

Kinect センサを用いたベッド車いす間移乗支援システムの構築

Support system using for assisting movement from wheelchair to bed Kinect sensor

○ 齊藤祐大（東京電機大学） 畠山省四朗（東京電機大学）

岩瀬将美（東京電機大学） 出口弦舞（国際医療福祉大学）

Yuta SAITO, Tokyo Denki University

Shoshiro HATAKEYAMA, Tokyo Denki University

Masami IWASE, Tokyo Denki University

Deguchi GENBU, International University of Health and Welfare

Abstract: In this study, we pay my attention to the lifting between a bed and a wheelchair. We aim to develop a system for the lifting motra using Kinect. A marker is attached to the wheelchair and detected by HSV conversion to estimate coordinate. The distance and the angle between the wheelchair the system. Using the value, instructions are show tablet display. Which is installed on the angle of the bed. We test the system with respect to the distance for the bed to the wheelchair using Kinect, and sugge its estimated technique, is on the stde of. As a result, the position, and the angle, but the detection of the marker has a small prddem yet. The influence of the light camsig detection fails. To perform precision qualysrs lad the bed is estimated by image captured by Kinect.

Key Words: Kinect Sensor, Move Support, Wheelchair

1. 背景

脳卒中(脳梗塞, くも膜下出血, 脳出血の総称)の患者数はおよそ 117 万 9000 人⁽¹⁾(平成 26 年)と言われており, 平成 26 年には 25 万 3400 人が新たに発症していると推測されている⁽¹⁾. また寝たきりになる原因の 3 割を占めており⁽²⁾, 介護が必要となる要因の 1 位である.

また脳梗塞の後遺症として手足の片麻痺が最も多いとされており, 麻痺を克服するためには発症直後からリハビリが必要とされている. 特に発症後から 3 か月までの間である急性期には急速に回復し, 4~6 か月からの回復期で回復スピードが緩やかになり半年から 1 年の維持期でほぼ固定される⁽³⁾.

リハビリの回復期が終わったのちの維持期でもリハビリを続けなければ回復した体の機能が低下し, 最初の状態に戻ってしまう恐れがあるため, 継続したリハビリが必要とされている. 回復期後のリハビリには日常生活で行う動作も含まれているため, 患者自身が可能な限り積極的に日常生活を 1 人で送ろうとすることが最大のリハビリとなりうる.

そこで出口らは, 片麻痺患者のリハビリの一環として車いすからベッドへの移乗を補助するシステムを開発した. このシステムでは, 床にスイッチを設置し, 車いすがスイッチの上に乗ることで車いすの位置と傾きを検知し, ベッドへの移乗に適した角度である約 20 度⁽⁵⁾になるようにベッドわきに設置した PC を用いて指示を行った. また車いすからベッドへの移乗時にブレーキのかけ忘れやフットペダルのあげ忘れによる転倒事故を防止するためにスイッチと LED を用いて位置と同様にベッドわきに設置した PC から指示を出すようにし, リハビリとなる移乗の支援を行った. しかしこのシステムでは車いすがスイッチの上に乗っている間のみ指示となり, 入室から指示の開始までに時間がかかる. また床に置かれたセンサの外からベッドに向かって進入した場合の対応が困難となることと, 装置が大がかりであるため設置するスペースを必要とすることが問題となっている. また, 看護師や医師がマットの上に乗ってしまい誤作動を起

してしまう恐れがある.

そこで本研究では車いすのベッドに対する進入角度と距離, フットペダルの状態を設置が容易な Kinect センサで取得し, マットを無くすことで誤作動や看護師, 医師の業務の妨げをしないように車いすとベッド間の移乗を支援するシステムの構築を行うことを目的とする.

2. システム概要

本研究では車いすの Kinect に対する角度と距離, フットペダルの状態を取得するために, 車いすに赤色のマーカーを取り付ける. マーカーを検出手法として本研究では HSV 変換を用いる. HSV 変換に関しては次章にて述べる. 本研究で構築するシステムの概要図を Fig.1 に示す.

