

全方向移動可能な小型加工ロボットの開発

Development of Omni-directional Small Robot for Machining

○ 大山 仁*, 溝口 知広**, 小林 義和**, 白井 健二**

○Hitoshi Oyama*, Tomohiro Mizoguchi **, Yoshikazu Kobayashi **, Kenji Shirai **

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 全方向移動(omni-directional), 小型加工ロボット(small robot for machining),
高速化(speeding up)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 大山 仁,

TEL: (024) 956-8824, Fax: (024) 956-8863, E-mail: g23607@cc.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

近年の工業製品は、視覚的な付加価値、防錆及びすべり止め効果などの機能性を向上させるために表面テクスチャとよばれる微細な凹凸形状が人工的に付加されている。従来、表面テクスチャはサンドブラストやエッチングなどを用いて作成されていた。

しかしながら、これらの方法は、人的コスト、及び再現性の乏しさなどに問題がある。そこで、高精度な機械加工によりテクスチャを作成し、上述の問題を解決するための研究がなされてきている。今回、一事例として想定した大型の被

削材(1000mm×1000mm)に、テクスチャを付加する場合、従来の方式では、それに対応した大型の加工機が必要とされる。大型の加工機を導入するためにはその分のスペースと高いコストが要求される。

そこで、本研究においては、低コストで製作可能であり、平面の大小に関係なく加工可能なロボットを開発することとした。このロボットを複数台用いて従来の大型加工機よりも高速に加工可能な方式を提案する。

2. 全方向移動ロボットの構想

開発するロボットの本体寸法は、約縦 220mm、横 220mm、高さ 170mm とする。図 1 に構想図を示す。車輪は 4 輪でオムニホイールを用いる。オムニホイールは車輪の円周方向に回転可能なローラが複数装着されており、前後のみならず左右にも動作可能な特殊な車輪である。この車輪は各々独立して動作でき、中心に向かって 90 度間隔で設置することにより、種々の合力が生成され、全方向への移動が可能となる。

また、測距センサをロボットの前後左右に 4 個搭載させることにより、全方向移動の際の障害物及びロボット同士の干渉を感知できる。さらに、Z 軸ステージにスピンドルユニットを固定し、これに工具を装着する。工具にはエンドミルを使用する。そして、被削材上において、ロボットを動作させることによって加工する。

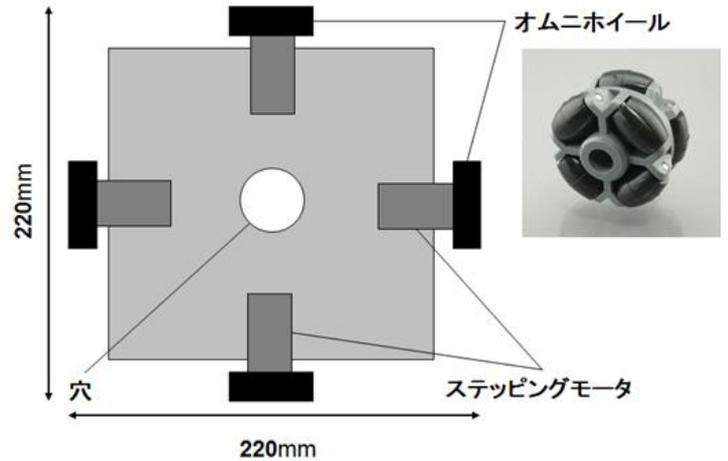
3. 3DCAD による設計

今回、Autodesk 社の Autodesk Inventor2010 を用いて、全方向移動ロボットの本体設計を行った。その理由として、既存の製品と設計した部品を組み合わせる際に、穴の位置は正確に一致しているか、部品同士の干渉はないかなどが目視で簡単に確認でき、情報としても確認できるので CAD による設計を行った。

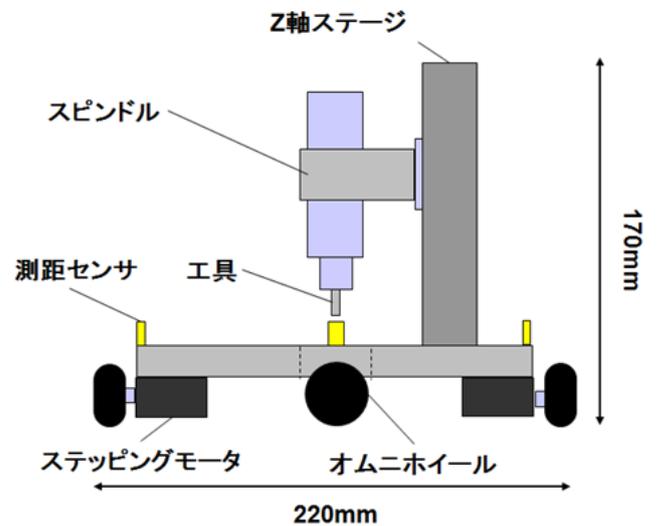
また、設計の変更が簡単に行うことができる。今回は、上記の理由から、既存の製品とそれを組み合わせる部品すべてのモデリングを行った。結果、実際に製作可能であることが確認できた。モデリングした全方向移動ロボットの斜視図を図 2 に示す。

