

# Raster Beam에 의한 우편용 4-state 바코드 판독기 구현 및 판독오차 범위의 최소화 방법에 관한 연구

박 문 성<sup>†</sup> · 송 재 관<sup>†</sup> · 남 윤 석<sup>††</sup> · 김 혜 규<sup>†††</sup> · 정 회 경<sup>††††</sup>

## 요 약

4-state 바코드는 우편물 자동구분처리 및 우편물류의 정보표현, 전달, 처리가 효과적으로 지원되도록 개발하고 있다. 4-state 바코드에 표현 정보는 우편번호, 배달순서코드, 고객 정보 등이 포함되며, 판독을 향상을 위한 오류정정 코드워드를 적용할 수 있다. 본 논문은 우편용 4-state 바코드를 raster beam에 의하여 판독하는 시스템의 개발과 판독오차 범위의 축소 방법을 다룬 것이다. Raster beam 주사에 의한 판독 오차는 단위 구간별 spot 분포의 동일하지 않은 분포로 인하여 발생된다. 이에 따라, 판독오차를 축소하기 위한 방법으로 각 구간 단위로 바의 두께 값을 측정하여 인접된 바의 평균값 조정 방법을 제안하였으며, 시험결과 거의 99.88%까지 평균 판독오차가 축소됨을 보였다.

## A Study on Minimization Method of Reading Error Range and Implementation of Postal 4-state Bar Code Reader with Raster Beam

Moon-Sung Park<sup>†</sup> · Jae-Gwan Song<sup>†</sup> · Yun-Seok Nam<sup>††</sup> ·  
Hye-Kyu Kim<sup>†††</sup> · Hoe-Kyung Jung<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

Recently many efforts on the development of automatic processing system for delivery sequence sorting have been performed in ETRL, which requires the use of postal 4-state bar code system to encode delivery points. The 4-state bar code called postal 4-state bar code for high speed processing that has been specifically designed for information processing of logistics and automatic processing of the mail items. The Information of 4-state bar code indicates mail data such as post code, delivery sequence number, error correction code word, customer information, and a unique ID. This paper addresses the issue on the reduction of reading error in postal 4-state raster beam based bar code reader. The raster beam scanning features are the unqually distributed number of spots per each unit, which cause reading errors. We propose a method for reducing the bar code reading error by adjusting measured values of bar code width to its average value over each interval. The test results show that the above method reduces the average reading error rate approximately by 99.88%.

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구부 선임기술원  
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구부 팀장  
††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구부정 책임연구원  
†††† 중신회원 : 배재대학교 컴퓨터공학과 교수  
논문접수 : 2000년 3월 7일, 심사완료 : 2000년 6월 26일

### 1. 서 론

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

우편물 자동구분 처리축진을 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[1-3]. 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 시스템 개발이 요구되고 있다. 또한, 4-state 바코드에 우편번호, 배달순서코드를 표현하여 우편물의 자동구분 범위를 확장시키고, 나머지 공간에는 우편물류의 정보를 효과적으로 처리 및 관리를 위한 정보체계를 수립이 진행되고 있다. 또한, 우편물 자동구분 처리를 위한 4-state 고객 바코드 인쇄제도 도입과 우편 업무처리를 위하여 요구되는 각종 양식에 적용하는 방법도 고려 중에 있다[1, 4, 6, 14].

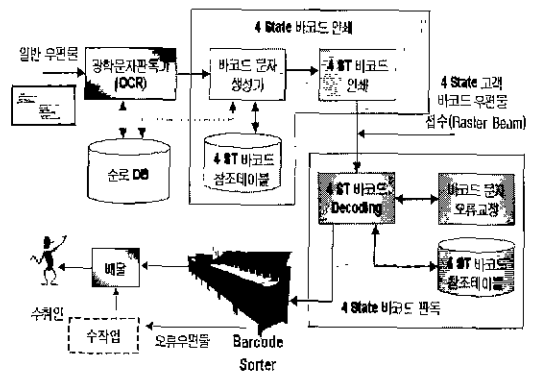
본 논문에서는 고객 바코드 인쇄제도의 시행 시 우편물 접수과정에 사용될 휴대용(hand held) 4-state 바코드 판독시스템의 개발과 판독오차 범위를 최소화하는 방법에 관한 것이다. 제 2장에서는 4-state 바코드의 적용분야, 바코드 정보체계 등을 살펴보고, 4-state 바코드의 판독을 위한 요구사항을 정리하였고, 제 3장에서는 휴대용 바코드 판독기들 중에서 raster beam으로 주사(scan)하여 4-state 바코드의 판독하기 위하여 필요한 패턴 값의 획득방법을 다루고, 제 4장에서는 raster beam에 의하여 4-state 바코드 시스템을 설계하였으며, 제 5장에서는 raster beam에 의하여 바코드의 패턴 값을 판독할 경우에 발생하는 판독오차 범위를 축소하는 방법을 적용하여 시험결과를 보인 것이다. 제 6장에서는 연구결과와 추후 연구사항에 대하여 다루었다.

### 2. 관련 연구

본 장에서는 4-state 바코드의 개요 및 특징에 따른 판독시스템을 설계하기 위한 요구사항을 정의하였다.

#### 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[4-6]. (그림 1)은 우편집중국에 적용될 예정인 우편물 자동구분 처리시스템 구성도를 보인 것이다.

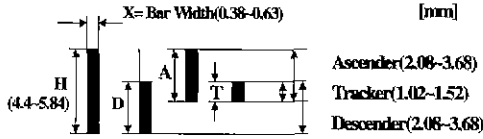


(그림 1) 우편물 자동구분 처리의 구성도

- 1) 접수된 우편물을 자동구분처리 시스템에 투입 및 운송용 벨트에 의한 우편물이송
- 2) 이동중인 우편물상의 수취인 우편번호, 우편주소를 OCR에 의하여 인식
- 3) 인식된 결과에 의한 자동구분 정보인 우편번호, 배달순서코드, parity check digit 등을 생성하여 해당 우편물에 형광 바코드를 인쇄
- 4) 이동 중인 우편물상의 바코드(고객 바코드 및 형광색)를 판독(98~99% 이상)하여 해당 구분 칸(bin)으로 전달[8-10]

국내 우편물의 고속처리를 위하여 개발 중인 4-state 바코드시스템은 영국의 Royal Mail과 캐나다의 CPC(Canada Post Corporation)의 정보체계를 보완하여 국내환경에 적합하도록 숫자, 영문, 한글문자 등 다양한 문자의 표현이 가능하도록 설계하여 시험시스템을 개발하고 있다. 이 4-state 바코드는 4가지 높이로 구성된 바들을 일정한 간격으로 표현하고, 각 바의 위치에 따라 가중치를 부여하며, 1~5개 바 단위로 하나의 문

자를 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].

