

吸着ホール群を用いた紙葉類の分離・整列機構

Separation and Skew Control Mechanism of Cards with Vacuum Adsorbing Holes

○前田 修一 平井 慎一

立命館大学ロボティクス学科

○ Shuichi MAEDA, Shinichi HIRAI

Dept. of Robotis Ritsumeikan Univ.

Abstract: We describe a system to separate stacked cards and to control skew of each card. The developed system consists of a group of adsorbing holes on a table and a single driving belt. On/off control of suction forces applied to individual holes yields the separation and the skew control of cards. We describe a prototype of the system and show an experimental result of skew control.

Keywords: skew, Vacuum Pressure, distributed manipulation

1 緒言

現在、重なり、及び傾きを有する紙葉類の分離、整列は、ベルト-紙葉類間の摩擦力を利用する手法が多く用いられている。この手法では、紙葉類3枚の分離が限界であり、整列角度にも制限がある。また、紙葉類に付着する油や水分の影響を受けやすいという問題点もある。そこで本研究では、油や水分の付着にかかわらず、安定的に4枚以上の紙葉類を分離、整列させる手法を提案する。本研究において、紙葉類の分離とは重ねて投入した紙葉類を1度停止させ、その後、1枚ずつ繰り出す事とし、整列とは紙葉類の傾きを補正して繰り出す事とする。本研究では、昨年までに分散マニピュレーションによる分離手法を提案し、5枚までの分離に成功した [1]。

ここでは、分散マニピュレーションによる整列手法を提案し、試作機を用いて実験を行ない、本手法について検討を行なった。

2 整列手法

2.1 分散マニピュレーション

本研究では、紙葉類を整列させるための手法として分散マニピュレーションの考え方を適用する。分散マニピュレーションとは、単機能のアクチュエータを分布的に配置し、それらを協調的に動作させることにより、作業を実現するアプローチである。

本研究では、単機能のアクチュエータとして吸着ホールを搬送テーブル上に分布的に配置し、搬送されてくる紙葉類の傾き、位置によって、それらを協調的に動作させることにより紙葉類の整列を実現させる。吸着ホールを個々に制御することにより、紙葉類とテーブル面の一部分のみの摩擦力を変化させることができるため、紙葉類をテーブル面に接しながら搬送させるだけで紙葉類にモーメントが働き、傾きを変化させることが可能となる。また、分散マニピュレーションの適用により、紙葉類の分離、整列を省スペースで行なうことができる。

2.2 紙葉類整列原理

本研究で提案する手法では、吸着ホールによる吸着力を用いて整列を行なう。紙葉類には垂直力として常に重力 mg が働いている。そこに、吸着ホールによって吸着を行なうと、紙葉類に働く垂直力は重力 mg + 吸着力 F^{vacuum} となる (Fig.1(a))。次に、紙葉類がベルトとの摩擦力によって搬送されている時について考えると、摩擦力は垂直抗力の大きさに比例して大きくなることから、テーブル-紙葉類間と吸着ホール-紙葉類間では、吸着力が働いていることから、吸着ホール-紙葉類間の方が摩擦力は大きくなる。ここで、紙葉類に働く mg と F^{vacuum} を比

較すると、 F^{vacuum} が非常に大きいために、吸着ホール以外のテーブル-紙葉類間の摩擦力を無視できる。紙葉類に働く力の位置、及び向き関係について考えると、Fig.1(b) のように、紙葉類の進行方向にベルトとの摩擦力 F^{belt} 、逆方向に F^{vacuum} によって生じるテーブルとの摩擦力 F^{table} が働き、(1) 式に示すような重心回りのモーメントが紙葉類に働く。

