

□특집□

# 도면 인식 기술

안 호 일<sup>†</sup>

◆ 목 차 ◆

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1 서 론           | 4 그래픽 기본요소의 인식 |
| 2 도면 인식 시스템의 구성 | 5 복합요소 및 기호 인식 |
| 3 도면 인식을 위한 전처리 | 6 결 론          |

## 1. 서 론

도면은 이해 당사자들 사이의 효율적인 의사소통의 수단으로서 일반적으로 복잡한 자연 영상에 비하여 단순한 형태의 직선 및 곡선으로 구성된 영상으로 인공적인 의미를 내포하고 있다. 도면은 용도 및 특징에 따라 전자회로도, 논리회로도, 전기회로도, 기계설계도, 건축설계도, 공정도, 부품도, 도로망도, 지적도 및 지형도 등 여러 가지 형식으로 광범위한 분야에서 이용되고 있다. 최근의 산업계에서는 복잡하고 다양한 도면을 효율적으로 설계 및 유지, 보수하기 위하여 수년 전부터 CAD 시스템의 사용이 보편화되고 있는 추세이다. 그러나 CAD 시스템의 사용 이전에 사람의 수작업에 의하여 생성된 도면들은 모두 종이 형태로 존재하고 있다. 따라서 CAD 시스템의 효율적인 사용을 위하여 해결하여야 할 문제점 중의 하나가 기존의 방대한 양의 도면 중에서 중요한 도면들을 어떠한 방법으로 CAD 시스템에 신속, 정확하게 입력시키느냐 하는 점이다. 수작업에 의존하여 도면을 CAD 시스템으로 입력하게 되면, 입력 과정이 불편할 뿐만 아니라, 작업자의 심리 상태와 주위 환경에 영향을 받아 오류가 발

생할 소지가 큰 것은 물론이고 많은 인적자원과 시간이 소요되게 된다.

따라서 단순 반복되는 수작업을 통한 도면입력 작업으로부터 인간을 해방시키고 동시에 입력 과정에서 발생할 수 있는 오류의 발생 소지 및 입력에 소요되는 시간을 최소화 시킴으로써 CAD 시스템을 사용하는 분야에서의 생산성 향상을 가져올 수 있다.

도면의 자동인식에 관한 연구는 1970년대부터 활발하게 진행되어 왔으며, 1980년대 중반부터 하드웨어 관련 기술의 비약적인 발전으로 대용량의 메모리, 광디스크(Optical Disk)나 JUKEBOX와 같은 대용량의 저장매체, 매우 빠른 중앙처리장치(CPU), 커다란 크기의 도면을 처리할 수 있는 입력장치 등이 실현됨으로써 도면인식에 관련된 연구들을 실용화한 제품들이 나오기 시작하였다. 그러나 도면의 자동입력을 어렵게 만드는 여러 가지 요인들로 인하여 자동입력의 전 과정을 컴퓨터가 처리하지는 못하며, 여러 단계에서 사용자가 개입하여 잘못된 부분들을 처리해 주어야 하는 실정이다.

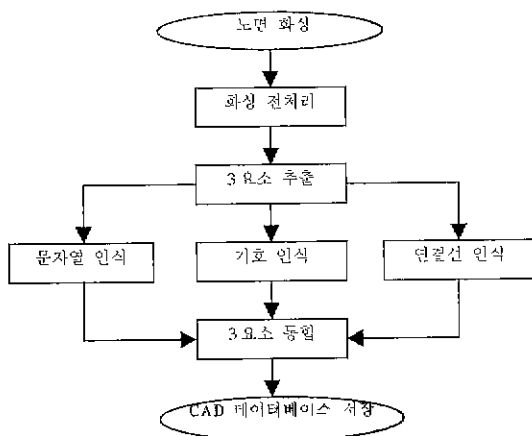
도면의 자동입력을 어렵게 만드는 요인들로는 첫째로 도면 제작 과정에서 설계자의 취향에 따라 기호와 문자가 각각 다른 형태와 크기를 가질 수 있으며, 연결 부분에서의 연결이 불분명하며,

<sup>†</sup> 정회원 : (주)트라이텐테크 컨설팅 팀장

문자나 기호가 연결선과 붙어 있을 수 있다. 둘째로 스캐너(scanner)와 카메라(camera)와 같은 물리적 입력장치에 의하여 발생하는 오류로, 잡음에 의해서 선분이 끊어지거나, 불필요하게 도형요소의 일부분이 채워질 수 있으며, 왜곡에 의해서 부적합하게 돌출, 팽창 및 수축되는 경우가 발생할 수 있다. 셋째로 세션화 등 몇 가지 영상처리 알고리즘의 부작용에 의해 원하지 않는 영상데이터를 받을 수 있다.

