

객체의 영역 정보와 벡터화된 설명선으로부터 해칭 영역의 인식

정 윤 수[†] · 오 상 근^{††} · 이 병 길^{†††} · 박 길 흠[†]

요 약

본 논문에서는 기계 도면의 분할 및 벡터화에 기반하여 해칭 영역을 인식하는 방법을 제안한다. 이러한 해칭 영역의 인식은 다음의 세 단계로 구성된다. 먼저, 제안된 방법은 문자가 제거된 기계 도면으로부터 객체, 화살표 및 설명선(치수선, 해칭선등)의 분할 및 분리된 선분의 벡터화가 수행된다. 이러한 도면의 분할 및 벡터화가 수행되면 벡터화된 객체로부터 폐루프를 레이블링하여 해칭 영역의 후보를 결정한다. 마지막으로, 해칭 영역의 후보에 포함되는 해칭선들을 검출함으로써 해칭 영역의 인식을 마무리한다. 제안된 방법에 의해 해칭 영역의 추출 및 인식이 용이함이 나타난다.

Recognition of Hatched-Area from Region Information of Object and Vectorized Interpretation Lines

Yoon-Su Jung[†] · Sang-Keun Oh^{††} · Byung-Kil Lee^{†††} · Kil-Houm Park[†]

ABSTRACT

In this paper, we propose a method that recognize hatched area based on segmentation and vectorization of a machine drawing. This recognition of hatched area is composed of three parts. First, the proposed method segments an object, arrowheads and interpretation lines from the machine drawing and vectorizes the object and interpretation lines. Second, closed-loops are labeled with the vectorized objects, and then candidates of hatched areas are determined. Finally, by recognizing hatched lines included in hatched areas, recognition of the hatched areas is completed. The proposed method is more useful in extracting and recognizing the hatched areas.

1. 서 론

도면 인식은 컴퓨터에 도면 입력의 자동화를 실현하기 위한 기술로서 1970년대 부터 패턴 인식의 한 분야로서 본격적인 연구가 시작되었고 많은 분야에서

도면 입력의 자동화를 위한 연구가 진행되고 있다. 이들 가운데 논리 회로 도면 및 전자 회로 도면의 자동 입력에 대한 연구 성과는 상당히 진행되어 실용적인 시스템의 구현에까지 이르고 있다. 이에 반해 기계 도면의 경우에는 도면의 복잡성으로 인해 입력 자동화에 관한 연구가 상대적으로 뒤쳐져 있는 상태이나 최근에는 이에 대한 관심이 증대되면서 연구가 가속되고 있으며 특히, 미국이나 일본 등에서 상당한 연구 성과가 나타나고 있다.

† 정 회 원:경북대학교 전자공학과
†† 준 회 원:경북대학교 전자공학과
††† 정 회 원:데이콤종합연구소
논문접수:1997년 8월 5일, 심사완료:1997년 12월 8일

일반적인 기계 도면은 3차원 기계 부품을 2차원 평면에 직교 투영한 객체(object) 및 화살표와 치수선, 해칭선, 보조적인 선분 등의 설명선으로 구성된다(그림 1). 이 때, 해칭선은 서로 평행하면서 비교적 짧은 직선 요소들로 이루어지며, 3차원 기계 부품의 단면을 표시하는 역할을 수행한다. 이러한 해칭선의 역할에 기인하여 해칭 영역의 인식은 기계 도면의 자동 입력 및 3차원 재구성을 위한 중요한 과제임이 분명하다. 특히, 기계 도면에서 해칭선은 각각의 선분이 하나의 벡터로 표현되는 것이 아니라 해칭 영역이 하나의 벡터로 표현되기 때문에 해칭 영역의 인식은 연구의 초점이 되고 있다.



(그림 1) 기계 도면에서 선분의 분류
(Fig. 1) Classification of lines in machine drawings.

교차점등의 인식을 위해 전체 도면을 도면내의 굵은 선분보다 큰 정방형으로 나눈다. 그리고 이러한 정방형의 패턴을 데이터 베이스로 구축된 패턴들과 비교하여 여러 부류로 분류한 다음 특정 선분 및 영역 등을 인식하게 된다. 따라서 이에 사용하는 정방형의 크기 결정과 정방형의 배열 문제 및 비교인식에 사용할 각종 패턴들의 데이터 베이스화의 어려움등으로 인하여 해칭 영역의 인식을 위한 알고리즘이 복잡해지고 처리 시간이 길어진다는 단점이 있다.

일반적으로 기계 도면에서 나타나는 해칭 영역을 구성하는 해칭선의 형태적 특징은 다음과 같다.

- 해칭선은 치수선등과 함께 설명선에 포함되며 그 두께는 객체에 비해 상당히 가는 선분으로 구성된다.
- 서로 평행하다.
- 일정 거리만큼 간격을 유지한다.
- 해칭선의 끝점은 객체를 구성하는 페루프와 근사한 다각형을 이룬다.

