

H-034

## 簡易型モーションキャプチャによるロボット教示システムの検討 Robot Teaching by Simple Motion Capture System

嘉山和孝†

本多芳寛†

青木公也‡

Kazutaka KAYAMA†, Yoshihiro HONDA†, and Kimiya AOKI‡

### 1 まえがき

#### 1.1 本研究の概要

本研究では、人間の腕の動作を簡易型モーションキャプチャシステム(以降MC)によって解析し、ロボットアームの動作教示を行う手法を提案する。動作教示に必要なモーションデータを取得するために光学式MCを利用した。専門的な知識がない一般ユーザでも、直感的にロボットアームを操作・教示できるシステムの構築が目的である。

一方、一般的な光学式MCは施設の規模が大きく、価額も高価である。本研究ではごく一般的なWebカメラを用いることで、簡易・低コストなMCを構築した。

#### 1.2 研究背景

近年、知能ロボットが脚光を浴びている[1]。工場で働く産業用ロボットの他に、工場を出て人間社会で活躍することが期待されているサービスロボット、医療介護ロボットなどが注目を集めている。ところが現在のロボットは、予め動作をプログラムしておく必要がある。しかし特に人間と共存するロボットの場合、動作ごとにプログラムをしておくことは困難である。また、ある程度専門的な知識がなければ教示は難しいのが現状である。一般ユーザでも簡単に直感的な教示・操作を行うために、“見真似”によるシステムを構築する。それには、人間の動作を計測する手段が必要になるが、本研究では動作の計測にMCを使用した。

MCとは、現実の人や物の動きをデジタル的にデータ化して記録する技術のことで、光学式、機械式、磁気式などがある。MCを使って得られたモーションデータは、様々な分野で利用されている。スポーツの分野では上級者の動作を解析しレッスンの道具として、福祉の分野では手話表示システム、映画やゲームではキャラクターが人間らしく動くために活用されている[2][3]。しかし、現在使用されている多くのMCはセットが大規模なものが多く、気軽に使用できるものではない。これに対し最近では、より小規模なMCを作ろうとする動きが多く見られるようになってきている。本研究においてもロボットへの搭載を考えると、MCは小規模でなくてはならない。そこで本研究では簡易型MCによるロボットへの教示システムを提案する。模倣するロボットについては先行研究[4]-[6]があるが、本研究では使用する機材をより小型・低コスト化し、より実用性に焦点をあてた。

### 2 提案手法

#### 2.1 提案手法の概要

本研究では図1(a)のように対象者の肩・肘・手首にマーカー(青色の円板)を着ける。この状態で腕を動かし、カメラで撮影する。腕に装着した3つのマーカーの運動を解析することにより対象者の腕のモーションデータを取得し、それを基にロボットアームへの動作教示を行う。

ロボットへの教示内容は肘の上下方向の角度、および腕の奥行き方向への角度である。奥行き方向の計測については手首マーカーの面積の大小によって計測した。これにより簡易的ではあるが、単眼での奥行き方向の計測が可能である。モーションキャプチャシステムでは1台のカメラ使用し、マーカーも低発泡ウレタン・リストバンドを使用することにより、小規模で低価格な機材でのシステム構築を可能にした。

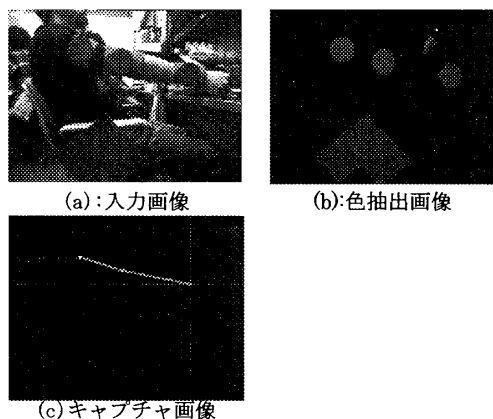


図1 マーカー認識の結果画像

#### 2.2 マーカーの認識

本研究ではまず色抽出により青色領域を抽出する。具体的にはHSV系において、 $200 \leq H \leq 250$ ,  $0.5 \leq S \leq 1.0$ を検出範囲とした。

色抽出のみでマーカーを検出した場合、図1(b)のようにマーカーと同じ色の物体が画像中にある時には、マーカーのみの認識が困難になる。そこで、抽出された領域に対し円形度判定を行い、青色円形領域のみを検出する。

