

이미지 캡처 시스템을 이용한 바코드 데이터 분석

이원찬^o 김정철 홍기천

수원대학교 정보통신공학과 멀티미디어 연구실
{ wondolcp^o, Jungchul Kim, kicheon Hong }@suwon.ac.kr

Bar-Code Analysis Using Image Capture System

Wonchan Lee^o Jungchul Kim Kicheon Hong

Dept. of Information and Telecommunications Engineering, The University of Suwon

요 약

본 논문에서는 이미지 캡처 시스템을 이용하여 얻은 바코드의 분석에 대해서 소개하고 있다. 성공적인 바코드 분석을 위해서는 포착된 이미지에 나타나는 회전정도, 거리, 밝기 등의 중요 요소에 대한 분석을 통하여 최적의 조건 및 이론을 찾아야 한다. 이를 기초로 중요 요소에 대하여 실험을 통하여 분석한다.

1. 서 론

우리 일상에서 가장 간단하고 함축적인 정보를 나타내는 바코드(Bar-Code)는 하버드대학교에서 1932년에 Wallace Flint가 '슈퍼마켓의 계산자동화'라는 논문으로 시작되어 1949년 Joe Woodland와 Berny Silver가 최초로 미국 특허를 받게 된 후 수십 년이 지나 상용화되었고 지금은 아이들의 장난감에서부터 우리가 마시는 음료수에 까지도 넓게 사용되고 있다.[1]. 이는 매우 쉽게 다룰 수 있고 빠르게 처리가 되며 그 크기가 작아 다양한 크기에 적용시킬 수 있기 때문이다. 이 논문에서는 바코드리더라는 특정 시스템을 갖추어야 하는 단점을 개선하여 대중화 되어가고 있는 디지털 영상입력장치(CCD 카메라)에 의한 바코드 인식에 대하여 살펴보고자 한다.

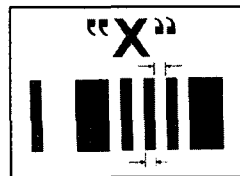
2. 바코드의 개요 및 심볼의 구조

바코드는 다양한 폭을 가진 흰색과 검은색 막대의 배열 패턴으로 정보를 표현하는 부호 또는 부호체계로 정의한다.[2] 여기서 다양한 폭의 흰색과 검은색의 막대는 한 개 또는 복수개의 0 또는 1을 나타내는 기호이다. 바코드의 규격은 매우 다양하게 존재하며 데이터의 양은 바코드 길이에 비례하도록 되어있다. 바코드가 나타내는 정보 표현 부호는 심볼의 규약을 통해 의미를 부여한다.

바코드 심볼의 구조상 최소 단위는 모듈(Module, X 디멘전이라고도 함)로서 1비트(Bit)의 값을 가진다. 1개의 모듈 또는 복수개의 모듈들이 모여서 바와 스페이스를 만드는 데, 이들을 엘리먼트라고 한다. 즉 엘리먼트들은 1개 또는 복수 개의 0이나 1을 포함하는 것이다. 엘리먼트들은 모여서 심볼 문자를 만드는데 이는 1개의 ASCII 문자에 상응하는 정보를 포함한다.

레코드의 구조가 데이터의 종류에 따라 여러 개의 필드(Field)로 나뉘지는데 반해 심볼의 구조는 데이터의 기능에 따라 여러 개의 필드(Field)로 나뉘진다. 심볼의 좌우측에

는 모듈의 10배(10X) 이상의 폭에 해당하는 빈 여백이 있는데, 이는 심볼의 판독 시 일정한 폭(시간) 이상의 신호 레벨을 유지하여 심볼의 존재를 확인하려는 잉여 여백이다.



[그림1] 디멘전(Dimension)



[그림2] 바코드의 여백

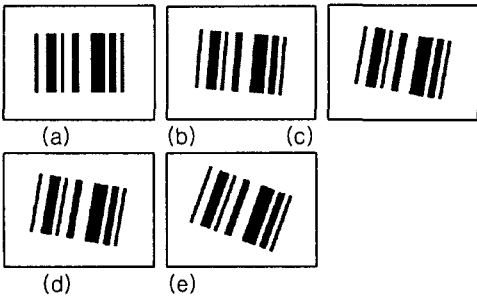
좌측의 것은 전방여백이라 하고 우측의 것을 후방 여백이라고 한다. 심볼은 심볼 시작 문자나 시작 패턴으로 시작되는데 심볼로지 종류에 따라서 다르다. 심볼 시작 문자나 시작 패턴은 특정 심볼로지를 확인하고 심볼의 스캔 방향을 결정하는 역할을 한다. UPC/EAN 심볼로지의 경우에는 좌측 가드 패턴이 역할을 맡고 있다. 다음에는 표현하고자 하는 데이터 필드가 따라온다. 심볼로지 종류에 따라서 데이터를 연속적으로 표현하느냐가 결정되는데, 불연속적으로 표현되는 경우에는 심볼 문자와 심볼 문자 사이에 갭이 삽입된다. 심볼의 끝에는 심볼 종료 문자나 종료 패턴이 위치한다. 심볼 종료 문자나 종료 패턴은 심볼 시작 문자나 시작 패턴과 동일한 역할을 수행하는데, 심볼로지에 따라서 양자가 동일한 경우도 있고 서로 다른 문자나 패턴으로 쌍(Pair)을 이루고 있다.[3]

3. 실험

바코드 이미지를 영상처리 하여 인식할 때 공간적 변화, 혹은 환경의 변화에 의한 정보 변화를 측정하여 변화에 대한 오차를 최소화하는 기준치를 결정하는데 실험의 목적을 가진다.