지금 까지, 기계 도면 인식에 관한 연구로는 문자열의 분리 및 인식, 원호의 추출 및 인식, 기계 도면의 벡터화, 기계 도면에서 치수선 인식 등에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1-5]. 하지만, 상대적으로 해칭선 및 해칭 영역의 인식에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 이러한 해칭선의 인식과 관련된 연구로는 Boatto등의 지적도 인식 시스템과 Vaxvriere의 CELESSTIN 시스템중에서 국부적으로 언급되고 있는 실정이다[6, 7].

Boatto는 지적도에서 해칭 영역 검출의 방법을 제시하였다. 그의 논문에서 Boatto는 빗살 형태의 패턴을 발견하고 이를 이용하여 지적도에서 해칭 영역의 인식을 수행한다. Boatto가 제안하는 시스템의 특징은 래스터 영상(raster image)을 사용하여 해칭 영역의 인식을 수행하며, 해칭선의 추출을 위해 선분간의 교차점이 존재하는 특정 형태의 선분 구조 획득이 선행되어야 한다는 점이다. 이 시스템의 단점은 인식될 수 있는 해칭선이 외곽선과 거의 45도의 기울기를 가져야하며 외곽선과 반드시 교차해야 하는 문제를 가진다.

CELESSTIN 시스템에서는 우선 선분의 분류 및

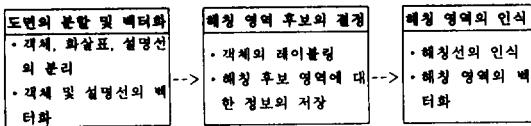
제안하는 방법은 이러한 해칭선의 형태적 특징을 이용하여 해칭 영역의 인식을 수행한다. 먼저, 전처리 로써 도면 요소의 두께 차이에 근거하여 객체, 화살표 및 설명선을 분할한다. 그리고, 분할된 객체 및 설명선의 벡터화를 수행한다. 이러한 객체 및 설명선의 벡터화가 수행되면 다음과 같은 방법으로 해칭 영역의 인식을 수행한다.

벡터화된 객체로부터 페루프를 이루는 영역 정보를 획득한 후, 벡터화된 설명선의 직선 벡터로부터 획득된 영역에 포함되는 선분들을 분류한다. 그리고 분류된 선분들간의 기울기 및 거리를 이용하여 해칭선을 인식한다. 이러한 방법으로 인식된, 해칭선들을 포함하는 영역을 해칭 영역으로 인식한다.

제안하는 벡터화 기반의 해칭 영역 인식은 데이터 베이스로 구축된 수많은 패턴을 이용하는 CELESSTIN 시스템과 달리, 알고리즘이 간단할 뿐만 아니라 벡터화된 데이터를 다루므로 처리시간이 빨라지며, 해칭 영역을 벡터 정보로 표현함으로써 CAD 데이터화가 용이해지는 이점이 있다. 이와 함께, 고정된 패턴의 해칭선 인식에 국한되었던것과는 달리 다양한 각도의 기울기를 가진 해칭선들의 인식이 쉽게 이

투어지는 이점이 있다. 제안하는 방법의 흐름도를 (그림 2)에 나타낸다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 해칭 영역의 인식을 위한 전처리로써 기계 도면으로부터 객체, 화살표, 심볼 및 객체외의 선분의 분리 및 벡터화에 대하여 언급한다. 그리고 3장에서 해칭 영역의 인식 과정을 서술하고 4장에서 실험 및 결과 분석을, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.



(그림 2) 제안한 해칭 영역 인식 알고리즘

(Fig. 2) The proposed algorithm for hatched-area recognition.

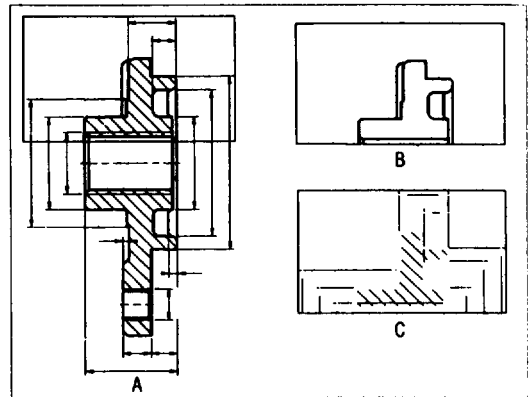
2. 도면의 분할 및 벡터화

2.1 도면의 분할

(그림 3)의 도면A는 문자가 제거된 전형적인 기계 도면을 나타낸다. 이러한 도면은 객체, 화살표 및 설명선으로 구성된다. 객체는 (그림 3)에서 굵은 실선으로 표시된 부분으로서 실제 3차원 기계 부품을 2차원 평면상에 투영한 것으로 정의되며, 설명선은 이러한 객체를 설명하기 위한 치수선과 해칭선, 그리고 점선 등의 보조적인 선분들로서 객체에 비해 상대적으로 가는 선분들이다.

