

# Laser Diode 배열방법을 이용한 우편용 4-state 바코드 인쇄규격 검증시스템

박문성, 송재관, 황재각, 남윤석  
한국전자통신연구원, 우정자동화팀  
[mspark@etri.re.kr](mailto:mspark@etri.re.kr)

## A Verification System of 4-state Bar Code Printing Specification using Method of Laser Diode Arrangement

Moon-Sung Park, Jae-Gwan Song, Jae-Gak Hwang, Yun-Seok Nam  
ETRI, Postal Automation Technology Development Department

### 요약

4-state 바코드의 정보는 우편번호, 배달순서코드, 고객 정보 등을 수록되며, 판독을 향상을 위한 오류정정 코드워드를 적용할 수 있다. 이 4-state 바코드는 우편물 자동구분처리의 효율화 및 우편물류의 정보표현, 전달, 처리를 효율적으로 지원 되도록 개발하고 있다.

본 논문은 우편물 접수 및 처리과정에서 필요로 하는 4-state 고객 바코드 인쇄규격 검증 및 판독시스템 개발에 관한 것으로 4 개의 높이로 구성된 바들의 특성과 바의 두께 및 공간 값이 균일한 간격으로 바가 인쇄되는 특징을 고려하여 Laser Diode 배열방법을 적용하였다. 또한, 우편물을 자동으로 이송시키고, 일정한 영역에 배열한 Laser Diode 에 의하여 바의 두께, 공간, 높이 값을 정확하게 판독될 수 있도록 한 것이다.

### 1. 서론

현재, 우편물 자동구분 처리시스템은 일반 우편물을 OCR(Optical Character Recognition)에 의하여 인식(85% 이상)하고 우편번호를 기계바코드(3 out of 5)로 인쇄하며 이 결과를 LSM(Letter Sorting Machine)의 바코드 판독기(판독율 95% 이상)에 의하여 우편물 상에 인쇄된 기계바코드를 판독하여 구분하고 있다.

우편물 자동구분 처리촉진을 위하여 우편고객에게 기계바코드와 동일한 규격으로 우편봉투에 흑백바코드로 인쇄토록 하고, 이 고객 바코드 우편물을 OCR을 통하지 않고, LSM에 직접 투입하여 시간 당 35,000통 이상을 처리하고 있다[1,2,3]. 그리고, 우편물 자동구분의 범위를 확장하여 집배원이 배달하는 순서로 자동구분하기 위한 방법이 요구되고 있다. 현재, 우편번호만 적용된 3 out of 5 바코드는 70mm에 우편번호와 parity check digit를 수록하여 사용하고 있다. 즉, 3 out of 5 바코드로는 2 line이상으로 인쇄하여야 배달순서코드의 수록이 가능하다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여

바코드에 정보수룩의 밀도가 높고, 고속인쇄 및 고속판독이 용이한 4-state 바코드 시스템을 적용하기 위한 연구가 요구된다. 또한, 우편물 자동구분 처리를 위한 4-state 고객바코드 인쇄제도의 도입과 우편업무처리를 위하여 요구되는 각종 양식에 적용하는 방법도 고려 중에 있다[1,4,6,14].

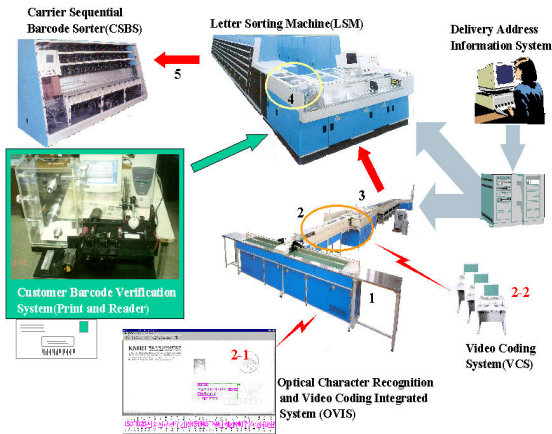
본 논문에서는 고객 바코드 인쇄제도의 시행을 위하여 우편물 접수과정에 사용될 4-state 바코드 인쇄 규격검증 및 판독시스템의 개발에 관한 것이다. 제 2장에서는 4 State 바코드의 개요를 살펴보고, 4-state 바코드의 인쇄규격 검증 및 판독을 위한 요구사항을 정리하였고, 제 3장에서는 LD(Laser Diode) 배열에 의한 바코드패턴 정보의 획득 방법에 의한 4-state 바코드 인쇄규격 검증시스템을 개발한 내용이며, 제 4장에서는 연구결과와 추후 연구사항에 대하여 다루었다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 4-state 바코드의 개요

