

# 무인물류관리시스템을 위한 물체컬러식별 임베디드시스템 구현

라기공\*·류광렬\*

\*목원대학교

## Object Color Identification Embedded System Realization for Uninhabited Stock Management

Ki Kong Lar\*·Kwang Ryol Ryu\*

\*Mokwon University

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

### 요 약

물체컬러식별 임베디드시스템을 프로세서 기반으로 구현하고 물체를 식별 분류하는 무인물류관리 시스템을 제안한다. 임베디드시스템 구현은 초음파 센서를 이용하여 물체의 유무와 거리를 추출하고 USB CCD 카메라로부터 이진영상을 획득한다. 영상식별 알고리즘은 입력영상에 대해 컬러 검출한 패턴을 기준패턴과 비교 식별하여 지정된 랙에 이동 저장한다. 실험결과 무인화 창고관리 로봇기능으로 실용가능성을 제시하였다.

### ABSTRACT

An object color identification and classification embedded system realization for uninhabited stock management is presented in this paper. The embedded system is realized by using ultrasonic sensor to extract the object and distance, and detecting binary image from USB CCD camera. The algorithm is identified by comparing the reference pattern with the color pattern of input image, and move to the settled rack at the store. The experimental result leads to use the uninhabited stock management with practice as a robot.

### KEYWORDS

Object color identification, embedded system, uninhabited stock management, ultrasonic sensing

## 1. 서 론

생산 기술의 발달과 소비자 욕구의 변화에 따라 생산 시스템의 모습과 생산의 형태는 변화하게 된다. 즉 지금의 생산 시스템은 과거의 대량 생산 체제에서 벗어난 새로운 형태의 생산 시스템을 요구하고 있는데, 이는 현재의 유연 생산 시스템과 같은 형태로 나타나고 있다. 이와 같은 변화는 꾸준히 이루어질 것으로 예측되며, 변화되는 생산 환경의 모습은 소비자의 다양한 욕구에 대한 신속한 대응, 이로 인한 다품종 소량 생산, 짧아지는 제품의 수명주기 등으로 요약할 수 있을 것이다. 그리고 이와 같은 변화의 경쟁은 생산 시스템을 보다 유연하고, 자율적이며, 자동

화된 시스템으로 변화시켜갈 것이다. 이와 같은 필연적인 요구에 의해 물류 시스템 또한 발전해 나가고 있다. 물류관리의 목표는 고객서비스 수준의 향상과 물류 생산성의 효율화 그리고 물류 이익을 추구하는데 있다.[1] 여기서 필요한 도구가 무인물류관리 시스템이다. 무인물류관리 시스템은 1950년대 개발된 무인 운반 차량이 있다. 무인운반차량은 운전자 없이 내부에 장착된 배터리의 힘으로 바닥에 고정되어 있는 선로를 따라 이동하며 물류 도구로서 그 역할을 담당하게 되었다. 이후 컴퓨터 기술의 발달에 힘입어 무인 운반 차량은 급속하게 발달하게 되었으며, 그 사용 분야도 매우 광범위하게 확대되었다. 영상처리의 최초 응용은 런던과 뉴욕사이에 해저케이

블을 이용해서 디지털화된 신문 영상을 전송하고 이를 개선하는 것이었다.[2] 또한 무인물류관리 시스템에서는 영상처리의 필요성이 점점 증대되고 있다. 특히 컬러영상처리는 Young의 이론으로 세가지 기본컬러 C1, C2, C3를 적당한 비율 a, b, c로 더하여 만들어진다는 것을 주장, 사람 눈의 색인식구조와 일치하는 것으로 밝혀졌다.[3] 연구에 의하면 동물의 망막은 영상의 명암대비를 부각시킬 수 있고 움직이는 목표물을 추적하여 움직일 수 있다고 한다.[4] 또한 물체의 유무 및 거리측정은 초음파변환기(Transducer)를 이용한다[5]

이 연구는 광원 유도 및 초음파센싱 방식과 CCD 카메라의 컬러영상을 획득 및 식별하여 물류를 분류하는 무인물류관리 임베디드 시스템을 구현한다.

