

RGB-D センサを用いた片麻痺者のブルンストロームステージの自動判定

Automatic Estimation of the Brunnstrom Stage for Hemiplegic people using a RGB-D sensor

○ 諸根理仁 (日大) 遠藤麻衣 (日大) 遠藤央 (日大) 柿崎隆夫 (日大)

Masahito MORONE, Nihon University Mai ENDO, Nihon University
Mitsuru ENDO, Nihon University Takao KAKIZAKI, Nihon University

Abstract: In this study, to support handicapped people, especially focusing on the hemiplegic person, a life support system is proposed. For improving their QoL, the system is required to support their early rehabilitation rather than care for whole ADLs. Thus, we propose the system, which measures and estimates the state or the condition of a patient using a RGB-D sensor. When the system receives a requirement for the support, based on the estimation, the system choose from supporting the ADL, requesting someone to support the patient or encouraging to do it with keeping watch on them. In this paper, an estimation system using a RGB-D sensor and its algorithms are described. Specifically, by calculating angles of each joints using kinematics of a wire-frame human model, which is generated based on the RGB-D sensor, the Brunnstrom stage of patients estimated based on a method proposed by Ueda.

Key Words: Brunnstrom Stage, RGB-D Sensor, Automatic Diagnosis

1. はじめに

脳血管疾患患者にとって早期の ADL (Activities of Daily Living) 実施はリハビリになり、早期社会復帰に有効とされている⁽¹⁾。そのため過度な ADL 支援は患者のリハビリ機会を奪い機能回復を妨げることとなる。よって患者の症状や状態に応じた適度な支援が望まれる。そこで本研究では、支援対象者の症状や状態を推定し適度に支援するシステムを提案している⁽²⁾。これにより早期社会復帰を支援する。

本稿では支援対象者の症状や状態の推定を取り上げる。従来は RGB-D センサを用いて支援対象者を認識し、デジタルヒューマンモデル (DHM: Digital Human Model) 化し、関節角度を数値化することで上腕可動範囲の認識を実現した⁽³⁾。本稿ではこれを拡張し、片麻痺者のブルンストロームステージ (BS: Brunnstrom Stage) 判定の一部を日常動作から抽出する方法について述べる。

2. RGB-D センサを用いた状態推定システム

Fig.1 に提案する障害者の状態推定システムのコンセプトを示す。本研究では支援対象者動作を非接触かつマーカレスで計測可能な RGB-D センサを用い、生活への影響が少なく、身体に負担がないシステムの構築を目指す。RGB-D センサにより支援対象者を撮影し、RGB 画像と各ピクセルにおける深度を得る。これらの情報を受信したサーバは、深度情報に基づき人体各部を識別し、20 関節の空間位置を推定し、ワイヤフレーム人間モデル (WFHM: Wire Frame Human Model) を生成する。WFHM の動作を逆運動学により解析することで各関節角度情報を得る。

得られた関節位置/角度情報を用いて、以下の 2 通りの手法により支援対象者の BS を判定する。1 つ目は上田らにより提案された 12 段階片麻痺回復グレード法⁽⁴⁾ (上田法) に基づき判定する方法である。上田法は複数の機能テストの可否に基づき BS を判定する方法である。本システムでは ADL の計測および解析により各機能テストの可否を判定し、BS を自動判定する。2 つ目は、計測情報により判定された BS 別 DHM の特徴点を比較し BS を判定する方法である。上記の 2 つの方法により推定された BS に基づき DHM をデータベースに分類保存することで、2 つめの手法における比較 DHM を増強する。

こうして得られた BS 判定結果は、支援対象者にフィー

ドバックしリハビリに活用する他、提案支援システムにおいて支援内容の決定に利用する。本稿では 1 つ目の方法である上田法の機能テスト可否の自動判定について述べる。

3. 運動学計算を用いた上田法による BS 判定システム

上田法上肢機能テストは片麻痺者の患側の連合反応や随意運動、共同運動の有無を確認するものであり 11 種類のテスト項目より成る⁽⁴⁾。本稿では運動学による判定に着目し、機能テスト 4,6,8,9 を実装した。本研究では、日常動作中からテスト運動を抽出し自動判定することとする。