우편용 4-state 바코드는 영국 Royal Mail에서 처음 개발하였으며 캐나다, 일본, 호주 등의 국가에서도 이 4-state 바코드를 자국의 실정에 맞게 수정하여 사용하고 있다[4,5,6]. (그림 1)은 우편집중국에서 우편물을 자동으로 구분하기 위한 절차와 주요기능을 보인 것이다.

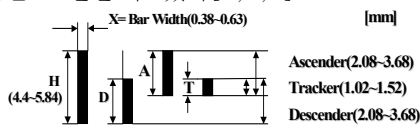
- 1) 접수된 우편물을 자동구분처리 시스템에 투입 및 운송용 벨트에 의한 우편물이송
- 2) 이동중인 우편물의 우편번호를 OCR에 의하여 80% 이상을 인식하여 처리
- 3) 판독된 우편번호 및 parity check digit를 생성하여 해당 우편물에 형광바코드 인쇄
- 4) 이동 중인 우편물의 바코드(흑백 및 형광색)를 판독(98 ~ 99% 이상 처리)하여 해당 구분 칸(bin)으로 전달[8,9,10]



(그림 1) 우편물 자동구분 처리의 구성도

본 논문에서는 (그림 1)에 보인 것과 같이 고객 바코드 인쇄제도를 위하여 요구되는 인쇄규격 검증시스템의 개발에 관한 내용이다.

국내 우편물의 고속처리를 위하여 개발 중인 4-state 바코드 시스템은 영국의 Royal Mail과 캐나다의 CPC(Canada Post Corporation)의 정보체계를 보완하여 국내 환경에 적합하도록 숫자, 영문, 한글문자 등 다양한 문자의 표현이 가능하도록 설계하여 시험 시스템을 개발하고 있다. 이 4-state 바코드는 4가지 높이로 구성된 바들을 일정한 간격으로 표현하고, 각 바의 위치에 따라 가중치를 부여하며, 1 ~ 5개 바 단위로 하나의 문자를 표현할 수 있다[1,5,7].



(그림 2) 우편용 4-state 바코드 인쇄규격

(그림 2)와 같이 표현되는 4-state 바들은

Tracker(T) 바, Ascender(A) 바, Descender(D) 바, Full Height(H) 바로 구성된다. 4가지 형태의 바들의 어떻게 조합하는가에 의하여 다양한 정보를 수록할 수 있게 된다[7,10,11,12,14]. 4-state 바코드문자 값은 바의 형태에 따라 부여된 F=0, A=1, D=2, T=3의 값과 바의 위치 값을 4의 계수 값에 적용하는 방법으로 구성된다[수식 1].

[수식 1]

$$B_n B_{n-1} \dots B_1 = V_n \times 4^{n-1} + V_{n-1} \times 4^{n-2} + \dots + V_1 \times 4^0$$

현재, 국내 우편물류의 자동화를 위하여 최소한의 공간에 보다 많은 정보를 수록될 수 있도록 설계를 완료한 상태이다. 우정 정보의 유형을 분석하여 숫자(4-state 2 bar), 영문자(4-state 3bar), 조합형 한글(4-state 3 bar x (2 ~ 3자소)), 완성형 한글(4-state 6 bar)을 포함한 모든 문자정보가 표현될 수 있도록 설계되어 있다[14].

