

## 2章 精度

### 方針

図は前年の図をそのままとする。

2006年版の記載との重複は少なくする。

将来見通しの部分を詳細にする。

### (a) 位置繰り返し精度

ロボットの内外界センサに頼る位置繰り返し精度は、従来の延長技術では図に示したように目立った向上は望めない。このことは、例えばロボットアームの熱膨張の影響を考えても予測できる。長さ1mのアームに10℃の温度変化があった場合、鉄製アームでは約0.12mm、アルミ製アームでは約0.23mmの長さ変化があり、これらは現状の位置繰り返し精度と同レベルである。例えば室温を一定に管理してもロボットの一般的な構造として、アームに搭載されたモータの発熱をアームに逃がす構造が多いので不均一な温度分布で変動する。このような誤差要因も補正して位置繰り返し精度のみの更なる向上を図ることは実用的ではない。

実際、作業対象ワーク自体の形状・寸法やその据付精度にも誤差があることを考慮すると、ロボットだけが一方的に精度向上を迫りても作業に必要な位置決め精度は向上しない。このように作業精度向上が最終目的であることを再認識し、具体的には(c)で述べる相対位置決め精度向上に取り組む必要がある。

### (b) 絶対位置決め精度

一般的には絶対位置座標系とロボット自身の座標系の空間ゆがみを補正する較正データベースを構築し、このデータベースに基づいて位置指令値を補正することで絶対位置決め精度を向上させることになる。空間範囲の限定、較正データベースのパラメータ多様化、メッシュの細分化、3次元位置計測装置の性能向上などにより今後も精度を向上させることはできる。しかし、このような従来の延長線上の方式では、原理的に位置繰り返し精度を超えることはできない。今後、この限界を超えて精度向上が要求される場合は、基準治具などを用いて頻繁に較正データベースを自動更新するような方式が考えられるが、これも結局は次の(c)相対位置決め精度向上の手法を応用することになると思われる。

(ロボットに絶対位置決め精度が要求される適用というのは存在する。例えば、ロボットが位置計測器(レーザ距離センサなど)を持って、自動車ボデーの各部の寸法精度を計測するような適用。このように、ロボットの絶対位置決め精度向上がロボットの適用分野を拡大する効果が期待できる。)

## (c) 相対位置決め精度

ロボットの内外界センサと較正データベースによる位置補正のみでは、様々な部分の温度変化や経年変化の影響を除去することは困難である。今後の作業精度向上のためには、前述のように、ロボット単独の精度向上を追及するのみではなく、ロボットのツール先端と、作業対象位置の間の相対位置関係を何らかのセンサで計測し、その検出情報に基づいてロボットを位置決めすることが必要になってくる。この方式は人による位置決め方式に近く、より尤度の高い生産システムを実現するものである。しかしながら、人が作業内容によって平面視覚、立体視覚、触覚、力覚、学習した知識などを使い分けたり、組み合わせたりするように、ロボットもその適用作業によって様々な方式を使い分けたり、組み合わせたりする必要がある。

この相対位置決め方式は、従来から一部の適用では使われている。簡単な例では、アーム先端搭載の（レーザ）距離センサを用いて、段重ねワークを1枚ずつ順に取り出す方式や、メカニカルなフローティングを利用して挿入位置合わせをする方式などである。高度な例としては、アーム先端搭載の2次元ビジョンシステムでワーク位置や穴位置を検出したり、同じくアーム先端搭載の3次元レーザビジョンシステムでワークの3次元位置を検出しワークを掴んだり、挿入したりする方式が使われることもある。

## (d) 利用が期待できるセンサ

今後、このような目的で使うことができそうな相対位置検出センサ類には、次のようなものが考えられる（現在、一部で使われているセンサも含めて）。

### (1) レーザ距離センサ

使い方は簡単で商品種類も多く、距離の検出に関しては精度も充分得られる。

### (2) 2次元ビジョンセンサ

CCDカメラを用いた2次元ビジョンセンサ。ワークの2次元形状認識と位置検出の両方に用いられる。

### (3) 2次元カメラ2台の立体視ビジョンセンサ

固定式のビジョンシステムとしては使用例があると思われるが、相対位置検出のための搭載型としては、寸法が大きくなるので、今のところ実用化例はないかも知れない。

### (4) 3次元レーザビジョンシステム

限られた小領域にレーザビームスキャンあるいはレーザスリット光を投影して投影像を

CCD カメラに取り込んで3次元位置を検出する。穴位置、角位置や溶接開先位置の検出に用いられることがある。

(5) レーザレンジセンサ

広範囲にレーザ光をスキャンし環境の距離画像を得る。移動ロボットなどに搭載して、主として環境認識に用いられる。商品化されているものは高精度な位値計測というよりも、対象の概略位置を探索することに適している。原理的には高精度の位置計測用への展開もありうる。

(6) カセンサ

挿入作業の場合の位置、姿勢制御には、カセンサが必要となる。また、押付力が必要な位置決めにもカセンサが用いられる。今のところ限られた使われ方である。

(7) 触覚センサ

人は目で見えない部分は、指先の触覚で位置を確かめてツールやパーツを位置決めすることがある。ロボットでも環境によってはビジョンシステムが使えず、このような方式が有効な場面があるかも知れない。

以上のようなセンサ類の多くは、今でも実験室的には様々な適用作業に用いてみることは可能であろうが、実用化という観点からは、大きさ、価格、耐環境性、信頼性、処理速度、プログラミングの複雑さなどが問題になることが多く、工場の生産現場では一部しか使われていない。今後は、これらの問題点の改善に注力し、その成果とともに使用例が増え、それがまた改善を進めるという実用化スパイラルに入ることに期待したい。また、これらのセンサ類は、今の産業用ロボットのみではなく、サービスロボットにおいても、同じような課題があり、そのような分野において実用化に適したセンサ開発が進むことも期待できる。

(e) センサ情報処理

単独のセンサあるいは複数のセンサからの情報を用いて、作業位置精度向上を図るためには高度な情報処理技術が必要になる場合が多い。例えば、2次元画像から、位置決めすべき点を識別したり、カセンサ情報を用いて挿入をするための動作位置・姿勢を計算したりすることが必要である。このためには、学習機能、CADデータや蓄積データベースの利用などが必要な場合もある。センサ情報を利用したロボットの知能化の一環に作業位置精度向上技術も融合され発展するものと考えられる。

1980

1990

2000

2010

2020

2030

<ul style="list-style-type: none"><li>・ 知能化と作業精度向上の融合</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 多様なセンサの実用化進展と 利用拡大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ による作業精度向上</li><li>・ 相対位置決め方式の発達に</li><li>・ ビジョンセンサの利用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ デジタルサーボ化</li><li>・ 減速機剛性バックラッシ改善</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ エンコーダ分解能向上</li><li>・ 油圧から電動式へ</li></ul>
---	--	---	--	---

技術的ブレークスルー