

## 2차원 바코드를 위한 데이터 부호화 알고리즘 설계

### Design of Data Encoding Algorithm for the Two Dimensional Barcode

전 성 구\*, 허 남 역\*\*, 김 일 환\*\*\*

Seong-Goo Jeon, Nam-Euk Her and Il-Hwan Kim

**Abstract** - In this paper, we propose a data encoding algorithm for two-dimensional barcode system. In general, one-dimensional barcode is just a key which can access detailed information to the host computer database. But the two-dimensional barcode is a new technology which can obtain high density information without access to the host computer database. We implemented encoding algorithm for Data Matrix Barcode which is the most widely used among the many kind of two-dimensional barcodes. And we marked to a real object using Digital Signal Processor(DSP) Marking System. The performance of proposed algorithm is verified through the result of marking work.

**Key Words** : Data Matrix, Encoding, Barcode

#### 1. 서론

현재 널리 사용되고 있는 1차원 바코드는 백화점이나 편의점, 슈퍼마켓 등 유통분야에서 판매 관리와 자동 수·발주 관리 업무로 우리의 일상생활과 밀접하고 광범위하게 사용되고 있으며, 공장에서는 생산 관리, 품질 관리, 자재 및 완제품 입고 출고 관리 등에 적용되어 생산성 향상은 물론 원가 절감에 크게 기여하고 있다[1].

1차원 바코드는 정보를 포함하고 있는 데이터베이스에 접근하는 데이터 키 역할을 한다. 바코드 정보를 확인하기 위해서는 데이터 키를 가지고 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 온라인으로 연결하여야 한다. 또한 1차원 바코드는 영문과 숫자만을 기록할 수 있기 때문에 형식과 정보량에 제한을 가지고 있다. 이에 비해, 2차원 바코드는 다량의 데이터를 포함할 수 있고 고밀도의 데이터 표현이 가능하며, 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 온라인으로 연결할 필요 없이 확인하고자 하는 사람이나 대상물에 대한 정보를 얻을 수 있다. 또한 영어, 일어, 한자, 숫자, 한글 등 다양한 문자를 기록할 수 있는 특징이 있다[2].

2차원 바코드는 X, Y방향으로 데이터를 배열하여 평면화시킨 것으로서 기존의 1차원 바코드 심벌로지가 가지는 문제점인 데이터 표현의 제한성, 즉 다양하고 많은 데이터의 표현이 불가능한 점을 보완하기 위하여 1980년대 중반에 제안되었다[2][3]. 특히, 2차원 바코드에서 널리 사용되고 있는 Data Matrix 코드는 Data Code라고 불리기도 하며, 고밀도의 데이터 저장능력과 오류수정 기능이 포함된 2차원 심벌로지

(symbology)이다. 따라서 생산업체에서 다단계 공정관리, 물류관리, 품질관리, 제품관리 등에 널리 활용하고 있다. 또한 은행, 보험, 통신, 우편 분야에도 이용이 확대되고 있는 추세이다.

본 논문에서는 Data Matrix 바코드를 위한 데이터 부호화 알고리즘을 제안하고 Digital Signal Processor(이하 DSP)를 사용한 마킹 시스템을 이용하여 마킹을 실시하였다. 각인된 결과를 바코드 스캐너로 인식하여 결과를 확인하였다.

#### 2. Data Matrix 바코드의 구조

바코드는 다양한 폭을 가진 바(bar, 검은 막대)와 스페이스(space, 흰 막대)의 배열 패턴으로, 정보를 표현하는 부호 또는 부호체계이다. 바코드 심벌의 구조상 최소 단위는 모듈 또는 X dimension이라고 부르며, 1비트의 값을 가진다. 1개 또는 여러 개의 모듈이 모여서 바와 스페이스를 만드는데, 이를 element라고 한다. 이러한 element들이 모여서 하나의 심벌 문자를 만들고 이는 1개의 ASCII 문자에 상응한다[4]. 이 심벌 문자는 0-255의 값을 가지는데 이 값을 코드워드(codeword)라고 한다. 심벌 문자들이 모여서 완전한 심벌을 만든다. 이 심벌의 표현 규칙을 바코드 심벌로지라고 한다.