4. 全方向移動ロボットの構成と制御について

全方向移動ロボットのシステム構成図を図 3 に示す。現段階では制御用 PC によって制御できるのは、コントロールボード、モータドライバを介して接続されているステッピングモータのみである。



(a) 下面図



(b) 側面図

図 1. 全方向移動ロボット構想図

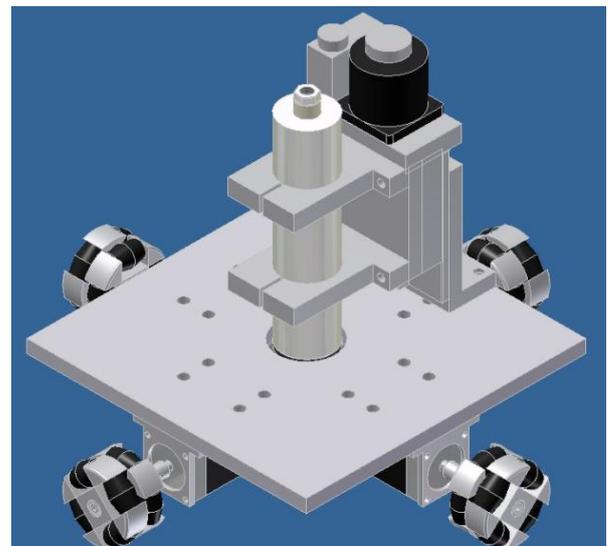


図 2. CAD による全方向移動ロボットのモデリング画像

スピンドル、Z 軸ステージはそれぞれ個別のコントローラーで手動により操作しなければならない。

しかし、入力された加工データから自動で加工を行いたいと考えているので、スピンドルと Z 軸ステージも制御用 PC を図 3 の赤線で示されているように、制御用 PC にシリアルで接続し、制御することにより、加工の一連の流れを自動化する。自動化するにあたり、統括制御を行うインターフェースが必要となる。

5. Z 軸ステージとの通信実験

統括制御するためのインターフェースを作成するために、まず、ハイパーターミナルを用いて、Z 軸ステージのコントロールユニットとの通信実験を行った。通信規格を表 1 に示す。通信実験として、2つのコマンドの入力を行った。コマンドの例を表 2 に示す。?:test と AGO:A10000 を入力した。結果、?:では test が返答され、AGO:A10000 では Z 軸ステージが 10mm 移動したことを確認できた。このステージ座標値指定は 1 で 1 μm 移動するので正しく動作している。よって、通信が確立されていることが確認できた。

6. 高速加工法の提案

高速加工法の提案として、始めに、被削材の周りを板で囲む。次に、被削材の領域を区分し、区分した領域毎にそれぞれロボットを準備し、同時に加工する。加工データは被削材の区分と同様に、それぞれ対応する領域のロボットに加工データを送信し、加工作業を分散させることによって、従来の大型加工機より高速の加工が可能となる。ここで、ロボットで使用される加工データは制御用 PC に格納されている。このデータはロボットのスピンドルユニットの中心を基準とする X、Y、Z 値群により構成される。この手法を実現するためには自己位置認識が重要となる。