## 2. 도면 인식 시스템의 구성

도면 인식 시스템의 구성은 [그림 1]과 같이 크게 네가지 단계로 나눌 수 있다. 첫번째 단계는 영상의 전처리 단계로서 스캐너로부터 받은 영상에 대하여 잡음제거, 평활화, 세션화 등을 수행하여, 다음 단계의 처리를 위한 중간 표현을 제공하는 단계이다. 두번째 단계는 3요소 추출 단계로서 기호, 문자열, 연결선을 추출한다. 세번째 단계는 기호, 문자열, 연결선을 각각 인식하는 단계이다. 네번째 단계는 3요소 통합 단계로서 인식된 3요소를 통합하여 도면의 내용을 인식하고 CAD 데이터베이스에 저장한다.



(그림 1) 도면 인식 시스템의 구성

도면은 크게 나누어서 기호, 문자열, 연결선의 3요소로 구성된다. 기호는 기능 단위의 함축된 의미를 가지는 논리적 단위이며, 문자열은 기호의 특성, 세부 종류, 용량, 치수선의 치수, 도면에 대한 전체적인 기술 등을 표시한다. 연결선은 기호간의 신호의 전달이나 관계를 표시한다. 기존에 발표되었던 논문들은 인식에 한정되어서 기술한 것이 대부분이며 실질적으로 3요소 추출에 관한 자세한 방법론을 제시한 논문은 드물다. 이는 앞에서 열거한 도면인식의 어려운 부분들이 대부분 3요소의 추출, 즉 분할(segmentation)에 집중되어 있기 때문이며 단순히 한 가지의 방법으로는 실용적인 도면 인식기에 사용될 수 있을 만큼의 충분한 추출이 불가능하기 때문이다. 따라서 복잡한 방법론에 의해서 여러 단계에 대한 적응능력이 있어야만 3요소의 추출이 가능하다.

## 3. 도면 인식을 위한 전처리

도면을 컴퓨터에서 처리하여 인식을 하기 위하여서는 컴퓨터에서 처리될 수 있는 자료형태로의 변환이 필요하게 된다. 이러한 변환은 스캐너(scanner)라는 하드웨어에 의해 이루어 지는데 스캐너에 의해 변환된 이진 화상은 도면 자체의 상태가 좋지 않거나, 스캐너라는 장비의 특성상 사용자가 원하지 않는 잡음 등이 생길 수 있다. 따라서 도면 인식을 수행하기 위한 전처리 단계로서 이러한 잡음의 제거와 평활화가 수행되어야 한다. 또한, 도면에서는 도형 요소와 문자 요소가 같이 존재하게 되는데 효율적인 도면 처리를 위하여는 문자 요소와 도형 요소를 분리하여 따로 처리하는 것이 좋다. 도형 요소와 분리된 문자 요소들은 문자 인식 시스템에서 처리를 하고, 도형 요소에 대하여는 도형의 기본구성 요소인 선, 원호, 곡선 등으로의 근사를 진행하고 선 패턴, fill 패턴, 심볼 등의 인식이 수행된다.

### 3.1 화상 이진화

화상의 이진화는 센서가 반사되는 광선을 인식 하는데 있어서 미리 설정된 임계값을 이용하여 0(white pixel)과 1(black pixel)의 이진 데이터로 변환한다. 따라서 이러한 임계값의 설정에 따라 스캐너에 의해 이진화된 영상의 내용이 크게 달라질 수 있다. 전체도면에 대한 반사된 광선의 수치를 분석하여 단 하나의 임계값으로 이진화가 이루어지는 방법과 도면을 여러 부분으로 나누어 각 부분에 대해 임계값을 설정하여 도면의 각 부분을 이진화하는 방법이 있다.

기존의 도면 중에서 많은 양이 청사진의 형태로 존재하는데, 이러한 청사진을 스캐너를 통해 이진화 할 때에는 특별히 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면 청사진은 지역적으로 청도가 다르기 때문에 단 하나의 임계값으로 청사진의 이진화가 이루어지는 경우에는 이진화된 영상의 상태가 매우 좋지 않게 된다. 따라서 청사진의 처리는 지역 임계값(local threshold value)을 이용하여 이루어지거나 다른 특별한 처리가 필요로 하게 된다.

