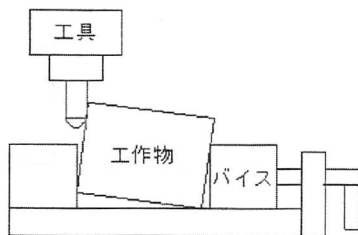


## 要旨

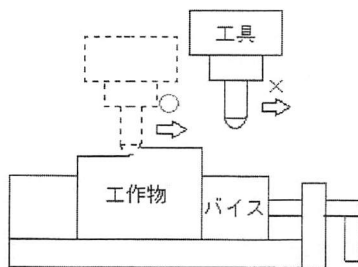
NC工作機械を用いる生産現場では作業は自動化の方向へ向けられている。本来人間が行うべき作業の監視を代替して行う監視システムのためカメラで撮影した画像の画像処理を行う。この監視システムを実現するための基礎として、2次元画像データより位置を算出する手法を考察し、実験によりこの手法の有効性の確認を行った。

## 1. 結論

現在、生産現場ではNC工作機械が用いられており、作業は自動化の方向へ向けられている。しかしながら、未だ作業者が工作機械の前で加工状況を監視しており、完全自動化がなされていないのが現状である。その主な理由として以下のことが挙げられる。まず切削時またはセッティング時に起きるバイスと工作物の間に発生するズレ、またはNC工作機械の誤動作による異常切削の可能性などの監視の必要性があげられる(図1)。本研究は、作業者が行っている監視作業の一部を、画像処理技術により解決すること目的としており、本報ではその2次元画像から目標物を探索する手法に関して検討を行ったので報告する。



(a) 工作物のズレ



(b) 工具の誤動作

図1. 監視の必要性

## 2. 生産現場における監視システム

実際の生産現場においてNC工作機械での作業を行う場合に、人間はその動作の様子を目で見ることで監視し、場合によっては緊急停止などの適切な対応をとらねばならない。その監視機能をカメラと計算機システムを用いて代替する視覚機能をもつ監視システムを提案する(図2)。提案するシステムは目標物を3次元的に捕らえ、監視できるようにするため2方向から撮影を行う。そのため、2つのカメラからの撮影画像(ステレオ画像)を利

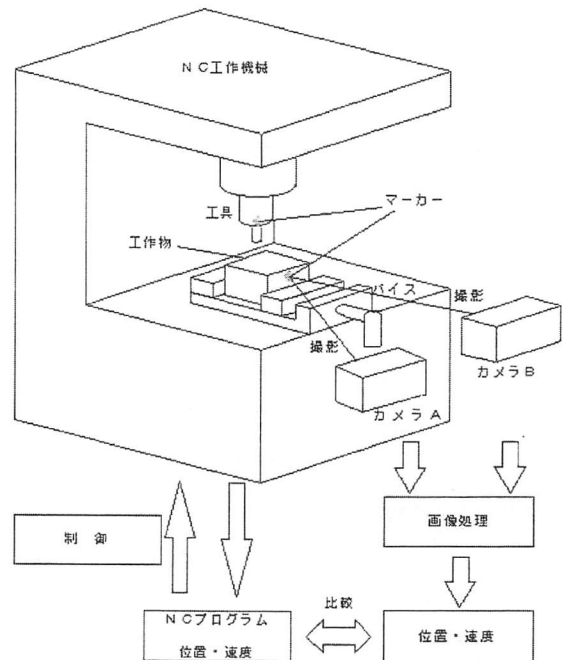


図2. 提案する監視システム

用する。目標物の位置は工具および工作物、固定具に取り付けたマーカを測定することにより行い、その位置情報から速度などを算出する。それを実際のNC加工情報から求めた工具と工作物、固定具の相対位置・速度と比較することで監視作業を行う。比較の結果を判別し、緊急時には工作機械を停止させるなどの対処を可能とする。

## 3. 画像データからの特徴点抽出

前章で述べたような監視システムを実現するための基礎として、2次元画像データよりマーカ位置を算出する手法について考察する。マーカ位置を、RGBの色情報に基づいて画像中から探し出す。この探索手法について、単純な手法Aとそれに対して高速高精度化を施した手法Bについて考察する。マーカは色情報 RGB の輝度範囲(min~max)で定義する。画像上でマーカ位置と判定するための条件は画素のRGB値がそれぞれminとmaxの間に入っているか否かにより行う。

手法Aはあらかじめ与えたマーカの色情報(テンプレート)を画像全体から探索する方法である。シーン1枚の各ピクセルについて、その色情報とテンプレートを比較してゆき、マーカであると判断された点位置( $P_i, i=1, n$ )を加重平均してマーカ位置( $G$ )を算出する。このような操作をすべての撮影画像について行ってゆくことで各マーカ位置が求まる。

手法Bは、初期以外は直前に求められたマーカー色情報を次の色情報として探索する。すなわち環境光などの影響によるマーカー色情報が変化することに対応可能とした。その際、テンプレートに用いる三色の輝度範囲を変化させず、中央値のみを変える。また、図3に示すように直前2つの探索位置をヒントとして探索範囲を限定することにより探索時間の短縮化を目指した。

