

氏 名	おお たい かつむ 大 竹 勉
授 与 学 位	博 士 ( 工 学 )
学位授与年月日	平成 4 年 4 月 8 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 44 年 3 月 東北大学大学院工学研究科 電子工学専攻博士課程退学
学 位 論 文 題 目	コンピュータ制御による視覚障害者用点字プリンタの研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 中鉢 憲賢 東北大学教授 星宮 望 東北大学教授 内田 龍男

## 論 文 内 容 要 旨

### 1 章 序 論

現在、コンピュータ技術を用いて、文字や図形の必要な情報を、視覚障害者に伝えようとする数多くの研究がなされており、点字ワードプロセッサや自動点訳機等に見られるように種々のシステムが開発されてきた。しかし、これらのシステムのなかで、点字の出力装置については開発が遅れており、主として、紙をエンボスして突起を形成する従来の方式による点字プリンタが使用されている。この紙点字は触読時の押圧等によって変形しやすく、耐久性が非常に悪い。

このような背景から、コンピュータ用記憶装置に蓄えられたデータを、必要時に耐久性のある高品質の点字として出力できる装置として、以下の特徴を持つ点字プリンタの開発を目指した。

- (1) 触読時や保管時の荷重に対して、十分な耐久性を有する点字を作製できること。
- (2) コンピュータ等の電気信号による制御ができること。
- (3) 得られる点字の形状や読みやすさが、従来からなじまれている紙点字とそん色がないこと。

本研究では、最初に、触読のしやすさを決める形状評価の基準を提案し、点字の最適形状を求めた。次に、最適形状を得るための記録剤（点字突起を形成する記録剤を、以後、単に記録剤と呼ぶ）や点字形成方法を検討した。その結果、形状と読みやすさの点で従来の紙点字とそん色がなく、耐久性の点で非常に優れた点字を得ることが出来た。さらに、図式やイラストによる情報伝達のための線画の形成方法についても検討し、触覚で認識できるレリーフ画像の作製も可能にした。

## 2章 点字読み取り動作から見た点字形状への要求

従来の紙点字は、底面の直径が1.4～1.6mm、高さが0.4～0.6mmの半球に近い微小突起の組合せて文字を表現している。しかし、このような寸法の妥当性については定量的な解析が見当たらない。そこで、次の2点について説明を試みた。

(1) 視覚障害者の認識特性から見て、点字突起の望ましい形状と寸法。

点字の読み取り速度、認識率、および触読時の指の動きから、点字突起の形状と読みやすさの関係調べた。読みやすさは点字突起の高さに依存度が大きく、0.5～0.6mmが最も適しており、その前後で緩やかではあるが読み取り速度と認識率が低下し、指の動きも大きくなる。

(2) 点字文書の耐久性に関する検討資料として、触読時に指先から突起に加えられる力の動態。

触読時には、点字突起に50～70度の仰角方向から40gwの最大荷重が加わることを実験で確認した。これは、点字突起が40gwの荷重で変形しないことと、記録面に平行な約20gwの力で記録紙からはく離してはならないことを示唆しており、点字突起設計上の目安を与える。

## 3章 磁気誘導型点字プリント方式

紙面上に異質な材料を付加する方法で点字を形成しようとする、以下の条件が必要となる。

- (1) 記録部は指先で触読するため紙面との付着力が大きく、摩耗し難いこと。
- (2) 印字直後にすでに点字の形態であること。
- (3) 1回の記録動作で点字突起を形成するため、1回の記録量が多いこと（0.5m程度）。
- (4) 点字突起が高さを有することによる印字機構、特にヘッド付近の設計の制約に対する考慮。

これらの条件を満足する方式の一つとして、

「磁気誘導型点字プリント方式」を案出した。

試作装置を図1に示す。記録剤には、小容器中での加温によって液化した磁性体を含む熱可塑性記録剤を用いた。記録方法は、一定量の記録剤をアクチュエータに連結したピンで、機械的にノズルから送り出すと同時に、記録紙面の裏側に配置した電磁石の磁界により紙面上に誘導し、付着、固化させる方式である。

