

## Design and Implementation of a Book Counting System based on the Image Processing

Hyo-Sub Yum<sup>†</sup> · Min Hong<sup>\*\*</sup> · Dong-Ik Oh<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

Many libraries utilize RFID tags for checking in and out of books. However, the recognition rate of this automatic process may depend on the orientation of antennas and RFID tags. Therefore we need supplemental systems to improve the recognition rate. The proposed algorithm sets up the ROI of the book existing area from the input image and then performs Canny edge detection algorithm to extract edges of books. Finally Hough line transform algorithm allows to detect the number of books from the extracted edges. To evaluate the performance of the proposed method, we applied our method to 350 book images under various circumstances. We then analyzed the performance of proposed method from results using recognition and mismatch ratio. The experimental result gave us 97.1% accuracy in book counting.

**Keywords :** Canny Edge Detection, Hough Line Transform, Discrimination of Number of Books, Image Processing

## 영상처리를 이용한 도서 권수 판별 시스템 설계 및 구현

염 호 섭<sup>†</sup> · 홍 민<sup>\*\*</sup> · 오 동 익<sup>\*\*\*</sup>

### 요 약

최근 많은 도서관에서 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 도서에 부착하여 대출 및 반납 업무를 처리하고 있다. 그러나 이러한 RFID 인식 시스템은 부착된 RFID 태그와 안테나의 위치 및 주변 환경의 영향에 따라 인식률이 좌우되는 단점이 있다. 따라서 이를 극복하기 위해서는 별도 인식시스템과의 상호 보완이 필요하다. 본 논문에서는 입력 영상을 기반으로 도서의 권수를 판별하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 먼저 입력 영상에 대해서 도서가 존재하는 영역을 관심영역으로 설정한 후, Canny 엣지 검출 알고리즘을 실행한다. 엣지로 검출된 부분에 대해 Hough 직선 변환 알고리즘을 이용하여 도서가 몇 권인지 판별한다. 제안하는 방법의 성능 평가를 위해서 350장의 다양한 도서 이미지에 대해서 도서의 권수를 정인식과 오인식으로 판별하여 분석하였다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘은 도서 권수 판별 정확도에 97.1%의 우수한 성능을 보여주었다.

**키워드 :** Canny 엣지 검출기, Hough 직선 변환, 도서 권수 판별, 이미지 프로세싱

### 1. 서 론

최근 사회는 급속하게 자동화 시대로 변화하고 있으며 다양하고 복잡한 현실 상황을 자동으로 감지하고 처리하는 기술들이 활발하게 연구되고 있다. 특히 OpenCV를 이용한 영상처리 기술은 보행자 감지[1], 자동차 번호판 인식[2, 3], 도로 차선 인식[4], 불량 부품 검사[5] 등 실생활에서 다양하게 적용되고 있다.

최근 도서관에서 사용되는 도서 대출 및 반납 시스템 도서에 RFID 태그를 삽입하여 동시에 여러 권의 도서를 자동으로 인식하여 시간을 절약하고, 도서의 상세정보, 대출자 및 반납자의 정보, 대출 이력 등 다양한 정보들을 제공함으로써 대출 및 반납 업무를 쉽게 처리하고 있다. 그러나 기존의 RFID를 이용한 방법들은 태그와 안테나 사이의 위치, 방향, 주변 환경에 따른 전파반사 등으로 인한 인식오류가 발생하기 때문에, 대부분의 경우 인식률이 95%에 머물고 있는 상황이다[6]. 따라서 이를 극복하기 위해서는 별도로 구성된 인식시스템간의 상호 보완이 필요한데, 본 연구에서는 이를 영상인식을 통해 달성하고자 한다.

본 논문에서 도서 권수 판별을 위해서 사용된 Canny 엣지 검출 방법은 영상처리 분야에서 입력된 영상에 있는 물

<sup>†</sup> 준 회원: 순천향대학교 컴퓨터학과 석사과정  
<sup>\*\*</sup> 종신회원: 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수  
<sup>\*\*\*</sup> 정회원: 순천향대학교 의료과학대학 의료IT공학과 교수  
 논문접수: 2012년 8월 9일  
 수정일: 1차 2012년 10월 15일  
 심사완료: 2012년 10월 15일  
 \* Corresponding Author: Min Hong(mhong@sch.ac.kr)

체의 외곽선 정보를 추출하는데 이용되는 대표적인 알고리즘이다[7]. Canny 엣지 검출기는 이미 의료 영상 장비에 의해 획득된 2차원 의료 영상을 3차원의 영상으로 복원하거나, 도로의 차선들이 가진 직선의 형태를 검출[4] 하거나, 차량의 번호판 부분을 추출[3]하기 위해서 사용되어 왔다.

