

空気圧浮上を用いた物体仕分装置における物体軌道の計測と衝突の分析

Measurement of Object Trajectories and Analysis of Collisions for Object Sorting Device using Air Floating

丹羽 政晶 平井慎一 (立命館大学)

Masaaki NIWA and Shinichi HIRAI

Ritsumeikan University, Noji-higashi 1-1-1, Kusatsu, Shiga 525-8577

In this paper, we will propose a new object sorting device utilizing object collision. Objects in various shapes are floated by air pressure and are manipulated impulsively through collision with a rotating wall. We will evaluate sorting methods using computer simulation. Finally, we will develop the proposed sorting device and will measure object trajectories using a vision system.

Keywords: collision, impulse, object sorting, air floating

1 はじめに

現在、製造業における生産は、少品種多量生産から多品種少量生産に変わってきており、柔軟性のある生産システムが求められている。このような生産システムにおいて、重要な機能の一つに、組立部品の識別と仕分があげられる¹⁾²⁾。また、近年、環境問題への関心が高まるとともに、コストダウンを狙いとして、部品の再利用が考えられている。ここで、重要な機能の一つに、物体の選別と収集があげられる。パーツフィーダなどの従来の機器は、高速な搬送が可能である一方、柔軟性に欠け、対象物体の変更に素早く対処することができない。ハンドリングロボットは、柔軟性は高いが、一般に搬送スピードが十分ではない。したがって、高速な搬送が可能で、柔軟性を有する新しい搬送機器の開発が望まれている。本報告では、空気圧浮上と衝突を利用した物体の仕分装置を提案する。まず、仕分装置の基本構成を述べ、次に、シミュレーションにより基本設計を行う。最後に、物体の認識と追跡により軌道の計測を行う。

2 物体の仕分装置の提案

本報告で提案する物体仕分装置の構成を、Fig.1 に示す。物体の高速搬送を妨げる要因の一つに、物体と仕分装置のテーブル面との摩擦があげられる。本報告では、物体とテーブル面との摩擦を減らすために、物体を空気圧で浮上させる。テーブル面との摩擦が少ないので、物体の運動は、定速度直線運動に近い。したがって、ソータとの衝突を制御することにより、物体の最終位置を制御できる。また、多様な物体に柔軟に対応できるように、カメラによる視覚を利用する。物体の情報(形状や色など)を計測し、その情報に応じて物体の運動を制御する。

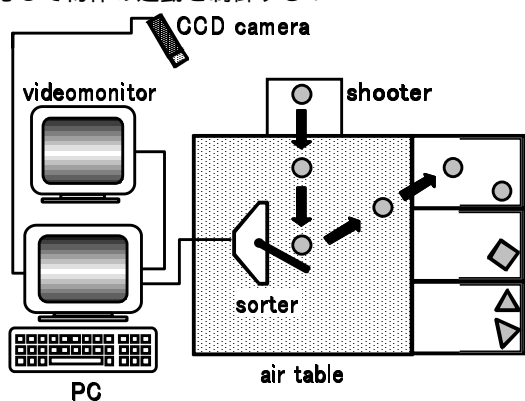


Fig.1 Overview of object sorting device

この装置は、エアータブル、ソータ、ソータ制御用パソコン、CCD カメラ、ビデオモニターから構成される。ここで、エアータブルとは、テーブル上に開けられた穴から圧縮空気を吹き出す台である³⁾。物体仕分装置の挙動について、以下に説明する。まず、仕分けしたい物体を、シュートから滑り落としエアータブル上に載せる。次に、CCD カメラを利用した視覚認識装置を使い、物体を認識するとともに追跡を始める。同時に、物体の速度と位置を計測する。次に、その測定値をもとに、ソータの運動を制御して、流れてきた物体をソータと適切な角度・位置で衝突させる。その結果、物体はその形状ごとに所定の位置に仕分される。

このような装置により、物体仕分の高速化と柔軟性の向上を図る。しかし、この装置の性質上、対象物体は、比較的硬くて軽い、平たい物体に限られる。

3 シミュレーションによる基本設計

物体を仕分ける方法として、回転可能な壁を用いる Wall Hitting 法と、移動可能なピンを用いる Pin Hitting 法を提案する。本節では、Wall Hitting 法と Pin Hitting 法の有効性を、コンピュータ上のシミュレーションを用いて検討する。

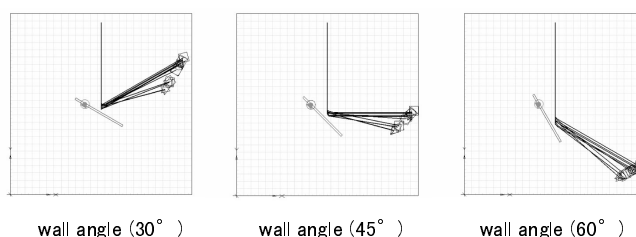


Fig.2 Wall Hitting method

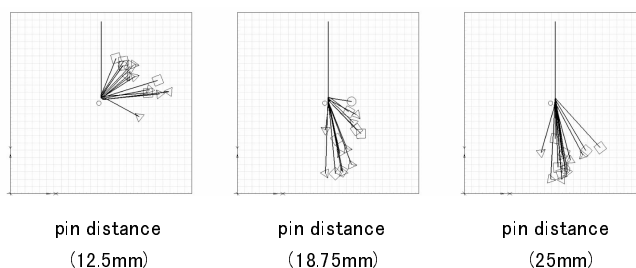


Fig.3 Pin Hitting method

Wall Hitting 法のシミュレーション結果の一例を Fig.2 に示す。Fig.2 は、形状が異なる 3 種類の物体を壁に衝突させ、衝突後の軌道を表している。Wall Hitting 法では、衝突後の物体の軌道は、多少のばらつきはあるものの、ある程度まとまっている。したがって、物体の流れてくる位置が定まっていれば、物体の形状ごとに壁の角度を変えるだけで、3 種類程度の物体の仕分けは可能であることが分かる。