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. 그리고, 우편업무를 효율적으로 처리할 수 있도록 필요한 정보체계를 표준화하기 위한 노력을 시도하고 있다. 추가적으로 바코드영역에 대한 정보수록 밀도를 향상시키기 위한 방법과 오류검출 및 정정방법에 관한 연구를 진행하고 있다. 4-state 바코드 심볼로지 값은 바의 형태에 따라 부여된 F=0, A=1, D=2, T=3의 값과 바의 위치 값을 4의 계수 값에 적용하는 방법으로 구성된다(식 (1)).

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

식 (1)을 이용하여 다양한 문자를 표현할 수 있다. 예를 들면, 완성형 한글문자(KS 5601, 2,350개)를 적용하기 위하여 49x48의 매트릭스 참조데이틀을 생성하여, 행과 열의 값은 식 (1)을 적용하여 구하고, 열과 행의 교차점의 문자 정보가 적용되도록 하였다[4, 6, 14]

### 2.2 4-state 바코드 판독을 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 접수과정, 자동 구분 시 오류우편물 처리 등의 업무에 적용될 수 있도록 휴대용 바코드 판독시스템의 개발이 요구된다.

휴대용 4-state 바코드 판독시스템의 개발을 위한 요구 사항들을 요약하면 다음과 같다.

- 4-state 바의 두께 값 및 공간 값이 거의 동일하며, 4-state 바코드의 인쇄밀도가 1 inch에 20~24개 바를 표현되는 특징이 고려되어야 한다.
- Tracker 바를 기준으로 상하 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 따라서, Tracker 바를 기준으로 상위 및 하위 바의 높이로 구성되므로 3 단계로 구분될 수 있다
- 2 단계 이상의 높이로 구성되는 바코드를 판독하기 위한 raster beam에 의한 판독방법을 고려하여야 한다.
- 시작 바 및 정지 바의 구성을 4-state 바코드 판독이 용이한 구조를 고려하여 선택할 수 있다.
- 우편물 자동구분처리를 효과적으로 수행 되도록 하려면, 우편고객이 우편물상에 4-state 바코드를 인쇄하여 접수할 경우에 인쇄규격과 일치되는지 구분할 수 있어야 한다(판독오차 범위 최소화 방법 적용).
- 정보프레임 구조를 정의한 유형 값에 의하여 해당 정보체계가 해석되어 연결된 정보시스템에 전달될 수 있어야 한다

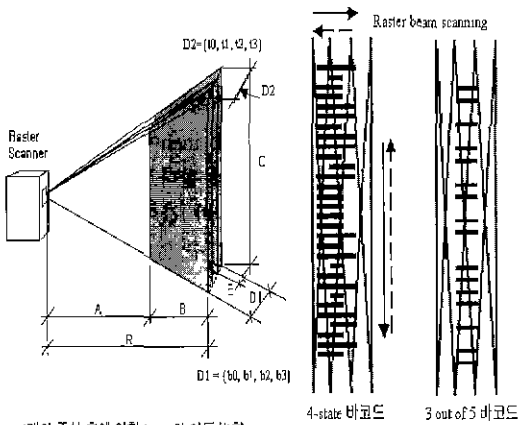
(그림 2)와 같이 4-state 바코드 인쇄규격과 정보수록 체계를 판독할 수 있도록 하는 방법이 요구된다. 이에 따라, 높이에 의한 특징을 고려하여 2차원 바코드의 판독을 위하여 가장 많이 사용되는 raster beam에 의한 판독방법에 적용될 수 있어야 한다[6].

### 3. 바코드 판독 특성의 분석

이 장에서는 4-state 바코드를 휴대용 바코드로 판독하기 위한 요구사항 및 raster beam에 의한 판독방법을 적용하기 위하여 요구되는 바코드 패턴 값의 획득방법에 대한 것이다.

#### 3.1 Raster beam에 의한 4-state 바코드 판독방법 분석

4-state 바코드의 경우에는 3단계의 높이 level로 구성되어 있으므로 raster beam에 의하여 인식된 바코드 패턴정보를 동일한 바 혹은 공간 값의 정보를 획득하여 바들의 값을 획득할 수 있도록 하여야 한다.



4개의 중심 축에 의한 beam의 이동 방향  
 - 상에서 하로 beam의 이동 방향  $a0, b1, a2, b3$   
 - 하에서 상으로 beam의 이동 방향  $b3, b2, a1, b0$

(그림 3) Raster beam에 의한 우편용 바코드 판독 방법의 설정을 위한 기준(예)

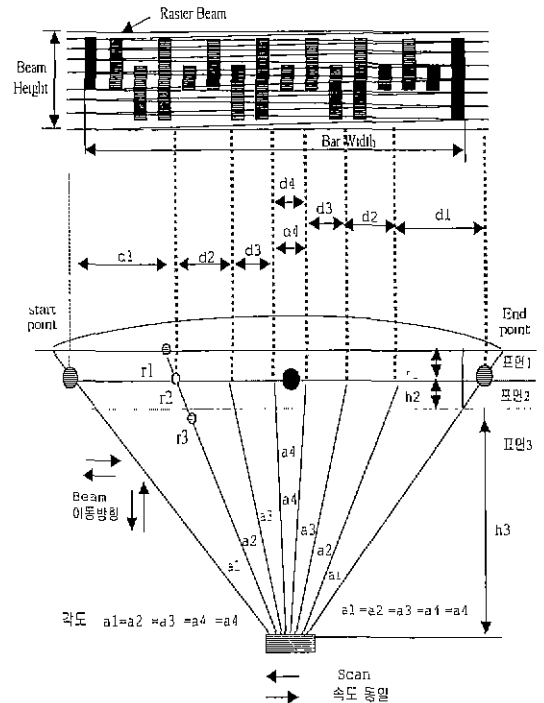
(그림 3)은 4개의 단계로 beam을 주사하는 경우를 예로 들었다. B의 영역은 바코드 패턴 정보의 값이 정상적으로 판독될 수 있는 영역이며, C는 바코드가 인쇄된 물체의 표면에 주사되는 beam의 최대길이를 말한다. Spot(지름 0.003~0.006 inch)은 하나의 beam을 형성하기 위한 기본적인 요소이며, 하나의 beam을 형성하기 위해서는 spot의 개수, 지름, 이동속도, 주사되는 축의 이동각도 등의 조건에 의하여 결정된다. 일반적으로 가장 많이 사용되는 바코드 판독기는 C가 7.6cm 이상이고, R이 12.7cm에서 20.3cm 정도의 간격이내 존재하는 바코드를 판독할 수 있다.

