

영상처리에 의한 서고에서의 도서 위치 검출 시스템

조동욱*

*:충북과학대학 정보통신학과

e-mail : ducho@ctech.ac.kr

Books Location Extraction System from Shelves by Image Processing

Dong-UK Cho*

*:Chungbuk Provincial University of Science & Technology

요 약

본 논문에서는 효율적인 전자도서관 구축을 위해 도서들의 위치를 자동으로 파악하는 시스템을 제안하고자 한다. 현재와 같이 일반인들에게 개방하고 있는 공공도서관이나 대형 서점에서 열람자가 도서를 제 자리에 꽂지 않아서 이를 정리하기 위한 지루하고 단순한 작업이 사서에 의해 수행되어야만 한다. 본 논문에서는 이를 위해 영상처리 기술을 이용하여 도서의 위치를 자동으로 파악하는 시스템에 대해 기술하고자 한다. 이는 크게 각 도서들 간의 경계 영역 추출 모듈, 도서들의 타이틀 영역 추출 모듈 그리고 도서 타이틀 영역 인식 모듈로 구성되며 향후 상용화에 성공할 시 해당 분야의 핵심 기술로 자리잡을 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

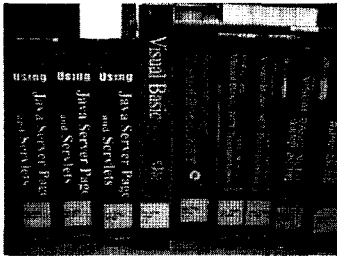
최근 전자도서관의 구축과 더불어 기존 공공도서관이나 대형서점 등에 있어 비치된 도서들을 자동적으로 분류하고 관리하고자 하는 시스템의 개발은 사회적 요구 사항이 되고 있다. [1] - [3]. 즉, 모든 공공기관 소유의 도서관이나 대학의 도서관들이 열린도서관을 표방하여 지역민들에게 도서관의 무료 이용을 시행하고 있는 실정이다. 이는 자원 공유의 차원에서 참으로 시의 적절한 정책을 시행한다고 볼 수 있으나, 역으로 일반 주민들의 도서관 이용이 도서의 파손과 보고 난 도서의 반환 시 분류 및 관리에 필요한 원위치에 반환치 않아 분류 및 관리를 위해 사서직원이 지루하고 힘든 수작업을 수행해야 하는 문제가 존재한다. 아울러 대형서점의 객장에서도 고객들이 보고 난 도서가 제 위치에 놓여있지 않아 직원들이 지루한 작업을 해야 하는 일이 다반사로 존재한다. 이를 위해 도서에 라벨을 붙여 도서관리를

하는 방법도 있지만 일일이 도서마다 라벨을 붙여야 하는 단점이 존재하게 된다. 따라서 가장 적합한 방법은 도서들의 타이틀 영역을 자동으로 추출하여 인식하는 방법이 가장 올바른 접근 방법이라 여겨진다.

본 논문에서는 이를 위해 영상처리 및 패턴인식 기술을 이용하여 임의로 꽂혀 있는 도서로부터 자동으로 도서의 위치를 파악하여 분류 및 관리를 수행할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 현재까지는 알고리즘 개발이 완료된 상태이며 향후 실험을 수행하여 개발한 시스템의 유용성 입증과 상품화를 수행하고자 한다.

2. 전체 시스템의 구성

도서들의 특징은 아래 (그림1)과 같이 도서명, 저자명, 출판사명 등으로 구성 되어있다.



(그림1) 도서들의 전형적인 형태

따라서 전체 개발 모듈은 도서 영역 추출, 도서들 간의 타이틀 영역 추출, 도서들의 타이틀 영역 인식 모듈로 구성되어 있다. 이에 대한 개발 항목과 개발 방법을 아래 <표1>에 나타내었다.