또한 Hough 직선 변환은 이미지에 존재하는 직선의 위치를 찾아내는데 사용되는 알고리즘[8]으로 가사도우미 로봇의 주행 정보를 위한 환경정보 작성을 위해 적용되어왔다. 그러나 이미지 프로세싱 방법을 적용하여 도서의 검출 및 권수를 판별하는 연구는 지금까지 시도되지 않았다.

본 논문은 도서관의 도서 대출 및 반납 업무에 영상처리 기술을 적용하여 자동으로 도서 권수 판별하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 RFID기반의 방법에서의 오인식 발생 여부를 본 논문에서 제안된 시스템의 인식결과(도서의 권수)와 비교하여 RFID 기반 시스템에 대한 보완으로 활용한다. 만약 두 시스템에서의 인식 결과가 같지 않다면 인식 조건을 달리하여 재인식을 실시하여 인식 성능을 향상 시키는 방법이다[9].

## 2. 도서 권수 판별 알고리즘

본 논문에서 제안된 도서 검출 알고리즘은 가로로 쌓여 있는 입력 도서 영상에 대해서 Fig. 1과 같이 가우시안 스무딩을 이용하여 미세한 잡음을 제거한 후 Canny 엣지 검출을 적용하여 외곽선을 검출한다. 검출된 외곽선들에 대해서 Hough 직선 변환을 사용하여 각 도서의 권수를 판별할 수 있도록 경계면 영역을 검출한다. 이렇게 검출된 도서 영역을 본 논문에서 제안하는 도서 경계면 유효성 검사를 적용하여 최종적으로 도서의 권수를 판단한다.

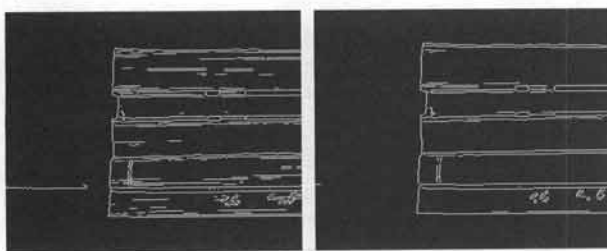


Fig. 1. Results of Canny edge detection without Gaussian Smoothing (left) and with Gaussian Smoothing (right)

도서의 권수 파악을 위한 입력 이미지는 쌓여 있는 책들의 영상으로부터 얻게 된다. 그러나 Fig. 2와 같이 제본이 되어 있는 면은 보통 책의 제목, 저자명, 출판사, 그림 등이 있기 때문에 매우 복잡하므로 이미지 프로세싱 기술을 적용하여 책의 경계면을 검출하기가 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 제본이 되어있지 않은 면을 이용하여 도서의 윤곽을 추출하였다. 또한 도서 검출 시스템의 처리 속도 향상을 위해서 Fig. 2와 같이 입력 이미지의 1/2 영역만을 관심영역으로 설정하여 도서 경계면을 검출하였다.

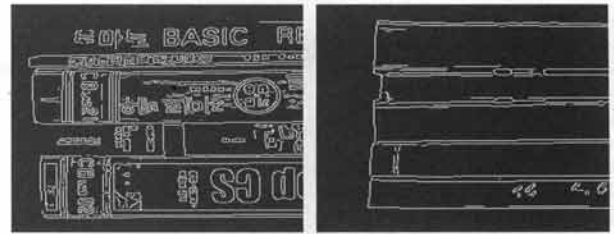


Fig. 2. Results of edge detection for the spine of the book (left) and for the fore edge (right)

본 논문에서 제안하는 방법은 도서관 내에 설치될 무인 대출반납기의 일정한 위치에 카메라를 설치하여 도서의 제본되어 있지 않은 면을 촬영하고, LED 조명을 사용하여 도서에 생길 수 있는 그림자의 효과를 최소화하고 항상 조명 상태가 밝게 유지된다는 가정 하에 수행되었다.

도서 경계면 검출을 위해서 경계선 강도 Hough 직선 변환(Edge Strength Hough Transform)[10] 방법을 적용하였다. 기존의 Hough 직선 변환은 입력 이미지에 대해 일률적으로 1픽셀 두께의 경계선을 사용하는데 반해서 경계선 강도 Hough 변환은 Canny 엣지 검출기를 거친 경계선 맵과 그라디언트 맵을 이용하여 경계선 강도 맵을 생성한다. 경계선 강도 맵은 기존의 1픽셀 두께의 경계선과 그라디언트를 활용하여 임의의 두께를 가진 경계선을 얻는다. 이렇게 얻어진 경계선 값을 가지고 Hough 직선 변환을 실행한다.

Fig. 3의 왼쪽 그림과 같이 한 픽셀을 가지고 Hough 직선 변환을 했을 경우에는 잡음에 의해 생성되는 직선 성분이 많지만, Fig. 3의 오른쪽 그림과 같이 n픽셀 두께의 경계선을 사용함으로써 Hough 공간에서 검출하고자 하는 직선에 해당하는 매개변수 값 주위에 하나만 생성되는 확률이 높아지게 된다.