Beam이 주사되어 획득되는 값은 일반적으로 바의 두께와 공간 값이 바코드의 전체길이를 검출한 후, 비율 값에 의하여 산출하는 방법이 적용된다. 이는 1차원 바코드 및 2차원 바코드는 대부분 바의 두께와 공간 값의 비율에 의하여 바코드 심볼코지를 해석할 수 있기 때문이다. 이에 따라, 4-state 바코드는 바의 두께와 공간 값이 거의 일정한 값으로 유지되고, 높이의 값에 의하여 판독될 수 있도록 설계되어야 한다 또한, 우편용 바코드를 판독하기 위해서는 C와 D의 값을 조절하여 raster beam의 주사영역을 조정하는 기능이 요구된다. Beam이 주사되는 각도와 바코드 패턴의 전구간 정보획득, 부분적인 획득, 패턴정보가 획득되지 않은 영역, 기술기에 따른 판독 값의 편차 등을 고려하여야 한다.

3.2 바코드 패턴 정보의 획득방법

일반적인 바코드 판독시스템은 바의 두께가 얇은 바와 두꺼운 바, 공간의 최소 및 최대 값에 대한 비율 값을 기준으로 바코드 패턴 값을 획득하여 판독하는 방법을 적용하고 있다. 이에 따라, 바코드 패턴을 구성하는 형태가 바의 두께 및 공간 값을 비율로 계산할 경우에 적합하다.

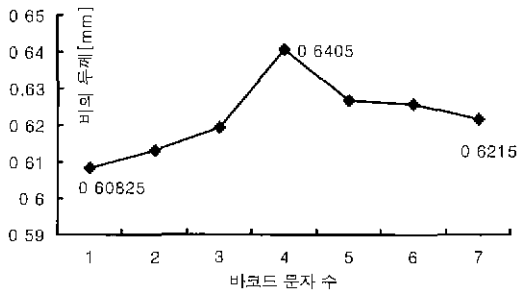
우편물 자동구분을 위하여 적용되는 바코드는 바의 두께가 동일하고, 바와 바 사이의 공간도 동일한 간격으로 구성되므로 4-state 바코드를 판독하기 위한 raster beam의 주사방법 및 획득되는 바의 두께, 공간, 높이 값을 고려하여 정확하게 판독될 수 있어야 한다. 이와 같은 요구사항을 추가로 적용하여 4-state 바코드 판독하기 위해 획득되는 바코드 패턴 값이 실제 값과의 차이점을 분석하여 판독율 향상을 위한 기준으로 설정하고자 한다[13].



(그림 4) Raster beam의 주사방법

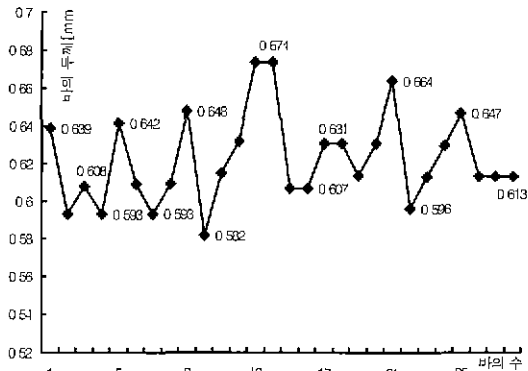
(그림 4)는 beam이 주사되는 과정과 spot들이 이동됨으로써 일정한 주사각도에 의하여 7개 구간으로 구분할 경우에 판독되는 바의 두께 값에 대한 특징을 고려하여야 4-state 바코드 판독시스템을 설계하여야 한다

다. 즉, beam이 주사된 결과가 3단계의 높이로 구분할 경우에 각 단계별로 최소한 2개 이상의 beam이 주사될 수 있도록 하여야 판독을 위한 최소한의 바코드 패턴 값이 획득되는 점을 고려하여 beam의 주사 개수를 조정할 수 있어야 한다. 또한, 바코드가 인쇄되어 있는 표면과 spot을 주사하는 거리, spot의 이동속도 등에 의하여 판독되는 값들의 판독오차의 범위를 최소화하기 위한 방법이 적용되어야 한다.



(그림 5) 구간별 판독 시험결과의 평균 값 (바코드의 길이 70mm)

(그림 5)의 결과 값은 3 out of 5 바코드와 광원과의 거리를 120mm로 하고 하나의 beam을 주사하여 시험한 결과이다[13]. 이 시험결과는 beam을 주사하여 획득되는 값들을 분석하여 판독된 값의 판독오차 범위를 확인하기 위한 것이다. 하나의 beam을 주사하여 3 out of 5 바코드의 판독시험을 하였으며, 실제 28개의 바 두께가 0.48mm인 경우에 평균 0.622mm(0.608~0.6405mm)의 범위가 값이 획득되었다. (그림 5)와 같이 비율 값에 의하여 계산된 값과 실제 값과의 판독오차 범위가 매우 크다. 따라서, 실제 값과 동일한 값에 근사치로 산출될 수 있도록 하여야 한다.

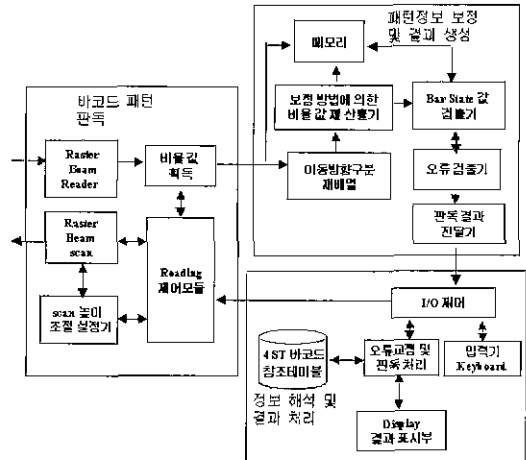


(그림 6) 기존 판독방법에 의한 바코드 판독 값의 비교

(그림 6)은 spot이 주사되는 전체구간 (바코드의 길이 70mm)을 7 등분하여 각 구간별로 획득되는 값을 보인 것이다. 이와 같이 불규칙한 바코드 패턴 값이 획득되는 이유로는 spot을 주사하는 축을 자석의 반발력 및 흡입력을 고려하여 하나의 스프링을 구동하는 방법으로 spot의 축을 이동시키기 때문이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 spot을 주사하는 축의 양쪽에 동일한 강도의 스프링을 적용하고, 동일한 자석의 반발력 및 흡입력이 작용할 수 있도록 하면 된다. 이 방법을 적용할 경우에는 바코드 판독시스템의 제작 비용이 증가되므로 (그림 6)과 같은 시험결과를 기준으로 획득된 값들의 판독오차 및 오차범위의 폭을 축소시켜야 한다.