Fig.2 に機能テスト判定プログラムの UML のアクティビ

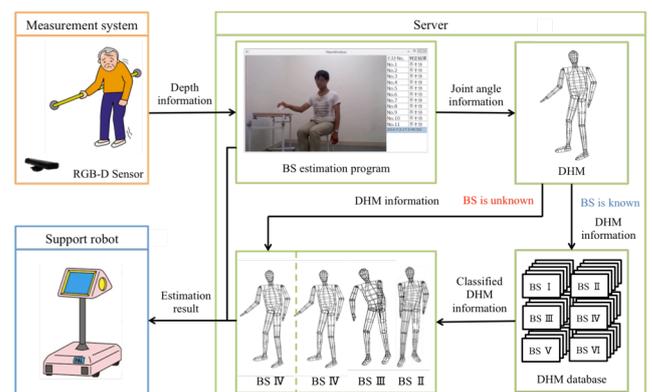


Fig.1 Concept of a state estimation system

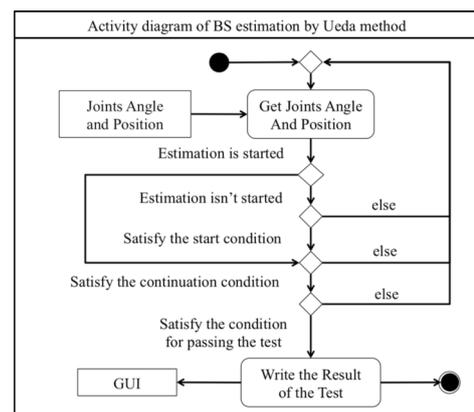


Fig.2 Activity diagram of judging function tests

Table 1 Way of judging the function test 4

Test motion	General way of judging			Way of judging by the proposal system		
	Beginning a test motion on sitting position when the diseased side hand is on healthy side waist. Trying to reach diseased side hand on a diseased side ear.	Voluntary movement	Impossible			Beginning condition
Possible			Insufficient	Waist ~ nipple	Continuation condition	
			Sufficient	Above nipple	Condition of passing the test	Insufficient: $RA P_{RAez} < 0$ Sufficient: $RA P_{RAez} \geq 0$