그림 1과 같이 Data Matrix 바코드는 양축의 가로 세로 방향으로 데이터를 배열, 평면화 시킨 것이며 바코드의 주위에는 4개의 빈 여백(quiet zone)이 존재한다. 2개의 finder bar는 리더기가 바코드의 방향과 위치를 인식할 수 있도록 해준다. Matrix density bar는 data matrix에 열과 줄의 수를 나타낸다. 이 바는 입력된 데이터의 양과 종류에 따라 가변적이다. 데이터 영역은 입력된 데이터에 의해서 생성된 코드워드와 그 코드워드에 의해서 생성된 오류 정정 코드워드를 표시한다. 데이터 영역의 코드워드는 데이터 코드워드, 오류 정정 코드워드 순서로 심벌 문자 배치 규칙에 의해서 matrix 안에 배열한다.

저자 소개

\*\*\*正會員 : 江原大學校 電氣電子情報通信工學部 副教授

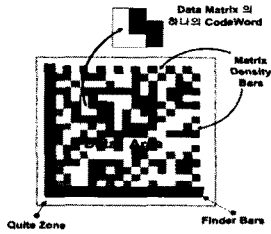


그림 1. Data Matrix 심벌 구조

Data Matrix는 심벌 당 표현할 수 있는 데이터 양을 강조한 매트릭스형 코드이다. 심벌 크기는 한 변이 0.001인치에서 14인치까지 가능하며, 심벌 당 최대 2334개의 alphanumeric 문자나 도트 매트릭스 프린터로 500개의 수치를 표현할 때는 1인치 정사각형에 가능하고 500개의 모든 ASCII 문자를 표현할 때는 1.4인치 정사각형에 가능하다. 데이터의 인식 패턴 안에 표현되는데 검은 모듈은 1을, 흰 모듈은 0을 나타낸다. Data Matrix에는 오류검출 및 복원(Error Checking and Correction) 알고리즘에 따라서 ECC00-140과 ECC200 심벌이 있다. ECC00-140은 Convolutional 오류 검출 및 복원 알고리즘을 채택하고 ECC200은 Reed-Solomon 알고리즘을 채택하고 있다[5]. 본 논문에서는 ECC200을 사용하였다.

### 3. 데이터 부호화 알고리즘

데이터 부호화 알고리즘은 다음과 같이 크게 3단계로 분류할 수 있다. 각 단계별로 설명하기로 한다.

- 단계 1: 입력 데이터의 종류에 따라 4가지 (C40, ASCII, TEXT, BASE256)로 구분하여 부호화를 실시, 코드워드를 생성한다. C40 부호화는 입력 데이터가 주로 영문 대문자, TEXT 부호화는 입력 데이터가 주로 영문 소문자, BASE256 부호화는 입력 데이터가 주로 한글로 각각 구성된 경우에 적용된다.
- 단계 2: 단계 1에서 생성된 코드워드를 입력으로 하여 Reed-Solomon 오류 수정 알고리즘을 사용하여 오류 검출 및 복원 코드워드를 생성한다.
- 단계 3: 단계 1-2에서 생성된 코드워드를 심벌문자 배치 규칙에 의해서 Matrix 안에 코드워드를 표현한다.