## II. 시스템 구현 및 컬러 식별

### 2.1 시스템 구현

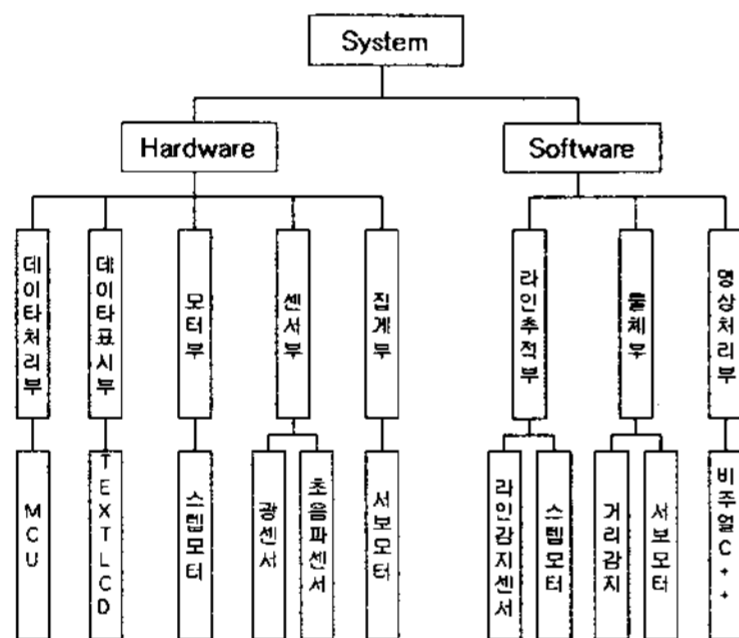


그림. 1 시스템 블록도

그림 1의 임베디드 시스템 블록도에서 하드웨어, 소프트웨어로 구분되고 데이터 처리부는 MCU로 모든 시스템을 관리하고 데이터 표시부는 캐릭터LCD로 센서값과 초음파 거리값을 표시할 수 있도록 구현된다. 모터부와 센서부는 임베디드 시스템을 이동하는데 중요한 역할을 담당하는데 광원 유도 방식으로 이동을 하고 7개의 포토센서를 사용하여 지면위에 설치된 라인을 따라가는 방식으로 구동한다.

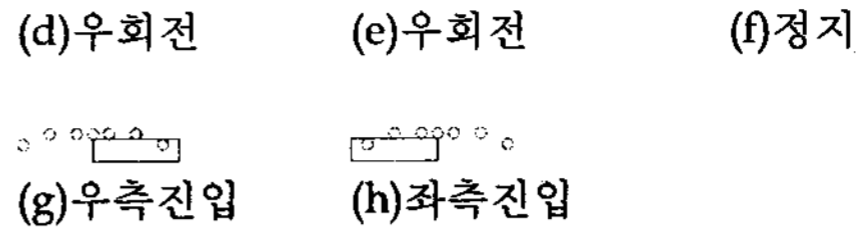
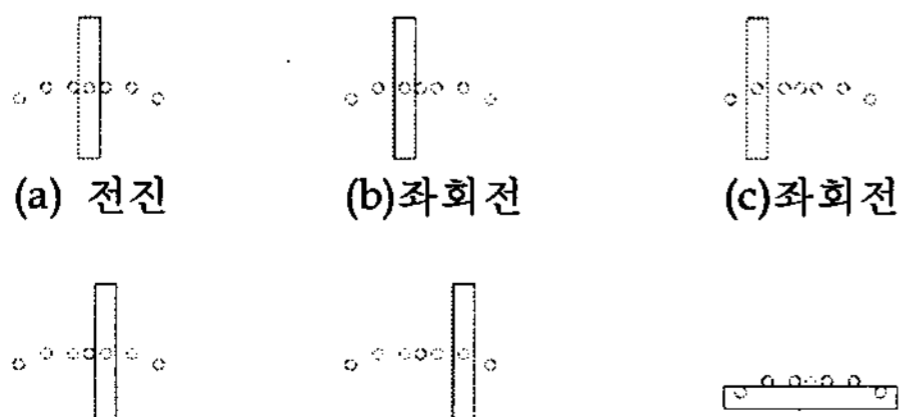


그림 2. 포토센서입력과 모터구동

그림 2와 같이 가운데가 센싱(Sensing) 될 경우는 임베디드 시스템이 정상적인 위치에 있다고 판단하고 전진을 하고 왼쪽이 센싱될 경우는 오른쪽으로 회전하여 중앙으로 위치시키고 오른쪽이 센싱 될 경우는 왼쪽으로 회전하는 방식으로 이동한다.