KS 기계 제도 규격(KS B 0001 5)[8]에서 객체를 나타내는 외형선은 실선으로 0.8~0.4mm의 굵기를 가지고, 객체외의 꼬리선, 형태선, 연장선 등은 실선으로 0.3mm 이하의 굵기로 제정되어 있다. 따라서, 비록 선분의 굵기는 도면의 종류에 따라 다르게 규정되지만, 일반적으로 도면의 종류에는 관계없이 객체와 치수선의 두께 비는 최소 2.67배 이상의 차이를 가지게 된다.

도면의 분할을 위한 첫 단계는 형태학적 개방(OPENING) 연산[9]을 이용하는데, 이 단계를 거치면 평활화된 형태의 두꺼운 영역만이 남게 되며 이를 다시 원 영상과 논리곱(AND) 연산을 시키면 두꺼운 영역



(그림 3) 도면의 분할과 벡터화의 예
(Fig. 3) Example for segmentation and vectorization of drawing

인 객체와 화살표만으로 된 도면을 얻을 수 있다. 마지막으로, 분리 추출된 객체와 화살표만으로 구성되어 있는 도면의 반전 영상과 원도면 영상과의 논리곱 연산을 이용하여 객체와 화살표가 제거된 설명선 도면을 얻는다. 한편 이러한 알고리즘으로 객체를 분리 추출할 경우 객체는 잘 분리되지만, 설명선의 경우 객체와 겹치는 부분에서 선분의 끊어짐과 같은 훼손이 발생한다. 그러나, 이러한 훼손은 설명선의 벡터화 과정에서 분리 추출된 객체 정보를 이용하여 복구할 수 있다. 제안된 방법에 의해 추출된 객체와 복원된 설명선들의 예가 (그림 3)의 B와 C에 각각 나타난다.

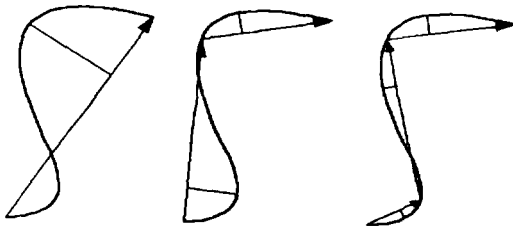
2.2 객체 및 설명선의 벡터화

일반적으로 기계 도면의 벡터화 과정은 세선화, 선분 벡터화, 직선 벡터 결합의 순서로 이루어진다. 본 논문에서는 세선화 과정에 Chen-Hsu[10]의 세선화 기법을 사용한다. Chen-Hsu의 세선화 알고리즘은 2개의 부루프(sub-loop)를 가지는 병렬 알고리즘으로, 완벽한 8-방향 세선화 결과를 보인다. 이 기법은 경계 잡음에 강하고, 심각한 선의 잠식과 선 연결성 문제를 해결한 알고리즘이다.

세선화가 끝난 선분을 선분 벡터화하기 위해 Ramer의 곡선 근사화 방법[11]을 이용하는데 이는 곡선의 선분 근사화 알고리즘으로 매우 간단하며, 그 적용이 용이하다. 이 방법을 이용하여 선분 벡터를 추출하기 위한 알고리즘은 다음과 같다.

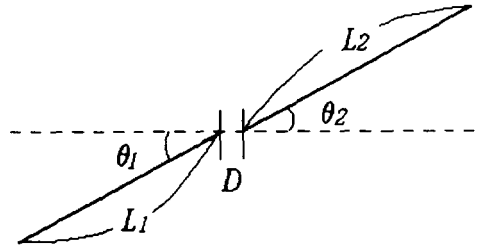
첫 번째 단계로 세션화된 도면의 골격선을 따라 3×3 윈도우를 띄워 가며 윈도우의 8-이웃 화소 중 흑화소의 개수를 계산한다. 8-이웃 화소 중 흑화소가 하나 뿐인 화소는 선분의 끝점인 최종점(end point)으로, 8-이웃 화소 중 흑화소가 3개 이상인 화소는 선분과 선분이 만나는 분기점(branch point)으로 표시해 둔다. 그런 다음 최종점 또는 분기점과 다른 최종점 또는 분기점 사이의 화소들의 체인을 구해 이 체인의 시작과 끝을 연결하는 벡터를 생성한다.

두 번째로 체인 상의 각 점과 벡터 사이의 거리를 구해 벡터로부터 가장 멀리 떨어져 있는 점을 구한다. 세 번째로 그 거리가 미리 정해진 문턱값 보다 크면, 벡터는 그 점에서 두 개로 분리된다. 만약 거리가 문턱값 보다 작거나 같으면, 벡터는 세션화된 영상을 근사화한 결과라 간주한다. 모든 도면내의 체인에 대해 위의 과정을 반복함으로써 선분 벡터의 추출을 완료한다. 이상의 반복적인 선근사화 과정을 (그림 4)에서 보여주고 있다. (그림 4)의 예는 한 개의 곡선이 세 개의 벡터로 근사화되는 것을 나타낸다.