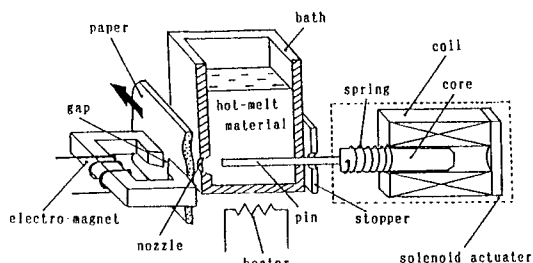


図1. 磁気誘導型点字プリントの原理

この方式では、記録剤として紙面との接着性の優れたエチレン-酢酸ビニル共重合樹脂（通称EVA。以下ではEVAと書く）に、粘性制御のためのパラフィンワックスと、磁性付加のためのマグネタイト（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）を配合したものをを用いた。

磁気誘導型点字プリント方式について、実験から得られた結果をまとめると次のようになり、実用的な品質の点字形成の可能性を確認できた。

- (1) コンピュータ等の電気信号から、点字を直接出力するプリント方式の一つとして、目標とした形状の点字突起を形成できる。
- (2) 触読時に指先から加わる最大荷重の5～6倍の力には十分耐えられる。

- (3) 視覚障害者による触読試験により、読みやすさは従来の紙点字と遜色がない。
- (4) 印字速度も従来と同程度の速度（10文字／秒）で形成できる。

#### 4章 機械的送出による点字プリント方式

出来るだけ簡単な機構で良質な点字を得ることを目的として、「機械的送出による点字プリント方式」を案出した。前述の磁気誘導方式では、普通紙に良質の点字を記録できるが、電磁石を必要とするのでプリントヘッド周りが複雑になるという欠点があった。そこで、この欠点を改良するために、磁気誘導プロセスを機械的誘導プロセスに変えたのが本方式である。すなわち、熱可塑性記録剤を小容器中で加熱、液化し、ピンによって紙面上まで機械的に記録剤を送り届ける。記録される点字突起1個の体積は、駆動信号、記録剤の粘度、ノズル・記録紙間の間隔等により制御できる。

記録剤は、磁気誘導型点字プリント方式で用いたパラフィンワックスとEVAに、点字突起を見やすくするための色剤を加えたもので、記録時には溶融した。前述の磁気誘導型点字プリント方式に比べて、記録剤が低粘度でなければならない等の条件はあるが、この方式においても、従来と同程度の速度で点字を形成できることを確認した。

この方式の特徴は、前方式と同様に従来の紙点字に比べてはるかに耐久性に優れること、装置の機構が簡単であること、記録剤に任意の色を付与できること等が挙げられる。

#### 5章 空圧射出による点字とレリーフ線画の形成

点字と画像とを共に出力できるプリンタがあれば、図式やイラストを用いて、より簡単に視覚障害者への意志伝達出来る。「空圧射出による点字プリント方式」は、点字と線画とが出力できる。

この方式は、熱可塑性記録剤を小容器中で加熱溶融し、空圧によって記録剤をノズルから記録紙面上に射出してレリーフ線画を形成するものである。射出された記録剤は表面張力によって、凸形の画像となり固化する。空圧をパルス的に加えれば半球状の突起になり、連続的に加えつつヘッドを移動させれば、線画を描くことが出来る。記録剤には、前章と同じ、ワックス、樹脂、および色剤の混合体を用いた。

実験の結果、空気圧力やノズルの内径等の記録条件を変えることにより、点字突起の大きさや線の太さを精度よく制御でき、要求される特性の点字とレリーフ線画を得ることができた。

