

문서 영상의 영역 분류와 회전각 검출

모 문 정[†]·김 옥 현^{††}

요 약

본 논문에서는 그림, 글자, 표, 직선 등과 같은 다양한 정보를 포함하는 문서 영상 인식에 대한 효율적인 알고리즘을 제안한다. 이 시스템은 문서영상의 기울짐을 보정하기 위한 회전각검출 단계, 불필요한 배경영역을 제거하는 단계, 문서영상에 내재된 각 구성요소를 검출하는 분류 단계로 구성된다. 알고리즘은 문서의 기울어짐에 의해서 발생하는 오류를 최소화하기 위한 회전각 검출과정과 검출된 회전각을 기반으로 문서를 보정하는 전처리단계를 수행한다. 입력된 문서영상의 수평성분과 수직성분만을 이용하여 회전각을 검출하고, 문서의 구성요소 검출과정에서 불필요한 배경영역을 제거함으로써 계산시간을 최소화하였다. 그리고 영상에 내재된 그림영역, 글자영역, 표영역, 직선영역 등의 다양한 구성요소를 분류한다. 제안한 문서 인식 시스템의 성능 평가를 위해서 다양한 문서영상에 제안한 방법을 적용하고 성공적인 결과를 보인다.

A Block Classification and Rotation Angle Extraction for Document Image

Moon-Jung Mo[†] · Wook-Hyun Kim^{††}

ABSTRACT

This paper proposes an efficient algorithm which recognizes the mixed document image consisting of the images, texts, tables, and straight lines. This system is composed of three steps. The first step is the detection of rotation angle for complementing skewed images, the second is detection of erasing an unnecessary background region and last is the classification of each component included in document images. This algorithm performs preprocessing of detecting rotation angles and correcting documents based on the detected rotation angles in order to minimize the error rate by skewness of the documentation. We detected the rotation angle using only horizontal and vertical components in document images and minimized calculation time by erasing unnecessary background region in the detecting process of component of document. In the next step, we classify various components such as image, text, table and line area included in document images. we applied this method to various document images in order to evaluate the performance of document recognition system and show the successful experimental results.

키워드 : 회전각 검출(Rotation Angle Extraction), 영역 검출(Block Extraction), 영역 분류(Block Classification)

1. 서 론

정보의 전달수단이 되고 있는 신문, 서적, 잡지, 공문서 등과 같은 문서들은 오늘날 정보를 전달하기 위한 중요한 수단으로 이용되고 있다. 최근 컴퓨터의 성능이 놀라게 증대되면서 많은 사람들이 컴퓨터를 이용하여 영상을 처리하고 인식하는 문제에 관심을 가지게 되었으며, 영상을 카메라나 스캐너 등을 통하여 얻은 후 여러 가지 목적에 따라 다양한 알고리즘을 적용하여 많은 정보를 얻고 있다. 1960년대 부터 시작된 영상 처리는 점진적으로 중요한 연구 분야가

되어 왔으며, 이러한 영상처리 작업은 최근 섬유산업, 공장 자동화, 문서처리, 의료 진단 영상 시스템 등의 여러 응용 분야에서 실용화되고 있다. 특히 산업이 전문화되고 광범위 해짐으로써 처리되어야 할 정보의 양도 급속하게 증가하고 있다. 정보의 급속한 증가로 인하여 정보의 획득을 키보드에 의존한 기존의 형태는 정보처리에 한계가 있기 때문에 문서 영상을 전자문서 형태로 자동 변환하는 연구가 많이 요구되어지고 있다. 최근에는 정보를 보다 적극적으로 전달하기 위해서 문자뿐만 아니라 다양한 이미지나 표 등을 사용하여 정보를 전달하고자 한다. 기존의 연구[3-6]에서는 대부분 입력된 문서영상으로부터 문자영역과 비문자영역만을 추출하여 문자를 추출하는 형태이기 때문에 문서영상으로부터 특정 이미지 검출이나 공문서의 구조적 유형 분석

