

우편용 4 State 바코드시스템의 판독오차 최소화 방법

황재각, 신미영, 박문성

한국전자통신연구원 우정자동화팀

전화 : (042) 860-6581 / 팩스 : (042) 860-6505

Minimization Method of Reading Error in Postal 4 State Bar Code Reader

Jae Gak Hwang, Mi Young Shin, Moon Sung Park

Postal Automation Technology Development Team, ETRI

E-mail : mspark@etri.re.kr

Abstract

Recently many efforts on the development of automatic processing system for delivery sequence sorting have been performed in ETRI, which requires the use of postal 4 state bar code system to encode delivery points. This paper addresses the issue on the reduction of reading error in postal 4 state raster beam based bar code reader 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 90-100%.

I. 서론

현재, 우편물 자동구분 처리 시스템은 3 of 5 바코드를 적용하여 OCR(Optical Character Reader)에 의하여 인식(인식율 85%)된 우편번호(총 길이 70mm)를 기계 바코드로 인쇄하고, 이 결과를 LSM(Letter Sorting Machine)의 바코드 판독기(판독율 95%)에 의하여 우편물 상에 인쇄된 기계 바코드를 판독하여 구분하고 있다. 또한, OCR의 판독율이 낮아 발생하는 오류우편물의 최소화를 위하여 우편고객에게 기계 바코드와 동일한 규격으로 우편봉투에 인쇄토록 하고, 이 우편물은 OCR에 투입하지 않고 LSM에 직접 투입하여 오류 우편물을 최소화시켜 서비스의 질을 향상시키고 있다 [1,2,3]. 그러나, 우편물 자동구분의 범위를 확장파 우편고객에게 다양한 부가서비스를 제공하기 위해서는

바코드 정보수록의 밀도가 높고, 고속 인쇄 및 판독이 용이한 4 State 바코드의 도입이 요구되고 있다. 이에 따라, 4 State 바코드에 우편번호, 우편물 배달순서 코드를 수록하고, 나머지 공간에는 고객의 정보를 수록하여 다양한 부가서비스를 제공하기 위한 노력을 시도하고 있다. 또한, 우편물 자동구분 처리를 위한 4 State 고객 바코드 인쇄체도의 도입과 우편업무 처리를 위하여 요구되는 각종 양식에 적용하는 방법을 추진하고 있다. 그림 1은 우편집중국에서 우편물을 자동으로 구분하기 위한 절차와 주요 기능을 보인 것이다.

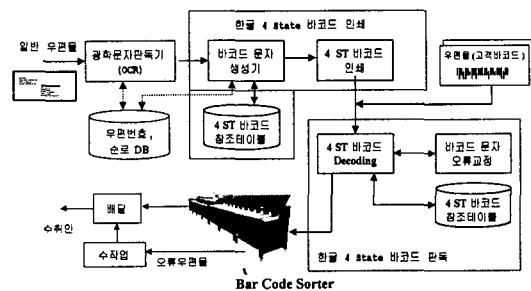


그림 1 우편물 자동구분 처리의 구성도
Fig. 1 Automatic Processing Flow for Letter Mail Items

- 1) 우편물 투입 및 운송용 벨트에 의한 우편물이송
- 2) 이동중인 우편물의 우편번호를 OCR에 의하여 80% 이상을 판독하여 처리
- 3) 판독된 우편번호 및 체크문자를 생성하여 해당 우편물에 형광 바코드 인쇄(4 State 바코드 적용 예정)

4) 이동 중인 우편물의 바코드(흑백 및 형광색)를 판독(95%)하여 해당 구분칸(bin)으로 전달

또한, 다량 우편물을 취급하는 우편고객을 대상으로 시행되고 있는 고객 바코드를 판독할 수 있도록 LSM에 흑백 바코드 판독기를 추가하여, OCR에 의한 인식과정과 바코드 인쇄과정을 생략하고 자동 구분하게 함으로써 오류우편물의 최소화 및 자동처리의 효율을 극대화시키고 있다. 이에 따라, 우편고객이 사전에 인쇄한 바코드에 수록된 정보를 판독할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 추후 우편용 고객 바코드로 활용될 4 State 바코드를 우편물 접수과정에서 손쉽게 판독하기 위한 시스템을 구현한 것이다.

