

物体仕分装置における衝突の解析とその実験的評価

丹羽 政晶 (立命館大学) 平井 慎一 (立命館大学)

Analysis and Experimental Evaluation of Collision for Object Sorting Device

*Masaaki NIWA, Shinichi HIRAI, Ritsumeikan University

Abstract: 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 analyze the behavior of the proposed sorting device in a computer simulation and will examine the simulation result by experiments.

Key Words: collision, impulse, object sorting, air floatation

1 はじめに

現在、製造業において、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、設備を自動化したうえで柔軟性のある生産体制が求められている。多品種少量生産方式では、混流生産や同期生産が行われるため、組立部品の識別と仕分という作業が、生産システムにおける重要な機能の一つとなっている。そのため、省力化、高速化、正確化、コストダウンを目的に使い勝手のよい高度な識別ならびに仕分のシステムが求められている 1)2)。そこで、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。次に、物体の衝突をシミュレーションにより解析し、解析結果を実験により評価する。

2 物体の識別仕分装置の提案

本研究では、Fig.1 のような部品識別仕分装置を構築する。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。エアータブルは、テーブル上に開けられた穴から圧縮空気吹き出す台である。このエアータブル上では、物体が重力によりテーブルを押し下げる力と、穴から吹き出る圧縮空気が物体を押し上げる力とがつりあひ、物体がテーブル上に浮上する。このとき、テーブルと物体との間の摩擦をほぼ 0 とみなすことができる。したがって、摩擦の影響を考慮せずに、物体の挙動を制御することができる 3)。このエアータブルを利用した物体の識別仕分装置について、以下に説明する。まず、仕分けする物体を、シュートから滑り落としエアータブル上に載せる。次に、カメラを利用した視覚認識装置を使い、物体を識別する。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、壁の運動を制御して、流れてきた物体を壁に適切な位置・角度で衝突させる。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。

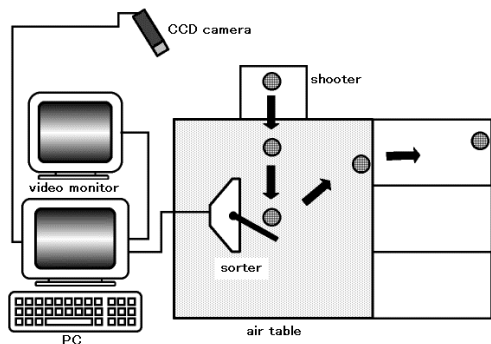


Fig.1 Overview of object sorting device

3 シミュレーションによる分析

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 に Wall Hitting 法による壁の角度に対する物体の軌道の散らばりを示す。Fig.3 に Pin Hitting 法によるピンの移動量に対する物体の軌道の散らばりを示す。物体の形状は、一辺 50(mm)の正方形と直径 50(mm)の円ならびに一辺 50(mm)の正三角形の 3 種類である。

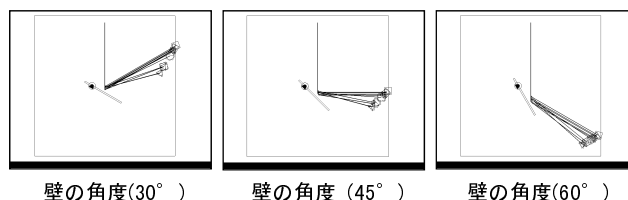


Fig.2 Wall Hitting method

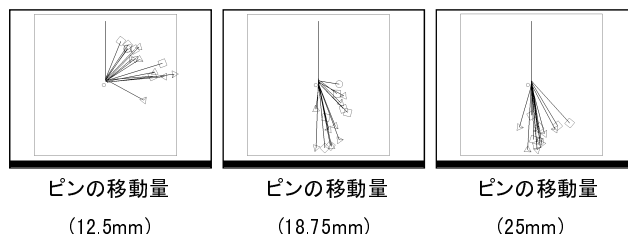


Fig.3 Pin Hitting method

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 種類程度の部品の仕分けは可能であることが分かる。

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ので、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ばらりが大きい。軌道のばらばりを減らすためには、たとえば、3 種類ぐらいの物体の仕分けにおいては、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。