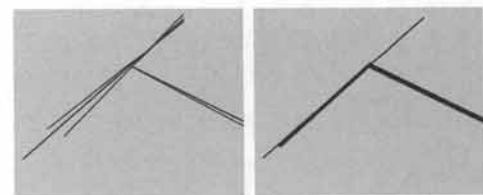


Fig. 3. Book boundary surface detection based on one pixel (left) and n pixels (right)

따라서 경계선 강도 Hough 직선 변환을 이용하면 Fig. 4와 같이 잡음에 의해 여러 개로 잘못 추출되는 직선 요소가 확연히 줄어들게 된다.

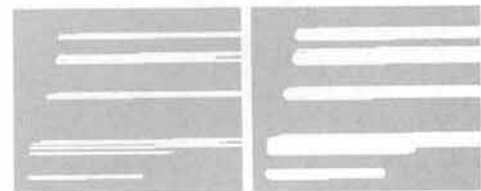


Fig. 4. Results with Hough Line Transform (left) and Edge Strength Hough Transform (right)

경계선 강도 Hough 직선 변환 알고리즘을 통해 나온 결과를 이용하여 도서의 경계면에 대한 유효성 검사를 실시하였다. 각 행 별 유효 픽셀의 값을 이미지의 세로 크기 행렬에 저장한 다음 정해놓은 임계값(입력 이미지의 가로 길이에 대한 1/3) 보다 큰 부분만 유효한 도서 경계 영역으로 판단하였다. 그리고 도서의 경계 영역으로 판단되지 않은 행의 행렬값은 0으로 초기화 하여 도서 경계면이 연속되지 않도록 하였다. 또한 도서의 경계면은 도서의 두께로 인해 아주 인접해서 발생하지 않으므로 매우 가까이 인접한 유효 경계 영역은 같은 경계 영역으로 합병하였다. 유효 도서 경계 영역으로 판단된 부분에 대해서 정해놓은 임계값(도서 경계면의 최소 두께) 이상 연속해서 유효한 경계 영역이 존재하는지를 판단하여 유효한 도서 경계면으로 판단하였다. 이러한 절차를 따라 계산된 도서 경계면의 개수에 1을 뺀 결과가 검출된 도서의 수가 된다. Fig. 5는 본 논문에서 제안하는 도서 권수 판별 시스템의 전체 알고리즘을 보여준다.

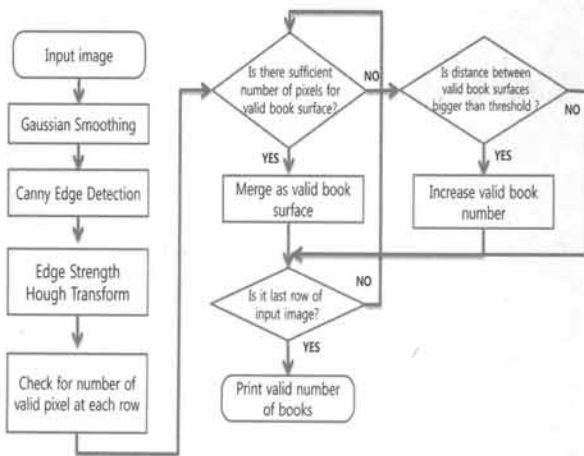


Fig. 5. Algorithm for the book counting

### 3. 도서 권수 판별 결과

본 연구에서 제안한 도서 권수 판별 알고리즘의 성능 테스트를 위해서 다양한 상황에 대한 실험을 350개의 도서 이미지를 적용하여 수행하였다. 실험은 도서관의 실제 상황을 감안하여 최대 6권 이하를 반납한다고 가정하고 실험을 진행하였다. 아래의 Table 1의 실험 결과는 도서 검출의 효율성을 측정하기 위해 인식률을 측정한 값이다. 전체 실험 도서 이미지 중 정확하게 인식된 도서들이 몇 %인지와 얼마나 정확하게 인식 되었는지를 정인식률과 오인식률을 이용하여 평가하였다. 본 논문에서 제안된 방법은 총 350장의 이미지 중에 340개의 이미지에 대해서 올바른 인식 결과를 보여주었으며, False Positive 7개, False Negative 3개의 이미지가 오인식되어 전체 도서 권수 검출에 대해 97.1%의 인식률을 보였다. Fig. 6은 도서 입력 이미지에 대해 제안한 방법을 적용하여 도서의 권수를 판별한 결과 이미지이다.