<표1> 개발 항목과 개발 방법에 대한 Survey

개발 항목	개발 방법
도서 영역 추출	<ul style="list-style-type: none"> 미분 연산자 적용 Hough 변환 좌표 변환(기울어진 도서의 교정)
도서들 간의 타이틀 영역 추출	<ul style="list-style-type: none"> X,Y 히스토그램 생성 생성된 X,Y 히스토그램으로 부터 클러스터링수행
도서들의 타이틀 영역 인식	<ul style="list-style-type: none"> 각영역의 문자수,도서폭과 높이등 추출(1차 정합) 곡선 적합(2차 정합) 라그랑지다항식(3차정합)

3. 도서 영역 추출

도서들 간의 경계선을 추출하여 도서 영역을 뽑아 내야 한다. 이를 위해 미분 연산자[4]인 Sobel 연산[5]을 사용한다.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

(그림2) Sobel 연산을 위한 3X3 창

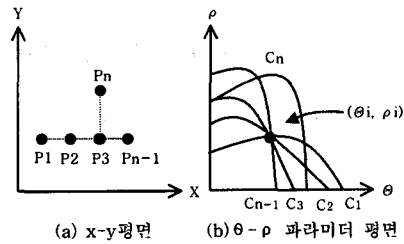
$$S_x = |c+2f+i| - |a+2d+g| \dots(1)$$

$$S_y = |a+2b+c| - |g+2h+i| \dots(2)$$

이며, 미분 연산의 임계치는 하식과 같다.

$$S_x + S_y \geq TH_1 \dots(3)$$

이제 미분 연산 결과에 직선을 추출키 위한 Hough 변환[6],[7]을 수행한다. 이때 직선들 간에 기울기의 곱이 -1이 되는 직선 식만을 도서 영역 추출에 필요한 직선 식으로 간주한다.



(그림3) 직선 검출을 위한 Hough 변환

$$S_i : c = -X_i \cdot m + Y_i \dots(4)$$

$$Y = X \cdot m_i + c_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \dots(5)$$

$\theta - \rho$ 파라미터 평면에 의한 Hough 변환은 식(4) 대신 식(6)을, 식(5)대신 식(7)을 이용한다.

$$C_i : \rho = X_i \cos \theta + Y_i \sin \theta \quad (i = 1, 2, \dots, m) \dots(6)$$

$$Y = -(\cos \theta_i / \sin \theta_i) \cdot X + (\rho_i / \sin \theta_i) \quad (\theta \neq 0) \dots(7)$$

$$(\theta = 0) \dots(7)$$

$$X = \rho_i$$

하나의 직선식의 기울기를 m , 또는 다른 직선식의 기울기를 m' 라고 하면 도서영역 추출에 필요한 직선 식은 하식과 같다.

$$m \cdot m' = -1 \dots(8)$$

최종적으로 비틀게 꽂혀 있는 도서에 대해 좌표 변환을 수행한다.

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots(9)$$

4. 도서의 타이틀 영역 추출

도서의 타이틀 영역은 크게 도서명 영역, 저자명 영역 그리고 출판사명 영역으로 나뉘어 진다. 이를 위해 미분 연산자에 의해 추출된 경계선에 대해 Y축 히스토그램 그리고 X축 히스토그램을 통해 클러스터링을 행한다. 우선 Y축 히스토그램을 행하면 아래(그림4)와 같이 클러스터링을 위한 1차 작업이 가능케 한다. 즉, Y축 좌표 상에 Euclidean 거리가 일정한 값 이상이면 이를 클러스터링을 위한 1차 작업값으로 선정한다.



(그림4) 클러스터링을 위한 Y축 히스토그램

이제 1차 클러스터링되어 나온 히스토그램으로부터 X축히스토그램을 통해 각 영역의 검증 작업을 수행한다.



(그림5) 검증을 위한 X축 히스토그램

5. 도서들의 타이틀 영역 인식

이제 도서 인식을 위해 타이틀 영역을 인식해야 한다. 이를 위해 크게 세단계의 과정을 거친다. 첫째가 아래 <표2>와 같은 분류 과정이다.

<표2> 인식을 위한 첫단계 과정

타이틀영역	문자수	글자폭 (가로)	글자폭 (세로)
도서명영역	○	○	○
저자명영역	○	○	○
출판사명영역	○	○	○

이 중 글자 폭은 가로, 세로 공히 하우변환된 결과에 대해 수행하며 가로 글자 폭은 X축 히스토그램(폭)에서, 세로 글자 폭은 Y축 히스토그램(도서 높이)에서 Euclidean 거리를 통해 구한다.

<표2>의 과정의 후보수를 줄이기 위해서는 1차의 회귀곡선식을 찾아, 회귀곡선식의 유사도를 통해 식별을 수행하며, 보다 세밀한작업을 위해서는 Lagrange다항식을 이용한정합을 수행한다.