(그림 4) Ramer의 방법을 이용한 선분 벡터화
(Fig. 4) Vectorization of line using Ramer's method.

이 때, 직선 벡터들은 동일 선상에 있는 직선임에도 불구하고 몇 화소 정도가 떨어진 일련의 벡터들로 되는 경우가 생기므로 벡터 결합(clustering)과정을 통해 최소, 최적의 선분 벡터로 추출해야 한다[12]. (그림 5)와 같이 인접한 선분 벡터들의 각도(θ_1, θ_2), 길이(L_1, L_2), 그리고 선분 벡터간의 거리 D 를 구하여 각도 차와 길이비, 그리고 거리 D 가 문턱 값보다 작으면 두 벡터를 결합하여 준다. 이러한 과정을 더 이상의 결합될 벡터가 없을 때까지 반복 수행함으로써 벡터 결합을 완료한다.



(그림 5) 인접한 두 선분 벡터
(Fig. 5) Adjacent two line-vectors.

이러한 벡터화가 수행되면 도면의 분할 과정에서 훼손된 설명선을 복구한다. 이과정에서는 객체가 존재하는 영역을 탐색 영역으로 지정하여 영역 내에 존재하는 설명 선분 벡터간의 거리가 객체의 두께와 큰 차이가 없는 경우에 두 벡터를 결합하게된다. 이 과정이 수행되고 나면 최종 벡터화가 완료된다.

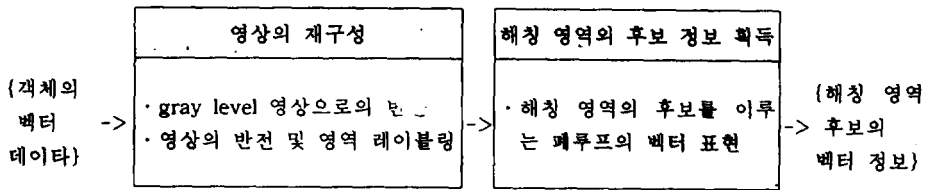
3. 해칭 영역의 인식

3.1 해칭 영역의 후보 결정

객체 및 설명선의 벡터화가 수행되면 다음 과정으로 해칭 영역의 후보가 결정된다. 기계 도면에서 해칭 영역은 객체를 구성하는 각각의 페루프에 포함되므로 이러한 페루프 영역이 해칭 영역의 후보로 선택된다. 이러한 해칭 영역의 후보 결정은 (그림 6)과 같이 구성된다.

먼저, 벡터화된 선분 벡터를 이용하여 객체의 영상을 재구성한다. 그리고, 이러한 객체 영상의 반전을 수행하면 객체내의 영역은 페루프 영역을 구성하게 된다. 본 논문에서는 이러한 페루프 영역에 대하여 고속의 영역 레이블링 알고리즘[13]을 이용하여 레이블링을 수행한다. 객체에 대한 레이블링이 수행되면 객체를 구성하는 각각의 페루프의 영역 정보를 획득한다. 이러한 영역 정보의 획득 방법은 각각의 영역에 대한 대표값 부여와 영역을 구성하는 선분 벡터들의 정보를 저장하는 것이다.

영역 정보의 저장은 다음과 같은 방법으로 저장된다. (그림 7)의 (a), (b)와 (c)는 분리 추출된 객체, 벡터화된 객체 및 벡터화된 객체에서 영역 레이블링된 객체의 예를 나타낸다. (그림 7)의 객체는 5개의 페루프 영역으로 구성되어 있다. 따라서 해칭 영역의 후보는

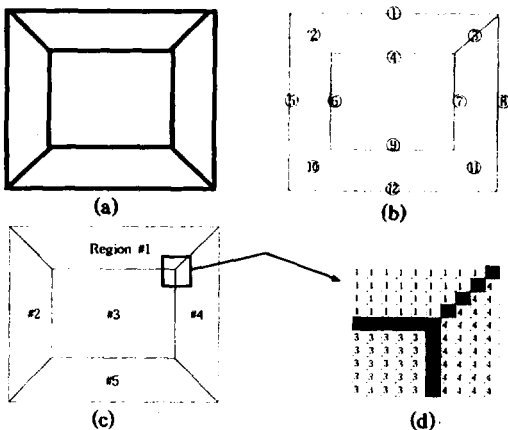


(그림 6) 해칭 영역 후보의 결정을 위한 흐름도
(Fig. 6) Flow chart for candidate of hatched-area

5개가 되며 각각의 영역에 대해 영역을 구성하는 벡터들의 번호를 아래와 같이 집합으로 표현한다. 이때 #1, #2등은 각각의 영역을 나타내는 대표값이며 ①, ②등은 객체를 구성하는 벡터의 주소를 나타낸다.