3.1 바코드 이미지 회전 변화 실험

이미지 회전에 따른 바코드 폭의 픽셀 증감을 알아본다. 이미지 회전을 위해 Photoshop 7.0 프로그램을 사용하였으며 정상적인 이미지에서 5°씩 회전하여 20°까지 기울어진 바코드 이미지에 대해 바코드 중간 라인을 추출하도록 하였다. 이미지의 크기는 200x150이며 바코드 부분만의 크기는 120x80이며 추출된 라인은 전체 이미지의 중간인 75번 라인이다.



[그림3] (a)원본이미지 (b)5° 회전이미지 (c)10° 회전이미지 (d)15° 회전이미지 (e)20° 회전이미지

[표 2.1] 예측값(기울기기에 대한 비례, 픽셀개수)

기울기	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검
0	5	10	15	5	5	10	10	15	20	5	10	5	5
5	5	10	15	5	5	10	10	15	20	5	10	5	5
10	5	10	15	5	5	10	10	15	20	5	10	5	5
15	5	10	16	5	5	10	10	16	21	5	10	5	5
20	5	11	16	5	5	11	11	16	21	5	11	5	5

[표 2.2] 실험 결과(픽셀 개수)

기울기	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검
0	5	10	15	5	5	10	10	15	20	5	10	5	5
5	5	10	15	5	5	10	10	15	20	5	10	5	5
10	5	10	15	6	5	10	10	15	20	6	10	5	5
15	5	10	16	5	5	11	10	15	21	5	11	5	5
30	5	11	16	5	5	11	10	16	22	5	11	5	5

[표 2.3] 증가량(%)

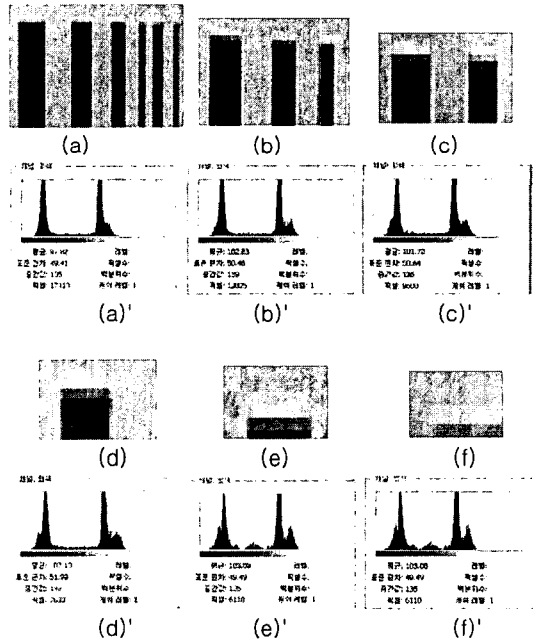
기울기	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	20	-	-	-	-	-	20	-	-	-
15	-	-	7	-	-	10	-	-	5	-	10	-	-
30	-	10	7	-	-	10	-	7	10	-	10	-	-

[표 2.4] 비율변화

기울기	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰
0	1	2	1	.33	1	2	1	1.5	1	.25	1	.5
5	1	2	1	.33	1	2	1	1.5	1	.25	1	.5
10	1	2	1	.4	1	2	1	1.5	1	.3	1	.5
15	1	2	1	.31	1	2.2	1	1.5	1	.24	1	.45
20	1	2.2	1	.31	1	2.2	1	1.6	1	.23	1	.45

3.2 바코드 이미지 거리 변화 실험

카메라에 의한 영상 입력은 물체와 카메라의 거리에 따라서 영상내의 물체의 크기가 변한다. 이번 실험은 그 변화하는 상태를 비교함으로써 거리에 의해서 바코드의 정보가 변화하는지를 살펴본다. 이미지의 영상 입력은 소니 디지털 카메라 MVC-FD90을 사용하였으며 1024x768의 이미지에서 바코드 부분의 영상을 추출하여 실험하였다. 촬영에 사용된 바코드 이미지는 임의로 생성하였으며 그 크기는 120x80으로 하였다. 거리변화는 30cm부터 5cm 간격으로 총 6개의 이미지를 비교 대상으로 설정하였다.