(n+1)조의 n차식 다항식은 하식과 같으며 Lagrange 다항식은 식(11)과 같다.

$$p_n(X) = C_0 + C_1 X + \dots + C_n X^n \quad \dots (10)$$

$$Lx(X_i) = \begin{cases} 0 & \text{if } i \neq k \\ 1 & \text{if } i = k \end{cases} \quad \dots (11)$$

최종적으로 Lagrange 다항식은 하식과 같다.

$$p_n(x) = \sum_{k=0}^n \left[\prod_{i=0, i \neq k}^n \frac{x - X_i}{X_k - X_i} \right] Y_k \quad \dots (12)$$

회귀직선으로 적합을 수행해야 하기 위해서는 아래의 작업을 행한다.

$$L(X) = a + bX \quad \dots (13)$$

여기서 a, b값을 구하기 위해 식(14)을 최소화하는 a, b값을 구해야 한다.

$$E(L) = \sum_{k=1}^m [a + bX_k - Y_k]^2 \quad \dots (14)$$

윗 식에서 $\frac{\partial E(L)}{\partial a} = 0$, $\frac{\partial E(L)}{\partial b} = 0$ 가 되어야 하므로

$$\begin{aligned} ma + (\sum X_k)b &= \sum Y_k \\ (\sum X_k)a + (\sum X_k^2)b &= \sum X_k Y_k \end{aligned} \quad \dots (15)$$

최종적으로 a와 b의 값은 하식과 같이 하여 구해진다.

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \frac{1}{m \sum Xk^2 - (\sum Xk)^2} \begin{bmatrix} \sum Xk^2 - \sum Xk \\ -\sum Xk \\ m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum Yk \\ \sum XkYk \end{bmatrix} \quad \dots(16)$$

6. 결론

본 논문에서는 영상처리와 패턴인식을 이용한 도서 자동 위치 파악 시스템에 대해 기술하였다. 도서 자동 위치 파악을 위해 도서 영역 추출, 도서들 간의 타이틀 영역 추출, 도서들의 타이틀 영역 인식에 대해 다루었으며 이는 전자도서관의 구축에 핵심적인 기술로 평가될 수 있을 것으로 여겨진다. 그러나 아직 본격적인 실험이 수행되지 않아 본 논문의 유용성을 입증하지 못한 것에 대한 후속 작업이 진행되어야 하리라 여겨진다. 아울러 도서명, 저자명과 더불어 이때 이를 처리하기 위해 출판사의 로고도 인식하는 것에 대한 연구도 계속 행해져야 하리라 사려 된다. 또한 같은 색상의 책들이 나란히 꽂혀져 있을 경우 도서 영역 추출이 용이치 않을 것으로 예상되는바 이에 대한 대책과 다양한 타이틀 형태를 갖는 잡지, 논문지 형태의 도서에 대한 경우의 수 파악과 알고리즘 보완등도 행해져야 하리라 생각된다. 끝으로 본 논문 작성에 자료 정리 등을 도와준 본 대학 정제용군에게 감사하는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] R. Iwamoto and M. Ito, "Visual Extraction of Title Character Region of Books on a Shelf", Proc. of IEICE General Conf., D-343, 1996
- [2] Y. Akiyama, M. Takayama, T. Nagumo and M. Ito. "Extraction of Books from Color Images", Proc. of IEICE General Conf., D-12-31, 1998
- [3] M. Sawaki, H. Murase and N. Hagita, "Character Recognition Using Automatic Template Selection Based on Estimating Degradation," Technical Report of IEICE PRMU97-187, 1997
- [4] 김태균, 최형진, 화상처리기초, 정익사, 1990
- [5] Martin D. Levine, Vision in Man and Machine,

Mcgraw-Hill, 1985

- [6] M. Tominaga, K. Kato, K. Murakami and H. Koshimizu, "Fine Line Detection at Specified Angle by Extended Hough Transform, Proc. of IEICE. General Conf., D-12-6, 1997
- [7] M. Morimoto, T. Shakunaga, S. Akamatsu and Y. Suenaga, "A High-Resolution Hough Transform Using Variable Filter, Transaction of IEICE, D-II, vol. J75-D-II No.9, 1992