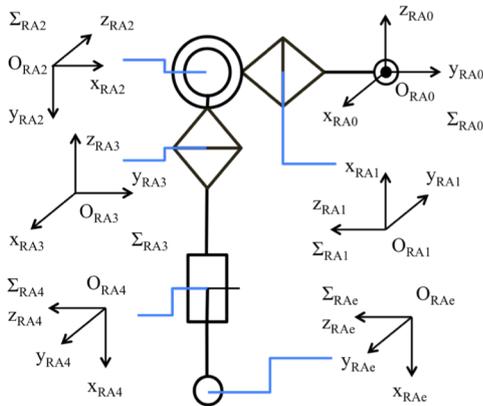


Fig.3 Definition of joint angles of right arm

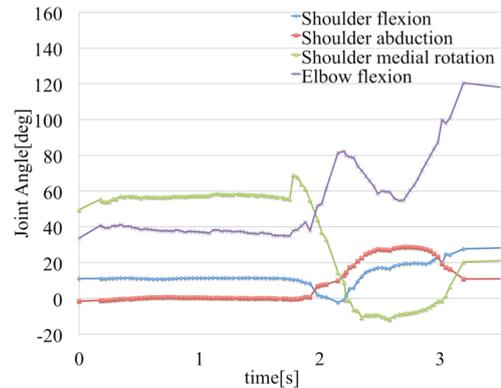


Fig.5 Transition of joint angles of the right arm

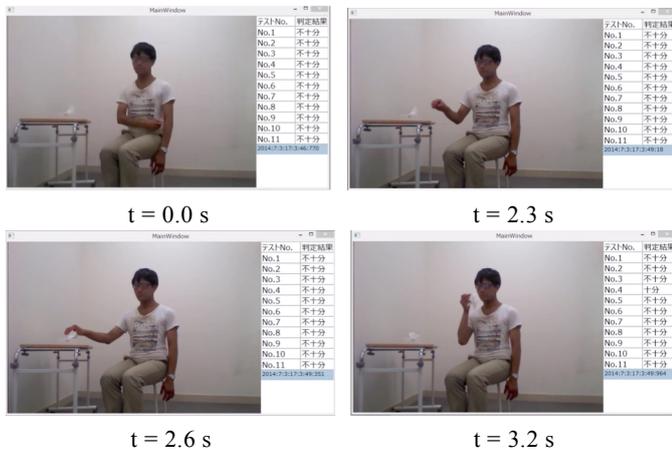


Fig.4 Motion of the examinee and judging result

ティ図を示す。まず WFHM を構築し、それより計測対象者の関節角度および関節位置情報を取得する。各機能テストについて、出発肢位近傍の状態（開始条件）を満たすと判定を開始する。判定が不能になる場合を検出するために、継続条件を確認する。継続条件中であれば、判定動作と同様の動作をしていると判断する。継続条件を満たさなくなった時点における判定対象項目の値に基づき、合否を推定、GUI へ結果を表示する。例として、機能テスト4の判定手法の概要⁽⁴⁾と本システムにおける判定手法を Table 1 に示す。ここで右腕を例に各関節角度 θ_i の定義および各関節座標系を Fig.3 に示す。

4. 上田法機能テスト判定実験

提案する自動判定システムを実装し、実験した。本実験では Microsoft 社製 Kinect をセンサとして用い Kinect for Windows SDK を用いて実装した。実験では被験者が日常動作を実施し、動作中からテスト動作を抽出し判定した。

Fig.4 に ADL より判定動作を抽出し、判定する実験の様

子を示す。被験者は座位でティッシュペーパーをつまみ上げる動作を実施した。この動作の中でシステムは機能テスト4の動作を検出し判定した。Fig.5 に実施中の各関節角度情報を示す。上記テストと同様に十分と判定され、GUI へも表示されている。このことより、提案した日常動作からの上田法判定動作の抽出が可能であることが示された。

5. おわりに

本稿では RGB-D センサを用いた片麻痺者の状態推定システムのコンセプトと運動学を用いた上田法機能テストの自動判定について述べた。提案システムを実装し実験した結果、実装した項目の判定に成功した。これより運動学による判定は有効であると分かった。また日常動作を継続的に計測し上田法に基づき BS を判定可能であると分かった。

今後は上田法上肢機能テスト 4,6,8,9 以外の判定実現を目指す。また、センサオクルージョン回避のために、複数台の RGB-D センサの協調計測システムの実装を進める。

参考文献

- (1) 上田敏, 日常生活動作を再考する-「できる ADL」, 「している ADL」から「する ADL へ」-, リハビリテーション医学, vol.30, no.8, pp.539-549, 1993.
- (2) 遠藤麻衣, 他, 障害者の早期社会復帰を目指す支援システム REACH-ロボットの移動機構の動力を利用する住環境操作のための機構設計-, ロボティクス・メカトロニクス講演会, 1P1-F04, 2014.
- (3) 諸根理仁, 他, 要介護者の早期社会復帰を目的とした支援システム REACH-RGB-D カメラ情報に基づく支援対象者の動作解析-, 第 23 回ライフサポート学会フロンティア講演会, 1B6-2, 2014.
- (4) 岩崎テル子, 他, 作業療法評価学, 医学書院, 2011.