

## 技術紹介

## ロボットのティーチング作業軽減に向けて

## ～ 機体差補正の取り組みの紹介 ～

Introducing a difference correction technique for robots

近藤 哲 \*1  
KONDO Satoru杉原 和也 \*2  
SUGIHARA Kazuya田邊 博史 \*3  
TANABE Hirofumi

## 1. はじめに

産業用ロボットは、一度ティーチングを行えば、毎回正確な作業を行います。しかし、作成した工程をほかの機体にコピーして利用しようとする、機体固有の誤差が生じるため、正確に同じ作業を行わせるためには、再ティーチングが必要になります。これはシステムインテグレータが作成したシステムを拡張する際に障害となります。

今回ティーチングの作業を大幅に軽減することを目指す取り組みとして、対象ロボットに NEXTAGE を選定し、誤差の補正を行う技術について紹介します。

紹介する技術によって、ロボットの総合的な誤差を従来の 1/10 程度に抑えることが可能となります。

## 2. NEXTAGE で発生する誤差

NEXTAGE が有する誤差は、アームに発生する誤差とビジョンに関する誤差があります。

アームに発生する誤差としては、関節軸のキャリブレーション誤差、重力によるたわみ、リンクフレームの加工誤差などがあります。

ビジョンに関する誤差としては、カメラキャリブレーション誤差や寸法誤差に起因する座標変換誤差などがあります。

これらの複数要因の誤差が積み重なり、NEXTAGE の作業の精度へ影響します。

## 3. モーションキャプチャ OptiTrack の利用

今回、誤差の測定を行う測定機には Acuity Inc. が提供するモーションキャプチャシステム OptiTrack を利用しました。このシステムは複数台の赤外線カメラで目標物に取り付けた反射マーカを撮影することで 3D 位置姿勢の測定を行います。三次元測定機との比較実験ではロボットの作業空間である 600mm×500mm×400mm の空間で平均誤差 0.1mm の精度を確認しました。

## 4. 誤差と測定方法

2 台の NEXTAGE [NEXTAGE-A]と[NEXTAGE-B]を用意し、それぞれ個別に「アームの誤差」と「ビジョン認識誤差」を測定します。

測定の概観は写真 1 の通りです。測定機である OptiTrack の赤外線カメラ 5 台を測定対象の NEXTAGE を囲うように設置します。

測定前の準備として、NEXTAGE の胸部に OptiTrack 用反射マーカを取り付けたボディ治具 (Body) を固定します (写真 1, 2)。この治具を OptiTrack で撮影することで、NEXTAGE の座標と OptiTrack の座標を一致させます。また手先にも OptiTrack 用反射マーカがついたハンド治具 (Hand) を取り付けます (写真 2)。このハンドには NEXTAGE のビジョン認識に利用するための NEXTAGE 用のクロスマークも貼り付けておきます。

アームの誤差は、OptiTrack による NEXTAGE の手先位置の測定値  $a$  と NEXTAGE の手先位置の指令値  $b$  との差  $a-b$  を計算することで測定し、ビジョン認識の誤差は、OptiTrack で測定した NEXTAGE の手先位置  $a'$  と NEXTAGE が頭部カメラでマーカ認識した手先位置  $b'$  の差  $a'-b'$  を計算することで測定します。