$$N_G = F^{belt} \cdot l_{belt} + F^{table} \cdot l_{vacuum} \quad (1)$$

l_{belt} : 紙葉類重心-ベルト間距離

l_{vacuum} : 紙葉類重心-吸着ホール間距離

この紙葉類に働くモーメントを利用して、本研究では整列を行なう。

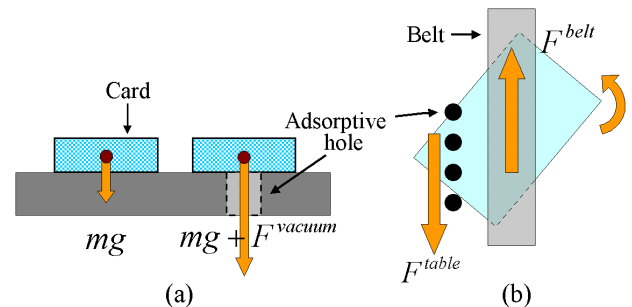


Fig.1: Principle of Skew Control

2.3 紙葉類整列システム

分散マニピュレーションを用いた紙葉類整列システムを Fig.2 に示す。吸着ホールが一行に並んでいるテーブル上に、一方向に運動するベルトを配置する。テーブル表面はできるだけ摩擦力を小さくするために、テフロンコーティングを施す。ベルトは、テーブルの中央に配置されており、モータで駆動される。また、テーブル面の個々の吸着ホールには、それぞれ電磁弁と真空発生器が取り付けられている。電磁弁が ON 時、真空発生器により吸着ホール上の紙葉類に吸着力が作用する。電磁弁が OFF 時、吸着力は作用しない。個々の電磁弁の ON-OFF を PC から制御することにより、それぞれの吸着ホール上の吸着力の有無を制御する。つまり、テーブル面の摩擦力は個々の電磁弁 ON-OFF によって制御することができる。本報告で、紙葉類整列システムで使用したパラメータを Table 1 に示す。

Table 1: Variable Parameter

Parameter	Value
Material of Belt [mm]	flat belt (W12.0-L1426.5-T1.0)
Speed of Belt [m/s]	1
Size of Adsorbing Hole [mm]	ϕ 2
Interval of Adsorbing Hole [mm]	8

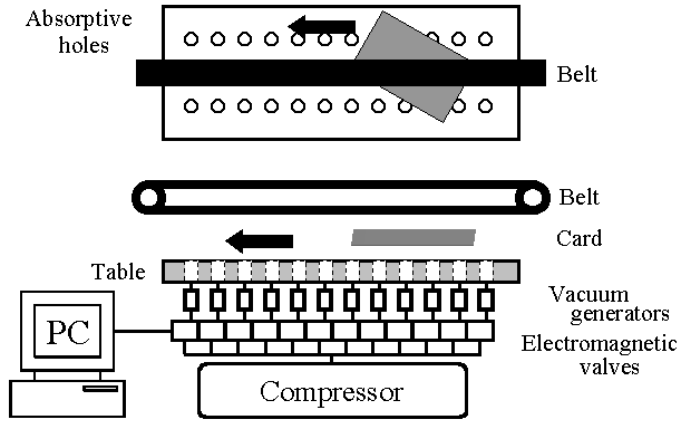


Fig.2: Skew Control System

2.4 紙葉類整列方法

試作した整列システムを用いて整列方法について以下に示す。

紙葉類が搬送されてくるまで、吸着ホールに取り付けられている電磁弁は全て OFF の状態にしておく (Fig.3(a)). 紙葉類が搬送されてくると、各電磁弁を制御し、搬送されてくる紙葉類の角度に合わせた特定の吸着ホールの吸着力を作用させる (Fig.3(b)) (以降吸着力の作用しているホールを吸着ホールと省略する). 搬送されてくる紙葉類が、吸着ホールを覆い始めると、徐々に速度が落ち始め、吸着ホールの吸着力とベルトの摩擦力から紙葉類にモーメントが働き回転し始める (Fig.3(c)). さらに紙葉類が覆う吸着ホールの数が増えることにより、紙葉類はより速度を落として回転を続ける (Fig.3(d)). そして、紙葉類が覆う吸着ホールの数が少なくなるにつれて、紙葉類の速度は上がっていき、回転もしなくなる (Fig.3(e)). 紙葉類が全く吸着ホールを覆わなくなった時点で回転はなくなり、角度を維持したまま搬送される (Fig.3(f)). 紙葉類が吸着ホールを通過した後、再び全ての電磁弁を OFF の状態に戻す (Fig.3(g)).