- Region #1 = {①, ②, ③, ④}
- Region #2 = {②, ⑤, ⑥, ⑩}
- Region #3 = {④, ⑥, ⑦, ⑨}
- Region #4 = {③, ⑦, ⑧, A}
- Region #5 = {⑨, ⑩, A, B}

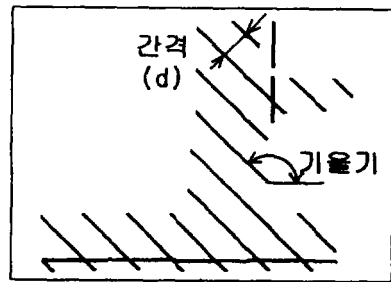
이러한 영역 정보와는 별도로 객체의 래스터 영상에는 (그림 6-(c))의 영역의 대표값들이 영역 레이블링 과정에서 각각의 화소에 할당되며, 이러한 레이블링된 영상은 해칭선의 인식 과정에서 이용한다.



(그림 7) 해칭 영역의 정보 결정
(a)전처리 과정에서 분리된 객체 (b)벡터화된 객체
(c)레이블링된 객체 (d)레이블링의 예
(Fig. 7) Determination of hatched-area's information
(a)Extracted object by preprocessing (b)Vectorized object
(c)Labeled object (d)Example of labeling

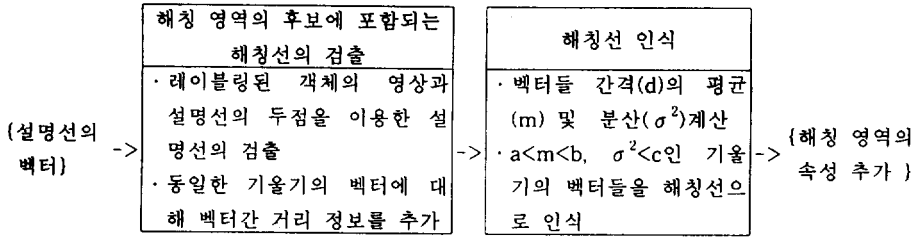
3.2 해칭선의 검출 및 해칭 영역의 인식

해칭 영역의 후보가 결정되면 다음으로 각각의 후보 영역에 포함되는 해칭선을 검출해야 한다. 하나의 해칭 영역 후보에 존재하는 설명선들의 분포가 (그림 8)에 나타난다. (그림 8)과 같이 동일한 영역내에 존재하는 해칭선들은 다른 설명선들과는 달리 동일 기울기를 가지는 두 개 이상의 선분들로 이루어지며 또한, 간격이 일정하다는 특징을 가진다. 이러한 특징은 해칭선의 인식을 위한 기준이 된다. 본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 해칭 영역에 포함되는 해칭선을 인식한다(그림 9).



(그림 8) 영역내에서 설명선의 분포 예
(Fig. 8) The example of interpretation lines in area

먼저, 각각의 후보 영역에 포함되는 설명선의 검출이 시도된다. 이러한 설명선의 검출에는 i번째 설명선 벡터의 시작점(P) 및 끝점(Q)의 좌표와 해칭 영역 후보의 화소값이 이용된다. 레이블링된 도면에서 P, 및 Q, 위치에서의 화소값을 영역의 대표값으로 가지는 해칭 영역 후보에 이 설명선 벡터를 포함시키는 방법이 사용된다. 이러한 방법을 모든 설명선에 대해 수행함으로써 각각의 해칭 영역 후보에 포함되는 설명선을 검출한다.



(그림 9) 해칭영역의 인식을 위한 흐름도
(Fig. 9) Flow chart for recognition of hatched-area.

해칭선 인식의 두 번째 과정에서는 영역 내부에 존재하는 설명선 벡터에 벡터들간의 간격 값을 추가하게 된다. 이때 간격은 동일 기울기를 가진 벡터들과의 간격들중에서 최소의 값을 선택한다.

이러한 거리 정보 d가 구해지면 동일 기울기를 가진 해칭선들이 고른 간격으로 분포 되었는지를 검사하게 되는데 이를 위하여 우선 동일 기울기의 설명선이 가진 간격(d)의 평균(m)을 구한다. 그리고 이를 바탕으로 이러한 간격의 분산(σ^2)을 계산한다. ($\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} (d_i - m)^2$) 이때, 간격의 평균이 설정한 값의 범위내에 들고 분산이 0에 가까우면 해칭선의 형태적 조건을 만족하게 된다.

끝으로 영역 벡터에 해칭 영역 여부의 속성을 등록함으로써 인식을 완료한다. 이로서 객체 선분 벡터와 연관된 영역 벡터의 속성이 저장되며, 향후 속성을 가진 영역의 구현 및 이의 이용이 가능해진다.