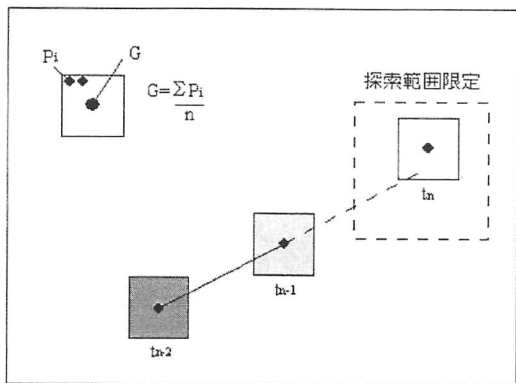


図3. 手法Bによるマーカーの探索

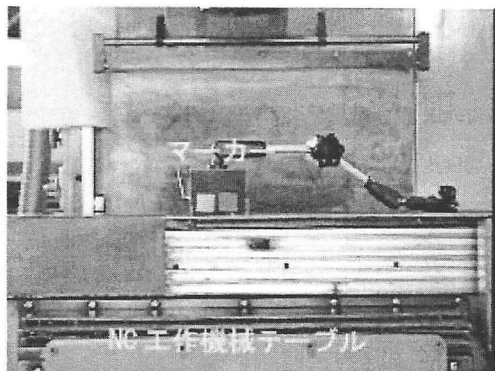


図4. 実験装置

#### 4. 実験と考察

今回行った実験装置写真を図4に示す。また、今回用いた実験装置および実験条件は以下の通りである。

- ・マーカー：赤青の正方形マーカー。工作機械のテーブル前面に取り付け。画像上のマーカーサイズ 20×20 ピクセル。
  - ・NC工作機械：X方向 400mm、Z方向 300mmの範囲を動作。速度 960~1260mm/minで制御。
  - ・カメラ：マーカーの動作範囲全体が撮影できるような距離(1525mm)離して配置。解像度 640×480 ピクセル。
- 以上のような実験装置を用いてマーカーの位置の算出実験を行い、実際に手法A、手法Bで算出した位置データとNCプログラムから予想される位置データを図5に示した。A、B両手法とも全体的に正しく位置を算出しているが、手法Aが場所により誤差が大きくなっている。これは撮影範囲が広い環境光の影響によりマーカーの色が場所により異なった色範囲となったため、手法Bはその影響を受けにくいためと考えられる。手法の違いによるマーカー位置の誤差分布を図6に示した。手法Aでは4~5ピクセルの誤差をピークに広く分布しており、手法Bでは1ピクセル以内の誤差が多くなっている。このことから手法Bは手法Aに対して精度および信頼性が上がっていると言える。

図7は撮影画像ごとにテンプレートのRGB情報の中心値の推移を表したグラフであり、実験で用いた画像がテンプレートの色情報が許容範囲を超えるほど変化してい

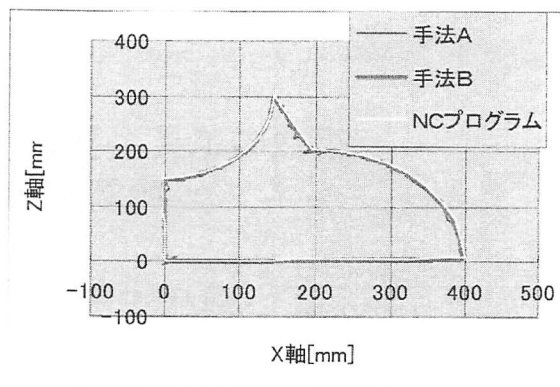


図5. 実験結果

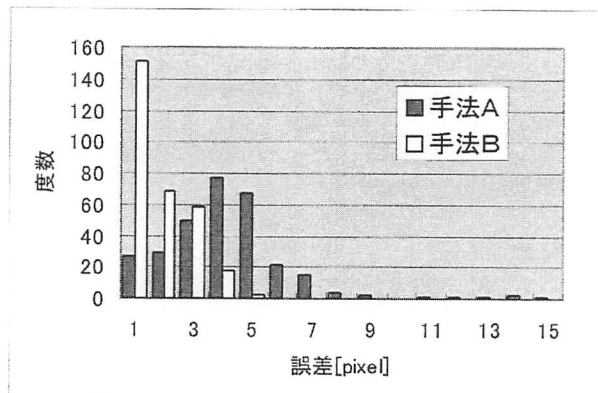


図6. 誤差の分布

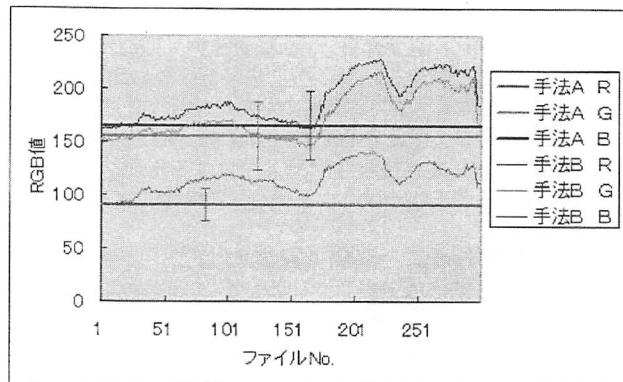


図7. テンプレート中心値の変化

ることがわかる。このためテンプレート情報が変化しない手法Aはマーカーの色変化に対して対応できず位置誤差が大きくなったと考えられ、一方直前のマーカー情報をテンプレート情報に用いる手法Bは次のマーカー位置を正しく探索することができたと考えることができる。

また、2つの手法の計算時間をそれぞれ測定したところ手法Aでは100画像あたり1.56secなのに対して手法Bでは0.175secとなり、計算時間はおよそ1/9となり、手法Aに対する手法Bの高速化が確認された。

#### 5. 結論

結論として、位置抽出のために探索手法として手法Aに対して手法Bを用いたのは、位置算出の高精度化による誤差の減少、環境光などの変化による影響の減少、効率化による計算時間の短縮に役立った。今後、ステレオ画像を用いる監視システムに応用するうえで手法Bを用いることは同様な箇所の向上に期待できる。