## 2.2 4-state 바코드 인쇄규격 검증을 위한 요구사항

4-state 바코드는 4가지 유형으로 구성된 바의 특성을 고려하여 바의 상태 값, 바의 위치 값, 정보프레임 구조 등에 의하여 수록된 정보를 해석할 수 있어야 한다. 또한, 4-state 고객 바코드 우편물의 접수과정에서 인쇄규격을 검증하기 위한 시스템이 요구되고 있다. 또한, 일반 유통용 선형바코드가 일정한 비율이상으로 축소되면, 판독이 불가능하게 되는데 이는 바코드를 판독하기 위하여 scan되는 spot의 크기가 6/1,000inch(0.076mm)에서 3/1,000inch(0.152mm)단위로 판독할 수 있기 때문이다. 또한, 일반용 휴대용 바코드 판독시스템들은 바의 전체길이를 바탕으로 비율적으로 계산하여 획득하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 laser beam에 의한 판독방법은 beam을 형성하는 spot의 주사 및 획득되는 spot의 분포에 의하여 결정된다. 그러나, spot은 광원을 중심으로 하나의 beam을 일정한 각도를 기준으로 나누었을 때에 바코드가 인쇄된 전체길이를 기준으로 spot의 분포가 중간이 많고, spot이 이동하는 중앙을 중심으로 좌.우 방향으로 갈수록 spot의 주사되어 획득되는 값이 적어지므로 많은 판독오차가 발생된다.

4-state 바코드 인쇄규격 검증 및 판독 시스템의 개발을 위한 특징과 요구사항을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 4-state 바의 두께 값 및 공간 값이 거의 동일하며, 4-state 바코드의 인쇄밀도가 1

inch에 20 ~ 24개 바를 표현되는 특징이 고려되어야 한다.

- 2) Tracker 바를 기준으로 상.하 바 값이 활성화(active)된 상태 값들에 의하여 구분될 수 있다. T(tracker), A(ascender, tracker), D(tracker, descender), F(ascender, tracker, descender)로 구성된다.
- 3) Tracker 바를 기준으로 상위 및 하위 바의 높이로 구성되므로 3 단계로 구분될 수 있다.
- 4) 우편물을 이송시키고, 바코드 판독모듈을 고정시켜 획득되는 바코드패턴 값에 의한 인쇄규격 검증방법을 고려하여야 한다.
- 5) 2 단계 이상의 높이로 구성되는 바코드를 판독하기 위하여 LD 배열방법에 의한 판독방법의 적용을 고려하여야 한다.
- 6) 정보프레임 구조를 정의한 유형 값에 의하여 해당 정보체계로 해석되어 연결된 정보시스템에 전달될 수 있어야 한다.

4-state 바코드 인쇄규격과 정보수록 체계를 판독할 수 있도록 하는 방법이 요구된다. 이에 따라, 바의 두께 및 공간 값이 측정이 용이하도록 우편물을 이송시키고, 바의 두께 및 공간 값을 샘플링하여 정확한 값을 판독하는 방법이 적용되어야 한다[6].

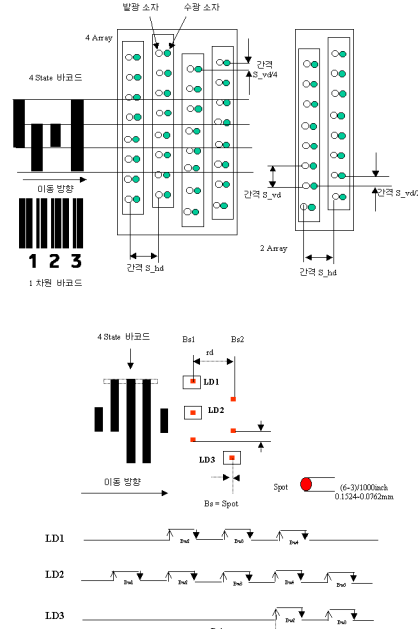
### 3. 바코드 인쇄규격 검증시스템 설계

이 장에서는 4-state 바코드가 인쇄된 우편물을 이송시키는 과정에서 바의 두께, 공간, 높이 값들을 획득하여 바코드의 인쇄규격을 검증할 수 있는 검증시스템을 설계한 것이다.