[†] 준 회원 : 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과

^{††} 정 회원 : 영남대학교 전자정보공학부 교수

논문접수 : 2002년 1월 25일, 심사완료 : 2002년 7월 24일

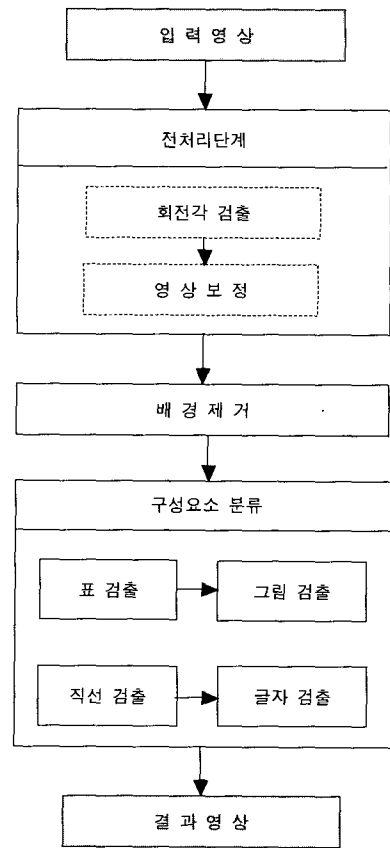
과 같은 다양한 응용에는 한계가 있다. 따라서 문서영상에 내재된 다양한 요소들을 자동으로 인식하고 분류하는 작업이 절실히 요구되고 있다. 그러나 문서영상에 내재된 각 구성요소들을 자동으로 분석하고 분류하는 연구는 아직까지 미흡한 실정이기 때문에 본 논문에서는 문서영상에 내재된 각 구성요소들을 자동으로 분류하는 방법을 제안한다. 문서영상으로부터 글자나 그림, 도표 등의 다양한 요소들을 자동으로 분류하는 작업은 은행이나, 보험회사, 관공소 등에서 업무를 자동화하는데 큰 도움을 제공할 수 있다.

문서영상에 내재된 각 구성요소들을 분석하는 과정에서 문서의 기울어짐은 구성요소를 검출하는 과정에서 치명적인 오류를 발생 가능성이 있기 때문에 문서영상에 내재된 구성요소를 검출과정에서 문서영상의 기울어짐은 대부분 고려하지 않고 있다[3, 4]. 본 연구에서는 이와 같은 오류를 최소화하기 위해서 문서영상에 내재된 각 구성요소를 검출하는 과정의 전처리 단계로 입력된 문서영상의 회전각 검출단계와 문서영상을 보정하는 보정단계를 수행한다. 일반적으로 회전각을 검출하기 위해서 허프변환을 사용하거나 회전각의 범위를 제한하고 있다. 영상의 기울기를 검출하기 위해서 일반적으로 사용되는 허프변환은 비교적 정확한 기울기값을 얻을 수 있지만 많은 계산량을 필요로 하기 때문에 전처리 단계에서 많은 시간을 소비하게 되는 한계점을 가진다. 본 논문에서는 회전각 검출에 소비되는 시간을 최소화하고 입력영상의 크기나 회전각에 영향을 받지 않는 검출방법을 제안한다. 문서영상에 내재된 각 구성요소를 분류하는 기존의 연구는 인접한 검은 픽셀들의 길이를 계산하여 구성요소를 분류하기 때문에 다양한 크기의 문자가 혼합된 영상이나 문서영상에 내재된 그림의 분석과 같은 응용에는 한계가 있다[3]. 본 논문에서는 다양한 그레이 레벨의 영상을 사용하여 이와 같은 응용에도 사용할 수 있으며, 구성요소를 검출하는 과정에서 불필요한 배경영역을 제거하는 단계를 수행함으로써 계산량을 최소화하고, 각 구성요소의 영역을 비교적 간단하게 분류한다. 분류된 각 영역의 분석을 통해서 표영역, 그림영역, 직선영역, 글자영역을 정의하고 분류하는 단계를 통해서 구성요소별로 분류된 결과 영상을 얻는다.

본 논문의 구성은 2장에서 회전각 검출을 위한 전처리단계, 불필요한 배경영역제거를 통해서 구성요소 영역을 검출하는 단계와 분류된 영역으로 기반으로 문서영상에 내재된 구성요소를 정의하고 분류하는 단계를 서술하였으며, 3장에서는 실험결과를 보이고 4장에서는 결론을 맺었다.

2. 문서 인식 시스템

본 논문에서 제안하는 문서 인식 시스템은 (그림 1)에 나타난다.