### 3.2 잡음 제거

스캐너에 의해 처리된 도면 화상에는 도면자체의 상태가 좋지 않아서 발생하는 얼룩이나 구멍(hole) 등이 있게 되는 경우와 스캐너 자체의 특성상 발생하는 잡음이 생기게 된다. 특히 청사진을 이진화 하였을 때 많은 잡음이 생길 수 있다. 이러한 잡음을 전처리 단계에서 처리를 하지 않으면 벡터 생성과정에서 오류가 발생하게 된다. 따라서 도면처리에 있어서 다른 무엇보다도 먼저 선행되어야 과정이 잡음의 제거 과정이다.

### 3.3 평활화

스캐너를 통해 도면을 이진화상으로 변환할 때 도면을 스캐너에 위치시키는 것이 수작업에 의해 이루어지다 보면, 도면을 정확히 스캐너에 위치

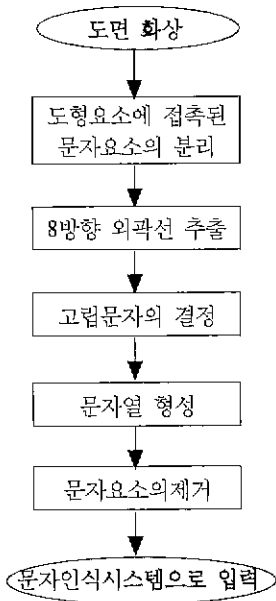
시킬 수 없기 때문에 도면이 기울어진 이진화상을 얻게 된다. 따라서 이렇게 기울어진 도면화상을 다시 보정시킬 필요가 있다. 기울어진 도면화상의 보정은 기준선을 설정하여 기준선이 수평선이나 수직선이 되도록 도면화상을 회전한다.

원 이진화상에는 선분을 이루는 화소들의 주변에 잔 가지가 생길 수 있고, 선분을 이루는 화소들 자체가 왜곡되어 있다. 따라서 효율적인 처리를 위해서는 왜곡된 부분에 대한 평활화가 이루어져야 한다. 이진화상의 평활화는 두 단계로 이루어진다. 첫 단계는 선분을 이루는 화소들에 인접한 잔 가지의 제거이고, 두번째 단계는 선분을 이루는 화소들 자체가 가지고 있는 왜곡에 대한 보정이다.

### 3.4 문자요소와 도형요소의 분리

도면을 구성하는 요소는 크게 도형요소와 문자요소의 두가지로 나눌 수 있다. 문자요소는 도형요소에 비해 고립된 영역의 크기가 상대적으로 적고, 정방형의 형태를 가지고 있다. 따라서 고립 영역의 크기를 살펴봄으로써 문자영역의 후보를 도면으로부터 분리할 수 있으며, 이렇게 분리된 문자요소는 문자인식시스템의 입력으로 사용된다 [6]. 도면에서 문자요소를 분리하는 과정은 [그림 2]의 흐름도와 같다.

문자요소는 도형요소에 접촉되거나 중첩되는 경우가 있다. 이런 경우 접촉되거나 중첩된 문자요소를 도형요소로부터 분리하는 과정이 문자열을 추출하기 전에 수행되어야 한다. 선분요소와 접촉된 문자요소의 분리는 문자요소가 접촉된 부분의 외곽선(contoure)을 따라가면서 분리한다. 문자요소가 접촉된 부분에 대해 구하여진 외곽선을  $n\_curvature$  방식으로 특징점을 추출해 낸 후, 이들 특징점에 의해 분리될 수 있는 작은 선분요소들을 분석함으로써 접촉된 많은 부분을 분리할 수 있다[9,10].



(그림 2) 문자요소 분리를 수행하는 흐름도

이렇게 구성된 문자열들은 도형요소와 분리하여 문자인식시스템의 입력으로 주어지게 된다. 그러나 분리된 문자열들 중에는 도형요소가 포함될 수도 있는데 이러한 도형요소들은 문자인식시스템에서 다시 도면 상에 복원( feedback )시킬 수 있는 방법이 주어져야 한다.

