis patients. In this system, it measures the position of the patient's hand using the image processing technology, and draws the CG hand on a real image. Likewise, it measures volition of the motion using EMG of the arm of the impaired side, and presents the grip motion of the CG hand. Furthermore, it feedbacks the sensation of the CG hand touching object by vibration. In this announce, we explain the applicability and usefulness of the evaluation efforts of this system to the patient.

**Key Words:** EMG, paralysis rehabilitation, Augmented Reality

## 1. 背景と目的

厚生労働省の発表によると脳血管疾患の患者数は 133 万 9000 人に上り<sup>(1)</sup>, 要介護者の内, 介護が必要になった原因の第一位が脳血管疾患で 24.1%<sup>(2)</sup> であるという. また, 国民医療費は脳梗塞とその他の脳血管疾患の項目を合わせると, 1兆 6720 億円<sup>(3)</sup> にも上り, 日本において 100 人に 1.0 人は脳血管疾患にかかっている<sup>(4)</sup> といわれている. このことから脳血管疾患の日本国民への影響力の大きさが伺える.

脳卒中などの脳血管疾患により生じる後遺症のひとつとして, 四肢の半身の運動機能の低下, つまり片麻痺が挙げられる. 特に手や指先は日常生活を送るうえで重要な役割を果たしており, 上肢麻痺の回復を目的とするリハビリテーションによってその後の患者の日常生活が大きく左右される. この上肢麻痺リハビリ訓練手法として近年, 注目を集めているのが脳の可塑性を用いた訓練手法である.

脳の可塑性とは脳細胞の役割代行機能のことである. 従来, 脳の神経細胞の一部に障害が生じると, 神経細胞は回復しないため, その末梢での運動機能は低下し, 運動機能の回復は極めて限定的であると考えられてきた. ところが近年, 麻痺部の運動を繰り返すことで運動機能の回復がみられることがわかってきた<sup>(5)</sup>.

脳の可塑性を用いた訓練手法のうち, 脳卒中片麻痺患者に対して行われるものとして, ミラー療法<sup>(6)~(9)</sup>, CI療法 (Constraint induced movement therapy)<sup>(10)</sup> などが挙げられる.

ミラー療法は, 鏡を用いて視覚的に麻痺部の運動をイメージさせる訓練手法である. 健常な半身 (健側) と麻痺した半身 (患側) の間に鏡を置き, 鏡に映る健側の運動を覗き込む. すると, あたかも患側が自分の意図した通りに運動しているように錯覚する. この錯覚を利用したものがミラー療法である. ミラー療法を用いたことによる麻痺部の運動機能の上昇が今までにいくつも報告されている<sup>(6)~(9)</sup>. しかし, ミラー療法は患側の運動を錯覚させる為に患側だけでなく, 健側を同時に運動させることが必要不可欠である. また, 患側の運動に応じた結果は見られないため, 患側の運動はリハビリ訓練者の裁量による.

次に, CI療法とは, 普段よく用いてしまう健側を拘束

することで, 患側を集中的に, 恣意的に使用させる訓練手法である. 片麻痺患者に対して CI療法を用いることによる麻痺部の運動機能の向上が報告されている<sup>(10)</sup>. しかし CI療法は健側を拘束する必要がある他, 思い通りに患側が動かないことを何度も体験してしまうことによる精神的負担は大きい.

そこで我々はリハビリ訓練時において, 訓練者の患側の運動意図を読み取り, 患側の目標とする運動を視覚的, 触覚的に提示するリハビリ訓練システムを構築した. 患側の運動を視覚的に提示するために, 表面筋電位 (EMG), 拡張現実感 (Augmented Reality, AR) を使用し, 触覚的に提示するために, 振動刺激を追加する. ARを用いて, 現実世界に患側の運動を提示することでミラー療法のような錯覚を与えることを狙う. なお, 本研究においては患側の目標とする運動を指の屈曲とした.

## 2. システム概要

## 2-1 システム全体像

システム全体の模式図と体験した様子をそれぞれを Fig.1, Fig.2 に示す. システムの概要を以下に述べる. 患側に次の 3 つを取り付ける. 腕に筋電電極, 手首に AR のマーカー, 手に振動モータのついたグローブ, そしてこれらをカメラで映す. またアース電極を健側の手の甲に取り付ける. 筋電電極, 振動モータはそれぞれ A/D ボード, D/A ボードを介して PC とつながっている. ディスプレイにはカメラで取得した映像に手の CG モデルを付与したものを映し, 訓練者に提示する. なお, Fig.2 の手の CG モデルが仮想球を把持した時, 振動モータが駆動する.