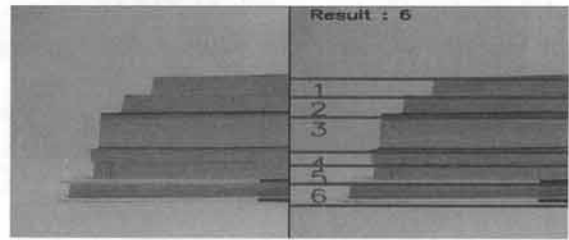


Fig. 6. Input image (left) and output image of the book counting (right)

Table 1. Result of book counting

	# of images	Correct	Mismatch		Recognition rate (%)	
			F-P	F-N		
# of books	1	40	38	2	0	95.0
	2	70	67	3	0	95.7
	3	60	58	1	1	96.7
	4	70	67	1	2	95.7
	5	60	60	0	0	100
	6	50	50	0	0	100
Total	350	340	7	3	97.1	

### 4. 결론

본 논문에서는 최근 도서관에서 많이 사용되고 있는 RFID 기반 도서관 시스템의 오인식을 보완하기 위한 방법으로 영상처리를 이용하여 책의 권수를 검출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로 총 350장의 테스트 이미지를 이용하여 실험한 결과 97.1%의 인식률을 보였다. 제안된 영상처리 기반의 도서 권수 검출 알고리즘은 차후 더 다양하고 많은 도서 이미지를 이용한 테스트와 알고리즘의 보완을 통해 더 높은 인식률을 제공할 수 있을 것으로 예상되며, RFID 시스템에서 잘못 인식되는 문제를 보완하는 데에 활용되어, 안테나의 위치 보정을 통한 RFID 도서관 시스템의 성능 향상에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### REFERENCES

- [1] J. S. Lim, W. H. Kim, "Multiple Pedestrians Detection and Tracking using Color Information from a Moving Camera", The KIPS Transactions. Part B, Vol.b11, Issue 3, pp.317-326, 2004.
- [2] Y. H. Gong, C. K. Kwon, and M. S. Kim, "A Study On The Improvement Of Vehicle Plate Recognition", The Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.10, No.8, pp.1947-1954, 2009.
- [3] S. H. Park, and S. W. Cho, "A Vehicle License Plate Recognition Using the Feature Vectors based on Mesh and Thinning", Korea Fuzzy Logic and Intelligent Systems Society, Vol.21, No.6, pp.705-711, 2011.

- [4] B. S. Kim, and W. Y. Kim, "Robust Lane Detection Method in Varying Road Conditions", The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.49, No.1, pp.88-93, 2012.
- [5] J. K. Park, and W. Jung, "Automated Inspection System Using Image Processing Technology for Automotive Components", Korea Society of Industrial Information Systems, Vol.4, No.3, pp.71-78, 1999.
- [6] "Seminar for Next Generation Research Information System and RFID system", Yonsei University Library, 2010.
- [7] J. Canny, "A Computational Approach To Edge Detection", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.8, Issue 6, pp.679-698, 1986.
- [8] Richard O. Duda, and Peter E. Hart, "Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures", Communications of the ACM, Vol.15, Issue 1, pp.11-15, 1972.
- [9] S. G. Yoo, D. I. Oh, J. H. Jeon, M. Hong, S. J. Park, and W. J. Jang, "Development of a High Quality RFID Recognition System Complemented by Visual Recognition Techniques", Korea Information Processing Society, Vol.19, No.1, pp.85-88, 2012.
- [10] G. Y. Heo, K. E. Lee, and Y. W. Woo, "Edge Strength Hough Transform : An Improvement on Hough Transform Using Edge Strength", The Korean Institute of Information and Communication Engineering, Vol.10, No.11, pp.2055-2061, 2006.



**염 호 섭**

e-mail : sekachuu@sch.ac.kr  
 2013년 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어 공학과(학사)  
 현 재 순천향대학교 컴퓨터학과 석사과정  
 관심분야: 영상처리, 객체추적 등



**홍 민**

e-mail : mhong@sch.ac.kr  
 1995년 순천향대학교 전산학과(학사)  
 2001년 University of Colorado at Boulder (석사)  
 2005년 University of Colorado at Health Science Center(공학박사)  
 2006년~2012년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 조교수  
 2012년~현 재 순천향대학교 공과대학 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수  
 관심분야: 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터시뮬레이션, 게임 프로그래밍, 영상처리 등



**오 동 익**

e-mail : dohdoh@sch.ac.kr  
 1982년 The City University of New York (학사)  
 1986년 Florida State University(석사)  
 1991년 Florida State University (공학박사)  
 1997년~2006년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 부교수  
 2006년~2007년 Drexel University (미 필라델피아) 객원 연구 교수  
 2007년~2008년 순천향대학교 의료과학대학 의료IT공학과 부교수  
 2008년~현 재 순천향대학교 의료과학대학 의료IT공학과 교수  
 관심분야: 운영체제, u-HealthCare, 임베디드시스템, 프로그래밍 언어 등