[그림4] 거리에 따른 바코드 이미지와 히스토그램 (a) 30cm 이미지(157*109, 실제크기50%), (b) 35cm 이미지(135*95, 실제크기50%), (c) 40cm 이미지(120x80, 실제크기50%), (d) 45cm 이미지(106x72, 실제크기50%), (e) 50cm 이미지(94x65, 실제크기 50%), *()' : ()의 히스토그램

3.2.1 이진화 이미지 결정 방법

이진화는 영상처리의 기본적인 단계인 영상증강(Image Enhancement)의 하나로서 영상을 배경과 물체, 혹은 관심영역과 무관심영역으로 분리해내는 기본적인 방법이다. 이진화의 기본 바탕에는 히스토그램이 있으며 원하는 기준치를 설정하여 기준치 내에 포함하는지 안하는지를 판가름한다. 이 실험에서는 실험 대상 이미지의 히스토그램에서 바탕과 검정이 완전히 단절된 형태가 아니므로 이진화의 기준을 결정하여야 한다. 이를 위하여 두 히스토그램의 피크값을 기준으로 그 중간을 기준값으로 정하여 이진화의 기준치로 설정하였다.[4]

[표3.1] 이진화 비율변화

거리	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰
30	1	1	1	1	1	1	1	1.17	1	1.11
35	1	1.05	1	1.07	1	1.1	1	1	1	1.13
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.14
45	1	1	1	1.18	1	1.14	1	1	1	1.17
50	1	1.15	1	1.1	1	1	1	1.33	1	1.4
55	1	1	1	1.17	1	1.11	1	1	1	1.2

3.3 바코드 이미지 밝기 변화 실험

카메라를 통해 영상 입력을 할 때 주변의 환경에 의해 영상이 변화한다. 특히 주변의 밝기 즉 빛의 강도에 따라 크게 변화함으로 몇 가지 실험 이미지를 통하여 밝기에 얼마나 변화하는지를 살펴보고 밝기에 덜 민감하게 작동할 수 있는 이미지 판독에 대해서 살펴보고자 한다. 영상은 물체와 35cm 거리에서 실내 밝기가 다를 때 촬영하였다. 또한 밝기에 따른 거리의 차이가 크게 작용하는지를 알아보기 위해 전후 5cm 거리에서도 촬영하였다.

3.3.1 실험환경 : 오후 2시경 창문으로 들어오는 빛과 형광등 빛으로 촬영

[표3.2] 이진화 비율변화

거리	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰
30	1	1.9	1	.35	1	2.17	1	1.54	1	.27
35	1	2	1	.35	1	2	1	1.55	1	.26
40	1	2.2	1	.33	1	2	1	1.6	1	.25

3.3.2 실험환경 : 오후 2시경 창문으로 들어오는 빛으로 촬영

[표3.3] 이진화 비율변화

거리	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰
30	1	1.9	1	.3	1	1.86	1	1.54	1	.27
35	1	2	1	.35	1	2.4	1	1.64	1	.27
40	1	2.75	1	.33	1	2.2	1	1.78	1	.25

3.3.3 실험환경 : 21시경 형광등 빛으로 촬영

[표3.4] 이진화 비율변화

거리	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰	검	흰
30	1	2.33	1	.33	1	2.33	1	1.62	1	.26
35	1	2.4	1	.33	1	2	1	1.73	1	.26
40	1	2	1	.38	1	2.75	1	1.6	1	.24

4. 결론 및 고찰

앞에서 바코드 이미지에 대하여 회전 에 따른 의미 변화와 거리에 따른 의미 변화, 밝기에 따른 의미 변화에 대하여 실험을 통해 알아보았다. 먼저 회전변화실험에서의 결과로 미루어 보아 비율의 변화가 보통 20% 이내의 오차를 보임으로서 그 의미를 유지하고 있었다. 그러므로 회전 변화에 대해서는 다른 실험에 비하여 큰 제약은 없지만 바코드의 안정적인 스캔을 위해서는 실험결과에서 나타나듯이 10° 이상은 기울임을 제한해야 한다. 두 번째 실험에서는 45cm 이내에서 20% 이내의 변화 비율을 나타내고 그 이상에서는 20% 이상의 변화도 나타났으므로 45cm 이상의 거리에 대해서는 제한을 해야 한다. 마지막 실험인 밝기변화실험에서는 밝기에 따라 나타나는 결과 값이 크기는 70%까지 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 영상입력이 밝기에 매우 민감한 것으로 특별한 광원(라이트, 또는 플래시)이 없다면 밝은 영역에서 촬영되어야 함을 나타낸다. 전체적인 결과를 종합하여 봤을 때 일반적인 디지털 카메라를 통해 바코드 영상의 내용을 복원하는 것에 가능하다는 결론이 나왔다. 하지만 각 실험들의 문제점이 복합적인 상황에 이르렀을 때 좀 더 정확한 영상의 데이터를 얻기 위해서는 타겟 시스템의 정보를 통하여 거리를 제한하고 주변 환경의 밝기 등에 덜 민감한 카메라 또는 알고리즘 개발이 필요하다.

참고 문헌

- [1] www.barcode-label119.com
- [2] 성안당, 1997, 바코드 기술 및 응용 / 오후근
- [3] 영진출판사, 1994, 바코드 활용이야기 / 권봉진, 박성현
- [4] Prentice Hall, 2002, Digital Image Processing Second Edition / Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods