

# 双腕ロボットの作業プレート操りによる ボールの転がり運動制御

## 1. はじめに

近年のFA (Factory Automation) において、産業用ロボットの果たす役割は増大している。その中で、双腕ロボットによる新しい技術開発が期待される。

本稿では、著者らの研究グループで行っている、双腕ロボットの両腕でプレートを保持し、そのプレートに操り運動を生成する研究<sup>(1)(2)</sup>について紹介する。

## 2. 背景と着目点

1961年にアメリカ・ユニメーション社のユニメートが本格的に工場導入されて以来、産業用ロボットの技術開発が進められてきた。また近年は機械工学と人類進化の関わりにおいて、ヒトの進化には常習的直立二足歩行の獲得が重要とされ、関連して二足歩行ロボットの研究開発も盛んである。

それらの中で、ヒトの進化において二足歩行の獲得で、常時に両手が自由

になることが、複雑な道具の使用による器用な手、頭脳の発達に寄与していることも判明してきた。したがって、二足歩行と両手の作業動作は相互にヒトの進化を支える両輪とも考えられる。そこで著者らは、双腕の協調動作による道具の操りに着目している。

ヒトの生活において食事の配膳などの作業に盆の活用が有効である。またFAの現場においても、パレットなどのプレートに部品を載せて搬送したり、またそのプレート上で作業をしたりするなどの動作が見られる。盆やプレートは両手で扱う作業道具の基本の一つと考えられる。そこで当該技術の解明およびその応用に取り組んでいる。

## 3. 基本原理と実験結果

平面プレート上にボールを置き、プレートに操り動作を与えることでボールの転がり運動を制御する問題を考える。周波数応答特性などを考える場合、円運動が便利である。よって、プレートに旋回2軸の運動(ピッチ, ロール)を与えることで、プレート上にボールの転がり円運動を具現化する場合について考察する。研究における双腕ロボットは、ヒトと同寸のものを用いている。ロボットの制御軸数は両腕に14軸(片腕7軸)と腰に1軸の合計15軸である。ヒトの生活における盆の標準的な支持姿勢を参考にして、図1に示す姿勢で作業プレートを保持する場合から取り組んでいる。

作業プレートに対して、両腕の手首の関節を同位相でピッチ運動、腕の上下運動(左右腕で逆位相)でロール運動を双腕の協調動作で与える。その結果、作業プレート上にボールの転がり円運動が具現化される。しかしながら、ピッチおよびロール運動に運動誤差や

同期誤差が生じると、生成される転がり運動の軌跡はだ円となる。実測とシミュレーションによる転がり運動軌跡の様子を示す(図2)。両者はほぼ一致しており、シミュレーションで運動の逆解析が可能であることも判明している。

機構学的に見れば、ピッチ運動は両手首の関節によるパラレル機構、ロール運動は両腕の複数の関節の運動が重なるシリアル機構に基づいている。したがって、構造的に両運動の間に大きな運動制御の特性差が存在している。生成されるだ円軌跡と基準円からの差を分析すると、双腕協調によるプレートの操り動作の運動誤差の要因が診断できる。本結果とヒトの同動作を比較し、さらに高度な動作を創成することを目指している。

## 4. おわりに

双腕ロボットで作業プレートを支持して操り動作を行う場合について、プレート上のボールの転がり円運動の軌跡を用いてその特性解明を試みた。両手の協調作業による道具の高度利用は、ヒトが進化を経て獲得した基本動作と考えられる。これらの成果が、双腕ロボットの新しい応用の嚆矢になることを期待している。

(原稿受付 2012年10月8日)

[廣垣俊樹 同志社大学]

### ●文献

- (1) 吳 魏・廣垣俊樹・青山栄一, ボールの転がり運動に着目した双腕ロボットのプレート2軸旋回運動制御の運動誤差の考察とその改善手法, 日本機械学会論文集C編, 78-785 (2012), 292-304.
- (2) Wu, W., Hirogaki, T. and Aoyama, E., Motion Control of Rolling Ball by Operating the Working Plate with a Dual-arm Robot, International Journal of Automation Technology, 6-1 (2012), 75-83.



図1 プレート操りの支持姿勢

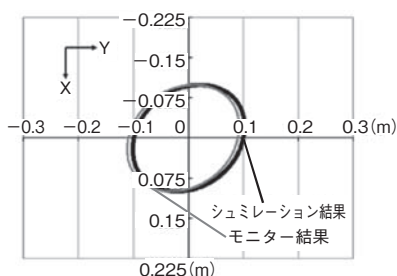


図2 ボールの転がり軌跡の例