4. 실험 및 고찰

본 논문에서 사용한 실험 도면은 KS 기계 제도 규격에 따라 그려진 기계 도면을 사용하였다. 영상 입력 장치는 인치당 300화소를 가지는 스캐너를 사용하였으며, 실험에서 사용한 도면은 스캐너 입력후 문자 영역을 제거한 도면으로 각각 3123×1489 및 1344×2016의 해상도를 가진다(그림 10-(a), 11-(a)).

해칭 영역 인식의 첫 번째 과정은 도면 요소의 분할 및 객체와 설명선의 벡터화이다. 실험 도면에서 객체 및 화살표의 경우 두꺼운 선분으로 구성되어 있으므로 효과적인 분리가 가능하였다. 이러한 방법은 객체 및 화살표에 대해서는 완전한 분리를 보장하지만

(10-(b)와 그림 11-(b)), 설명선의 경우 객체와 겹치는 부분에서 끊기는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 끊김 현상을 설명선 벡터화의 최종 단계에서 객체의 정보를 이용하여 효과적으로 해결할 수 있었다(그림 10-(c)와 그림 11-(c)).

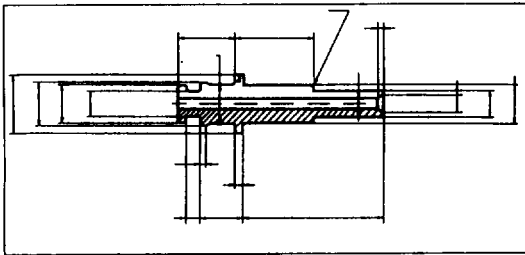
객체 및 설명선의 벡터화가 수행되면 객체를 구성하는 페루프들에 대한 영역 레이블링이 수행된다(그림 10-(d), 그림 11-(d)). 영역 레이블링에 의해 해칭 영역의 후보가 결정되면, 다음과 같은 방법으로 해칭선의 인식이 수행된다. 제안된 방법에서는 해칭 영역 후보의 레이블링 과정에서 페루프를 구성하는 화소에 영역을 대표하는 대표값을 부여하여 해칭선의 인식에 이용하였다. 각각의 설명선의 시작점과 끝점의 위치에 대응하는 영역내 화소가 동일한 대표값을 가질 경우 해칭선의 후보로 되며 최종적으로 동일한 영역에 포함되는 후보들의 기울기 및 간격을 이용하여 해칭선을 인식하였다(그림 10-(e), 그림 11-(e)). 이러한 해칭선의 인식을 토대로 해칭 영역을 인식한 결과가(그림 10-(f), (g)와(그림 11-(f), (g)에 각각 나타난다.

본 논문에서는 제안한 방법의 성능 평가를 위해 해칭선의 인식결과 및 해칭 영역의 인식결과를 <표 1>

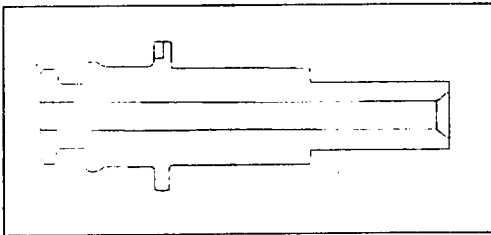
<표 1> 해칭선 및 해칭 영역의 인식결과
<Table 1> Recognition result of hatching lines and hatched-areas.

		3123×1489	1344×2016
해칭선의 인식결과	인식된 벡터	35	30
	인식되지 못한 벡터	0	0
해칭 영역의 인식결과	인식된 영역	1	3
	인식되지 못한 영역	0	0

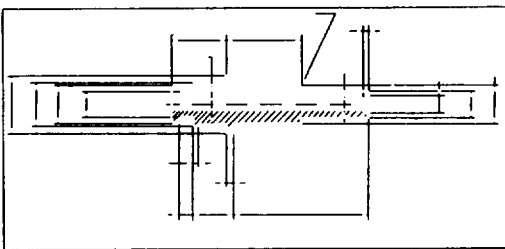
에 나타내었다. <표 1>에서 나타난 바와 같이 해칭선 및 해칭 영역이 완벽하게 인식되었다. 하지만, 본 논문에서 해칭선을 포함하는 객체내의 영역이 페루프를 이루지 못할 경우 제안한 방법으로는 해칭 영역의 인식이 불가능할 것이며, 이러한 문제에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.