このように、紙葉類の角度によって吸着を行なうホールを決定し、そのテーブル上を搬送させることにより整列を行う。

3 実験

パラメータとしてカードの挿入角度、真空発生器への供給圧力、吸着を行なうホール数を変化させ、繰り出し口における紙葉類の傾きを計測する実験を行なった (table 2). 紙葉類として、W54-H54-T0.2[mm], 1.5[g] のプラスチック製カードを用い、実験は各5回ずつ行なった。Table 3 に、目標整列角度が

Table 2: Experiment Parameter

Insertion Angle [one]	80,70,60,50
Number of Adsorbing Holes	4~34
Supply Pressure [kpa]	110~180

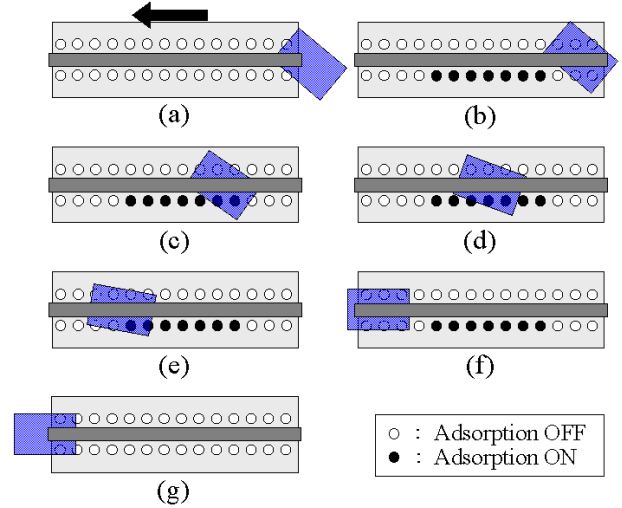


Fig.3: Method of Skew Control

90 度の場合において、最も繰り出し角度の安定していた、供給圧力 180[kpa] 時の実験結果を示す。今回の実験から、紙葉類の傾きが大きいほど、吸着ホール数が多く必要となり、供給圧力を高くした方が整列挙動が安定することがわかった。挙動のばらつきは、紙葉類の個体差によるものと考えられる。しかし、本手法を用いることにより、紙葉類の傾きを変化させることが可能であると証明できた。

Table 3: Experiment Result of Skew Control

Insertion Angle	80	70	60	50
Number of Adsorbing Holes	10	10	14	16
Delivery Angle	87	89	93	90
	90	90	94	90
	89	90	94	90
	91	90	92	92
	90	95	92	90
Average	89.4	90.8	93	90.4
Variance	1.84	4.56	0.8	0.64

4 結言

本研究では、分散マニピュレーションという考え方を適用し、吸着ホール群を用いた傾きを有する紙葉類の整列手法を提案した。そして、整列システムを構築し、具体的整列方法を示した。今回行なった実験では、安定した整列を実現することはできなかったが、最も安定した供給圧力 180[kpa] において誤差 5 度までの補正に成功した。今後の課題は、より高精度な整列を実現させることである。そのためには、吸着ホールによる吸着力が紙葉類の挙動に対し、どのような影響を及ぼしているか、詳しく調べる必要があると考えられる。また、紙葉類の個体差による影響を軽減する工夫も必要である。

参考文献

- [1] 鶴飼, 平井, "吸着ホール群による紙葉類の分離", 第 19 回日本機械学会ロボメカ講演会予稿集