(그림 1) 문서 인식 시스템

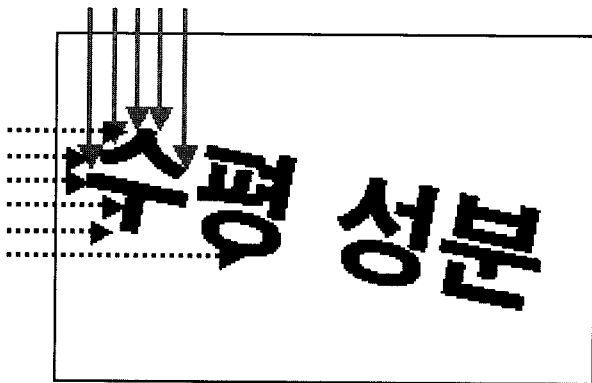
2.1 전처리 단계

문서영상을 획득하는 과정에서 빈번하게 발생하는 오류는 입력 문서영상의 기울어짐이며 문서영상의 기울어짐은 문서영상에 내재된 각 구성요소를 분석하는 과정에서 치명적인 오류로 나타난다. 이와 같은 오류를 최소화하기 위해서 먼저 입력된 문서영상의 기울어짐을 검출하고 검출된 기울기를 기반으로 역회전하는 과정을 수행한다. 픽셀들의 위치값은 정수형의 값을 나타내기 때문에 역회전과정에서 양자화에 의해 사상되지는 못하는 픽셀들을 처리하는 문서영상 보정 단계를 수행한다.

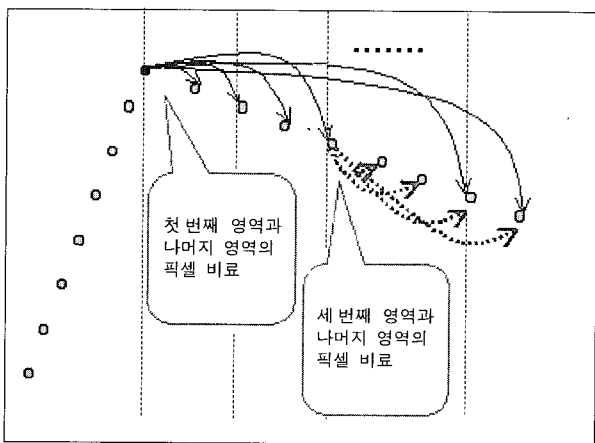
2.1.1 회전각 검출

일반적으로 영상의 기울어짐을 검출하기 위해서 허프변환이 많이 사용되고 있다. 허프변환은 입력된 영상에 포함된 직선·곡선성분의 검출을 통해서 회전각을 얻는다. 허프변환은 노이즈를 포함하는 이진 영상에서 선이나 원 등의 도형을 추출하는 데에는 유효한 방법이나 거대한 파라미터 공간을 설정 해야하므로 기억용량과 처리속도 등에서 불리하다. 입력 영상 중의 픽셀의 좌표뿐만 아니라, 그 픽셀에 있어 선의 방향 등을 이용하여 파라미터 공간에서 차원을 줄이는 방법, 변환 대상 픽셀수를 줄이는 방법 등 많은 제약조건이 필요하다.

본 논문에서는 회전각을 검출하는데 소요되는 시간을 최소화하기 위한 방법을 제안한다. 입력된 문서영상의 최상위 수평성분에 해당되는 픽셀들과 좌측 수직 성분에 해당하는 픽셀들을 먼저 검출한다. 회전각은 수평·수직성분이 동일한 값을 나타내므로 행과 열을 기준으로 가장 먼저 나타나는 픽셀들간의 기울어짐을 계산함으로써 얻어진다. 일반적으로 문서영상은 편집과정에서 효율적인 의사전달을 위해 제목, 들어 쓰기, 로고 등을 포함하며 이와 같은 요소들은 회전각을 검출과정에서 부정확한 결과를 나타내는 경우가 있다. 회전각 검출의 오류를 최소화하고 입력영상의 크기에 제약을 받지 않도록 문서영상을 수직, 수평에 대해 각각 10개의 영역으로 분할한다. 각각의 영역에서 검출된 첫 번째 픽셀을 기준으로 나머지 영역에서 나타나는 픽셀들과의 회전각을 검출함으로써 보다 정확하고 빠른 회전각 검출이 이루어진다. (알고리즘 1)의 첫 번째 단계에서 수평성분은 (그림 2)와 같이 입력영상의 첫 번째 행을 기준으로 각 열을 한 픽셀씩 증가시키면서 각 열에서 가장 먼저 검출된 픽셀들의 집합을 수평성분이라하며 수직성분은 첫 번째 열을 기준으로 행을 한 픽셀씩 증가시키면서 각 행에서 가장 먼저 검출된 픽셀들의 집합을 수직성분이라 한다.



(그림 2) 수평·수직 성분 검출



(그림 3) 회전각 검출 과정

- | |
|---|
| <p>step 1 : 문서영상의 수평성분을 검출한다.</p> <p>step 2 : 10개의 영역으로 분할하고 각 영역의 첫 번째 픽셀을 검출한다.</p> <p>step 3 : 해당영역의 첫 번째 픽셀과 나머지영역에 존재하는 픽셀들의 기울기를 계산한다.</p> <p>step 4 : 영역을 1씩 증가시키면서 step 3을 10회 반복 수행한다.</p> <p>step 5 : 수직성분에 해당되는 회전각 검출은 수평성분의 회전각 검출과 동일한 방법으로 10회 반복 수행된다.</p> <p>step 6 : 가장 많이 나타나는 기울기값을 이 문서영상의 회전각으로 정의한다.</p> |
|---|

(알고리즘 1) 회전각 검출

(그림 3)은 (알고리즘 1)의 회전각 검출과정을 나타내며 첫 번째와 세 번째 영역에서의 비교 과정을 보여준다.