#### 4. 4-state 바코드 판독시스템 설계 및 구현

이 장에서는 앞 장에서 다루어진 요구 사항을 기반으로 raster beam을 이용하여 4-state 바코드 판독 시스템을 개발한 내용이다.



(그림 7) 4-state 바코드 판독 시스템

4-state 바코드 판독을 위하여 multi-line으로 주사되는 beam들 중에서 바의 높이, 기울기, 정보해석이 용이한 raster beam을 이용하여 판독할 수 있도록 설계한 내용이다. 또한, spot의 주사 규칙은 spot을 이동시켜 하나의 beam을 형성하며, 반대방향으로 spot을 이동할 때 일정한 각도에 의하여 사선으로 spot이 이동하고, 정해진 상·하 폭을 기준으로 spot이 좌우 이동과 동시에 상·하로 이동하면서 raster beam을 형성

게 된다. spot의 이동에 의하여 검출되는 신호 값을 해석하여 바코드를 판독할 수 있도록 (그림 7)과 같이 설계하였으며, 바코드 패턴 판독, 패턴정보 보정 및 결과생성, 정보해석 및 결과표시 등의 기능들로 구성하였다.

- Raster beam의 상·하 높이 조정  
우편물 혹은 우편접수 양식 등에 인쇄된 4-state 바코드를 판독하기 위하여 beam의 주사 영역을 설정한다. 이 기능은 Reading 제어모듈에 설정된 상·하 이동구간 정보에 의하여 raster beam이 주사된다.
- 패턴 값의 획득  
Beam이 주사되기 시작하는 시점부터 획득되는 spot의 양에 의한 모든 값들은 흑색 및 백색 공간 값의 순으로 임시 메모리에 저장한다. 상에서 하로 이동하면서 획득되는 값과 하에서 상으로 이동하면서 획득되는 값을 구분하여 저장한다.
- 획득된 패턴 값의 재배열  
획득된 바코드 패턴 값을 보정하기 위하여 spot이 획득되는 구간 및 양, beam의 주사 회수, 이동방향, 이동속도에 따라 획득된 패턴 값을 임시메모리에 재배열한다. 이 과정에서 판독된 값들은 실제 값에 인접되는 값들로 치환하고, 불필요한 바코드 패턴 정보 값을 삭제한다.
- 패턴 값의 보정  
바 두께 및 공간 값을 실제크기 값과 거의 같은 값으로 보정한다. 이 기능은 획득된 패턴 값의 재배열을 위하여 사용된다.
- 바코드 영역추출  
4-state 바코드 영역추출은 시작 바(ascender), 정지 바(tracker와 full height)의 특징을 검색하여 임시 메모리에 저장된 값들 중에서 4-state 바코드 영역의 값들만 추출한다. 또한, 4-state 바들의 두께 및 공간 값에 대한 평균치를 계산하고, 바코드 패턴 정보 값이 규격범위 내인지 구분하기 위한 식별자를 적용한다. 바의 높이 값을 산출하기 위해서는 beam이 주사된 개수와 높이 값 그리고 바의 두께 및 평균치 값을 획득하기 위하여 적용된 단계를 기준으로 산출한다.
- 오류 위치 계산  
바코드 패턴 값을 기준으로 정의된 4-state 바코드

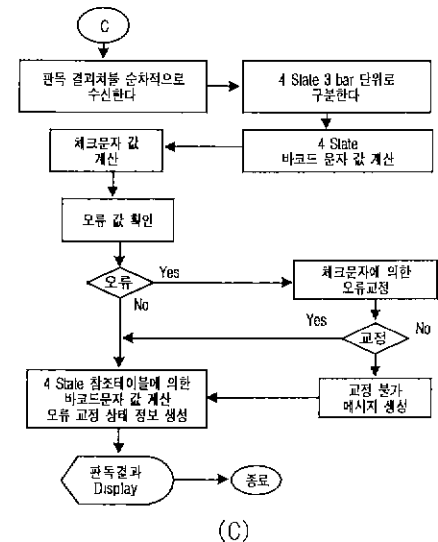
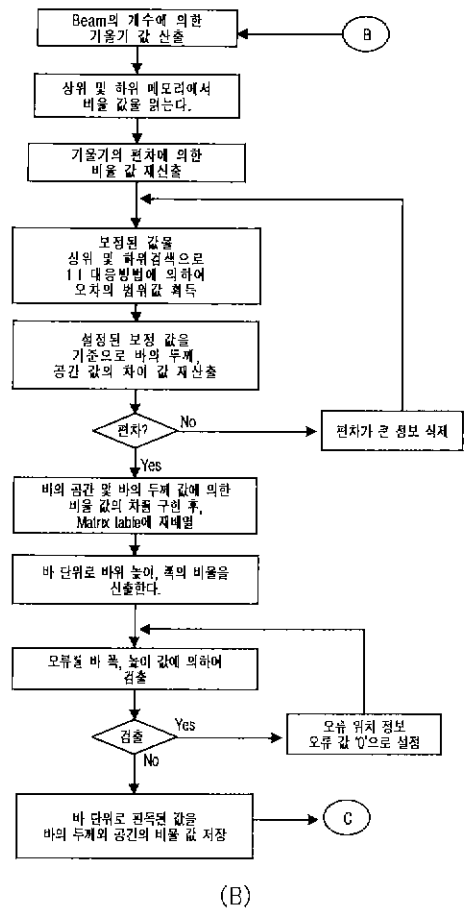
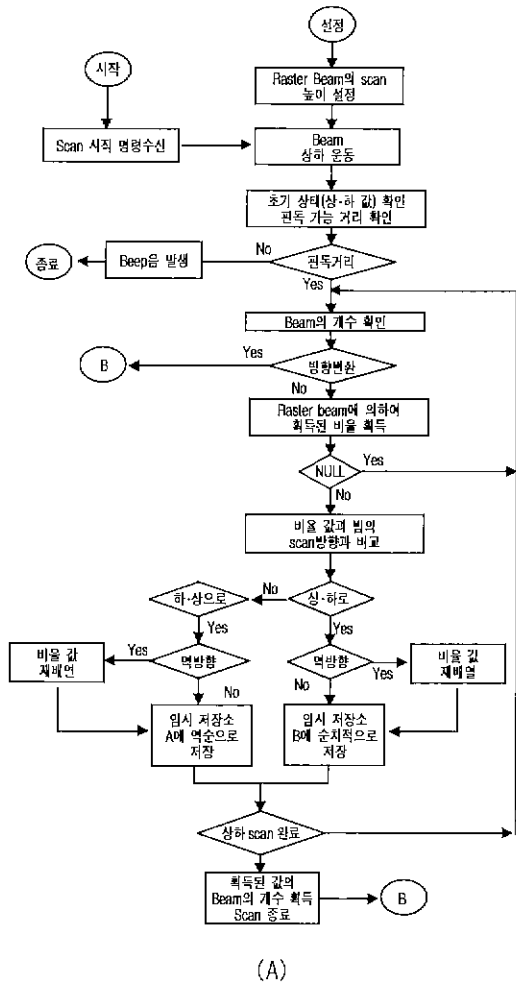
영역내의 값들을 바탕으로 오류인 바의 위치 값을 획득하고, 이 바의 값을 '0'으로 설정한 후, 오류위치 정보를 저장하여 오류정정이 필요할 경우 이용한다.