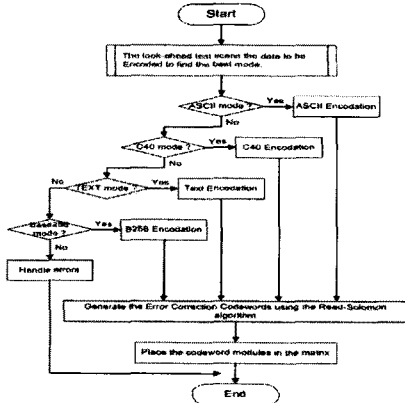


그림 2. 데이터 부호화 알고리즘

그림 2는 앞서 설명한 내용에 기초하여 작성한 데이터 부호화 알고리즘이다. 입력의 내용을 미리 조사하여 부호화 방법을 결정한 후 해당 방법에 의해서 부호화를 진행한다. 그림 3은 Reed-Solomon 알고리즘을 사용하여 오류 검출 및 복원 코드워드를 생성하는 알고리즘이다. 알고리즘에서 사용하는 연산 방법은 그림에서 알 수 있듯이 일반적인 정수 연산이 아니라 Galois Field 연산 방법을 사용하고 있다. 그림 4는 심벌 문자 배치 알고리즘을 보여주고 있다.

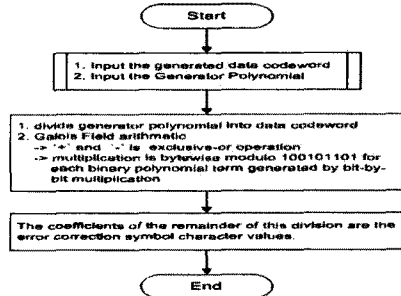


그림 3. Reed-Solomon 알고리즘을 사용한 오류 검출 및 복원 코드워드 생성 알고리즘

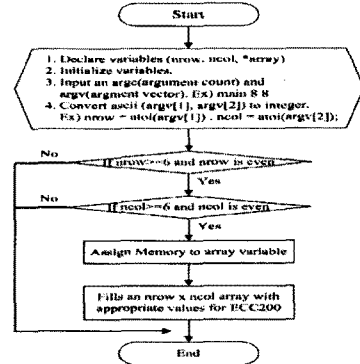


그림 4. 심벌 문자 배치 알고리즘

### 4. 실험 결과

본 논문에서 먼저 개인용 컴퓨터에서 작성한 바코드 생성 프로그램을 이용하여 부호화를 실행하고, 바코드 스캐너를 이용해서 바코드를 인식하여 제안된 알고리즘의 타당성을 검증하였다. 또 다른 응용의 예로 마킹 시스템을 이용하여 앞서 생성된 바코드를 실제 피사체에 마킹한 후, 바코드 스캐너로 바코드를 인식하여 알고리즘의 타당성을 검증하였다.

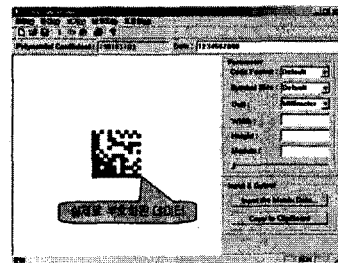


그림 5. 숫자 부호화 결과

그림 5는 바코드 프로그램에서 입력을 '1234567890'으로, 그림 6은 입력을 'Kangwon National University'로 하여 부호화한 결과이다. 그림 7은 바코드 스캐너로 부호화 결과를 인식한 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 입력된 데이터와 동일한 데이터가 스캐너에 의해 인식된 것을 알 수 있다.

