

触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム —第10報：知覚共感ウェアの提案—

Tactile Bio-feedback based Locomotion Rehabilitation Assisting System -10th report: Proposal of Perception-Empathy Wearable Device -

○正 岩田浩康（早大） 学 飯村直之（早大）
佐藤勇起（早大） 安田和弘（早大） 正 菅野重樹（早大）

Hiroyasu IWATA, Waseda Univ., jubi@waseda.jp, Naoyuki IIMURA,
Yuki SATO, Kazuhiro YASUDA, Shigeki SUGANO, Waseda Univ.

This paper proposes a new perception empathy wearable device. Therapist and patient wear the same biofeedback device to share paralyzed-side foot contact of the patient on the back. It allows the therapist to detect abnormal contact state by patient at the early stage, then leading to enable patient to gradually acquire the training way with appropriate body motion. Preliminary testing confirms that the proposed design allows a therapist to attach the perception-empathy wearable device to a hemiparetic patient within 90 sec, which indicates clinical acceptability.

Key Words: Stroke rehabilitation, Biofeedback, Perception, Foot contact

1. はじめに

感覚障害者は表在覚・深部感覚が鈍麻・脱失しているため、麻痺側体性感覚への十分な集中が難しい。この問題を解決するため、本研究では、麻痺側足底圧を非麻痺側肢体に触覚バイオフィードバックすることで、脳卒中患者が身体イメージを再構築してゆくプロセスを支援する知覚支援 RT：パルティ (Perception Assisting Rehabilitation Technology) を提案している [1-2]。臨床応用を視野に入れたモデルとして、座位・立位・歩行など全ての訓練相に適応でき、かつ複数の部位(背部、腰部、肩部等)に装着可能な足底圧表示インタフェースの改良設計を行い (Fig.1), 実験を通じて足底圧が高速に変遷する歩行訓練にも利用可能な応答速度を有していることを確認した [3]。

知覚支援 RT の臨床応用を想定した場合、特に歩行訓練の初期段階において、転倒回避への過度な傾注により、呈示刺激への注意力不足に陥りやすく、これは目標接地パターンへの未達状態の誤認に繋がり誤学習を招き得る。

そこで本研究では、片麻痺者と療法士の間で、麻痺足の接地感覚を同一のモダリティで共感・共有させ、片麻痺者における接地状態の誤認識の早期検知および、早期介入による身体感覚へ気づきを促すことで、誤認識や誤学習を顕著に低減する知覚共感ウェアを開発することを目的とした。

2. 知覚共感ウェア

2.1 要求機能

知覚共感ウェアは、療法士が患者の足底接地パターンを同時に感知することができ、適切なフィードバックを患者に与えるものである。具体的には、麻痺足の接地パターンを振動刺激で背面全体で知覚させる専用ウェアを患者と療法士に共に装着させ、同一の入力である麻痺足の接地パターンを両者で共有させる仕掛けである (Fig.2)。これにより、患者は、麻痺側の減弱した接地感覚をそこより知覚が良好な背面で感じ取れるだけでなく、自身では気づかない不適切な状態にも療法士が代わりに気づき、修正を促してくれるため、脳卒中リハを各段に効率よく進められる効果が期待できる。

2.2 特徴

2.1 節を踏まえ、以下の要求仕様に基づき、知覚共感ウェア (Fig.3) の開発を進めた：

- (i) 片麻痺者・療法士における左右足圧データを感度調整ユ

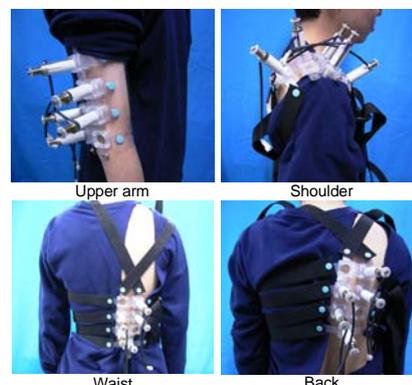


Fig.1 Early devices: PARTY (upper arm, shoulder, back, waist)

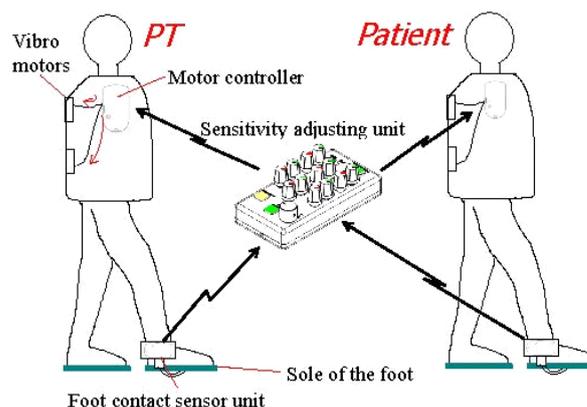


Fig.2 New concept of perception-empathy wearable device

ニット(療法士が把持)および外部モニタリング PC (CG 表示+記録)に無線伝送可能

(ii) 感度調整ユニットで呈示刺激の源となる足圧データ(片麻痺者 or 療法士, 左 or 右)を選択でき、かつ刺激点ごとの刺激強度の連続調整可能(呈示刺激の源ごとにキャリブレーション・保存可能)(Fig.4)