- 판독결과 전달  
이 모듈은 4-state 바코드의 바들의 패턴 정보 값에 의하여 각 바의 값으로 변환한다( $H=0, A=1, D=2, T=3$ ). 또한, 바코드에 수록된 정보 영역과 parity check digit를 구분하고, 두께 및 공간 값, 획득된 오류위치 값 등을 포함하여 정보해석 모듈에 전달한다.
- 오류정정 및 정보해석  
바코드 판독정보를 획득하고, 바의 가중치에 의하여 수록정보와 parity check digit 값을 비교한다. 오류위치 정보에 의하여 정정이 가능한지 비교하고, 정정이 가능한 경우에 오류를 정정하며, 정정된 결과와 오류인 바의 위치정보를 동시에 표시한다. 오류가 정정되지 않을 경우에는 오류 값들과 판독불가 메시지를 생성하여 표시될 수 있도록 한다.

이와 같은 기능 모듈들에 의하여 4-state 바코드를 판독할 수 있도록 설계하였다. 그러나, 4-state 바코드를 보다 효율적으로 판독되게 하려면, 4-state 바코드 인쇄를 위하여 정의된 상·하 여백의 높이를 고려하여 불필요한 잡영(noise signal)이 포함되지 않도록 하고, 여백의 높이 값보다 크게 설정될 경우에는 바코드 인쇄영역의 주변에 표시될 수 있는 문자 혹은 잡영에 대한 검출된 신호를 제거하기 위한 방법을 포함시켰다. 이 기능은 4-state 바코드 영역추출이 용이하도록 하기 위한 것이다.

4-state 바의 가중치의 생성방법으로는 바의 두께 및 공간 값이 인쇄규격의 범위를 벗어나도 판독될 수 있도록 하였다. 이 기능은 바코드 영역을 추출하여 A, T, D 영역의 값을 설정하기 위한 바의 두께, 공간, 높이의 기준 값에 최대 판독오차 범위를 적용하여 해결하였다. 최종적인 결과의 표시는 필요에 의하여 실제 규격과 거의 동일한 조건으로 바의 두께 및 공간 값이 얼마만큼 초과 혹은 미달되었는지 표시할 수도 있다. 이 기능은 4-state 바코드가 인쇄된 우편물에 존재하면 바코드의 인쇄규격의 범위를 정확하게 검사하여야 한다. 인쇄규격에서 벗어난 4-state 바코드는 자동구분 처리할 수 없으므로 인쇄규격에 의하여 판독될 수 있도록 한 것이다.

(그림 8)의 (A)는 4-state 바코드를 판독하기 위하여 raster beam을 주사하는 방법과 패턴 데이터를 획득을 위한 절차를 보인 것이다. 또한, raster beam을 상하로 2 회 이상 주사하여 4-state 바코드 패턴정보가 획득 되는 과정을 보인 것이다. (그림 8)의 (B)는 바코드영역 검출, 기울기 및 획득된 정보의 오차를 보정하기 위한 계산한 후, 메모리에 재배열하는 과정과 오류인 바의 위치정보를 설정하는 기능에 대한 흐름을 보인 것이다. (그림 8)의 (C)는 바코드 패턴 판독 정보들을 바의 가중치 및 위치 값의 정보와 4-state 바코드 참조레이블에 의하여 정보를 해석한다. 또한, 오류가 발생된 경우에는 parity check digit에 의하여 바코드 심볼로지의 오류를 정정하고 결과를 표시하기 위한 흐름을 보인 것이다.



(그림 8) 4-state 바코드판독기의 판독 절차

### 5. 판독오차 최소화 방법의 적용

이 장에서는 4-state 바코드 판독시스템에 적용된 판독오차의 범위를 최소화하기 위한 방법을 적용하여 시험한 결과를 다루었다.

이 4-state 바코드는 바의 두께 및 공간 값이 일정하고, 서로 다른 높이를 가지는 4상태의 바로 구성된다. 이 바코드는 우편물 자동구분을 위하여 사용되는 것으로 바 및 공간 값의 간격이 동일하고, tracker 바를 기준으로 판독하여 자동으로 구분한다. 4-state 바코드의 인쇄밀도는 1 인치에 20~24개 바, 바의 두께가 0.38~0.63mm로 경의되어 있다. 또한, tracker 바를 중심으로 상위 및 하위 바 길이에 따라 바의 가중치 값이 결정되는 특징이 있다 정상적인 바코드 인쇄규격에 의하여 정확하게 바코드 정보를 판독하기 위해서는 최소한 0.01mm 단위 이상으로 식별할 수 있어야 한다. 이는 판독오차 범위의 오차로 인하여 비규격인 4-state 바코드 심볼로지를 판독되어 우편물이 접수되면, 우편물 자동구분 처리과정에서 바코드 인쇄품질의 오류로 인하여 오류우편물이 많이 발생되기 때문이다. 이러한 요구사항을 만족 시키기 위해서는 하나의 beam과 여러 개의 raster beam인 경우를 대상으로 beam이 주사되는 특성을 고려하여 실제 값과 편차가 적은 값을 획득할 수 있도록 설정되어야 한다

#### 5.1. 판독오차 최소화 방법에 대한 기준설정

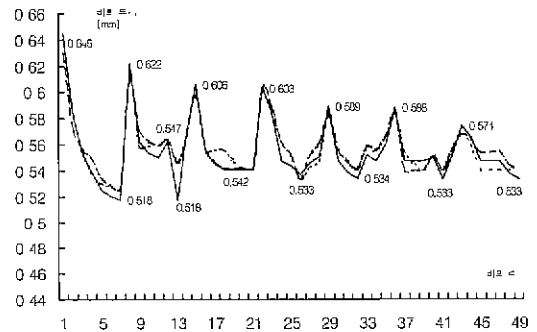
본 절에서는 raster beam에 판독오차 범위를 축소하기 위하여 우선, 하나의 beam으로 판독되는 일반 선형 바코드 판독기의 판독오차 범위를 줄이기 위한 방법을 적용한 것이다.