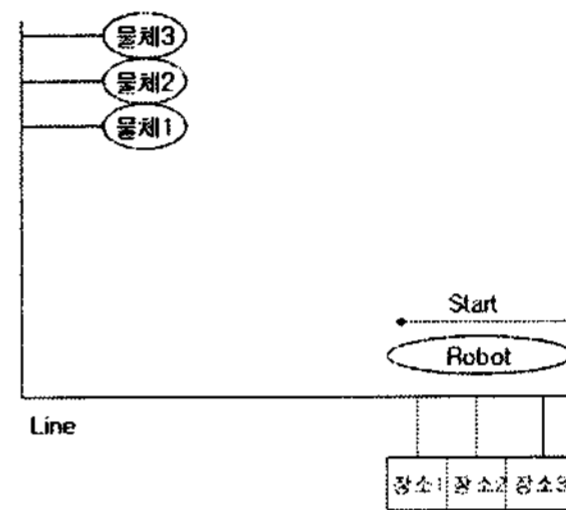


그림 3. 주행 패턴

그림 3의 주행패턴은 이동하는 임베디드 시스템이 시작점에서 출발을 하면 그림 4처럼 항상 직진인지 아닌지를 판단하고 곡선 주행로일 경우 어느 방향인지를 인지하기 위해 그림 2의 방식으로 처리를 한다. 이동하여 물체가 있는 지점까지 이동하면 물체가 앞에 있는지 유무를 판단하고 물체가 감지되면 서보모터를 구동시켜서 물건을 잡도록 한다.

