

遠隔操作型在宅リハビリ支援システムの開発

Development of Teleoperation Type Supporting System for Home Rehabilitation

○ 非 呉 建青 (金陵) * 非 柿原 清章 (金陵) * 正 寺嶋 一彦 (豊橋技科大) **
Jianqing WU, Kiyooki KAKIHARA and Kazuhiko TERASHIMA

* KINRYO Co. Ltd., Toyohashi, Aichi

** Toyohashi University of Technology, Toyohashi, Aichi

Key Words: Rehabilitation, Kinesitherapy, Teleoperation, Manipulator, Network

1. 緒言

高齢社会の進行に伴い、世界のヘルスケアにおける第1の問題が関節痛に起因するものである。関節障害の中でいったん起こるとやっかいなのが、「関節可動域制限」である(これを拘縮という)。拘縮は肩や足の付け根やひざや足首で特に起こりやすく、体を動かすにも大きな支障が出てくる。拘縮の予防には、できる限り発症したその日から、主治医や理学療法士の指導の下、運動療法を始めるべきである。

運動療法は、リハビリテーション医療における治療技術としての理学療法の中核であり、関節可動域の拡大、筋力の増強などにより疾患の改善を図り、全身機能の改善と活動性の維持・向上を目的とする。

入院中もちろん、在宅においても、運動療法というリハビリテーションを継続することが重要である。一度、病院でリハビリテーションにより身体運動機能を回復したからといって、自宅でリハビリテーションを怠ったり、悪い姿勢及び自己流の訓練を行ったりすると、再びその運動機能が低下したケースがよくある。これは自宅でのリハビリテーションが正確且つ継続に行われなかったためである。

従って、在宅リハビリテーションの効果を確保するために、自宅で主治医や理学療法士の指導・操作を受けることができるという支援システムが必要である。

2. 遠隔運動療法

運動療法は運動を起す力により他動運動と自動運動に大別される。

他動運動(Passive Movement)とは理学療法士、器具、または患者自身の健康部位によって他動的に動かされる運動である。それに対して、自動運動(Active Movement)とは患者自身の力で動かす運動である。

自宅にいながら、あたかもリハビリテーションセンターで理学療法士の操作・指導を受けながら運動療法を実施するために、以下の遠隔運動療法を考える。

2-1. 遠隔他動運動(Remote Passive Movement)

図1に示すように、理学療法士が操作アームを操作する動作はネットワークを経由して、訓練者側自宅に設置されるアシスト装置に再現する。その動作に従って、アシスト装置は訓練者に適切な力をかけてその体を動かす。それにより、自宅での他動運動訓練を実現する。また、操作アームに訓練者の生体運動特性を再現するにより、理学療法士は訓練者を直接に操作するような操作感を感じることができる。

2-2. 遠隔自動運動(Remote Active Movement)

図2に示すように、理学療法士の規範的な自動運動動作をアニメーション化して、ネットワークを介して訓練者宅に伝

送する。訓練者が自宅でそのアニメーションに従って自動運動訓練を行う。同時に、理学療法士がTVモニターで訓練者に即時指導を行う。それにより、在宅での自動運動訓練を正確な動作で行わせることを保証する。アニメーションを見ながら自動運動訓練をするのは辛いかつ厳しいリハビリテーションを面白くすることもできる。

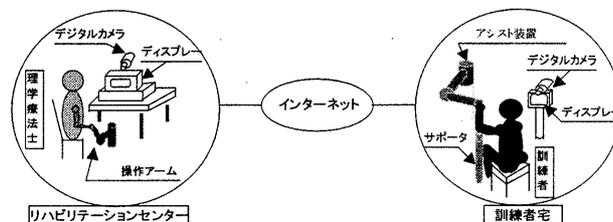


図1. 遠隔他動運動

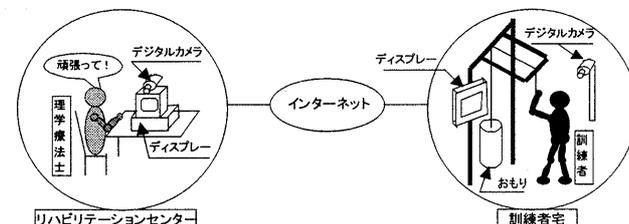


図2. 遠隔自動運動

3. システムの構成

以上の遠隔運動療法を実現するために、図3に示すような遠隔操作型在宅リハビリ支援システムを提案する。本システムは、操作指導端末、訓練アシスト端末、及びネットワークを介した音声画像通信回路から構成される。

3-1. 操作指導端末

操作指導端末はリハビリテーションセンターに設置する。遠隔他動運動では、理学療法士の操作アームを操作する動作を記録し、ネットワーク経由で各宅(所)に設置する運動機能訓練アシスト装置に伝送する。遠隔自動運動では、理学療法士は音声画像通信回路を通じて、在宅訓練者を監視し、遠隔指導を行う。

3-2. アシスト端末

アシスト端末は訓練者自宅に設置する。そのアシスト装置は、理学療法士の操作動作を再現し、適切な力で訓練者の体を強制的に動かす。

ネットワークを介して操作アームとアシスト装置を繋ぐ

ことにより、理学療法士が訓練者を直接的に動かすような操作環境を作る。それにより、あたかも理学療法士が直接的に訓練者の体を動かすような他動運動を実現する。

3-3. 音声画像通信回路

高速通信ネットワークを介して、デジタルカメラで撮る各宅における訓練者の様子及びリハビリセンターにおける理学療法士の様子を伝送する。また、理学療法士と自宅訓練者とは、お互いにリアルタイム対話もできる。