또한, 판독오차 최소화 방법을 적용하게 된 배경으로는 일반 유통용 바코드 판독방법은 바의 두께와 간격에 대한 비율 값으로 판독 하지만 우편물 자동구분 처리용 바코드는 바의 비율 값 보다는 바의 두께, 간격, 높이에 대한 길이 값이 중요하다. 이와 같은 4-state 바코드 인쇄규격의 중요성은 이동하는 우편물상에 바코드를 고속으로 인쇄(4m/sec)하고, 판독(35,000~50,000 통/시간)하기 위하여 설정된 기준이기 때문이다. 즉, 바의 두께와 간격이 일정하도록 구성하는 것이 효과적이기 때문이다. 따라서, 4-state 바코드는 실제 인쇄된 값과 거의 일치되어지는 바의 두께, 간격, 높이 값이 요구된다. 그러나, Raster beam에 의하여 판독할 경우

에는 비율 값에 의하여 판독하는 방법이 적용되어 있고, beam을 형성하는 spot이 주사된 개수와 판독된 개수에 의하여 결정된다. 또한, spot이 beam을 형성하는 구간에 고르게 분포되어 있지 않으므로 획득되는 값도 오차가 발생된다 우선, 비율 값으로 획득되는 방법에 있어 바의 두께, 간격 값이 실제 값과 일치되도록 하기 위한 방법을 적용하고자 한다. 기존의 바코드 판독시스템의 판독 오차범위의 분포를 확인하기 위하여 4-state 바코드에 tracker 바에 laser beam을 주사하고, 하나의 beam을 구성하는 spot의 이동방향에 따른 판독오차 범위를 다음과 같은 방법에 의하여 분석하였다.

- Tracker에 수평으로 하나의 beam이 주사된 상태에 따른 판독 값을 획득
- Tracker에 3회 반복 beam을 주사하고, 획득된 값들의 편차 계산
- 실제 바의 두께 및 공간 값과 판독되어진 값의 차이 산출

이와 같은 방법에 의하여 판독되어진 값은 (그림 9)와 같다.



(그림 9) 판독오차 범위 값의 시험 (광원과의 거리 120mm, 3회)

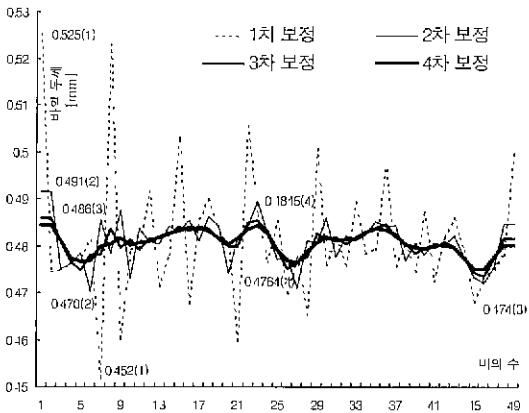
Beam은 바의 수 값을 기준으로 49에서 1로 이동할 경우에 판독된 바의 두께 값을 나타낸 것이다(바의 실제 두께는 0.48mm). (그림 9)에서 보인 바와 같이 동일한 영역을 3회 반복하여 판독 시험한 결과에 의한 최대 0.029mm의 오차가 발생됨을 확인하였다. 이 결과에서 바의 두께 값의 변화는 바의 두께를 구성하는 폭의 값의 불 균일에 의하여 발생하는 오차도 고려되어야 한다. 즉, beam이 바의 경계면을 항상 일정한 위치



를 통과되지 않기 때문에 발생된다. 이 결과는 인쇄품질이 양호한 경우일수록 판독오차가 적어진다. 하나의 beam이 주사된 공간을 약 7개의 구간(최대에서 최소 값으로 변화)으로 나누어 획득된 값을 보정함으로써 근사치에 가까운 비율 값을 획득하는 방법이 적용되어 있다. 또한, 최대에서 최소 값 구간의 편차도 첫번째 구간에서 일곱번째 구간까지 판독오차가 점점 적게됨을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 각 구간별로 기울기를 최소화시켜 실제 값과 동일한 비율 값을 획득하기 위한 방법을 적용하였다.

- 바코드를 판독하여 패턴 값을 획득
- 인접된 3개 바의 두께 값들의 평균치와 실제 바의 두께 값과 판독된 값들의 평균치에 의한 차를 적용하여 판독된 값을 구한다.
- 판독되어 계산된 값을 기준으로 인접된 3개 바의 두께 값들의 평균치를 적용하여 판독 값을 구한다.

상기 과정에서 1차 판독결과를 기준으로 인접된 바의 두께 평균값을 2차, 3차, 4차까지 반복하여 적용하면 (그림 10)과 같은 결과가 획득된다. 판독결과와 반복하여 계산하는 시간을 고려하여 판독오차 범위를 최소화하여야 한다.



(그림 10) 판독오차 범위 보정 방법의 적용방법의 시험

〈표 1〉 보정 단계별 판독오차 범위 축소 결과의 비교 (단위 : mm)

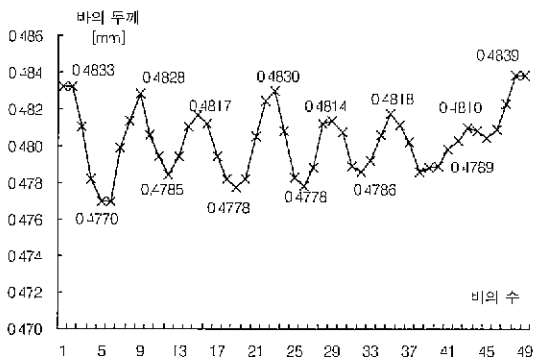
	1차 보정	2차 보정	3차 보정	4차 보정
최대 판독오차	0.073	0.021	0.011	0.0081
바 두께 판독 값 [0.48mm 기준]	0.452~0.525	0.47~0.491	0.475~0.486	0.4764~0.4815
바 두께 판독오차	0.028~0.035	0.01~0.006	0.005~0.006	0.0036~0.0045

(그림 10)은 바의 두께 값의 편차를 최소화 시키는 방법을 적용하기 위하여 보정방법을 4 단계로 구분하여 시험한 결과를 보인 것이다. 판독오차 범위의 보정 없이 판독하였을 경우에는 최대 0.127mm의 판독오차가 발생된다.