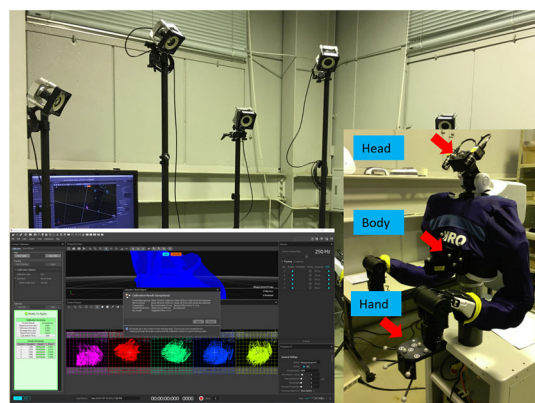


写真 1 OptiTrack による測定の概観

\*1 川田テクノロジーズ(株)基盤技術研究室

\*2 カワダロボティクス(株)技術開発課

\*3 カワダロボティクス(株)品質保証室品質保証課 課長

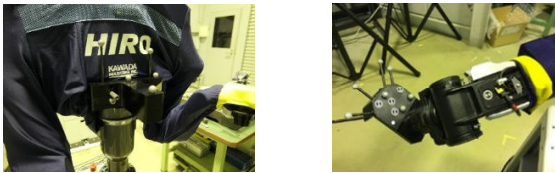


写真2 NEXTAGE の胸部と手先に取り付けた OptiTrack 用反射マーカがついた治具

### 5. 測定結果と誤差補正結果

図1に示す通り、補正方法としては、算出した誤差をロボットの指令値から引いたものを新たなロボットの指令値とします。

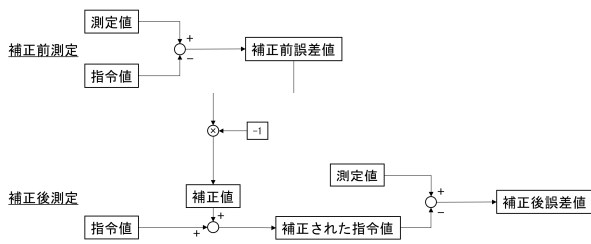


図1 誤差計算・補正計算のブロック図

#### ① アーム誤差の測定結果

アームの誤差については、三次元上の240点で測定したところ、補正前の2.68mm(最大)から0.15mm(最大)まで94%低減することができました(表1, 図2)。

表1 補正前後のアームの最大誤差[mm]

	補正前	補正後
NEXTAGE-A	2.68	0.15
NEXTAGE-B	2.38	0.12

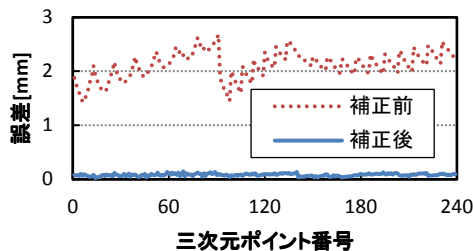


図2 アーム誤差の補正前後比較 (NEXTAGE-A)

#### ② ビジョン認識誤差の測定結果

ビジョン認識の誤差は、三次元上の20点で測定したところ、補正前の3.35mm(最大)の誤差から0.25mm(最大)まで93%低減することができました(表2, 図3)。

表2 補正前後のビジョンの最大誤差[mm]

	補正前	補正後
NEXTAGE-A	3.35	0.25
NEXTAGE-B	3.22	0.31

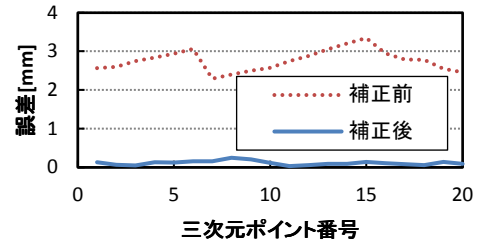


図3 ビジョン認識誤差の補正前後比較 (NEXTAGE-A)

#### ③ NEXTAGE-A と NEXTAGE-B の誤差の比較

総合的にみると、アームの誤差とビジョン認識の誤差の合計を補正前の6.03mm(最大)から0.43mm(最大)まで90%以上低減させることができました(図4)。

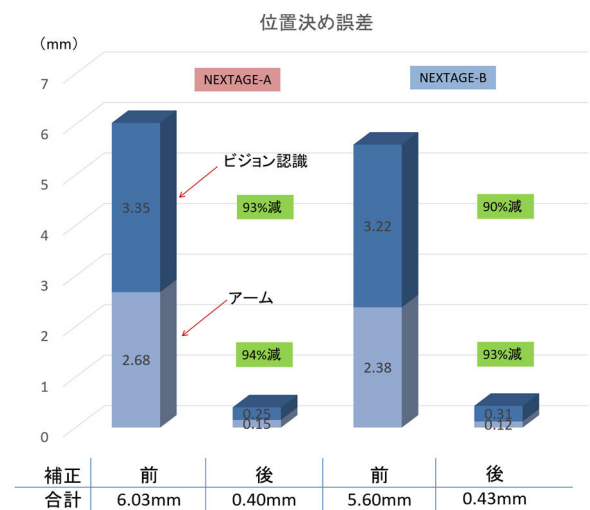


図4 NEXTAGE-A と NEXTAGE-B の補正前後の誤差比較

### 6. おわりに

本測定手法の確立により、ロボットの三次元的な誤差測定を可能としました。また測定された誤差値をもとに補正することで、ロボットの総合的な誤差を1/10程度に抑えることができました。

本手法に利用したモーションキャプチャシステムは現実空間からデジタル空間にリアルタイムにデータを変換する装置であり、用途を工夫すれば、さらにティーチング作業を軽減できる可能性を秘めています。