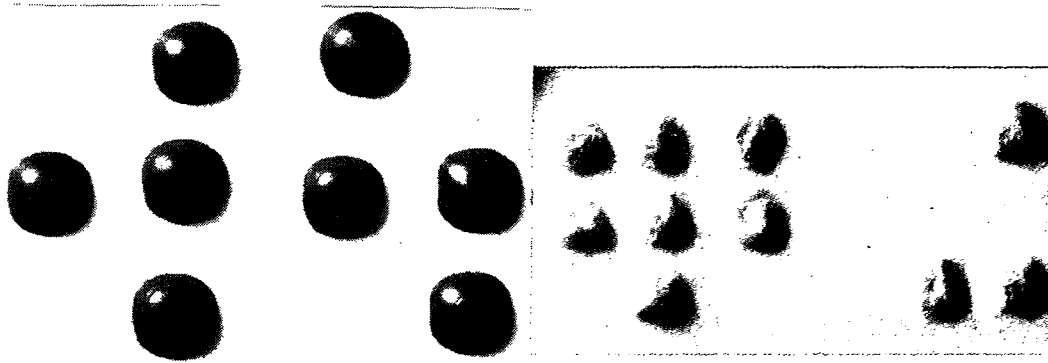
#### 6章 結 論

定量的な解析から、視覚障害者用点字の望ましい形状や、触読時に点字突起に加わる押圧とその方向を求め、これらのデータをもとに、コンピュータ用出力装置としての点字プリント方式を開発した。これらの方式は、いずれも従来の紙点字で問題とされてきた触読時や保管時の荷重に対する耐久性の課題を十分改善し得るものである。また、一つの方式では点字と同時に、地図等の図形を作製できる。本研究で述べた3種類の点字プリント方式は、いずれも要求される条件を十分満足する点字を作製できるが、それぞれの方式に特徴があり、使用目的によって方式を選択できる。図2

に本研究において試作した点字の一例と従来の紙点字の写真を示す。

将来、商品化する場合を考慮すると、さらに、製造のしやすさ、小型化、および低コスト化等に関係した設計上の検討が必要と考えており、今後の課題としたい。

以上



(a) 試作点字の一例

(b) 従来の紙点字

図2. 試作点字と従来の紙点字

## 審査結果の要旨

近年、視覚障害者用の情報処理システムが各種開発されているが、出力装置は殆どエンボス型紙点字用プリンタに依存している。しかし、エンボス型紙点字は、触読時の指による押圧等によって変形し易く、耐久性が悪い。本論文はこの問題を解決し高品質な点字を印字できる新しいプリント方式の開発をめざして行った研究で、全編6章よりなる。

第1章は序論である。

第2章では、点字の読み取り速度、認識率及び触読時の指の動きなど、視覚障害者による点字認識の特性をふまえて、点字の触読し易さを決める形状評価の基準を明らかにした。点字突起の高さは点字の読み取り速度に重要な影響を及ぼし、0.5～0.6mmが最適であること、また、点字強度としては点字突起に仰角で50～70度の方向から40gwの荷重で変形しないこと、及び記録面に平行な約20gwの力で記録紙より剥離しないことが設計上の要点であることを示した。これらは重要な知見である。

第3章から第5章には、紙面上に異質な材料を付加する点字プリンタについて3つの方式を提案している。第3章では、まず、点字を形成する場合の諸条件を明確にした上で、「磁気誘導型点字プリント方式」を提案している。加熱により液化する磁性体を含む熱可塑性の記録剤を開発し、これを加熱、液化して一定量だけ、ノズルから記録紙面に機械的に送り出し、記録紙面の裏面に配置した電磁石の磁界を制御して紙面上に誘導し、付着、固化させている。これにより従来のエンボス型紙点字プリンタと同程度の速度で印字でき、しかも、高耐久性と高品質の点字が得られる優れたプリンタを開発するのに成功している。

第4章では、機構的により簡単な「機械的送出による点字プリント方式」を提案している。加熱、液化した熱可塑性の記録剤をピンの先端に付着させ、単に機械的に記録紙まで送出する方法で、点字突起の形状と体積は、機械的駆動信号、記録剤の粘度、ノズルと記録紙との間隔などを制御して決定する。

第5章は点字と画像とを出力できる「空圧射出による点字プリント方式」の提案で、加熱、液化した熱可塑性の記録剤を空圧によってノズルから連続的に射出させながら記録紙面上を移動してレリーフ画像を形成できる特徴を有するものである。同時に、この画像用記録剤の開発も行っている。

第6章は、本研究で開発した各種の方式について、それぞれの特徴を使用目的に対して整理して、結論としている。

以上要するに、本研究は従来のエンボス型紙点字における問題点を解決し、高品質な点字を自動的に印字する新しいプリント方式の開発を行ったもので電子工学、情報工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。