## 2-2 システムの流れ

訓練者の患側運動意図からシステム動作結果の知覚に至るまでのシステムの流れを説明する. まず, 訓練者は患側の目標動作達成 (指の屈曲) を意識する. このとき運動を司る筋肉 (浅指屈筋) から筋電位が発生しており, 筋電電極を用いて体表から取得する. なお, サンプリングタイムは 1[ms] である. その後, 取得した筋電位の過去 0.1[s] の絶対値を積算し, 平均化を行う. この積分筋電値 (IEMG) が閾値を超えていれば手の CG モデルは屈曲する. 逆に超えていなければ伸展する. 訓練者は CG モデルの運動をディスプレイを通して視覚的に, 振動モータを通して触覚的に

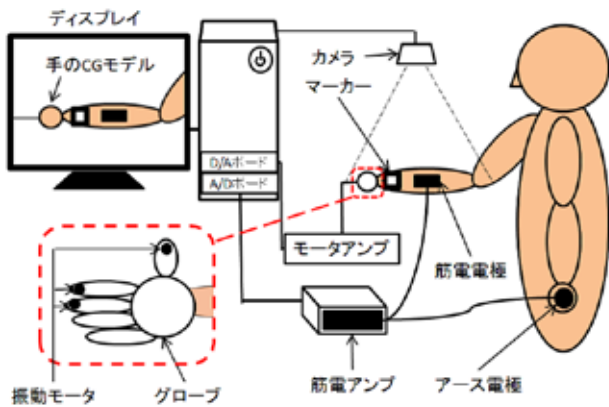


Fig. 1 AR rehabilitation system(outline)

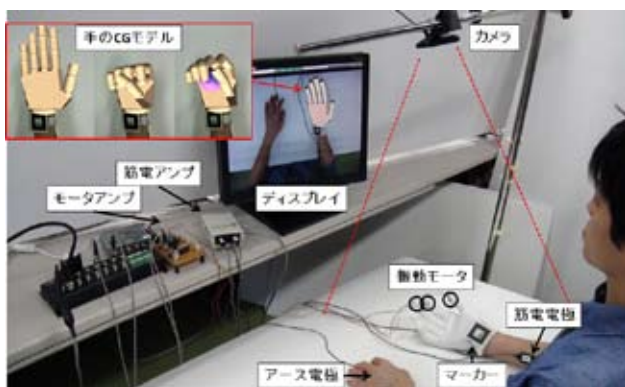


Fig. 2 AR rehabilitation system(picture)

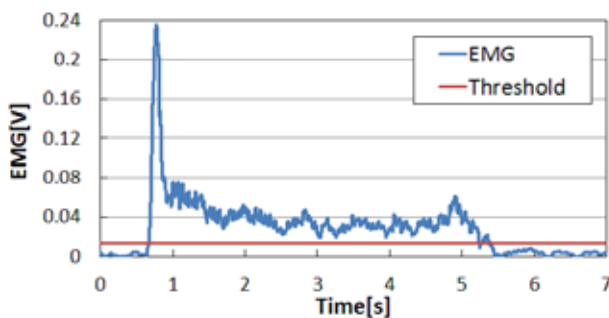


Fig. 3 EMG

知覚する。健常者にて表面筋電位を取得した結果の一例を Fig.3 に示す。

### 3. 評価実験

このシステムが麻痺患者に効果的であるかの評価が必要となる。そのため、大学病院リハビリテーション部の専門スタッフの協力を得て、以下に示す評価実験を実施する。

#### ● 実験内容

片麻痺患者が患側の指の屈曲を行った時の筋電位を計測し、本システムが患者に対して有効であるかを評価する。

- 対象患者  
健側と比較すると患側を動かせるが十分に運動機能が発揮できない。また、重度の拘縮がない。
- 対象動作  
指を屈曲伸展動作させた際の筋電位を、患側、健側の両腕について計測する。両腕にて比較することで個人の筋電量の違いについても考慮することができる。万が一、筋電位が計測できない時は、屈曲運動時に別の筋の筋電位も計測する。これにより麻痺患者が指の屈曲運動を意図した時、どの筋が賦活されているか類推することができる。

この実験により、手指麻痺患者へのリハビリ訓練への本システムの適用性や有用性についての検証を行う。

### 4. まとめ

本稿では、目標動作を指の屈曲として、訓練者の運動意図を読み取り、患側の目標とする運動を視覚的、触覚的に提示するリハビリ訓練システムを構築した。これらを達成するべく、表面筋電位、拡張現実感、振動刺激の要素を組み合わせたシステムを採用した。専門スタッフ協力のもとで基礎実験を行い、構築したシステムの手指麻痺患者への適用性や有用性を評価する。

### 参考文献

- (1) 厚生労働省, 平成 20 年患者調査の概況, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/08/index.html>
- (2) 厚生労働省, 平成 22 年国民生活基礎調査の概況, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/index.html>
- (3) 厚生労働省, 平成 21 年度国民医療費の概況, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/09/index.html>
- (4) 厚生労働省, 平成 24 年度版厚生労働白書, 100 人でみた日本, [http://www.mhlw.go.jp/toukei\\_hakusho/hakusho](http://www.mhlw.go.jp/toukei_hakusho/hakusho)
- (5) Ostendorf CG, Wolf SL, Effect of forced use of the upper extremity of a hemiplegic patient on changes in function, *Phys Ther*, 61, 1022-1028, 1981.
- (6) Ramachandran VS, Altschuler EL, et al., Can mirrors alleviate visual hemineglect?, *Medical Hypotheses*, 52(4), 303-305, 1999
- (7) Altschuler EL, Wisdom SB, et al., Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror, *Lancet*, 353(9169), 2035-2036, 1999
- (8) Sathian K, Greenspan AI, et al., Doing it with mirrors: A case study of a novel approach to neurorehabilitation, *Neurorehabil Neural Repair*, 14(1), 73-76, 2000
- (9) Stevens JA, Stoykov ME, Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis, *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 1090-1092, 2003
- (10) 浅井愛子, 鈴木美保ら, 早期脳卒中例に対する Constraint-Induced Movement Therapy, *日本リハビリテーション医学会誌*, 38(5), 407, 2001