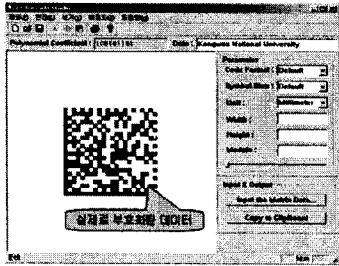


그림 6. 학교이름을 부호화한 결과

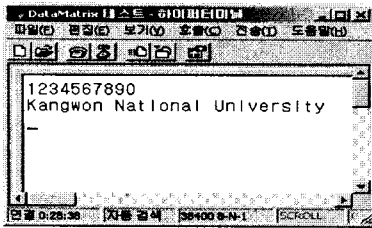


그림 7. 바코드 스캐너로 인식한 결과

그림 8은 본 논문에서 생성된 바코드를 마킹하여 검증하기 위해서 사용한 마킹 시스템이다. 마킹 시스템은 컨트롤러와 마킹 기계, 입력 장치 등으로 구성되어 있다. 컨트롤러는 DSP (TMS320C31)를 이용한 제어장치 보드, 입·출력 인터페이스, 스텝 모터 구동부 등으로 구성되어 있다. 마킹 기계의 좌표축은 평면상으로 움직일 수 있도록 X와 Y축으로 구성되어 있으며 서로 직각을 이룬다. 논문에서 사용한 마킹 기계의 작업 범위는 X, Y축 모두  $\pm 250\text{mm}$ 이다. 그리고 기계의 자동 작시에 강제 종료를 위한 start/stop 박스가 있다.

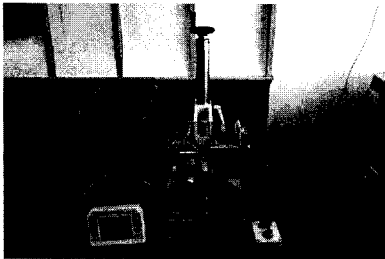


그림 8. DSP를 사용한 실제 마킹 시스템

그림 9, 10은 마킹 시스템에서 '1234567890', 'KANGWON NATIONAL UNIVERSITY'를 각각 입력하여 바코드를 생성한 후에 실제 피사체에 마킹한 결과이다. 앞서 설명한 인식 방법으로 확인한 결과 2개의 바코드 모두 입력과 동일한 데이터가 스캐너에 의해 인식되는 것을 확인할 수 있었다.

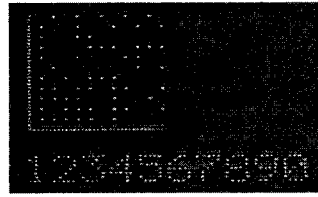


그림 9. '1234567890'을 마킹한 결과



그림 10. 학교이름을 마킹한 결과

## 5. 결론

본 논문에서는, 기존에 사용되고 있는 1차원 바코드의 제한된 형식, 정보량 그리고 오류 정정에 대한 문제점을 해결하기 위해 최근 이용이 확대되고 있는 2차원 바코드를 위한 데이터 부호화 알고리즘을 제안하였다. 제시된 알고리즘을 바탕으로 사용자가 보다 편리하게 사용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)방법을 사용하여 프로그램을 작성하였다. 5장에서 제시한 것처럼 제안된 알고리즘으로 생성된 바코드가 스캐너를 통해서 제대로 인식되는 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 형식과 정보량에 제한이 있는 1차원 바코드를 2차원 바코드로 대체함으로써 정보를 표현하는데 있어서 보다 유연성을 가질 것으로 판단된다. 그리고 바코드가 손상되었을 때 논문에서 제시한 Reed-Solomon 알고리즘을 통해 복원이 가능하여 데이터의 안정성을 높일 수 있는 효과를 기대한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 오호근, 최신 바코드 기술 및 응용, 성안당, 1997년.
- [2] 정정구, 한희일, "PDF417 이차원 바코드 디코딩 알고리즘의 구현", 2001년도 제14회 신호처리합동학술대회 논문집, 제14권 1호, pp.289-292, 2001년 9월.
- [3] 황진희, 한희일, "Data Matrix 이차원 바코드의 디코딩 알고리즘의 구현", 한국지능정보시스템학회, 춘계정기 학술대회, 2001년.
- [4] 김기순, 최종문, 김준식, "바코드 인식/검사를 위한 영상 인식 알고리즘", 신호처리·시스템학회 논문집, 제2권 3호, pp1-8, 2001년.
- [5] AIM-USA, International Symbology Specification Data Matrix, Data Matrix Spec.