Pin Hitting 法のシミュレーション結果の一例を Fig.3 に示す。Fig.3 は、3 種類の物体をピンに衝突させ、衝突後の軌道を表している。Pin Hitting 法では、ピンと衝突する物体の面によって衝突後の物体の軌道が大きく変化する。そのため、物体の形状と衝突直前の物体の姿勢が、衝突後の軌道を決める重要な要素となる。したがって、物体の形状にあわせてピンの位置を変化させるだけでは、衝突後の軌道にばらつきが大きい。軌道のばらつきを減らすためには、たとえば、3 種類ぐらいの物体の仕分けにおいてさえも、衝突直前の物体の姿勢を計測しなければならない。

以上のように、Wall Hitting 法は Pin Hitting 法に比べ、衝突位置に対する精度が低い場合でも衝突後の軌道に影響が少ないと考えられる。そこで、本研究では Wall Hitting 方法を採用する。

4 壁と物体との衝突実験

シミュレーションと同様に、壁と物体との衝突実験を行う。実験結果とシミュレーション結果を比較し、Wall Hitting 法の実現性について考察する。Fig.4 は、(1)物体がテーブルに載せられた直後、(2)壁との衝突の直前、(3)テーブルから飛び出る直前の 3 点の座標から描いたグラフである。3 点の座標は、ビデオカメラの撮影から読み取っている。

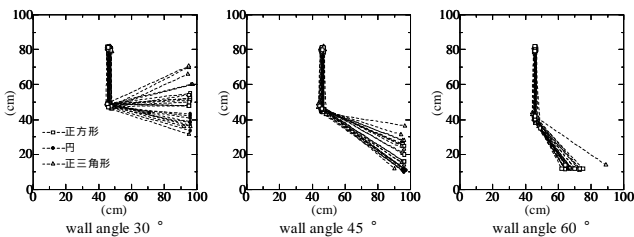


Fig.4 Experimental results

実験結果とシミュレーション結果の物体の軌道にはずれが生じている。しかし、壁の角度ごとの物体の軌道には、シミュレーションのときのねらいと同じく、ある程度まとまりがあることが分かる。これにより、壁の設定角度をもう少し広げて各角度の軌道で重複を無くしていけば、3 種類程度のプレートの仕分けが可能であると考えられる。

5 視覚認識を利用した軌道計測

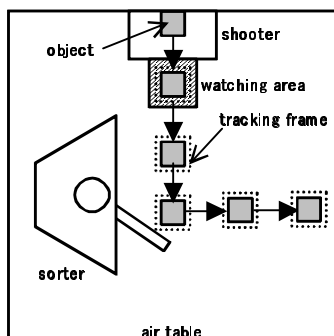


Fig.5 Measurement system of object trajectories

本節では、トラッキングビジョンを用いた Fig.5 に示す装置を使用して、物体の軌道を計測する。あらかじめ追跡したい物体を登録しておく。対象物体がテーブル上の監視領域に侵入してくると、その物体を認識して、追跡を始めるとともに、ソータを目標角度に到達させる。

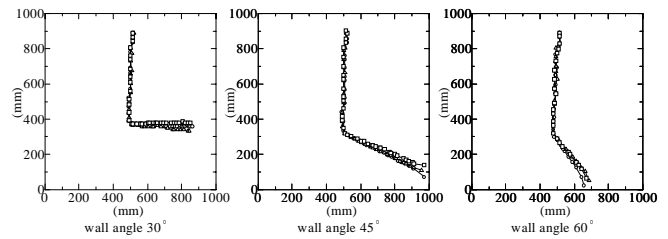


Fig.6 Experimental results

Fig.6 に、計測した物体軌道の一例を示す。今回、フロッピーディスク (FD) を対象物体として使用した (90 × 94(mm), 17(g))。FD は、軽くて平たく、ある程度の硬さがあることに加え、照明の影響を受けにくい材質でできているので、視覚認識が容易である。ソータの目標角度は 30°、45°、60° とし、それぞれ 3 回ずつ行った。サンプリングタイムは 50msec である。実験時の物体の速度は 1.4(m/s) 前後である。Fig.6 から、物体の軌道はほぼ直線であることが分かる。今後、物体の移動座標に加え、速度や角速度を求められるようにすることが必要である。

6 おわりに

本報告では、物体の仕分け装置を提案し、シミュレーションと実験により、システムの基本設計を行った。次に、視覚認識を利用して、物体の認識と追跡を行う装置を製作し、物体の軌道を計測した。

今後の課題として、FD だけに限らず、他のものでも認識と追跡ができるように、視覚認識装置の環境を整え、対象物体を識別するためのしきい値を決定する必要がある。また、実験による物体の軌道計測を繰り返し行い、衝突時の物体の挙動を分析し、それに基づいてソータの制御則を考察したい。

【参考文献】

- 1) 篠塚 元雄ほか：「FA & DA ハンドブック」(pp.183 ~ 191) オーム社 (1993)
- 2) CIM / FA 事典編集委員会：「CIM / FA 事典」(pp.475 ~ 484) 株式会社産業調査会事典出版センター (1992)
- 3) 安達 睦：「Air Table を利用した高速物体搬送専用機の開発」立命館大学大学院理工学研究科修士論文 (1996)