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. 각 바는 중간 수평기준선을 기준으로 적은 상·하 높이값을 가지는 Tracker(T) 바, 기준선의 위로 바의 높이가 긴 Ascender(A) 바, 기준선 아래로 긴 바를 가지는 Descender(D) 바, 그리고 Ascender의 top과 Descender의 bottom의 길이를 가지는 Full Height(H) 바로 구성된다. 이렇게 다른 높이를 가지는 바코드를 판독하려면 높이 값에 의하여 다중 레벨로 구분하여 beam을 scan하고 획득된 값들에 의하여 해석하는 방법이 요구된다. 이에 따라, 2 Dimension 바코드 판독을 위하여 사용하는 Raster Beam을 scan하여 판독하는 방법을 적용하고자 한다. 또한, Raster Beam을 사용하여 판독할 경우에 beam을 형성하는 spot의 이동속도와 판독대상 우편물에 인쇄된 바코드를 검출하는 방법에 있어 판독오차를 최소화하기 위한 방법이 요구된다. 이 4 State 바코드는 동일한 바의 두께와 일정한 간격으로 높이가 서로 다른 바를 혼합하여 바코드문자를 20~25개 바로 1 inch 내에 표현한다. 또한, 우편물 자동구분을 위하여 고속으로 인쇄하고 판독되어야 하는 특성이 포함되어 있어 단위길이에 의하여 정확하게 판독될 수 있어야 한다. 이와 같은 특성을 고려하여, Raster Beam에 의하여 비율 값으로 측정되는 값을 정확한 단위 길이로 판독될 수 있도록 구성하여야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 판독 대상물체와 일정한 거리를 유지시켜 판독하는 방법과 beam이 scan될 때에 spot이 반사되는 시간값을 기준으로 하여 판독대상물체와의 거리값에 의한 보정값 패턴을 생성하고, 이 값을 기준으로 획득되는 비율값을 단위 길이로 치환하여 정해진 규격의 범위에 포함되는 바코드만을 판독하여 처리하여야 한다. 이는 고객 바코드 인쇄 우편물을 접수하는 과정에 적용될 수 있다. 본 논문에서는 상기와 같은 조건을 만족할 수 있는 4 State 바코드를 판독하고, 수록된 정보를 해석하여 자동구분 가능한 우편물인지 확인할 수 있도록 구성한 것이다. 제 2장에서는 4 State 바코드 정보체계 및 바코드 인쇄규격을 보이고, 제 3장에서는 Hand

Held용 바코드 판독기로 Raster Beam을 scan하여 4 State 바코드 하기 위한 시스템 설계와 구현 내용을 다루었으며, 제 4장에서는 Raster Beam에 의하여 4 State 바코드 판독시 측정오차를 최소화하는 방법을 적용하였으며, 제 5장에서는 추후 연구사항을 다루었다.

II. 우편용 4 State 바코드

우편용 4 State 바코드는 영국 Royal Mail에서 처음 개발하였으며, 캐나다, 일본, 호주 등의 국가에서도 이 4 State 바코드를 자국의 실정에 맞게 수정하여 적용하고 있다[4,5,6]. 4 State 바코드는 영국 Royal Mail 및 캐나다 CPC (Canada Post Corporation)의 4 State 바코드를 기반으로 국내 환경에 적합한 한글정보를 수록할 수 있도록 구성한 것을 특징으로 한다. 영국 방식은 4 State 바코드를 상하로 구분하여 0, 1, 2, 4의 바 가중치를 적용하고, 6x6 매트릭스 참조테이블에 의하여 36개의 문자(숫자, 영문 대문자)를 사용하고, parity bit는 상위 및 하위의 모두 더하여 6으로 나눈 나머지의 값을 적용하고 있다. 캐나다의 경우에는 각 바에 0,1,2,3의 값을 부여하고, 위치값으로 4의 계수값에 적용하여 다음과 같은 수식에 의하여 63개의 바코드문자를 정의하여 사용한다.