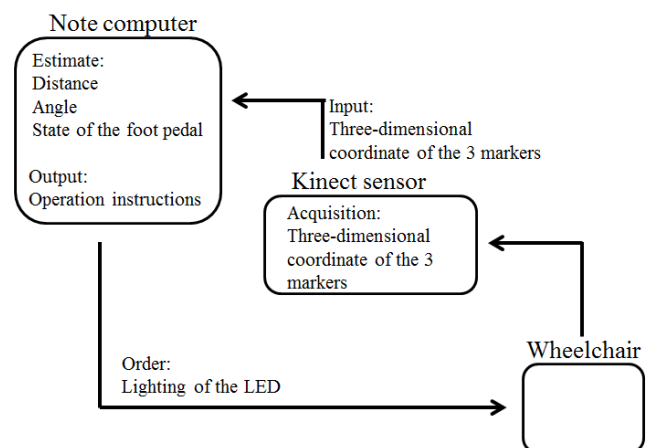


Fig. 1 System summary

本研究で行うのは Fig.1 にある “Note computer” 内の “Output” と車いすに関わる部分以外である.

なお, 車いすのブレーキに付けられている LED の点灯やベッドに設置してあるタブレット PC への支持の表示は既存のシステムを一部改良して使用する予定である.

3. HSV 変換によるマーカー抽出

本章では車いすに取り付けたマーカの検出方法として HSV 変換を用いた特定色の検出について述べる。

3.1 HSV 変換

HSV 変換は色を RGB ではなく色相(Hue)，彩度(Saturation)，明度(Value)で表すために行う変換のことであり，円錐モデルと円柱モデルがある⁽⁴⁾。マーカなどの特定色の検出を行う場合，RGB を基準と下閾値の設定を行うと光の影響を受けやすく，特定の色を検出しようとした際に設定する閾値の値を広く取らなければならなくなり，精度の低下につながる⁽⁵⁾。それに対し HSV 色空間を用いた特定色の検出は光などの外乱の影響を受けにくいという特徴がある。

3.2 RGB から HSV への変換

RGB で表された色を HSV で表現するための式を以下に示す⁽⁴⁾。なお RGB の値は 0.0~360.0 の範囲を取るものとし，RGB の中で最大のものを MAX，最小のものを MIN とする。色相 H は

$$H = \begin{cases} \text{underfind,} & \text{if } MIN = MAX \\ 60 \times \frac{G - R}{MAX - MIN} + 60, & \text{if } MIN = B \\ 60 \times \frac{B - G}{MAX - MIN} + 180, & \text{if } MIN = R \\ 60 \times \frac{R - B}{MAX - MIN} + 300, & \text{if } MIN = G \end{cases} \quad (1)$$

と計算できる。今回は円錐モデルを使用するため，色彩 S は

$$S = MAX - MIN \quad (2)$$

と計算できる。明度 V は

$$V = MAX \quad (3)$$

と計算することができる。

上記の式(1)~(3)を用いることで任意の画像の RGB を HSV 変換することができ，H，S，V の閾値を定めることで特定の色を検出することができる。

3.3 HSV 変換を用いた特定色の抽出

本節では前節の式(1)~(3)を用いて任意の画像の赤い部分と青い部分，緑の部分の抽出を行う。今回選んだ画像を Fig.2 に示す。



Fig.2 Original image

Fig.2 の元画像の赤，青，緑の部分抽出の際に使用する色相，彩度，明度の閾値を Table1 に示す。

Table 1 List of threshold

Color	Hue	Saturation	Value
Red	hue < 8 or hue > 168	sat > 50	val > 0
Blue	hue < 97 to hue < 117	sat > 25	val > 0
Green	hue < 40 to hue < 80	sat > 50	val > 0

Table1 の閾値を用いて Fig.2 から特定の色を抽出した画像を Fig.3~Fig.5 にそれぞれ示す。



Fig.3 Red extraction image



Fig.4 Blue extraction image

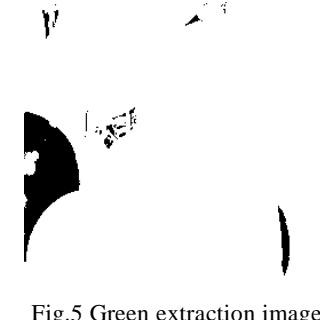


Fig.5 Green extraction image

Fig.3~Fig.5 より，正しく色の抽出ができていることが確認できた。

4. 複数マーカを用いた椅子の位置、角度推定

本章では HSV 変換を用いて椅子に取り付けた複数のマーカの中心座標を推定し，距離と Kinect センサに対する傾きの推定手法について述べる。

4.1 マーカの中心座標推定

本節では，椅子に取り付けたマーカの中心座標の推定手法について述べる。

まず Kinect で取得した画像に対して HSV 変換を行い，マーカの色である赤を検出し，その部分のみを黒に変換する。その後ラスタスキャンを画像内全体に行い，黒い部分であったなら，その点の x,y 座標を記録し，数を数え，黒い部分の中心となる点を x,y 座標を求める。中心となる x,y 座標に対応した位置ごとに黒い部分の数を数えそれが最も多