이와 같은 결과를 기준으로 4-state 바코드를 판독 시험한 결과에 의하면, 0.477~0.4839mm 범위내의 값으로 획득되었으며, 최대 판독오차는 0.0069mm 정도로 보다 안정적이고, 정확한 값이 획득됨을 확인하였다. 즉, 판독오차 범위의 최소 값과 최대 값의 차를 보정한 결과는 1차에서 0.073mm, 2차에서 0.021mm, 3차에서 0.011mm, 4차에서 0.0081mm까지 판독오차의 범위를 축소시킬 수 있었다.

### 5.2 판독오차 최소화 방법의 적용

판독오차 범위의 최소화 방법은 비의 두께라는 기준 값을 정한 후, 계산하여 보정된 값들이므로 실제 4-state 바코드 판독과정에서는 기준 값으로 적용한 실제 바의 두께 값을 제외시키고, 판독되는 값들에 의하여 계산하는 방법을 적용하여야 한다. 또한, 이러한 방법을 적용하여 바코드를 판독할 경우에 spot을 주사하는 광원과 바코드가 인쇄된 대상 물체간의 거리에 의하여 가정 적합한 판독거리를 결정할 필요가 있다. 이에 따라, 일반적으로 판독대상 거리의 범위보다 큰 광원과 대상 물체와의 거리를 120mm와 300mm로 설정하여 시험한 결과 (그림 11)과 (그림 12)와 같은 결과를 얻을 수 있었다.



(그림 11) 바 두께의 판독 시험결과 (광원으로부터 판독거리 120mm)

(그림 11)은 판독오차 범위의 축소방법을 적용하여 실제 바코드 패턴을 판독한 결과이다. 이 결과에 의하

면, 바 두께 및 공간 값에 대한 판독오차 범위가 최대 0.0069mm로 실제 값과 같은 값으로 안정된 값이 획득됨을 알 수 있었다. 동일한 바코드를 여러 번 판독할 경우 발생하는 판독오차는 (그림 10)과 (그림 11)의 판독오차 범위 중에서 최대 값(0.0081 - 0.0069mm)들의 차를 구하면 0.0012mm 정도의 판독오차 범위의 값에 대한 오차가 발생된다. 이 판독오차 범위 값을 기준으로 최소 및 최대 값의 차이 값을 구하여 인쇄품질의 척도를 정하기 위한 기준 값으로 사용할 수 있다.

판독오차 범위가 축소된 결과를 바탕으로 동일한 조건으로 반복하여 바코드를 판독할 경우에 발생한 판독오차 0.029mm보다 최대 판독오차 범위가 축소되므로 판독오차 값은 바코드 패턴 값의 획득에 매우 적게 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

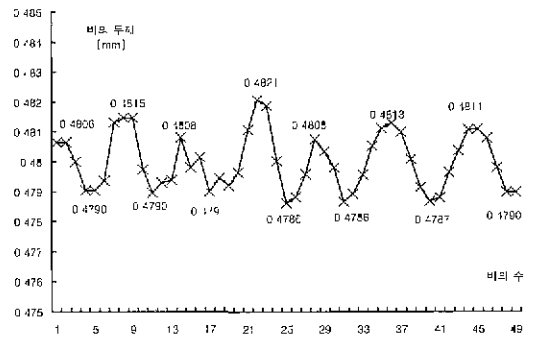
Raster beam은 spot이 좌,우 및 상,하로 이동하여 beam을 형성하기 때문에 beam에 의하여 획득되는 값은 beam이 바를 통과하는 값이 획득될 경우에 바의 두께 값과 판독오차, spot이 바를 통과하여 획득되는 값에 대한 오차(beam의 기울기)를 고려하여야 한다. 또한, 주사된 beam에 의하여 획득된 값들을 보정할 경우에 산출된 결과 값과 beam이 주사된 수, beam이 상,하 운동하는 구간 값 등을 고려하여 beam의 기울기 값을 산출하여 적용할 수 있다.

그러나, 일정한 상,하 높이에 많은 beam을 주사할 경우에 beam의 기울기에 따른 오차는 매우 적어진다. Beam이 상에서 하로 이동하는 동안에 10개 이상의 beam이 주사될 수도 있다. 또한, 주사되는 beam의 상,하 높이제한을 결정하기 위하여 바의 높이를 최대 5.08mm, 상측 여백 값이 3mm, 하측 여백이 3mm 등으로 설정된 점을 고려하여 10~15mm의 범위에서 상,하로 spot이 이동시켜 바코드 패턴 정보가 획득되도록 하였다. 이와 같은 조건에서 beam의 기울기는 바코드의 전체길이를 70mm 기준으로 할 경우에 0.8도 이하의 기울기 값을 가진다. 기울기에 의하여 판독되는 값들의 오차는 0.000714 mm이므로 거의 무시될 수도 있다.

(그림 12)는 인쇄된 바코드와 광원과의 거리를 300mm로 하였을 경우에 시험결과이며, 120mm의 간격에 의하여 판독오차 범위를 시험한 경우보다 판독오차 범위가 평균 0.002mm정도 축소됨을 확인할 수 있었다.

판독거리 120~300mm가 설정한 이유는 일반적으로 laser beam에 의하여 판독 가능한 거리가 120mm에서

5m까지 가능하지만, 판독 대상물체인 우편물의 크기(140~235mm)를 고려하여 우편물에 적합하게 주사되는 beam의 폭을 고려하여 설정한 것이다. 또한, 일반 laser 바코드 판독기는 판독 대상물체와의 거리를 광원으로부터 120mm로 정한 이유는 바코드를 판독하기 위한 적절한 값들이 획득되어지기 시작하는 거리이기 때문이다.