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

이 수식에서 B는 바를 표시하며, V는 가중치, n은 위치 값을 말한다. 수식에 바코드문자의 값이 ADTA 값일 경우 다음과 같으며, 체크문자는 256 modulo를 적용하여 생성할 수 있다.

$$ADTA = 1 \times 4^0 + 2 \times 4^1 + 0 \times 4^2 + 1 \times 4^3 = 1 + 8 + 0 + 64 = 73$$

조합형 한글문자(조성, 중성, 중성) 및 또 다른 국가의 언어를 적용하기 위하여 다음과 같은 수식을 생성하고, 가중치 V값에 의하여 해당 참조테이블을 선택하여 사용할 수 있도록 4 State 3 바코드를 설계하였다.

$$F_{4,313} = 4^0(B_0 + 3V) + 4^1(B_1 + 3V) + 4^2(B_2 + 3V)$$

$$F_{4,313} = \sum_{n=1}^{char} \sum_{i=0}^2 4^n (B_{ni} + 3V) |_{v=\{0,1,2,\dots,63\}}$$

또한, 한글 완성형문자(KS 5601, 2,350개)를 적용하기 위하여 49x48의 매트릭스 참조테이블을 생성하고, 행과 열의 값은 상기수식을 적용하여 설계하였다.

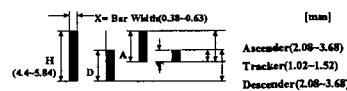


그림 2 우편용 4 State 바코드 인쇄규격

Fig. 2 Printing Specification of 4 State Bar Code
이와 같이 다양한 문자 및 다양한 언어를 표현할 수 있도록 설계된 우편용 4 State 바코드는 자동구분 판

독기에서 바코드의 기울기 값이 4 State 4 바의 수평선을 기준으로 5도 이상 기울어지면 판독할 수 없으며, 인쇄규격은 그림 2와 같다[4,6].

III. Raster Beam에 의한 우편용 4 State 바코드 판독시스템 설계 및 구현

Raster Beam의 scan 규칙은 spot(지름 : 6/1,000 inch)을 일정한 폭으로 이동시켜 하나의 beam을 형성하며, 반대 방향으로 spot을 이동할 때 일정한 각도 값에 의하여 사선으로 이동하는 방법과 정해진 상하 폭만큼 상하로 spot을 이동시키는 방법과 이에 의하여 검출되는 신호 값을 해석하여 바코드를 판독하는 방법이다[7]. 상하로 scan되는 폭의 값은 4 State 바코드의 Full Height 바보다 큰 값을 가지고, 바코드 인쇄를 위하여 정의된 좌우 및 상하 여백의 높이로 제한하여야 정확한 값을 판독할 수 있게 된다. 상하 여백의 높이 값보다 크게 설정할 경우에는 바코드 인쇄영역의 주변에 표시될 수 있는 문자 혹은 잡영(noise signal)에 대한 검출된 신호를 제거하기 위한 방법을 포함시켰다. 그림 2는 hand held용 4 State 바코드를 판독하기 위하여 설계한 시스템 구성도이다.

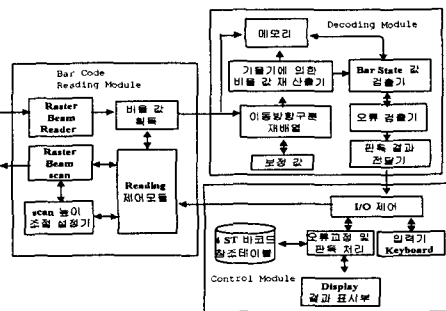


그림 3 4 State 바코드 판독기 의 구조
Fig. 3 Architecture of 4 State Bar Code Reader

또한, 4 State 바코드의 인쇄영역을 손쉽게 검출하려면 시작 바와 정지 바의 특성을 고려하여 인쇄된 바코드영역의 빠른 검출이 요구된다. 시작 바의 top 위치와 정지 바의 top 위치에 의하여 전체 길이를 정하고, 정지 바 혹은 시작 바의 bottom값에 의하여 최대 높이값을 산출할 수 있어야 하며, 중간 기준선의 위치 값을 획득하기 위하여 시작 및 정지 바의 다음 바가 Tracker 바로 설정하여 중간 기준선값을 획득하는 방법이 효과적이므로 이러한 판독 특성을 고려하여 시작 바와 정지 바를 정의하고, 바의 길이를 최소화하기 위한 방법을 적용하면 시작 바는 Ascender, 정지 바는 Tracker + Full Height 바로 구성하는 것이 적합하다. 또한, 자동구분을 위한 4 State 바코드 판독시 우측부

터 판독되는 특성을 고려하여 한 것이다.

