

G-7

答案自動振り分けシステムにおける読み取り部の研究

A research of bubble pattern reading unit in the automatic answer sheets sorting system

○濱田悠河¹, 平山雅之²

*Yuga Hamada¹, Masayuki Hirayama²

Abstract: Sorting many papers in numerical order requires large efforts. In order to reduce the efforts, this paper proposes an automatic paper sorting system. The system applies a photo-diode to detect bubble pattern printed in answer sheets or papers. In the system, a sensor-array on which four photo-diodes are placed is scanning answer sheets by using stepping motor.

1. 研究背景

大学等の教育機関で扱われる答案や出席票等を手作業で番号順に並び替える際、枚数が多くなるほど並び変えのコストも増加する。現在、紙媒体を電子的にスキャンし整理するシステム[1]も利用されているが、実際の紙媒体での整理を必要とする場合も依然として多い。また電子化した場合、セキュリティの問題や、管理にパソコンが必要となる点から、紙媒体での管理の必要性が挙げられる。このため、我々は紙面にマークシートで記された出席番号をセンサ及びマイコンを用いて取得し、その情報を基に紙面の並び替えを行う答案自動振り分けシステムを検討している。

とした。

2. システム概要

検討を進めている答案自動振り分けシステムは、Figure1 に示すように、番号読み取り部と用紙を移動させる物理ソート部の 2 つのユニットから構成される。このうち本稿では、番号読み取り部の実現方法について紹介する。番号読み取り部は答案や出席表などに記載された学生番号を読み取る役割を持つ。答案上の学生番号表記については学生が簡単に記述でき、それをセンサなどで正確に読み取ることが求められる。読み取り方式は手書き文字認識をはじめとして様々な方式が候補として挙げられるが、読み取り精度や方式の簡便さなどを考慮し、マークシート方式を採用した。マークシートを利用する場合、学生は Figure2 に示すようなマークシートを塗りつぶすだけでよく、比較的簡単なセンサで塗りつぶされたマークシートを読み取ることができるという長所がある。利用するマークシートは Figure2 に示すように、学籍番号を記載させ、その白黒判定をセンサにより取得する。マークはセンサの検知範囲を考慮し、縦 7[mm] , 横 3[mm]

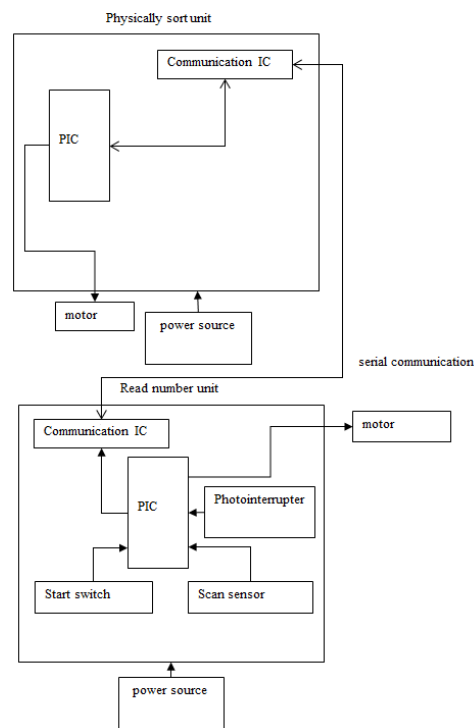


Figure1 Block Diagram

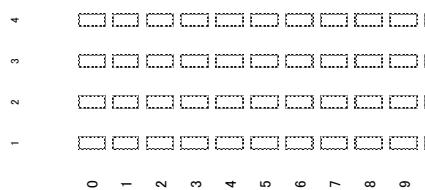


Figure2 Mark sheet

1 : 日大理工・学部・情報、 2 : 日大理工・教員・情報

3. ハードウェア要素

3.1 メカニズム

番号読み取り部を構成するハードウェアはPIC マイコンを中心に、センサと駆動系アクチュエータから構成される。具体的には、センサ 4 つをアレイ状に並べたセンサアレイにより一度に 4 桁分の番号を読み取る。そしてこのセンサアレイをモータにより移動させることで 10 行分の番号を読み取るようにしている。センサ部の移動速度はセンサの読み取り速度を考慮し 1.3[cm/s]に設定する。