2.1.2 문서영상 보정

회전각 검출 단계에서 검출된 회전각을 이용하여 입력된 문서영상을 보정하는 과정을 수행한다. θ 는 검출된 회전각을 나타내고, (x, y) 는 원영상의 좌표값을 나타내며 (x', y') 는 보정된 후의 좌표값을 나타낸다.

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' &= x \sin \theta + y \cos \theta \end{aligned} \quad (1)$$

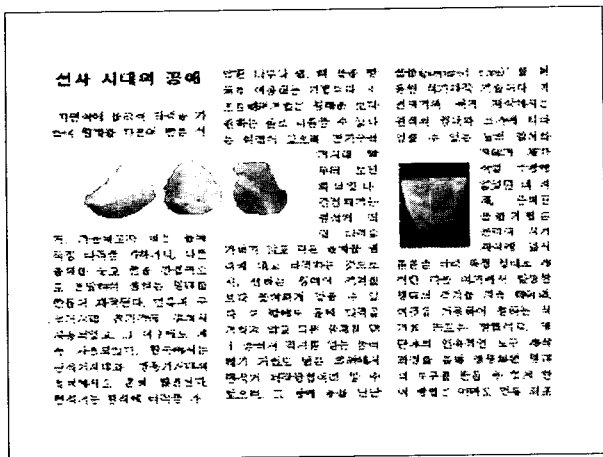
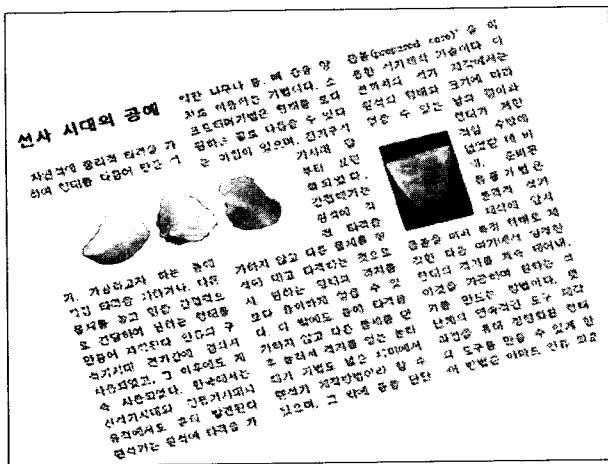
식 (1)을 통해서 기울어지기 이전의 상태로 복원된다. 그러나 역회전되는 과정에서 입력 픽셀이 완전히 사상되지 못하는 문제가 발생하기 때문에 부정확한 출력영상을 얻게된다. 회전된 영상의 정확성 여부는 문서영상에 내재된 각 구성요소에 영향을 받기 때문에 사상되지 못한 검은색 픽셀을 보정하는 과정이 필요하다. 식 (1)을 통해서 회전된 결과영상을 3×3 크기의 작은 영역으로 분할하고 그 영역 내에서 나타나는 흰색 픽셀의 수가 4개 이하일 경우는 구성요소 영역으로 인식하고 이웃한 픽셀과 동일한 픽셀값을 중심픽셀에 할당한다. 단, 중심 픽셀이 흰색일 경우에 적용하며, 각 영역은 동일한 행에 대해서 1열씩 동일한 열에 대해서 1행씩 교차하도록 하며, 중간결과 값은 식 (1)에 의해서 얻어진 영상에 영향을 미치지 않도록 새로운 결과 이미지를 생성한다. 수행과정에서 약간의 오차는 발생했으나 각 구성요소를 분류하는 과정에는 영향을 주지 않았다. (그림 4)는 시계 반대 방향으로 15° 회전된 영상에 대한 실험 결과를 나타내며 수평·수직 성분에 대한 회전각을 동시에 검출하기 때문에 수직성분에 이미지가 포함된 경우에 수평성분의 회전각 검출을 동시에 수행함으로써 정확한 회전각 검출이 이루어짐을 보여준다.

2.2 구성요소 영역 검출

문서영상에 내재된 각 구성요소들의 특성을 정의하기 위해서 먼저 각 구성요소가 포함된 실제영역을 검출하는 과

정을 수행한다. 배경부분은 각 구성요소들의 특징을 정의하는 과정에서 불필요한 연산을 수행하게 되며 배경제거를 통해서 각 영역을 간단하게 구분 짓는다.