(iii) 選択された足圧データに基づき、両者の背部の呈示ユニットに振動刺激を呈示可能

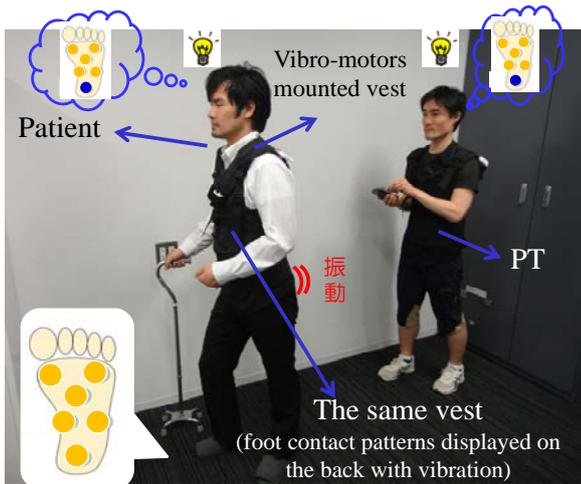


Fig.3 Perception empathy wearable device implemented

- (iv) 療法士による片麻痺者の接地状態の同定が可能
- (v) 療法士の実演により、片麻痺者への目標接地パターンの触覚呈示が可能。

2.3 振動呈示ユニットの特徴

振動呈示ユニットには上半身装着型ベスト方式を導入し、背部全面に分散配置される複数の振動子が全て肌に密着するよう、やや硬めのゴム系素材で締め付ける閉ループ構造を案出した(Fig.5, Fig.6)。さらに、体格差にも適応できるよう、両前胸部や腰部前方部に簡便に長さ調整を行える構造を導入した。なお、足圧計測・感度調整・振動呈示の各ユニット間は全て無線伝送できる構成とした。

従来の知覚支援 RT ではベルトを巻きつける方式を採用していたため、装着に 10 分程度を要していた。これに対し、知覚共感ウェアではベスト方式を取り入れたことで、予備試験において、片麻痺模擬者に対し 1 分 30 秒での装着が可能であることがわかり、1セッション 40 分間のリハビリの現場に導入可能な易装着性を有していることが確認された。

3. まとめ

本稿では、麻痺足の接地感覚を片麻痺患者と療法士の間で共感・共有させることで、患者の不適切な接地状態を早期に検知し、正しい運動での訓練の頻度を高める上で有用な新たな知覚共感ウェアを提案した。今後は、片麻痺者を対象に知覚共感ウェアを用いた座位・立位訓練を行い、代表的な接地パターンの識別精度および歩行訓練時の杖加重量・足圧分布・着床時間の改善性について検証する予定である。

謝 辞

本研究の一部は、日本学術振興会最先端・次世代研究開発支援プログラム「低侵襲な知覚・運動支援により脳神経系の再構築を促す心身覚醒 RT」及び文部科学省 GCOE プログラム「グローバルロボットアカデミア」の支援を受けて行われました。ここに謝意を表します。

文 献

- [1] 岩田浩康ほか：“触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム～第 1 報：足圧呈示インタフェースの設計と基本性能評価～”，Robomec2006, paper no.2P2-A15, 2006 年 5 月
- [2] 岩田浩康ほか：“認知神経リハのためのバイオフィードバック型知覚支援 RT -概念と設計-”，第 17 回ロボティクスシンポ



Fig.5 Vibro motors mounted at six places marked above in the vest

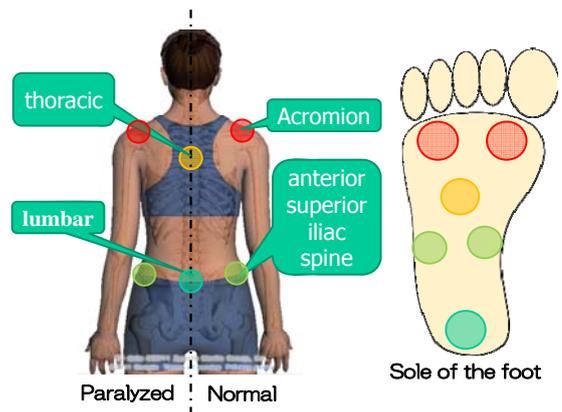


Fig.6 Layout of vibro motors installed corresponding to six places at the sole of the foot

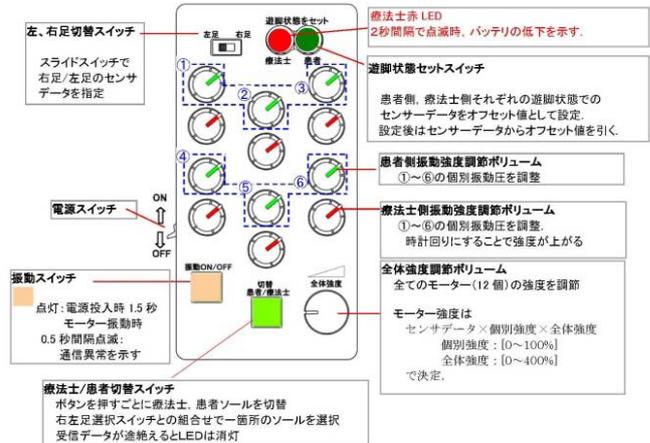


Fig.4 Hand-held device possessed by therapist for sensitivity adjusting and wireless routing

- [3] ジア論文集, pp.14-20, 2012 年 3 月
- [3] 岩田浩康ほか：“触覚バイオフィードバックに基づく歩行リハビリ支援システム～第 3 報：全訓練相に適用可能な足底圧呈示インタフェースの設計～”，Robomec2007, paper no. 2A2-F11, 2007 年 5 月