### 3.5 세선화

도면으로부터 문자영역을 분리한 후, 도형영역으로부터 선, 원호, 곡선 등의 기하학적 도형요소들을 구하기 위한 전 단계로 세선화 과정을 수행한다. 세선화 방법은 크게 순차 알고리즘과 병렬 알고리즘으로 나뉘어 진다. 병렬 알고리즘으로는 Naccache와 Shinghal에 의해 제안된 SPTA(safe-point-thinning algorithm)와 Zhang/Suen의 알고리즘, Hilditch 알고리즘, Pavlidis의 알고리즘 등이 있고, 순차 알고리즘으로는 Arcelli의 알고리즘, Hilditch의 순차 알고리즘, Kwok의 알고리즘 등이 있다 [11-15].

Kwok의 알고리즘을 이용한 세선화 결과는 세선화 이전의 도형요소가 지니고 있는 정보에 대한 손실이 적고, 수행속도가 빠르기 때문에 세선화 알고리즘으로 이용하는 것을 고려해 볼만하다[16].

그러나 세선화된 결과들은 나름대로 약간의 문제점들을 가지고 있기 때문에 약간의 보정이 필요하게 되며, 이러한 보정은 주로 분기점과 모서리 지점에서 이루어 진다.

### 3.6 THICK 영역의 분리

도형요소를 이루는 부분은 가는 선분으로 이루어진 부분과 thick 영역으로 이루어진다. 따라서 thick 영역을 도형요소로부터 분리한 후 thin 영역만을 가지고 세선화를 수행한 후 벡터화를 진행하고, thick 영역의 처리는 따로 수행하는 것이 전체 도면을 벡터화 시키는데 있어서 효율을 높일 수 있다. 일반적으로 thick 영역의 추출은 morphological operation을 이용하여 진행하는 것이 일반적이다.

## 4. 그래픽 기본 요소의 인식

### 4.1 특징점 추출

특징점의 추출은 도면을 가장 기본이 되는, 곡률의 변화가 심하지 않는 단위 선분으로 세분하기 위하여 다음의 두단계로 수행된다. 첫번째 단계는 end point와 분기점( junction point)을 단위로 세선화된 영상을 분리하여 선분으로 구성한다. 두번째 단계는 첫번째 단계에서 분리된 선분을 n\_curvature 알고리즘을 사용하여 곡률의 변화가 큰 지점에서 분리하여 곡률의 변화가 급격하게 이루어지지 않는 단위 선분으로 분리한다[17,18].

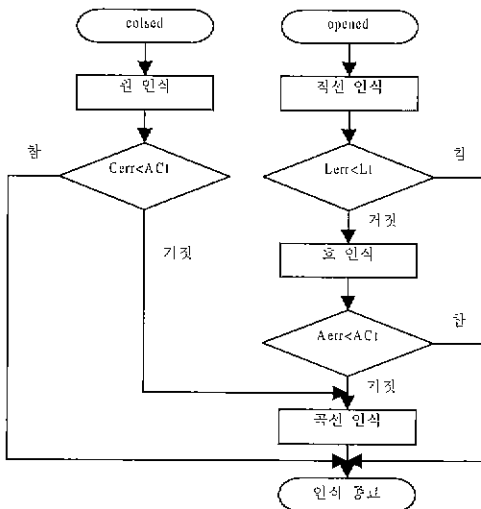
앞 장의 세선화 과정의 결과로 생긴 화상에 대한 특징점 추출의 첫번째 단계는 선분의 양 끝 화소가 end point와 junction point를 가지는 선분 요소로 분할하기 위하여 junction point에서 화상

을 분리시키는 단계이다. end point는 단 하나의 8\_이웃화소를 가지는 화소이고, junction point는 3 개 이상의 8\_이웃화소를 가지는 화소이다. 따라서 첫번째 단계를 실행한 후, 각 선분의 양 끝 화소는 end point나 junction point가 되게 된다.

두번째 단계에서는 선분의 양끝이 end point나 junction point로 이루어진 각각의 선분에 대해 n\_curvature 방법을 이용하여 곡률의 변화가 큰 지점(corner point)에서 선분을 다시 세분하게 된다. 현재 고려하고 있는 점을  $P_i$ 라고 할때,  $P_{i-n}$ 과  $P_i$ ,  $P_{i+n}$ 사이의 각도  $Q_i$ 를 구한다. 이들  $Q_i(1 \leq i \leq k)$ 를 조사함으로써 해당 지점에서의 곡률의 변화를 알 수 있다.