일반적으로 문서는 최소한의 테두리 영역을 포함한다. 먼저 테두리에 해당되는 배경을 제거하는 1차 제거 단계를 수행한다. 입력된 문서영상의 수평길이와 동일한 크기를 갖는 흰색 픽셀들의 그룹이나 수직길이와 동일한 크기를 갖는 흰색 픽셀들의 그룹들은 배경영역에 해당하므로 구성요소 영역에서 제거한다. 1차 제거단계에 의해서 생성된 영역들에 대해서 각 영역별로 1차 단계에서 수행한 방법과 동일하게 각 영역의 크기를 기반으로 각 영역에 존재하는 부분적인 배경영역을 제거하는 2차 제거단계를 수행한다. (그림 5)는 배경과 구성요소 영역을 분리한 결과를 나타내며 1차 단계와 2차 단계를 구분하기 위해서 제거된 영역의 색깔은 임의로 나타내었다. 구성요소를 분류하는 과정에서 불필요한 배경영역을 제거함으로써 계산시간을 최소화 할 뿐만 아니라 비교적 간단하게 각 영역들을 구분할 수 있다.

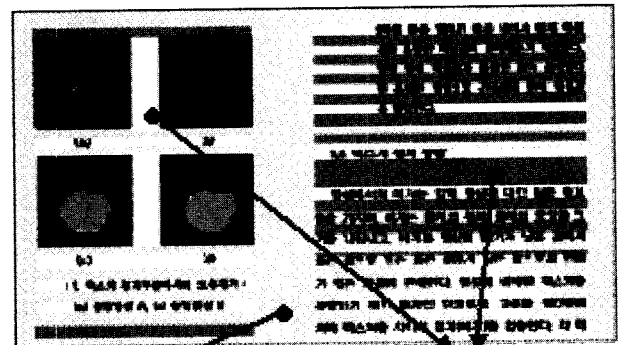
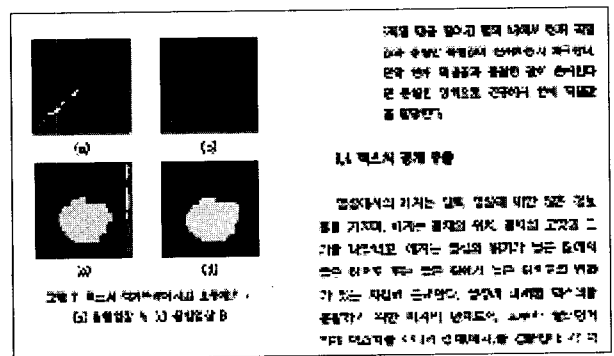


2.3 구성요소 분류

일반적으로 문서영상으로부터 검출되어야 할 구성요소들은 그림영역, 글자영역, 표영역, 직선영역 등이다. 이 단계에서는 각 영역(구성요소)의 특징을 분석하여 구성요소들을 정의하고, 이 정의를 기반으로 각 영역을 분류하는 작업을 수행한다. 각 구성요소는 표영역, 그림영역, 직선영역, 글자영역 순으로 검출한다.

2.3.1 표영역 검출

표영역과 그림영역은 직선영역이나 글자영역에 비해서 큰 영역을 가지므로 전체 문서영상 중에서 일정한 크기를 갖는 영역을 검출한다. 먼저 구성요소 영역 검출 단계에서 검출된 구성요소들의 영역별 수평·수직의 크기를 계산하고 전체 문서 영상의 수평크기나 수직크기와 비교해서 수평·수직 모두 전체 문서 영상 크기의 5%이상의 크기를 갖는 영역을 검출한다.



(그림 5) 배경 영역 제거

표영역은 아래와 같은 조건을 가진다.

- ① 표영역은 전체 표영역의 수평길이의 90% 이상의 크기를 갖는 흰색 픽셀 그룹을 포함한다.
- ② 표영역은 전체 표영역의 수직길이의 90% 이상의 크기를 갖는 흰색 픽셀 그룹을 포함한다.

③ 하나 이상의 교차점을 포함한다.

검출된 영역 중에서 이와 같은 세 가지 조건을 모두 만족하는 영역은 표영역으로 정의한다. 마지막으로 표영역안에 존재하는 글자부분은 새로운 영역으로 정의함으로써 글자영역 검출 단계에서 글자영역으로 정의할 수 있다. 표영역안에 존재하는 글자영역은 앞 단계의 구성요소 영역 검출과 동일한 방법으로 수행된다.