い場所を中心とする．マーカの中心座標を推定するプログラムのフローチャートを Fig.6 に示す．

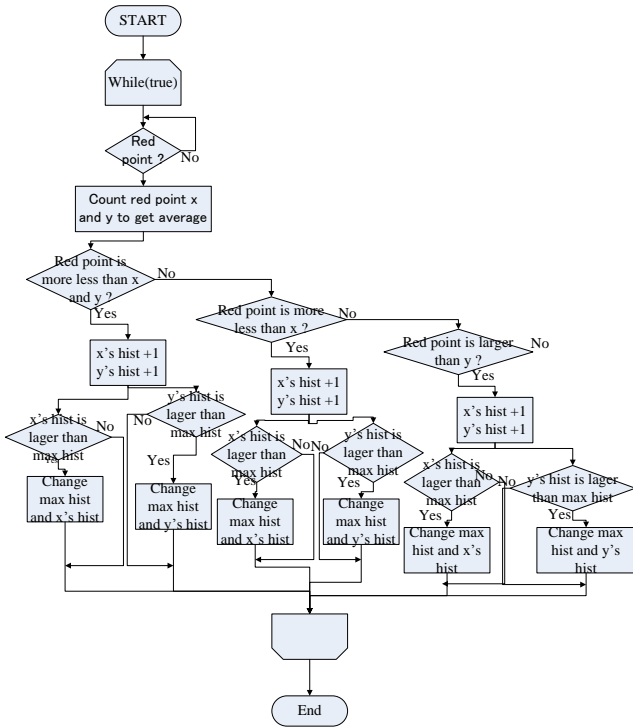


Fig.6 Central coordinate estimated algorithmic flow chart

4.2 車いす位置，角度推定

本節では，前節で述べたマーカの中心座標までの深度情報とマーカの床面からの高さ，椅子上部に設置した2つのマーカの距離を用いて車いすの Kinect センサに対する角度と位置の推定手法について述べる．

4.2.1 車いすと Kinect 間の距離推定

本小節では，本手法で用いる深度情報は Kinect センサから放射される赤外線が物体に反射し戻ってくるまでの時間を基に計算しているため，同一平面上にある点であったも高さが異なると取得できる深度情報が異なってしまう．そのため，Kinect の受光部を基準とし，基準となる高さによる距離を推定する．距離を推定する式は以下のように表すことができる．なお，式(4)の h は Kinect の受光部からマーカ中心点までの高さ [mm]， d は Kinect から得られた深度情報 [mm]， l は求める Kinect の受光部の高さによる車いすまでの距離である．

$$l = \sqrt{d^2 - h^2} \tag{4}$$

式(4)を図示したものを Fig.7 に示す．

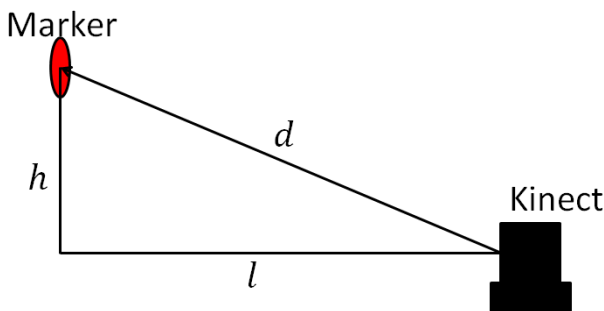


Fig.7 Calculation of the distance

4.2.2 車いすと Kinect の角度推定

本小節では，車いすの Kinect に対する傾きの推定手法について述べる．

車いすの Kinect に対する傾きは車いす上部に取り付けられた2つのマーカ中心の距離とそれぞれのマーカの持つ深度情報の差を用いて逆正接関数から角度を推定する．角度を推定する式は以下のように表すことができる．なお式(5)の x_diff は車いす上部に取り付けられた2つのマーカの x 座標方向の距離であり， d_diff は2つのマーカの深度情報の差である．また求める角度 θ は Kinect のカメラ座標系の x 軸からの角度であり，右ネジの方向を正とする．

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{x_diff}{d_diff} \right) \tag{5}$$