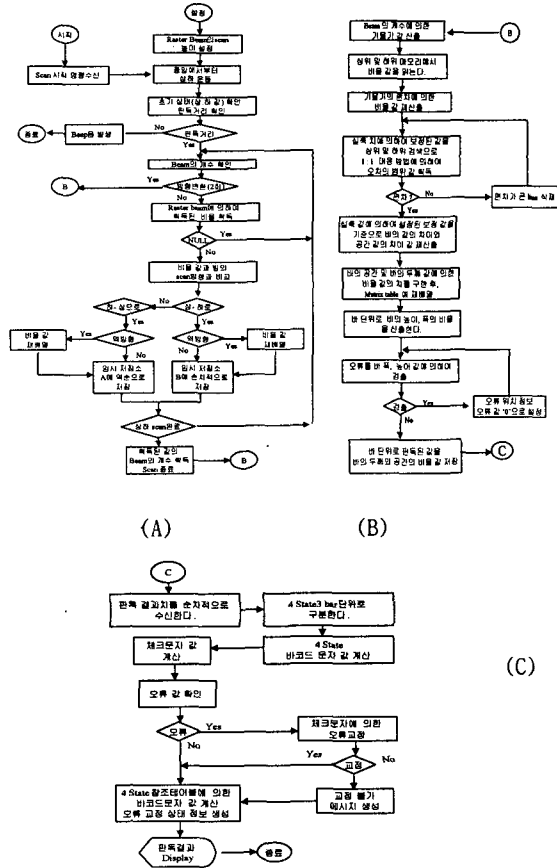


그림 4 우편용 4 State 바코드판독기에서의 정보획득 및 해석 흐름도

Fig. 4 Procedure of Data Capture and Decoding in the 4 State Bar Code Reader

그림 4 (A)는 4 State 바코드를 판독하기 위하여 Raster Beam을 scan 방법과 데이터 획득을 위한 절차를 보인 것이다. 또한, Raster Beam을 상하로 2 회 scan하면 결과가 획득될 수 있도록 한다. 그림 4 (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 4 (C)는 상기 과정에 의하여 획득된 정보들을 바의 가중치 및 위치값의 정보와 4 State 바코드 참조데이터에 의하여 정보를 해석한다. 또한, 오류가 발생된 경우에는 parity bit에 의하여 바코드문자의 오류를 정정하는 흐름을 보인 것이다. 그림 5의 A는 4 State 바코드에 beam이 scan된 경우를 보인 것이며, spot이 일정한 속도로 이동하고, 동일한 각도로 7 등분하였을 때 spot이 scan된 바코드의 전체 길이를 대상으로 spot의 분포를 비교하면, 중간 부분

으로 접근할수록 spot의 밀도가 매우 높아진다.

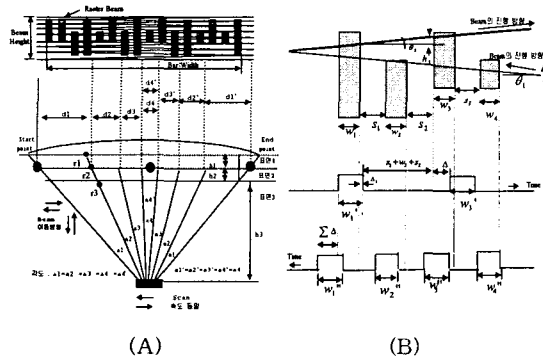


그림 5 Raster Beam의 Scan 값 획득에 의한 4 State 바코드 판독

Fig. 5 Raster Beam Scanning for 4 State Bar Code Reading

이에 따라, 반사되어 획득되는 값도 중간 부분의 spot 밀도에 의하여 보다 정확한 값으로 검출되고, 중간에서 멀어질수록 많은 오차가 발생됨을 확인하였다.