3.2 センサアレイ

番号読み取りのためのセンサは、外部からの影響が少なく、かつ余白や隣接したマークを誤って読みこまない検知範囲の狭さが求められる。このためセンサには赤外線 LED から放出した光を物体に反射させ、その光で出力の変化するフォトリフレクタを採用した。

またセンサアレイをモータにより移動させるため、センサアレイが規定した位置に到着したかを判定する必要がある。このためセンサアレイの位置検出のためにフォトインタラプタを使用する。これは Figure2 の「0」と「9」の上に設置しており、ここにセンサ部が触れると反応する仕組みになっている。

マーク読み取り用のフォトリフレクタは検知した対象物の明るさで出力電圧が変化するため、実験によりマークの白黒判別の閾値を 0.04[V]に設定した。また、センサアレイの位置検出で利用するフォトリフレクタは両端に赤外線 LED と照度センサが内蔵されており、谷部に障害物が入ることで出圧電圧が変化するしくみで、センサアレイに付けた位置検出用のピンをつけ、それをフォトリフレクタで検出する方法をとっている。

3.3 センサアレイ位置制御用モータ

センサアレイは答案上に記載されたマーク上に適切に移動させる必要があるため、微細な位置決めと制御が必要になる。このため、本システムではステップモータを利用してセンサアレイの位置制御を行なう。さらに回転の停止位置の誤差を最小に抑えるために、前述のように、フォトインタラプタで停止位置に到着したかの判定を行っている。

4. ソフトウェア要素

番号読み取り部を構成するセンサ及びモータの制御は PIC マイコンを利用し、Figure.3 に示すフローチャートを元に制御プログラム設計を行なった。

制御のプログラムでは、最初に初期値などの設定を行った後、ボタンを押すことでセンサ部が Figure2 の「0」

から測定を開始する。測定中はセンサ部がマークシート上を等速移動するのと同時にフォトリフレクタを用いてマークシートの読み取りを行う。Figure2 の「9」上に設置したフォトインタラプタセンサ部を検知した時点でセンサ部は停止し、最初の位置まで戻る。読み取られたデータは保存される。データは 180[ms]ごとに取得するようになっており、一つのマーク上で 3 回測定を行う。得られたデータのうち、3 回連続で黒の個所があれば、その個所をデータの座標から割り出すことで塗られたマークを判断する。

センサアレイによって検出したデータは番号読み取り部に外部接続した PC に転送し、確定した学生番号を表示させるようになっている。答案自動振り分けシステムの完成形としては、Figure.1 に示したように、読み取り部で読み取った学生番号を物理ソート部に送信し、その情報を元に物理ソート部で答案を番号順に振り分ける。

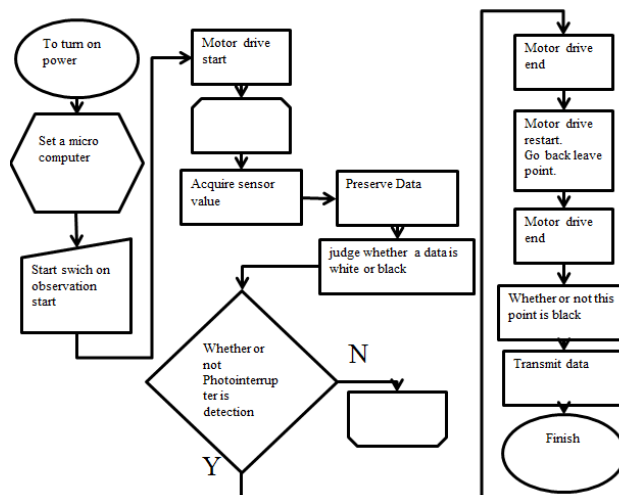


Figure3 Flowchart

5. まとめ

本稿では答案自動振り分けシステムを構成する一部である学生番号読み取りユニットについて、その基本アイデアと実現方法について紹介した。

現在施策を進めているユニットでは答案 1 枚を読み取るのに約 15 秒を要している。時間がかかる原因としてはセンサ部を一回ごとに往復していることが大きいため、今後はモータの制御プログラムの改良によるモータの高速化と片道だけでマークシートの判定を行えるようにする予定である。

参考文献

[1] 株式会社富士ゼロックス 編: 授業支援ボックス, https://www.fujixerox.co.jp/solution/in_output/class_box.html