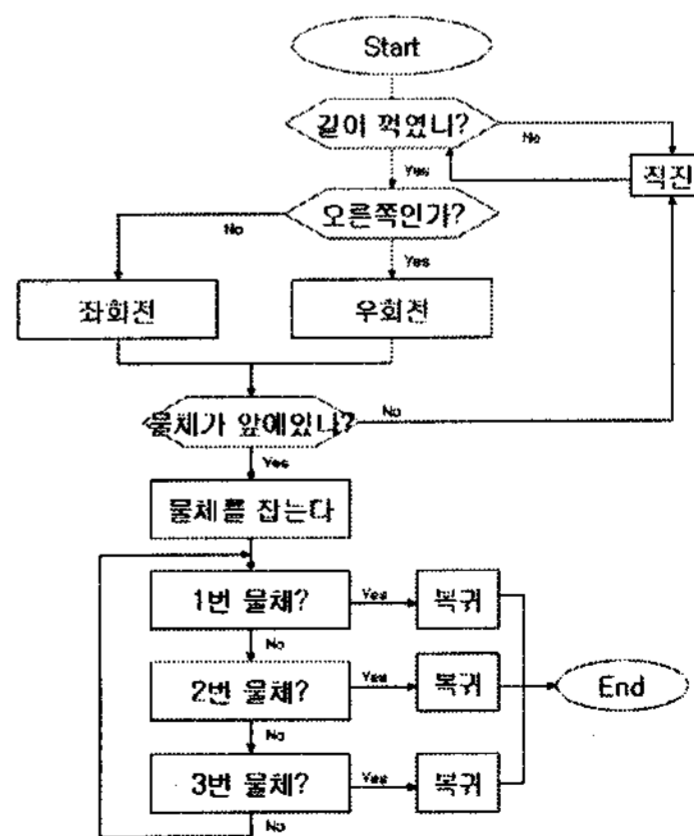


그림 4. 순서도

2.2 초음파 센서

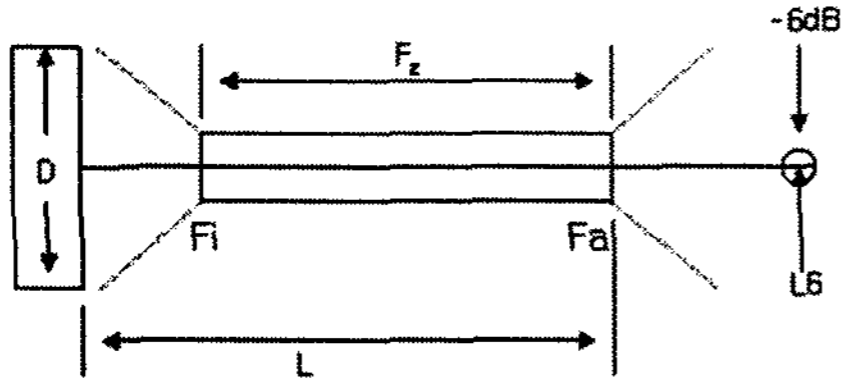


그림 5. 초음파의 거리계

초음파 변환기의 전파전파(Wave propagation)는 유용성이 높은 종파 (Longitudinal wave) 및 횡파 (Shear wave)와 기타 레일라이파(Rayleigh wave), 램파(Lamb wave)로 구성된다. 종파는 전파 진행방향과 동일하고, 횡파는 진행방향과 수직을 이루고, 레일라이파는 표면파로 타원운동하게, 횡파의 90% 속도를 갖는다. 램파는 평면파로 소자의 복잡한 발진에 의해 발생한다. 초음파계는 근거리계(Near Field)와 원거리계(Far Field)로 구분한다. 근거리계는 그림 5와 같이 자연적 초점이 유지되는 점까지의 거리, 즉 근거리계거리(Near Field Distance) L이며 소자의 직경 D로부터 초점이 이루는 최소점 Fi와 끝점 Fa로 구분된다. 근거리계거리 L은 식 (1)로 구한다. 여기서 D는 소자직경, λ는 파장이다.

$$L = D^2 / 4\lambda \quad (1)$$

원거리계는 Fa점에서부터 산란되는 전파이며 진행방향의 -6dB되는 위치까지가 주파수 대역(Bandwidth)이다. 빔폭(Beam Bandwidth)은 소자의 감도에 영향있고 작음 빔폭은 큰 에너지가 반향된다. 초점에서 -6dB 펄스반향빔직경 L6는 식 (2)로 구한다. 여기서 F는 초점 거리이다.

$$L6 = 1.02Fc / fD \quad (2)$$

원거리계의 산란 각도는 -6dB 펄스반향빔을 위치에서 식 (3)으로 1/2각도를 구한다.

$$\sin(\theta/2) = 0.514 c/fD \quad (3)$$

또한 초점대역(Focus zone)의 시작과 끝점은 최초초점시작점에서 -6dB위치점까지며 식 (4)로 구한다. 여기서 S는 정규초점거리이며 초점거리 F에 비례하고 근거리계거리인 L에 반비례한다.

$$Fz = NS^2[2/(1 + .5S)] \quad (4)$$

2.3 컬러 식별

디지털 영상처리분야는 CCD카메라로부터 입력된 영상을 컴퓨터를 이용하여 처리하는 단계

이다. 컬러식별을 하기위해서는 이진화하여 물체 분할한다. 영상에서 알고자하는 부분은 물체가 되고 나머지 부분은 배경이 된다. 이진영상의 값은 0, 255의 값만으로 이루어진다. 영상으로부터 영상 내부에 있는 물체의 형태나 크기 특징을 이용하여 물체를 식별하는 방법을 사용한다. 인식방법은 먼저 명암값을 가지는 입력영상을 히스토그램 해석을 통해 이진화된 영상으로 변환한다. 이진화된 영상에서 물체 영역을 라벨링 과정을 통해 각각의 영역에 대해 크기나 물체와 배경의 경계등의 특징을 조사하여 식별한다.

$$Gray = ( R + G + B ) / 3 \quad (5)$$

식(5)를 이용하여 그레이 값을 계산하여 이진화한다. 물체를 식별하기 위해 경계선 추출을 했는데 경계선은 윤곽선이라고 불리우며 컬러식별에 있어서 매우 중요한 요소이다. 경계선을 추출하여 원하는 물체의 영역을 구분하였으며 그 영역의 가운데를 추적하여 그 영역점의 데이터를 읽어들이어 물체를 구별한다.

2.4 물류분류

효율적인 물류분류를 위해 물체에 라벨링을 하고 라벨링과정은 스택을 이용한다. 스택은 후입선출(Last In First Out: LIFO) 구조를 가지는 데이터구조로 그림 6 과 같이 입출된다.