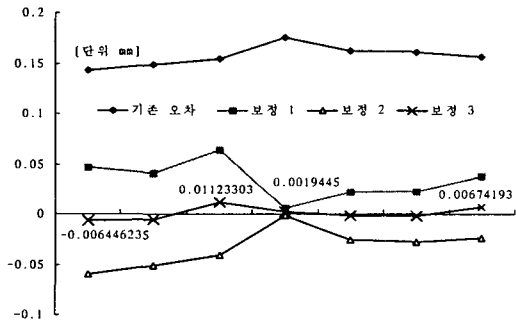


그림 6 기존 및 새로운 방법에 의한 측정편차 비교
Fig 6. Measurement Difference Value of Legacy and New

Spot이 발생하는 지점과 대상물체에 도착하는 거리 값과 이동속도에 의한 각도 값을 구하여 적용하고, 실제 측정된 값과 실제값과의 오차 값을 보정하는 방법을 적용하였다. 또한, 인쇄된 바코드와 hand held 바코드간의 거리를 120mm로 고정시키고, 바의 두께가 0.456mm로 일정한 간격의 바를 생성한 후 10회 이상 시험하였다. 그림 6은 기존의 방법에 의하여 발생하는 오차(평균측정오차 25.24%)의 분포와 측정된 값의 최대값 및 최소값의 기울기 값을 적용하여 계산된 값에 의하여 1차 보정값(평균측정오차 5.54%), 그리고 1차 보정값의 기울기 값을 적용하여 재계산한 2차 보정값(평균측정오차 -5.37%)의 평균값을 적용하였다(평균측정오차 0.08%). 보정값을 산출하기 위하여 측정된 값들 중에서 최대 및 최소값과 실제값과의 오차 값을 적용하여 계산 한 것이다. 이러한 방법을 적용하여 3차

에 걸쳐 보정을 수행하면 측정되는 평균값을 기준으로 판독오차 값이 최소 0.001945mm, 최대 0.01123mm의 오차범위 내에서 정확한 판독이 가능하게 된다. 또한, spot이 반사되어 획득되는 시간단위(판독거리)별로 보정값의 패턴을 생성하여 적용하였으며, 상위 혹은 하위영역에서 바가 일정간격 존재하지 않는 경우에도 측정오차 값이 적으므로 기존방법보다 적은 계산시간으로 정확한 바와 바 사이의 공간 값을 획득할 수 있게 되어 판독율도 향상된다.

VI. 결론 및 추후 연구사항

본 논문에서는 우편물 접수과정에서 손쉽게 사용할 수 있는 우편용 4 State 바코드 판독기를 개발한 것이며, 본 논문에서 제시한 방법에 의하여 판독할 경우, 4 State 바코드 인쇄규격에 의한 바코드에 수록된 정보를 정확하게 판독할 수 있게 되었다. 추후 연구사항으로는 이 우편용 4 State 바코드에 오류검출 및 오류정정이 용이한 N Modulo 혹은 Reed Solomon 알고리즘을 적용하여 판독율을 향상시키기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 박문성, "우편물 자동처리 촉진을 위한 한글 4상 4 바코드에 관한 연구", 한국정보처리학회 제2회 시스템통합연구회, pp.92-96. 1998.7.
- [2] 박문성, "우편용 한글 4 State 바코드", 제4회 우정workshop, pp.139-152. 1998. 9.
- [3] 박문성, 송재관, 우동진 "우편물 자동처리 촉진을 위한 3 of 5 고객 바코드 검증 시스템", 한국정보과학회 학술발표논문집 제25권 2호, pp.496-498. 1998.11.
- [4] Donald Clysdale, "Canada Post Corporations Point of Call Identifier", Advanced Technology Conference. Vol 2, pp.771-782. December 1992.
- [5] J. Strohmeyer, J. Nice, "Carrier Sequence Bar Code Sorter", Advanced Technology Conference. Vol 2, pp.1061-1074. December 1992.
- [6] Royal Mail, "Mailsort Customer Barcoding Technical Specification", OXFORD, pp.1-pp.11. April 1995.
- [7] Rolland D. Culp, "High Density (2D) Bar Codes and EDI Enhance U.S. Mail Manifesting", pp.643-657. Advanced Technology Conference, Vol. 2, December 1992.