式(5)を図示したものを Fig.8 に示す．

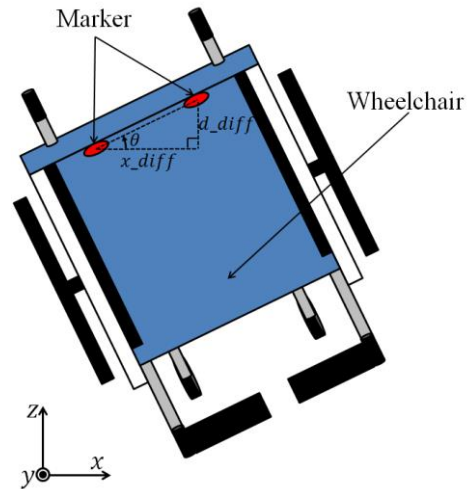


Fig.8 Calculation of the angle

4.3 車いす距離，角度推定実験

本節では前節で述べた車いすの Kinect からの距離と傾きの推定実験の環境と結果について述べる．

4.3.1 実験環境

車いすの Kinect からの距離と傾きの推定実験の実験環境を Fig.9 に示す．

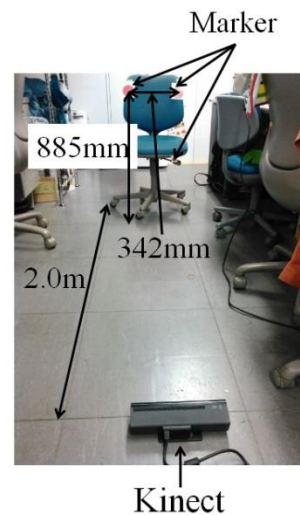


Fig.9 Experiment environment

今回の実験では Kinect から 2m 離れた位置に任意の椅子を置き、床からの高さ 885mm の位置にマーカの中心が来るように2つのマーカを取り付けた．この2つのマーカの距離は 342mm である．またマーカの位置が 2m になるように位置を調整した．この環境下で 20 秒間 Kinect による撮影と距離，角度の推定を行った．今回の実験で使用した Hue,

Saturation, Value の値を Table2 に示す.

Table2 List of hue and Saturation , Value

Hue	Saturation	Value
hue > 28 to hue < 40	sat > 195	val > 0

4.3.2 実験結果

前小節の条件で実験を行った. 実験の様子を Fig.10 に示す.

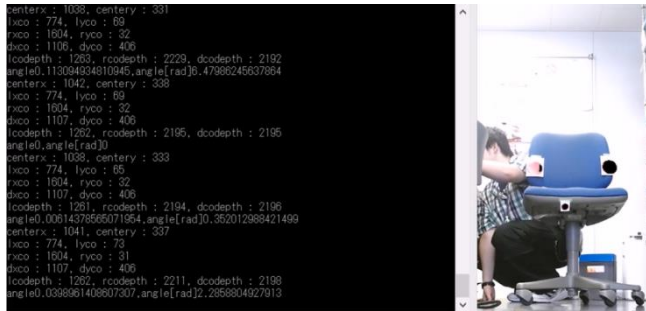


Fig.10 State of the experiment

Fig.10 より 3つの各マーカまでの距離と Kinect に対する椅子の傾きを推定することができた. しかし, 一部のマーカの色が赤と認識されずにいたという問題があった. その原因は天井の蛍光灯の光によって Hue か Saturation の値が定めていた閾値の範囲を超えたことが原因であると考えられる.

5. まとめ

本稿では, 片麻痺患者へのリハビリ支援の1つとしてベッドと車いすの間を移譲する際の支援を行う機器のセンサおよびシステム面の構築を行った. 車いすと Kinect センサの距離, 角度を推定するためにマーカを取り付け HSV 変換を用いることでマーカ中心の位置と Kinect からの距離を推定し, その値を用いることで Kinect に対する車いすの傾きを推定することができた. しかし, 光の加減によってマーカが正しく検知されずにいたため, 光の影響を受けずにマーカの位置を推定するための手法を新たに構築する必要があるため, 今後はそれに取り組むとともに, 推定したあたりの精度を検証していく予定である..

参考文献

- (1) 厚生労働省平成26年患者調査の概況
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/14/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/>
- (3) アットホーム介護
<https://athome-kaigo.jp/mahi-rihabiri>
- (4) HSV色空間
<https://ja.wikipedia.org/wiki/HSV%E8%89%B2%E7%A9%BA%E9%96%93>
- (5) OpenCV HSVで肌色検出
<http://d.hatena.ne.jp/mintsu123/20111123/1322065624>