それにより、訓練者が自宅にいながらあたかも理学療法士から対面指導を受けるような臨場環境を作る。在宅の訓練者の不安を解消すると同時に、在宅リハビリテーションを正確に継続的に進めさせる。

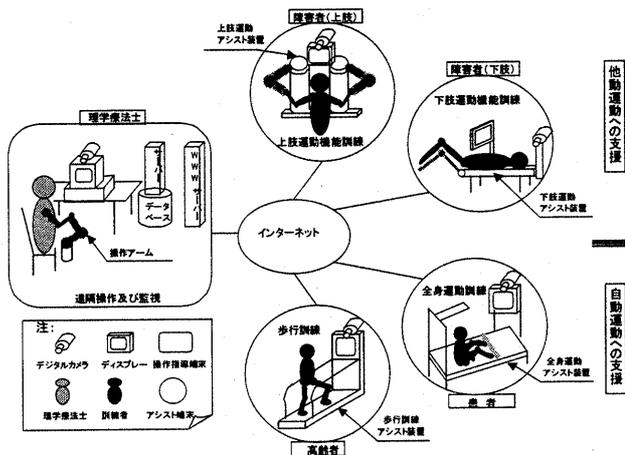


図3. 遠隔操作型在宅リハビリ支援システムの概念

4. 遠隔自動運動への支援

まず、二つのキャラクタ（男性と女性）を設計した。それを使って、3種類の姿勢（立姿、座姿と寝姿）に対して、あわせて46セットの指導動作のアニメーションを製作した。また、それらのアニメーションを便利に利用させるために、専用ホームページを作成した（図4）。

訓練者は、インターネットを介して、そのアニメーションを見ながら、自動運動訓練を実施する。同時に、理学療法士は音声画像通信回路を利用し、その訓練様子を監視し、適切なアドバイスをを行う。

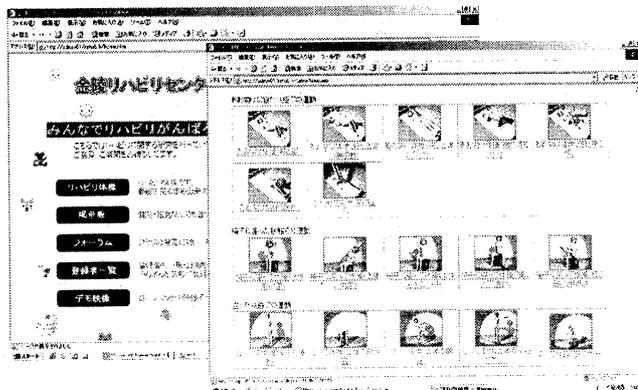


図4. 在宅リハビリ支援用ホームページ

5. 遠隔他動運動への支援

5-1. 上肢リハビリアシスト装置

遠隔他動運動用上肢リハビリアシスト装置（図5）を

試作した。それは、二つの3自由度アームと音声画像指示器及びコントローラからなる。理学療法士による操作動作に関する位置信号と力信号に基づいてその動作を再現する。また、リハビリ時異常が生じた場合、訓練者を守るための手動緊急停止と自動緊急停止との機能を備える。

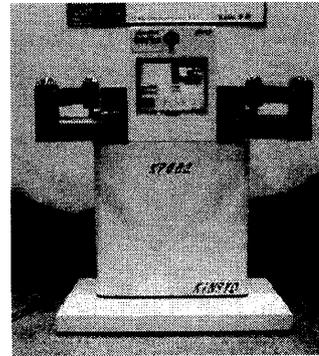


図5. 上肢リハビリアシスト装置

5-2. 遠隔操作装置

図6は操作装置の試作機を示す。それは3自由度の小型アームと音声画像指示器及びコントローラからなる。理学療法士はそれを仮上肢として操作する。その操作動作を、ネットワークを経由し、訓練者自宅に設置するリハビリアシスト装置へ伝送する。

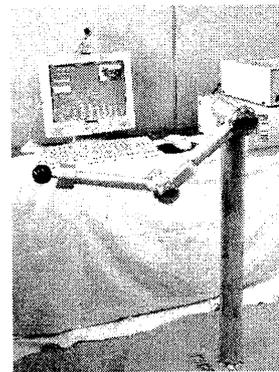


図6. 遠隔操作装置

6. 結言

本文では、遠隔運動療法への支援を目的とする遠隔操作型リハビリ支援システムについて検討した。また、遠隔自動運動と遠隔他動運動への支援についての開発を述べた。これらの試作機を端末として、試験用システムを構築した。今後は、実用環境の下で、その遠隔他動運動訓練への支援について検証を行い、実用可能な支援システムを開発する。

参考文献

- [1] 小柳ら, 上肢動作訓練支援システムの開発, 第19回日本ロボット学会学術講演会, pp455-456, 2001.
- [2] 則次ら, ゴム人口筋を用いたリハビリテーション支援ロボット, 日本ロボット学会誌, Vol.13, No.1, pp.141-148, 1995.
- [3] 白井, 6-DOF マニピュレータによるリハビリテーション支援に関する研究, 日本機械学会 2000年度年次大会講演論文集, Vol.1, pp.345-346, 2000.
- [4] 鈴木ら, 人間に協調するロボットの最適可変インピーダンス制御, 日本機械学会東海支部第50期総会講演会論文集, pp71-72, 2001.