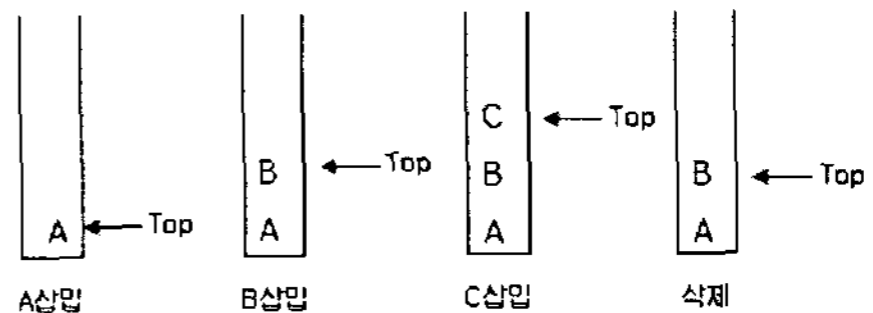


그림 6. 물류 스택 입출

반복을 통한 라벨링은 스택의 크기를 프로그램 내에서 사용자가 정의하는 것이 가능하기 때문에 고속으로 동작하면서 큰 영역을 라벨링하는 것이 가능하다.

III. 실험 및 고찰

구현된 임베디드 시스템의 구성은 그림 7과 같이 프로세서부, 광센서부, 초음파센서부, 서보모터 구동부, CCD 카메라부로 구성된다. 무인물류 관리 시스템은 광원 유도 방식을 이용하기 위하여 흰색 바탕에 검은색 선을 이용하는 방법을 사용했다. 기준물체는 RGB값을 좀 더 쉽게 구분할 수 있는 그림 8의 3가지를 적용하였다. 또한 환경의 다른 오류 동작을 막기 위해서 배경은 흰색으로 해서 좀 더 정확한 영상처리를 할 수 있도록 구성한다. 그림 8과 표 1의 결과에

서 RGB 컬러의 최대값을 취해 식별했다. 표 1에서 세 개의 물체를 3회 반복실험하여 결과값을 확인하고, RGB세 개의 결과값 중에서 가장 큰값을 취하면 그 값이 그 물체의 색이라고 판단하는 방법으로 3개의 물체를 각각 식별한다. 컬러값의 변화는 물체의 이동에 따라 변화가 있지만 RGB 값의 최대값은 변하지 않고 RGB와 그레이 값을 출력으로 볼 수 있게 하여 물체의 임계치 값을 용이하게 정할 수 있도록 한다.

임베디드 시스템이 원활하게 동작하기 위한 조건으로 임베디드 시스템의 팔로 잡기 위한 물체의 가로는 5~10cm 세로는 5~7cm 의 크기로 제한하고 광센서와 자기테이프의 거리는 실험을 통해 가장 잘 식별 할 수 있는 거리인 1.5cm를 취했다. 흰색과 검은색에 반사되는 양을 AD변환하여 그 두 값의 중간값을 6회 반복 측정하여 적용시킨 결과 사용한 보드에서는 오차없이 작동하였다. 또한 효율적 물류 관리를 위해 표 2와 같이 각각의 구역에 물체를 위치하면서 물체를 라벨링한 데이터로 11은 1번 구역에 첫 번째, 12는 1번구역의 두 번째로 상위숫자는 구역을 나머지 숫자는 몇 번째 물체인가를 나타내어 물류 관리를 실험하였다. 여기서 X는 물체가 입력되지 않은 상태이다.