2.3.2 그림영역 검출

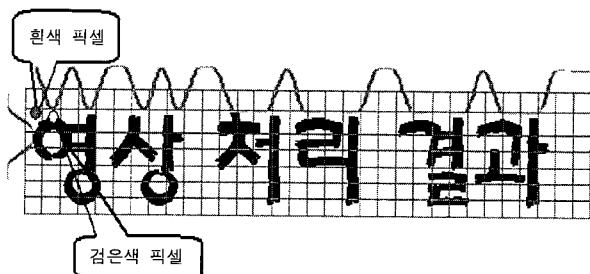
2.3.1의 표영역 검출단계에서 표영역으로 정의된 영역을 제외한 나머지 영역에 대해서 그림 영역을 검출한다. 그림은 보통 다양한 색상이나 무늬를 가진다. 큰 글자가 포함된 영역이 그림 영역으로 분류되는 오류를 최소화하기 위해서 검색된 영역에서 나타나는 값들이 균일하지 않을 경우는 그림영역으로 정의한다. 글자영역은 흰색과 검은색의 픽셀들이 연속해서 존재하기 때문에 그림영역과 구별된다.

2.3.3 직선영역 검출

표영역과 그림영역에서 제외된 영역들에 대해서 글자영역이나 직선영역을 정의한다. 직선영역은 일정한 픽셀값이 연속해서 나타나며 수평길이나 수직길이가 전체 문서영상 크기의 5% 이상을 가진다. 이러한 조건을 만족하는 영역들은 직선영역으로 정의된다.

2.3.4 글자영역 검출

정의되지 않은 영역들 중에서 글자영역을 정의하며 글자영역은 일반적으로 흰색픽셀과 검은 픽셀이 교차되면서 연속적으로 나타난다. 글자 영역은 (그림 6)과 같이 수평부분이나 수직부분에서 흰색 픽셀과 검은색의 픽셀이 일정한 형태로 반복되기 때문에 다른 영역과 구별된다. 2.2의 구성요소 영역검출과정에서 검출되지 않은 영역은 매우 작은 점과 같은 영역이기 때문에 배경영역으로 처리함으로써 구성요소 영역에서 제외된다.



(그림 6) 글자영역 분류

3. 실험결과 및 검토

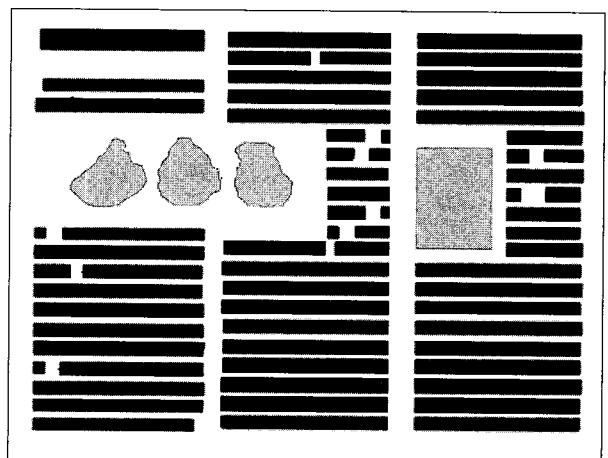
실세계에는 다양한 크기와 상이한 문서가 존재하기 때문

에 본 연구에 사용된 실험 영상은 A4크기의 문서영상뿐만 아니라 다양한 크기를 갖는 256 그레이 레벨의 문서영상을 선택하였으며, 각 단계별 처리과정은 SUN SPARC 워크스테이션의 X-WINDOWS하에서 C언어로 구현되었다.

본 논문에서 제안한 방법은 문서영상에 내재된 각 구성요소를 정확하게 검출하기 위해서 기울어짐과 같은 오류를 제거하기 위한 전처리 단계, 불필요한 연산을 최소화하고 각 구성요소의 영역을 분류하기 위한 구성요소 영역 검출 단계, 검출된 각 구성 요소의 영역을 기반으로 각 구성 요소의 특성을 정의하고 정의된 특성에 따라서 각 구성요소를 분류하는 구성요소 분류 단계로 구성된다. 본 논문에서 제안한 문서 인식 시스템을 실험 영상에 적용해서 얻어진 결과 영상을 (그림 7)에 나타낸다. (그림 7)은 정형화되지 않은 다양한 그림영역을 포함한 문서영상에 대해서도 정확하게 분류됨을 보여준다. 또 다른 실험영상의 실험결과는 (그림 8)과 (그림 9)에 나타내며, 표와 다단편집을 포함한 문서 영상에 대해서도 정확하게 분류됨을 보여준다.