4.1 実験結果

シュートを滑り落ちてテーブル上に載った直後、壁に衝突する直前、テーブルの端の3点において、物体の重心の位置を計測し、結果を Fig.4 に示す。今回の実験で用いた対象物体は、アクリル板から作られた厚さ 5(mm)の板状物体である。その形状は、一辺 50(mm)の正方形と直径 50(mm)の円ならびに一辺 50(mm)の正三角形の3種類である。衝突実験は壁の設定角度、プレートの形ごとに9回ずつ行う。

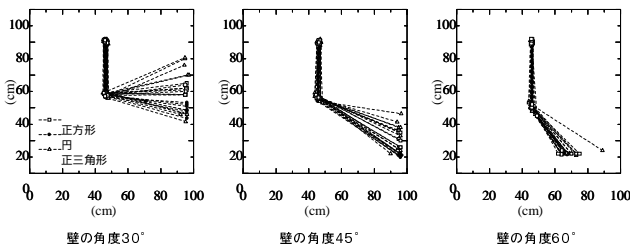


Fig.4 Experimental results

4.2 考察

円のプレートに関しては、衝突の際プレートの姿勢を考慮しなくてもよい。したがって、各設定角度における9回の実験で軌道にばらつきは少ない。正方形と正三角形のプレートに関しては、衝突の際の物体の姿勢のばらつきにより、軌道にもばらつきが生じている。正方形の姿勢は $0 \sim 90(^{\circ})$ まで変化する。一方、正三角形の姿勢は $0 \sim 120(^{\circ})$ まで変化する。したがって、正三角形の方が正方形よりも、姿勢の変化が大きいので、軌道のばらつきも多くなっているのが分かる。

実験誤差によるばらつきの原因として次の要因があげられる。

- 衝突前の物体の運動方向が一定でないため、壁の角度を固定しても物体との衝突角に誤差が生じる。
- 対象物体の初速度にばらつきがある。
- 物体の座標のデータは、エアテーブル上の空気穴を目盛りで想定してそこから読み取っている。

また、実験結果とシミュレーション結果の物体の軌道のずれの原因として次の要因があげられる。

- 対象物体と壁との間のはねかえり係数を、シミュレーションでは $e = 1$ としている。
- 対象物体と壁との間に生じる摩擦係数を、シミュレーションでは $\mu = 0$ としている。
- シミュレーションでは衝突前に物体に回転の力はあたえていないが、実験では回転しながら壁に衝突している。
- 衝突の際、壁がギヤのバックラッシュのため 1° 程度ぶれる。

これらの要因の中で大きく影響すると思われる、はねかえり係数の違いについて、はねかえり係数を変えてシミュレーションし、物体の軌道を比較する。シミュレーション結果を Fig.5 に示す。これにより、

はねかえり係数が異なれば、他の条件が同じでも物体の反射角度はかなり違ってくることが分かる。

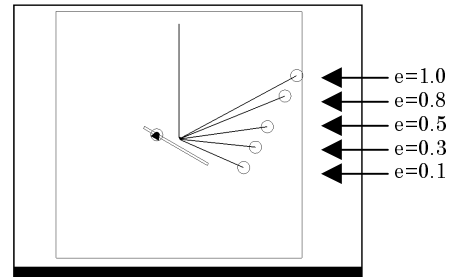


Fig.5 Object trajectory corresponding to various coefficient of restitution

これらの要因のため、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。一方で、壁の角度に対する物体の軌道には、ある程度まとまりがあることがわかる。これより、実験で設定した壁の角度 ($30^{\circ}, 45^{\circ}, 60^{\circ}$) では3種類のプレートの仕分は難しいが、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すことにより、3種類のプレートの仕分は可能であると考えられる。

5 おわりに

本報告では、物体の識別仕分装置を提案し、その提案にもとづいてシミュレーションと実験を行った。これにより、本報告で提案した仕分機の実現性を検証することができた。

今後の課題として、実験装置を改善するとともに、衝突実験を数多く行い、より信頼性の高い実験結果を得ること、最適な衝突条件を分析すること、識別装置を製作することがあげられる。

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)