#### 3.1 4-state 바코드 인쇄규격 검증 방법설정

4-state 바코드의 경우에는 3단계의 높이로 구성되어 있으므로 각 바의 두께, 높이, 공간 값을 획득할 수 있어야 한다. 이러한 값을 보다 안정적으로 획득하기 위하여 고객 바코드가 인쇄된 우편물을 일정한 속도로 이송시킬 수 있도록 기구물을 적용하고, 우편물 상에 인쇄된 고객 바코드의 인쇄규격을 검증하기 위하여 LD를 배열하는 방법을 적용하고자 한다. LD 발광부에서는 설정된 영역에 beam을 주사하고, 수광부에 획득되는 전기신호를 샘플링하여 바코드의 인쇄 상태정보를 획득하는 방법을 적용하고자 한다. 4-state 바코드 인쇄상태 정보를 원활하게 획득할 수 있도록 (그림 3)과 같이 LD를 배열하고자 한다. 그리고, 획득되는

정보량의 오차를 최소화하기 위하여 동일한 두께 및 높이를 가지는 기준패턴을 인쇄하고, 이 기준에 의하여 인쇄규격을 검증하기 위한 기준 값이 설정되어야 한다.



(그림 3) LD 배열방법 및 바코드 정보 획득방법의 설정

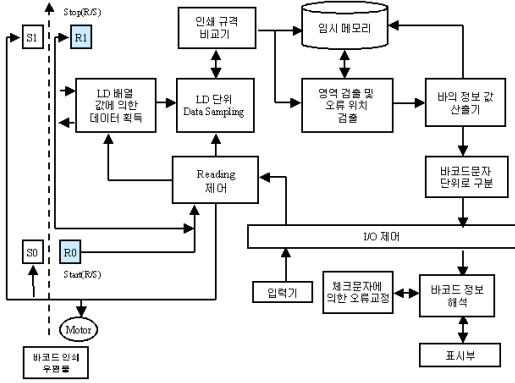
4-state 바코드 및 1차원 또는 2차원 바코드가 인쇄된 경우 (그림 3)과 같이 LD의 송.수광부를 배열하여 하나의 셋트로 구성하고, 판독 대상물체를 이 모듈에 일정한 속도로 통과시키고, 각 LD의 수광부에 획득되는 양을 샘플링하여 산출되는 값을 메모리에 저장한 후, 4-state 바코드의 특성에 의한 인쇄규격 검증 및 수록된 정보의 판독방법을 설정하고자 한다. 또한, 보다 정확한 인쇄규격의 검증 및 바코드 판독을 위해서는 LD의 배열방법을 확장하여 적용하면 된다.

#### 3.2 4-state 바코드 인쇄규격 검증시스템

본 절에서는 바코드의 인쇄규격 검증 및 정보판독을 위한 앞 절의 요구사항을 기반으로 보다 안정적으로 4-state 바코드 인쇄규격을 검증하고 판독할 수 있는 검증시스템을 설계한 내용이다(그림 4). 이 검증시스템의 주요기능을 요약하면 다음과 같다.

- 제어모듈  
우편물을 순차적으로 이송시키고, 인쇄규격 검증 절차 및 판독절차가 원활하게 수행될 수

있도록 제어하는 기능을 수행한다.



(그림 4) 4-state 바코드 인쇄규격 검증 시스템의 구성도

● 우편물 이송장치

우편물의 이동속도를 일정하게 유지시키고, 우편물 표면이 판독이 용이하도록 이송한다. 또한, 인쇄규격 검증 및 판독이 용이하도록 우편물이 기울어지지 않도록 이송한다.

● LD 데이터 획득 및 처리

수광부에 획득되는 바의 두께 및 공간 값을 샘플링하여 LD 위치 값을 기준으로 획득된 값을 생성한다.