(a) 원영상

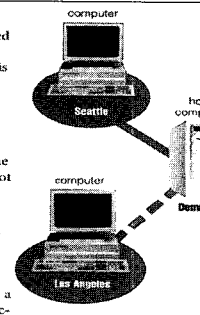
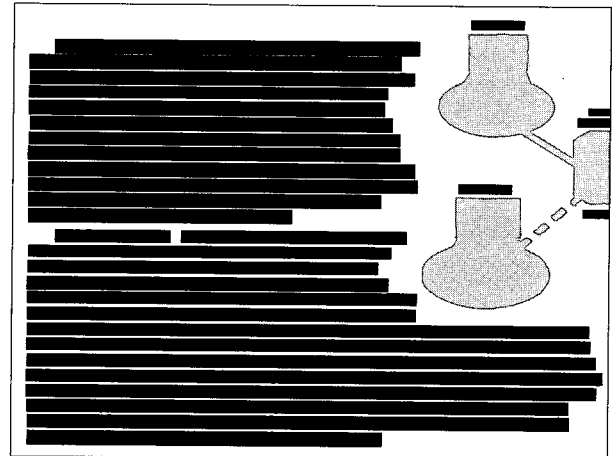


(b) 구성요소 검출결과

(그림 7) 문서영상에 내재된 구성요소 검출결과

Switched lines are relatively inexpensive. Using a switched line for data communications costs no more than making a regular telephone call. Another advantage of switched lines is that a connection can be made between any two locations with telephone service and communications equipment. For example, you could dial another computer to connect to the Internet and browse an online catalog. When you are done, you can hang up and place a second call to a different computer to check the balance in your checking account. One disadvantage of using switched lines is that line quality cannot be controlled because the line is chosen randomly by the telephone company switching equipment.

Dedicated Line A dedicated line is a line connection that always is established, unlike a switched line where the line connection is reestablished each time it is used. The communications device at one end always is connected to the device at the other end. Because dedicated lines maintain a constant connection, the quality and consistency of the connection is better than a switched line. You can create a dedicated line connection by running a cable between two points such as two offices or buildings; or you can lease a dedicated line from an outside organization such as a telephone company or some other communications service company. If the dedicated line is leased from an outside organization, it sometimes is called a leased line or a private line. The cost of dedicated lines varies based on the distance between the two connected points and the speed at which data will be transmitted. The charges for leased lines, however, usually are flat fees, meaning you pay a fixed monthly amount, regardless of how long you actually use the line.

Evaluating Software Alternatives


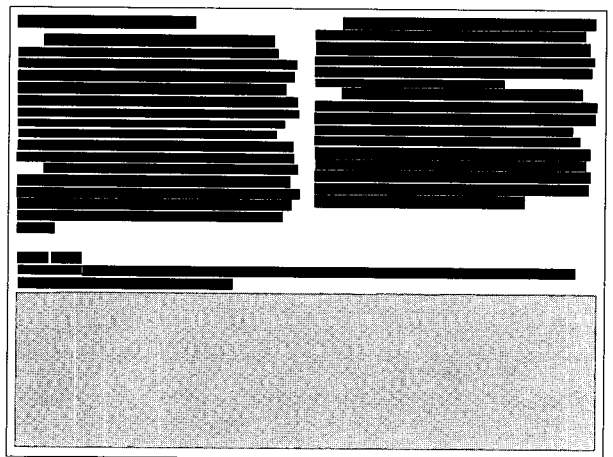
After you have identified several possible software solutions, you must evaluate them and choose one. First, match each choice against your original requirements list. Be as objective as possible—try not to be influenced by the salesperson or representative demonstrating the software or the appeal of the marketing literature. Match each package against your list or RFP and give each package a score. Take into consideration that some features are probably more important than others. Try to complete this rating in writing, either during or immediately after a demonstration of the package while the features are still fresh in your mind (Figure 11-15).

The next step is to talk to existing users of the software. For vertical application software packages, software vendors routinely provide user references. User references are important because if a software package does (or does not) work for an organization like yours, it probably will (or will not) work for you.

Finally, try the software yourself. For a small application, this may be as simple as entering a few sample transactions using a demonstration copy of the software at the computer store. For large applications, it may require one or more days of testing at the vendor's office or on your existing computer to be sure the software meets your needs.

If you are concerned about whether the software can handle a certain transaction volume efficiently, you may want to perform a benchmark test. A benchmark test measures the time it takes to process a set number of transactions. For example, a benchmark test could consist of measuring the time it takes a particular software package to produce a sales summary report using 1,000 sales transactions. Comparing the time it takes different packages to perform the same task using the same data and the same equipment is one way of measuring the packages' relative performance.

Figure 11-15
You should ask to see a demonstration of any program you are considering purchasing. During or after the demonstration, you should rate how well the package meets your requirements.