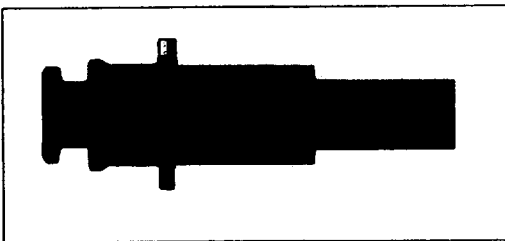
(a)



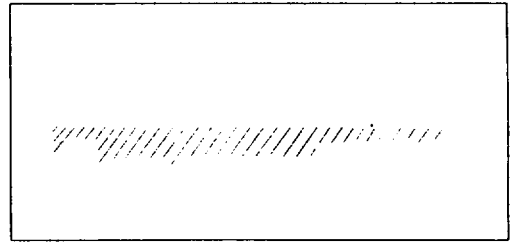
(b)



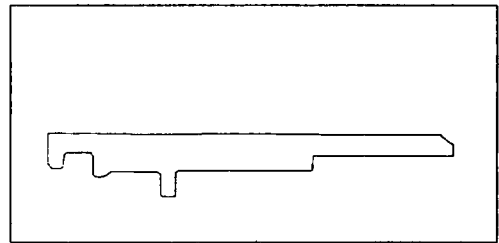
(c)



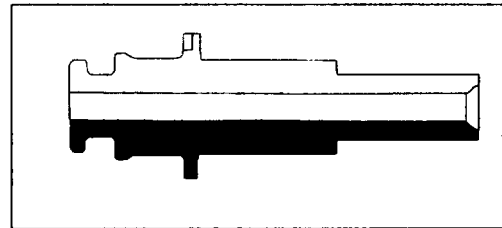
(d)



(e)



(f)



(g)

(그림 10) 실험에 사용한 기계 도면의 예(3123×1489 화소)

(a)문자가 제거된 원 도면 (b)분리된 객체

(c)벡터화된 설명선 (d)레이블링된 객체

(e)인식된 해칭선 (f), (g)인식된 해칭 영역

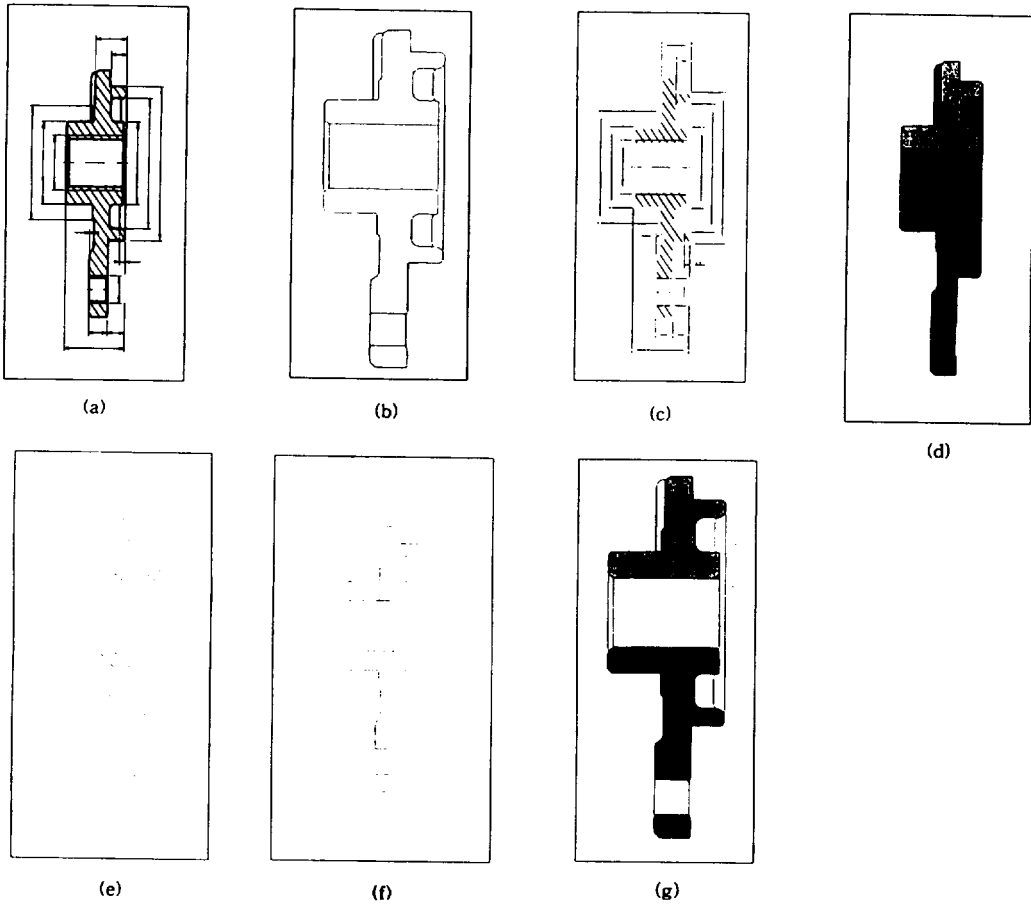
(Fig. 10) An example of mechanical drawing(3123×1489 pixel).

(a)Character extracted original drawing.