● 인쇄규격 비교

획득된 샘플링 정보를 바의 두께 및 공간 값의 규격범위 값과 비교하여 올바른 정보만 LD id의하여 설정된 메모리 영역에 저장하고, 규격범위 외의 값들은 '0'으로 설정하여 해당 위치의 임시 메모리에 저장하는 기능을 수행한다.

● 바코드 영역추출 및 오류위치 산출

임시 메모리에 저장된 결과 값들을 순차적으로 읽어 4-state 바코드 영역을 구분하고, tracker 바의 값이 훼손된 경우, 또는 높이 값의 크기가 규격범위 내인지 등을 비교하여 바코드의 오류정보를 획득하여 오류위치 정보를 별도로 저장한다.

● 바의 가중치 값 산출

임시 메모리에 설정된 영역내에 저장된 결과 값들을 순차적으로 읽어 4-state 바들의 가중치 값을 산출하는 과정을 수행한다.

이 결과 값은 바의 높이에 따라 3단계로 구분하고, tracker 바를 중심으로 ascender, descender, full height 인지 구분하기 위한 테이블을 생성한다. 이 결과 값으로는 각 바들의 가중치 값이 생성되며, 오류가 발생된 영역은

시작바를 기준으로 오류위치 값을 생성한다.

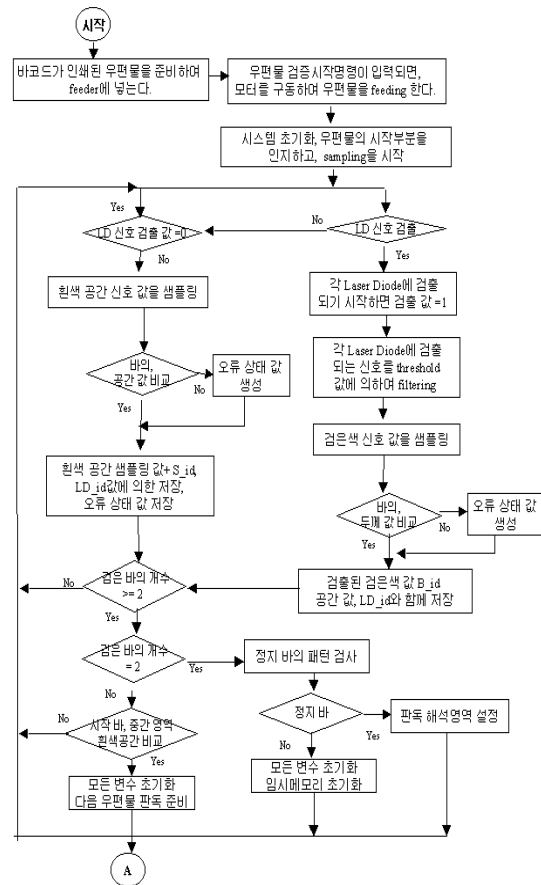
이때, 오류의 값은 바의 높이에 따라 각 바 단위로 3단계로 구분하여 정의될 수 있다. 이 값들은 오류정정 및 인쇄품질의 척도에 대한 중요한 정보로 활용될 수 있으며, 오류위치를 우편고객에게 알려 줌으로써, 바코드 인쇄품질을 향상시킬 수 있도록 제시할 수 있는 기반 정보가 된다.

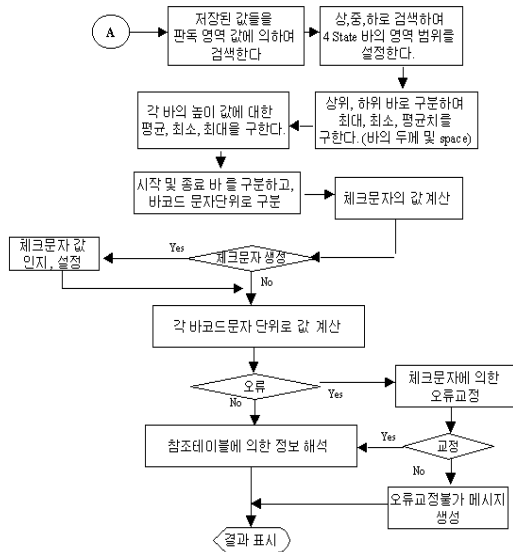
● 바코드문자 단위구분

고객 바코드에 수록되는 정보체계에 의하여 숫자, 영문자, 한글, 오류정정 코드워드 등으로 구분하여 해석이 용이한 구조로 변환하는 기능을 수행한다. 이 기능은 고객 바코드의 정보프레임 구조가 정의된 식별 ID에 의하여 결정한다.