(a) 원영상

(b) 구성요소 검출 결과

(그림 9) 문서영상에 내재된 구성요소 검출결과

4. 결론

본 논문에서는 입력된 문서영상의 회전각 검출과 문서영상에 내재된 각 구성요소를 분류하는 방법을 제안하였다. 입력된 문서영상의 회전각 검출을 위해서 입력된 문서 영상의 수평성분과 수직성분을 검출하고 검출된 수평성분과 수직성분을 이용하여 회전각을 검출함으로써 회전각 검출에 소요되는 계산량을 최소화하였으며, 10개의 영역으로 분할하고 각 영역의 첫 번째 픽셀과 수평(수직)성분을 비교함으로써 제목이나 로고를 포함하는 문서영상에 대해서도 정확하게 기울어짐 정도를 검출하는 방법을 제안하였다. 글자영역뿐만 아니라 그림영역, 표영역, 직선영역을 동시에 검출함으로써 문서영상을 전자문서 형태로 쉽게 전환할 수 있으며, 문서에 포함된 각 구성요소를 검출하는 과정에서 배경영역을 먼저 검출함으로써 각 구성요소들이 쉽게 분류할 뿐만 아니라 각 구성요소의 특성을 검출하는 과정에서 배경영역에 의한 불필요한 계산량을 최소화하였다. 제안된 방법은 은행, 보험회사, 관공소 등의 업무자동화에 적용이 기대된다. 그러나 회전 각

검출과정에서 문서영상의 최상위 수평성분에 해당되는 픽셀들과 좌측 수직성분에 해당하는 픽셀들을 이용하기 때문에 다양한 모양의 이미지가 최상위 영역과 좌측 영역에 동시에 존재할 경우 오류가 발생할 가능성과 그림영역에 문자가 포함되어 있을 경우 문자를 인식하지 못하는 문제점이 잠재되어 있다.

향후 본 연구를 기반으로 문자영역에서 문자를 인식하는 작업과 그림영역에 포함된 문자를 인식하는 추가적인 작업이 필요하며, 기울어진 문서가 입력될 경우 회전각 검출과 문서영상을 보정하는 두 단계를 수행해야 되고 문서영상을 보정하는 단계에서 사상되지 못하는 픽셀에 의해 오류가 발생할 가능성이 존재하기 때문에 문서영상의 보정 단계 없이 회전각만을 이용하여 각 구성요소를 검출하는 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] Q. Luo and N. Sugie, "Layout recognition of multi-kinds of table-form documents," IEEE Computer Society, Vol.17,

No.4, 1995.

[2] Y. S. Chen and Y. T. Yu, "Thinning approach for noisy digital patterns," *Pattern Recognition* 29(11), pp.1847-1862, 1996.

[3] F. Y. Shih and S. S. Chen, "Adaptive document block segmentation and classification," *IEEE Trans, Cybernetics*, Vol. 26, No.5, 1996.

[4] J. L. Chen and H. J. Lee, "An efficient algorithm for form structure extraction using strip projection," *Pattern Recognition* 31(9), pp.1353-1368, 1998.

[5] Z. lu, "Detection of text regions form digital engineering drawings," *IEEE Trans, Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.20, No.4, 1998.

[6] L. Y. Tseng and R. C. Chen, "Recognition and data extraction of form documents based on three types of line segments," *Pattern Recognition* 31(10), pp.1525-1540, 1998.

[7] D. Dori and Y. Velkovitch, "Segmentation and Recognition of Dimensioning Text form Engineering Drawings," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol.69, No.2, 1998.

[8] J. D. Hobby, "Using Shape and Layout Information to Find Signatures, Text, and Graphics," *Computer Vision and Image Understanding* 80, pp.88-110, 2000.

[9] W. K. Pratt, "Digital Image Processing," John Wiley & Sons, Inc., New York, 1978.

[10] 金熙昇, "영상인식", 生能, 1993.

[11] 천인국, "영상처리기초편", 기한재, 1998.



모문정

e-mail : mmj@mirae.dmc.ac.kr
 1997년 경일대학교 컴퓨터공학과 졸업 (학사)
 2000년 영남대학교 대학원 컴퓨터 공학과 (공학석사)
 2000년~현재 영남대학교 대학원 컴퓨터 공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 시각정보처리, 패턴인식



김욱현

e-mail : whkim@yu.ac.kr
 1981년 경북대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1983년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 1993년 일본 쓰쿠바대학 공학연구과(공학 박사)

1983년~1993년 한국전자통신 연구원 선임연구원
 1994년~현재 영남대학교 전자정보공학부 부교수
 관심분야 : 시각정보처리 패턴인식, 화상처리