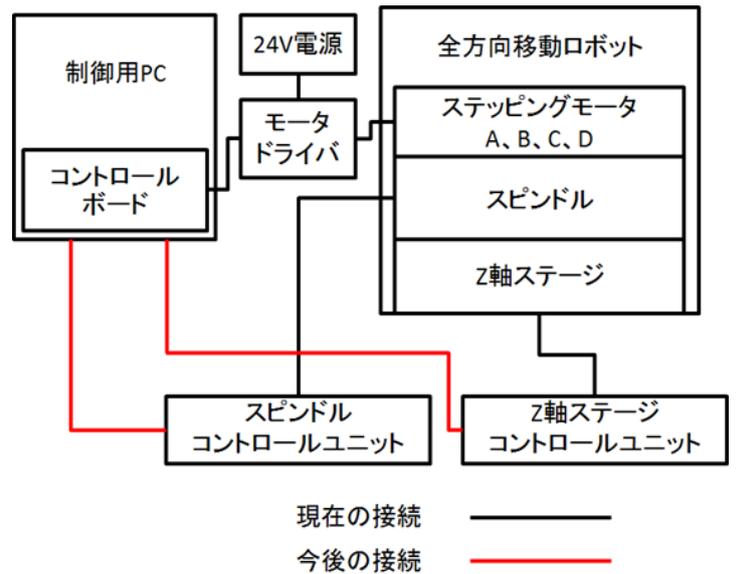


図 3. 全方向移動ロボットのシステム構成図

表 1. Z 軸ステージの通信規格

製品名	MS-C2
通信規格	RS-232C (D-sub 9 ピン)
ポート	COM1
ボーレート	9600bps
データ長	8 ビット
パリティビット	無
ストップビット	1 ビット
デリミタ	CR+LF

表 2. Z 軸ステージのコマンド一例

コード	機能
A	アブソリュート移動 (移動先座標値設定)
AGO	アブソリュート移動 (座標値指定+移動開始)
D	速度・加減速時間設定
G	駆動
H	原点復帰
S	ステップ角切替
E	非常停止
? : 文字	文字のエコーバック

7. 自己位置認識の手法

今回、自己位置認識手法としては2つの手法を組み合わせることにより算出する。1つ目は、ステッピングモータの回転角 ϕ [deg]と車輪の半径 r [mm]を用いて移動距離 d [mm]を算出する方法。図4に示すように、X、Yを定義する。X、Y方向への直線移動距離 dx [mm]、 dy [mm]は以下の式より求める。

$$dx = 2\pi r * \phi$$

$$dy = 2\pi r * \phi$$

移動距離 d [mm]は、図4のようにX方向への移動した量と、Y方向へ移動した量から、三平方の定理を用い、以下の式より求める。

$$d = \sqrt{(dx^2 + dy^2)}$$

以上より、移動距離 d が求められる。2つ目は測距センサを用いて算出する方法である。あらかじめ、被削材の周りを板で囲み、ロボットに搭載されている測距センサを用いて、板とロボットの距離を測定する。この方法は周りを囲った板と垂直でなければ正確な値得ることが難しいので、1つ目の手法の補間という形をとる。この2つを組み合わせることにより、精度の高い自己位置認識を行う。

8. 結言

8. 1 結論

全方向移動可能な小型加工ロボットの構想から、設計を行い、実際にロボットの製作を開始し、そのロボットを用いた高速化の手法を提案し、以下の結論を得た。

- (1) 構想から設計をし、ロボットの製作が可能であることを確認した。
- (2) 高速化の手法を提案した。
- (3) Z軸ステージとの通信を確立した。

8. 2 今後の課題

- (1) ロボットを完成させる。
- (2) 制御用 PC とスピンドルの通信を確立し、統括制御を行うインターフェースを作成する。
- (3) 実加工を行い、ロボットの加工精度検証を行う。

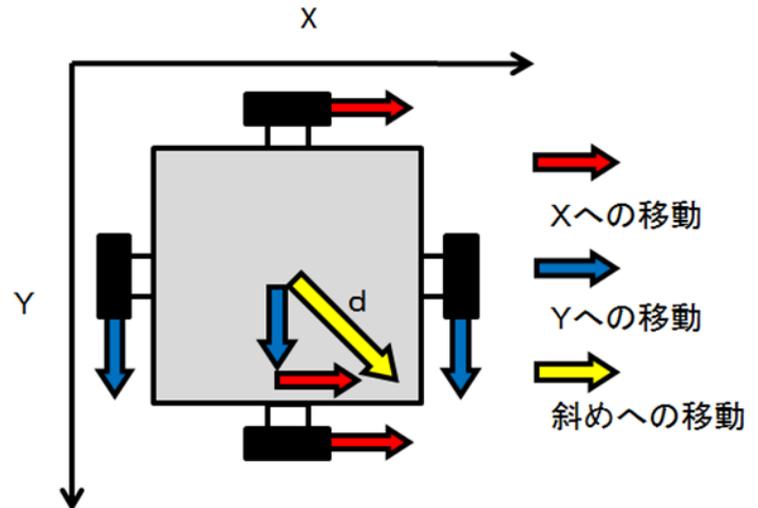


図4. オムニホイールによる移動の例