● 바코드 정보해석

바코드문자 단위로 구분되어 획득된 정보를 바탕으로 4-state 바코드 참조테이블을 이용하여 해석한다. 이 과정에서 오류위치 정보가 있을 경우에는 오류정정 기능을 수행하고, 그 결과가 표시될 수 있도록 한다.





(그림 5) 4-state 고객 바코드 인쇄규격 검증을 위한 동작흐름

(그림 5)는 4-state 고객 바코드의 인쇄규격 검증 및 수록된 정보를 판독하기 위한 흐름을 보인 것이다. 이 인쇄규격 검증시스템의 성능은 LD를 통과 하는 바 두께 및 공간 값에 대한 샘플링 기준에 의하여 결정되며, 바의 두께를 0.4mm 기준으로 일정한 간격으로 인쇄하여 시험한 샘플링 결과 값이 약 300 ~ 2500의 값이 획득되었다. 이는 우편물의 이송속도를 조절하여 획득된 값이며, 300의 값이 획득되었을 경우에는 0.0013333mm단위로 바의 두께 값이 산출되고, 샘플링 결과 값이 2500이 획득된 경우에는 0.00016mm단위로 바의 두께 값이 산출됨을 보였다. 이와 같은 결과를 기반으로 400개의 샘플링 값이 획득될 경우에 0.001mm단위로 판독할 수 있으므로, 이송속도와 샘플링되어 획득되는 값이 400이 되도록 우편물의 이송속도를 조정하였다. 이와 같은 기준 값을 초기치로 설정함으로써, 정확하게 우편용 바코드의 인쇄규격을 검증할 수 있게 되었다.



(그림 6) 4-state 고객 바코드 인쇄규격 검증시스템의 초기화면

(그림 6) 고객 바코드 인쇄규격 검증 및 판독시스템의 초기화면을 보인 것으로 LD배열 방법에 의한 인쇄규격 검증과 바코드 판독은 물론, 우편봉투의 주소영역의 이미지를 CCD(Charged Coupled Device) 카메라에 의하여 capture 하고, 표시되도록 구성한 것이 특징이다. 이 이미지는 정보수록 상태와 바코드의 판독된 결과를 비교하기 위하여 사용된다.

#### 4. 결론 및 추후 연구사항

본 논문에서는 우편물 접수과정에서 손쉽게 사용할 수 있는 우편용 4-state 고객 바코드 인쇄규격 검증 및 판독시스템을 개발한 것이며, 본 논문에서 제시한 방법에 의하여 판독할 경우, 4-state 바코드 인쇄규격에 의한 바코드에 수록된 정보를 0.001mm 단위 이상으로 정확하게 판독할 수 있게 되었다. 또한, 우편물을 자동으로 이송시키면서 고객 바코드의 인쇄품질을 검사할 수 있게 되어 고객 바코드 인쇄제도를 원활하게 지원할 수 있게 한 것이다. 그러나, 이와 같은 바코드 판독시스템은 우편물을 판독모듈과 인접되게 하여야 하는 문제점이 있으며, 우편물에 인쇄된 고객 바코드가 기울어진 경우에도 기울어진 정도를 해석하여 자동구분 가능한 우편물인지 구분할 수 있도록 보완하기 위한 연구가 요구된다. CCD카메라에 의하여 획득된 이미지를 이용하여 고속으로 4-state 바코드를 판독하기 위한 연구가 진행 중이다.