円形度判定は式(1)の複雑度を計算し、その値が閾値以下の場合に円と判定した。今回設定した閾値は15.0である。

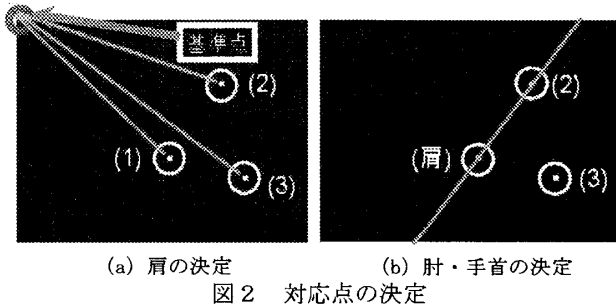
†中京大学大学院情報科学研究科

‡中京大学情報理工学部

$$\text{複雑度} = \frac{L^2}{S} \quad \text{ただし、(L=周囲長, S=面積)} \quad (1)$$

### 1.2 対応部位の決定

検出されたマーカー領域は、ここまでの段階では腕のどの部位であるか確定していない。したがって、対応部位の判定処理を行う。対応部位の決定は肩・肘・手首の順で行う。まず検出できた3つのマーカーのうち、画像の左上(基準点)に一番近いマーカーを肩とする。図2(a)の場合、(1)を肩とする。次に肩マーカー以外の2つのマーカー(2)(3)のうち、より左にあるマーカーと肩マーカーを結ぶ。この線より残りのマーカー(3)が下であれば肘、上であれば手首とする。図2(b)の場合(2)のマーカーを手首、(3)のマーカーを肘と認識する。



### 3 実験と考察

モーションキャプチャの実験結果を図3、ロボットへ動作教示を行った実験結果を図4に示す。動作教示実験では実際に対象者に動いてもらい、その動作を5軸アームロボットに教示した。教示した内容は肘の角度、肩の角度、奥行きである。図4は実験に使用したロボットで、MotorAに奥行き・MotorBに肩の角度・MotorCに肘の角度を対応させた。今回使用したロボットはあくまで一例である。この実験では、ロボットは腕の動作を再現した。その結果、腕の動作教示に成功した。

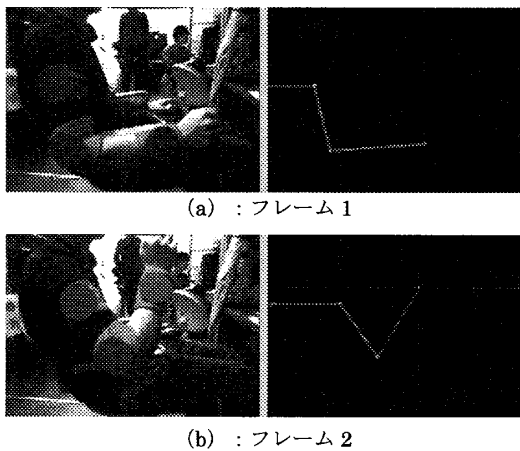


図3 モーションキャプチャの結果

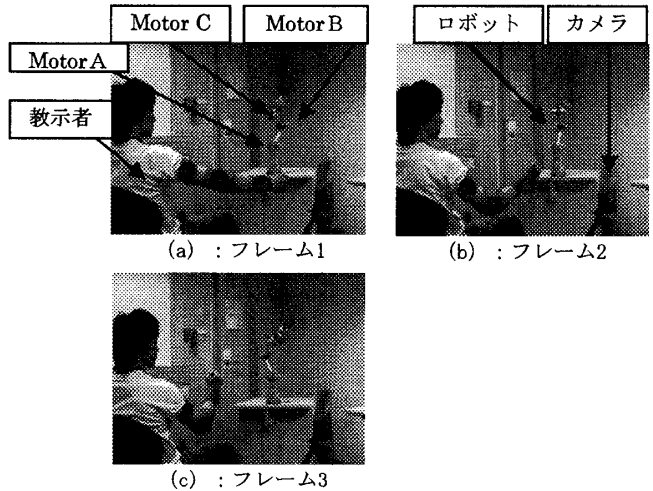


図4 動作教示実験

### 4 むすび

現状では素人が気軽にロボットへの動作教示することが難しい。そこで、本研究では簡易なモーションキャプチャシステムによって、専門的な知識のないユーザでも気軽に、かつ直感的に動作教示を行うことが可能なシステムを構築した。

本研究で構築したシステムを使用してロボットへ動作教示する実験を行った。対象者が腕で四角を描くように動かすなど単純な動作をした結果、ロボットアームが同様の動作を行うことを確認した。

今後の課題として、各マーカーの歪み具合、面積の比率などからマーカーの法線ベクトルを算出し、腕の姿勢を認識できるのではないかと考えている。現段階では手首マーカーと肩マーカーの面積の比率から、両マーカーの相対的な位置関係を計算する実験を行い、計算可能であることを確認している。

### 謝辞

本研究の一部は、(課題番号: 19700183)を用いて実施された

### 参考文献

- [1] 榊原伸介: “産業用知能ロボット”, 日本機械学会誌, 2006. 6, Vol. 109, No. 1051
- [2] 山本正信: “ユビキタスモーションキャプチャとその応用”, 新潟大学, 工学部, 情報工学科
- [3] 山田敬嗣: “ビジョン技術の現状と課題(ユビキタス情報インターフェースのために)”, ViEW2005 ビジョン技術の実利用ワークショップ後援論文集, pp. 26-31, 2005. 12
- [4] 稲邑哲也: “模倣するロボットの知能”, 日本機械学会誌, 2006. 6, Vol. 109, No. 1051
- [5] 栗原一貴: “光学式モーションキャプチャの実時間処理とそのヒューマノイド遠隔操作への応用”, 東京大学, 工学部, 機械情報工学科
- [6] 東京大学情報理工学系研究科: “21世紀 COE「情報科学技術戦略コア」実世界情報システムデモンストレーション”, プレスリリース, 2007. 1. 10