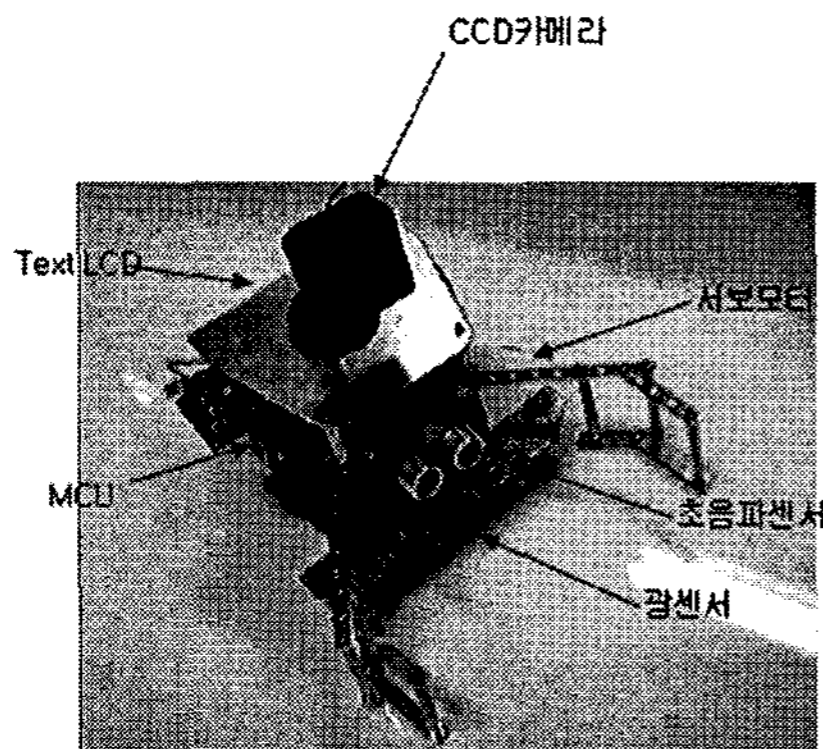


그림 7. 구현 시스템 사진

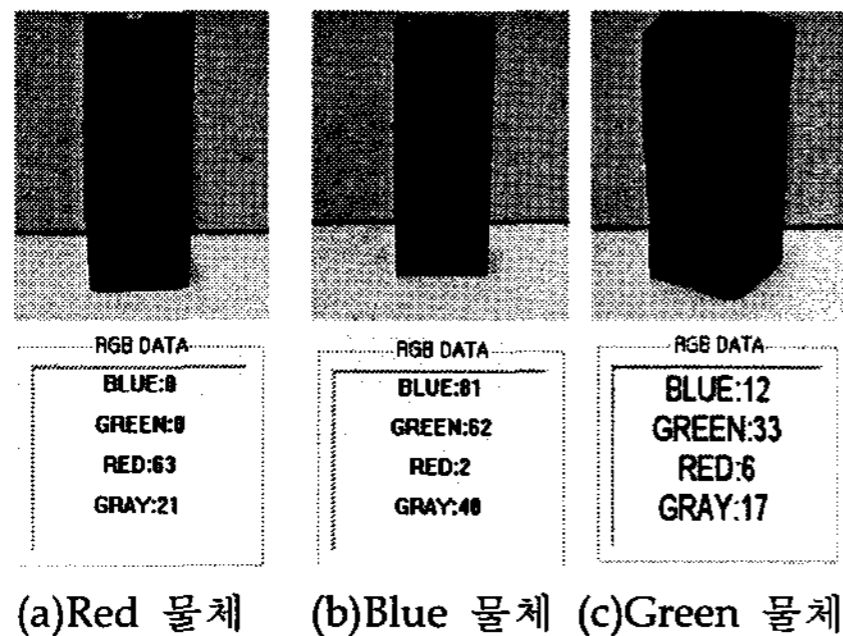


그림 8. 컬러식별 데이터 변환

표 1. 컬러식별 실험결과

	Red	Green	Blue	Gray	최대값
Red 물체					
1	63	0	0	21	R(63)
2	70	5	2	26	R(70)
3	80	4	5	29	R(80)
Green 물체					
1	6	33	12	17	G(33)
2	5	50	20	25	G(50)
3	10	42	15	22	G(42)
Blue 물체					
1	2	62	81	48	B(81)
2	3	72	85	53	B(85)
3	6	60	80	49	B(80)

표 2. 물류분류 실험 결과

순위/구역	1	2	3
1	11	21	31
2	12	22	32
3	13	23	33
4	14	X	34
5	X	X	35
물류수	3	2	4

#### IV. 결 론

본 논문에서는 무인물류관리 시스템을 임베디드 시스템을 구현하여 물류관리를 용이하게 하기 위한 연구이다. 시스템은 경로구획, 광원유도 방식 및 초음파센싱, 컬러식별 물류특성분류, 라벨링 물류적재 기법 등으로 구현되었다. 이와 같은 시스템과 방식으로 물체를 원하는 위치에 이동 및 적재 출고시킴으로써 물류분류를 보다 빠르고 정확하게 할 수 있다. 앞으로 다양한 컬러식별과 사용가능 크기로 구현이 요구된다.

#### 참고문헌

- [1] 옥선중, 김웅진, 박영태, 전형구, 물류관리론, 경록채널, 2002
- [2] Gonzalez Woods, 디지털 영상 처리, 그란, 2004
- [3] 김동중, 하종은, Visual C++을 이용한 디지털 영상 처리, 사이텍미디어, 2003
- [4] 김희승, 영상인식, 생능, 1993
- [5] www.olympusndt.com