(b)Separated object. (c)Vectorized interpretation lines.

(d)Labeled object (e)Recognized hatching lines.

(f), (g)Recognized hatched-areas.



(그림 11) 실험에 사용한 기계 도면의 예(1344×2016 화소)

(a) 문자가 제거된 원 도면 (b) 분리된 객체

(c) 벡터화된 설명선 (d) 레이블링된 객체

(e) 인식된 해칭선 (f), (g) 인식된 해칭 영역

(Fig. 11) An example of mechanical drawing(1344×2016 pixel).

(a) Character extracted original drawing.

(b) Separated object. (c) Vectorized interpretation lines.

(d) Labeled object (e) Recognized hatching lines.

(f), (g) Recognized hatched-areas.

5. 결 론

본 연구에서는 기계 도면의 자동 입력을 위해 도면의 주요 성분인 객체를 형태학적 연산을 이용하여 분리한 후 객체와 객체와의 선분을 벡터화하였다. 그리고, 벡터화된 선분으로부터 해칭 영역의 후보를 결정하며, 해칭선의 인식을 토대로 해칭 영역의 인식을

수행하였다. 제안된 방법의 이점은 형태학적 연산을 이용함으로써 객체의 분리가 간단해지고, 벡터화된 설명선으로부터 해칭선을 인식하는 방법을 이용하여 해칭 영역을 결정함으로써 해칭선의 인식이 간단해진다는 점이다. 향후 연구 방향으로는 때루프를 이루지 않는 영역에 존재하는 해칭선의 인식에 관한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] L. A. Fletcher and R. Kasturi, "A robust algorithm for text string separation from mixed text/graphics images," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 10, No. 6, pp. 910-918, Nov., 1988.

[2] Nagasamy and N. A. Langrana. "Engineering drawing processing and vectorization system," *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, Vol. 49, pp. 379-397, 1990.

[3] D. Dori, Y. Liang, J. Dowell and I. Chai, "Spare Pixel Recognition of Primitives in Engineering Drawings," *Machine Vision and Applications*, pp. 69-82, 1993.

[4] Yuan Chen, Noshir A. Lagrana, and Atish K. Das, "Perfecting Vectorized Mechanical Drawings," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 63, No. 2, pp. 273-286, 1996.

[5] 정윤수, 박길흠, "기계 도면에서 설명선의 벡터화에 기반한 치수 집합의 인식," *정보 과학회*, Accepted.

[6] L. Boatto et al., "An Interpretation System for Land Register Maps," *IEEE Computer*, Vol. 25, No. 7, pp. 25-32, 1992.

[7] P. Vaxiviere and K. Tombre, "Celesstin:CAD conversion of mechanical drawings," *Computer*, Vol. 25, No. 7, pp. 46-54, Jul., 1992.

[8] 송삼홍, "표준 기계 제도," 문운당, 1994.

[9] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision," *MIT Press and McGraw-Hill, Inc*, 1995.

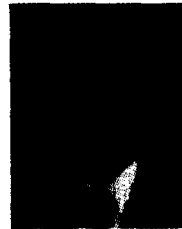
[10] Y. S. Chen and W. H. Hsu, "A modified fast parallel algorithm for thinning digital patterns," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 7, No. 2, pp. 99-106, 1988.

[11] Urs Ramer, "An Iterative Procedure for the Polygonal Approximation of Plane Curves," *CGIP*, pp. 244-256, 1972.

[12] A. Jonk and A. W. M. Smeulders, "An axiomatic approach to clustering line segments," *Proc.*

ICDAR, pp. 386-389, 1995.

[13] 백영목, 임길택, 김우태, 진성일, "영역 레이블링 방식을 이용한 일반문서의 layout understanding," *제 6회 영상 처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집*, pp. 204-209, 1994.



정 윤 수

1993년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1995년 경북대학교 전자공학과 석사과정 졸업(공학석사)
 1995년~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정

관심분야: 영상신호처리, 패턴인식



오 상 근

1996년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1998년 경북대학교 전자공학과 석사과정 졸업(공학석사)
 1998년~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정

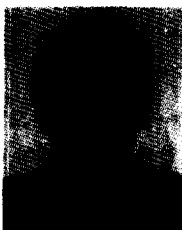
관심분야: 영상인식, 도면인식, 도면의 자동입력



이 병 길

1991년 경북대학교 전자공학과 (학사)
 1993년 경북대학교 전자공학과 (석사)
 1997년 경북대학교 전자공학과 박사수로
 1993년 1월~현재 태이콤종합연구소 주임연구원

관심분야: WLL, 이동통신 및 이동멀티미디어 프로토타입, 영상정보처리



박 길 흠

1982년 2월 경북대학교 전자공학과 공학사
 1984년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사

1984년 3월~현재 경북대학교 전자전기 공학부 부교수
 관심분야: 영상신호처리, 컴퓨터 그래픽스