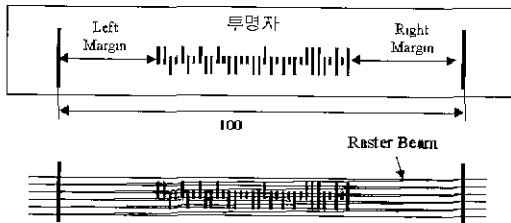
(그림 12) 판독오차 범위 시험결과  
(광원으로부터 판독거리 300mm)

또한, 우편물을 기준으로 가장 적합한 판독 거리는 120~260mm이고, 이 구간에서 판독 오차의 범위를 갖는 것은 판독거리가 260mm인 경우이다. 그리고, 우편물 자동구분 처리 시스템의 바코드 판독기의 성능은 0.01mm 이내의 범위는 판독하여 처리된다 따라서, 판독거리가 300mm인 경우에 120mm인 경우보다 0.002mm 정도 정확성을 갖게 되지만, 120mm의 경우에도 판독오차 범위가 이미 자동구분 처리시스템에서 허용하는 오차 범위이내의 값으로 판독할 수 있으므로 우편물에 주사되는 beam의 폭을 고려하여 적절한 판독거리를 유지하는 것이 효과적이다.

또한, 선택적으로 보다 정확한 바코드 판독 값을 획득하기 위해서는 바코드 판독기의 광원에 120~260mm의 고정 쇄에 투명지를 고정시키는 방법을 적용할 수도 있다. 이는 바코드 판독기 운영자 hand held 바코드 판독기와 판독 대상인 우편물과 일정한 거리를 유지시켜 줄 수 있기 때문이다. 또한, 투명자 내의 가이드 바를 적용한 이유는 바의 두께 및 공간 값은 비을 값으로 획득되는데, 보다 정확한 값을 획득하기 위한 보조수단으로 활용될 수 있다.

(그림 13)과 같이 가이드 바를 이용하여 판독될 경

우에는 가이드 바들의 간격을 투명자에 정확하게 표현하고, 4-state 바코드를 가이드 바 내에 위치하도록 한 후, 4-state 바의 우측 및 좌측 여백에 대하여 획득된 값을 제한한 값으로 판독하는 방법을 적용한 것이다. 이러한 방법을 적용할 경우에 가이드의 바 간격이라는 기준 값을 활용할 수 있기 때문에 보다 정확한 값으로 판독될 것으로 기대된다.



(그림 13) 가이드 바 적용

## 6. 결론 및 추후 연구사항

본 논문에서는 고객 바코드 인쇄 우편물의 접수과정 및 자동 구분되지 않은 오류 우편물을 손쉽게 판독하여 처리하는 업무에 적용될 수 있도록 우편용 4-state 바코드 판독시스템을 개발하고 판독오차 범위를 최소화한 것이다 바코드 판독오차 범위의 보정없이 판독한 경우에는 실제 인쇄된 바의 두께 값(0.48mm)에 의한 판독오차 범위는 최소 0.04mm(0.533~0.574mm), 최대 0.127mm(0.518~0.645mm) 범위내의 값으로 획득되었다. 판독오차 범위의 보정방법을 적용하지 않은 경우에는 실제 값보다 7.92~34.38%의 오차가 발생 되었으며, 실제 값과 4차 보정결과와 비교하면 -1.12~0.69% 정도의 오차가 발생됨을 알 수 있다. 즉, 약 99.88% 이상의 정확도로 바코드 패턴 값이 획득된다. 이 4-state 바코드를 판독하기 위하여 소요되는 시간은 약 350~420msec 이내에 판독이 가능하며, 판독오차 범위를 최소화하기 위해 소요시간은 평균 10msec 이내에 획득된다. 따라서, 이 바코드 판독시스템은 4-state 고객 바코드 인쇄규격 검증을 위하여 활용될 수 있을 것으로 기대된다

추후 연구사항으로는 이 우편물류검출 및 오류정정이 용이한 N modulo 혹은 Reed Solomon 알고리즘을 적용하여 판독율을 향상시키기 위한 연구결과를 적용하고, 바코드에 수록될 정보들을 표준화하여 우편물류

흐름에 필요한 정보전달 및 획득수단으로 사용하기 위한 연구가 진행되어야 한다.

## 참 고 문 헌

- [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 Redcrsen, 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 demensional dense code symbology and reader for the package handling environment," pp875-884. 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/>. 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 시스템통합 연구회, pp 92-96. 1993.7.

- [11] 박문성, "우편용 한글 4 State 바코드", 제4회 우정 workshop, pp.139-152. 1998. 9.
- [12] 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동치리를 위한 한글 4상 4바코드 시스템 설계", 한국정보처리학회 추계 학술발표회, 제5권 제3호, pp.827-830. 1998.10.
- [13] 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동처리 촉진을 위한 3 out of 5 고객 바코드 검증시스템", 한국 정보과학회 학술발표논문집, 제25권 제2호, pp.496-498. 1998. 11.
- [14] 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동치리를 위한 한글 4 State 바코드 시스템", 한국정보처리학회 논문지, 제7권 제1호, pp.146-155. 2000. 1.



**박 문 성**

e-mail : mspark@etri.re.kr  
 1993년 숭실대학교 대학원 전자 및 컴퓨터공학과(석사)  
 2000년~현재 배재대학교 컴퓨터 공학과 박사과정  
 1983년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구부 우정자동화팀 선임기술원

관심분야 : Data Capture & Carrier, 문산처리, Computer Network



**송 재 관**

e-mail : jgsong@etri.re.kr  
 1987년 대전공업대학교 기계공학과 졸업(학사)  
 1993년 충북대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학석사)  
 1986년~1988년 중경공업전문대학 기계과(조교)

1986년~현재 한국전자통신연구원 우정자동화팀 선임기술원

관심분야 : 고체 및 생산공학, 우정 자동화 기술



**남 윤 석**

e-mail : ysnam@etri.re.kr  
 1984년 아주대학교 산업공학과(학사)  
 1989년 Polytechnic Univ. (New York), Dept. of Industrial Engineering(공학석사)

1992년 Polytechnic Univ.(New York), Dept. of Industrial Engineering (공학박사)

1993년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구부 우정자동화팀장

관심분야 : 소프트웨어 공학, 패턴인식 등



**김 혜 규**

e-mail : hkdam@etri.re.kr  
 1973년 서울대학교 공학대학 응용물리학과(학사)  
 1985년 서강대학교 경영대학원 경영학과(석사)  
 1994년 서강대학교 공공정책대학원 정보처리(석사)

1979년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구부장 책임연구원

관심분야 : 정보산업정책, 멀티미디어, 인식 기술



**정 회 경**

e-mail : hkjung@mail.paichat.ac.kr  
 1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(석사)  
 1993년 평운대학교 컴퓨터공학과(박사)

1994년~현재 레계대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 하이퍼미디어/멀티미디어 문서정보처리, SGML, XML, HyTime, DSSSL, IETM XML/EDI