현재, 고객 우편번호 바코드(3 out of 5) 인쇄제도에 의하여 처리되는 우편물량은 '99년 기준으로 전체물량의 40%정도가 되며, 이에 따른 운용비용 절감(약 20억 이상 절감), 배달의 정확성 확보(우편번호 검증)에 의한 배달시간 단축 등 많은 효과가 발생되고 있다. 추후, 4-state 바코드 시스템들의 개발이 완료되고, 이 바코드에 의하여 고객 바코드 인쇄제도가 시행되면, 집배원이 배달하는 순서로 자동구분될 수 있게 되므로 우편물 처리를 보다 효과적으로 수행할 수 있게 되고, 빠른 시간내에 우편물이 배달될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 4-state 고객 바코드를 활용하여 우편물류 정보의 처리가 원활하게 되면, 효율적으로 우편업무를 수행할 수 있게 될 것으로 기대된다.

추후 연구사항으로는 이 4-state 바코드의 인쇄품질 검사기능에 우편물에 수록된 우편주소정보와 일치되는지 검사할 수 있는 기능의 적용이 요구되며, 이 기능을 추가하여



보다 정확한 주소로 우편물이 배달될 수 있도록 해야 한다.

처리학회 논문지 제7권 제1호, pp.146-155.  
2000. 1.

### 참고문헌

- [1] Donald Clysdale, "Canada Post Corporation's Point of Call Identifier," Advanced Technology Conference, Vol.2, pp.771-782, December 1992.
- [2] Hitoshi Uehara, Yoshiaki Nakamura, Masataka Nakagawa, Terutaka Tanaka, Akira Ohzawa, Ichiro Isawa, Hiroshi Miyoshi, "Research on Barcodes for Mechanized Mail Processing," <http://www.iptp.go.jp/>, July 1995.
- [3] J. Strohmeyer, J. Nice, "Carrier Sequence Bar Code Sorter," Advanced Technology Conference, Vol.2, pp.1061-1074, December 1992.
- [4] K.B Redersen, Hans Gartner, Walter S. Rosenbaum, "New Applications and Technology Trend in Postal Service," Advanced Technology Conference, pp.823-836. Vol.2, December 1992.
- [5] Masataka Nakagawa, Hiroshi Miyoshi, "Barcodes For Use in Mechanized Mail Processing," <http://www.iptp.go.jp/>, June 1995.
- [6] Rajan C. Penkar, "A two dimensional dense code symbology and reader for the package handling environment," pp.875-884. Advanced Technology Conference, Vol.2, December 1992.
- [7] Royal Mail, "Mailsort Customer Barcoding Technical Specification," OXFORD, pp.1-11. April 1995.
- [8] Shoji Watanabe, Shunkichi Isobe, "Simulation Analysis of a New Mail Processing System--Development of a Mail Processing Model--," [http://www.iptp.go.jp](http://www.iptp.go.jp/), August 1995.
- [9] Teruo Takahashi, Iwao Kawahara, Shigeki Toyama, Katsumi Ohsuga, Yoshiaki Nakamura, Ikuo Yamashita, "Research on Mechanized Processing of Large-sized Mail and International Mail," <http://www.iptp.go.jp/>, June 1996.
- [10] 박문성, "우편물 자동처리 촉진을 위한 한글 4상 4바코드에 관한 연구," 한국정보처리학회 제2회 시스템통합연구회, pp.92-96. 1998.7.
- [11] 박문성, "우편용 한글 4 State 바코드," 제4회 우정workshop, pp.139-152. 1998. 9.
- [12] 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동처리를 위한 한글 4상 4바코드 시스템 설계," 한국정보처리학회 추계학술발표회 제5권3호, pp.827-830. 1998.10.
- [13] 박문성, 송재관, 우동진 "우편물 자동처리 촉진을 위한 3 out of 5 고객 바코드 검증시스템", 한국 정보과학회 학술발표논문집 제25권 2호, pp.496-498. 1998.11.
- [14] 박문성, 송재관, 우동진 "우편물 자동처리를 위한 한글 4 State 바코드 시스템", 한국정보