### 4.2 기본요소 인식의 수행 단계

특징점 추출의 결과로 생겨난 선분들의 상태가 개방형(opened)이나 폐쇄형(closed)이나에 따라서 인식의 순서가 달라지게 된다. [그림 3]에는 기본요소의 인식 순서에 대한 흐름도를 보여준다. 여기서 Lt, ACr는 각각 직선인식 임계치와 원호인식 임계치이다. Lerr, Aerr, Cerr은 각각 직선인식 오차, 호인식 오차, 원인식 오차 값이다[19-21].



(그림 3) 그래픽 기본요소 인식의 수행 흐름도

## 5. 복합요소 및 기호 인식

앞 장에서 그래픽 기본요소에 대한 인식과정은 교차점을 기준으로 선분을 세분화하였기 때문에 이러한 교차점에서 절단된 직선이나 호를 추적하여 하나의 직선, 원, 호, 사각형 등으로 처리하는 과정을 필요로 한다. 이러한 과정의 결과를 기반으로 선 패턴 및 fill 패턴의 인식, 기호의 인식이 진행된다[7, 23].

실제로 도면인식 과정에서 가장 중요한 부분이 이 과정이며, 이 부분에 대한 연구 결과가 도면인식시스템의 상용화를 좌우한다고 할 수 있다. 특히 기계도면에서는 치수선의 치수값에 의한 위상의 보정이 중요한 부분이 된다. 기본적인 치수선의 인식이 정상적으로 이루어진다고 하여도 치수값에 의한 치수선들의 위상 관계가 바르지 않다면 정밀도를 요구하는 기계도면에 대한 인식 결과의 유용성은 떨어질 것이다.

## 6. 결 론

도면 인식에 관한 연구는 1970년대부터 시작되었으며, 주로 도면에서의 기호의 인식에 집중되어 연구되어 왔다. 1980년대에 들어 Zavidovique와 Stamon[1], Bunke[2], Bley[3], Tou와 Cheng[4], Groen[5] 등은 전자회로도를 자동으로 인식하기 위한 다양한 방법들을 제안하였으며, 1990년대에 들어와서 Kasturi[6,7], Kabuyama[8] 등에 의해 범용도면의 인식을 위한 방법들이 제시되기 시작하였다. 국내에서도 1980년 말부터 도면인식과 관련한 연구 논문들이 발표되기 시작하였으며, 현재에도 대학 연구실을 중심으로 활발하게 연구가 진행되고 있다[24-27].

현재까지의 도면인식 기술을 바탕으로 현재 실용화되고 있는 벡터인식시스템으로는 softelec의 VPmaster, Scorpion technologies의 SRV, Laser-Scan

의 VTRAK, INTERGRAPH의 I/VEC, GTX의 GTXRaster, Hitachi Software의 Image Tracer Professional, graphikon의 Vectory, 트라이튼테크의 ENDRES 등의 제품들이 있으며 대부분이 외국 제품들이다. 이러한 제품들은 벡터 생성 방법에 따라 크게 자동 벡터 변환 방법과 반자동 선추적 방식의 두가지 방식으로 나뉘어진다.

상용 시스템의 대부분은 단순한 기본 요소의 인식 과정을 포함하고 있고, 선의 집합으로 벡터화하는 것이 대부분이다. 따라서 벡터화의 결과를 보완하려는 노력의 일환으로 이미지 및 벡터 편집 집기를 수반하는 시스템이 대부분이다. 따라서 현재 국내에서 이용되는 벡터인식시스템의 대부분이 지형도 및 지적도를 처리하는데 이용되고 있으며 기계도면의 처리에는 거의 이용되지 못하고 있다. 그나마도 인식의 전체 과정이 자동으로 이루어지지 않고 사람에 의한 수작업을 필연적으로 요구하고 있는 실정이다.

따라서 사람이 개입되어야 하는 작업의 양을 크게 줄여 생산성의 향상을 크게 가져 올 수 있도록 지속적인 연구가 진행되어야 하는 분야가 바로 도면인식 분야이며, 이 분야의 연구 결과는 다양한 산업 분야에 커다란 영향을 미칠 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] B. Zavidovique and G. Stamon, "An Automated Process for Electronics Scheme Analysis", Proc. 5th International Conference on Pattern Recognition, Miami Beach, USA, DEC. 1980, pp. 248-350.
- [2] H. Bunke, "Automatic Interpretation of Line and Text in Circuit Diagrams", in Pattern Recognition and Applications (Edited by J. Kittler, K.S. Fu and L.F. Pau), D. Reidel Publishing Company, 1982, pp. 247-310.
- [3] H. Bley, "Segmentation and Preprocessing of Electrical Schematics using Picture Graphs", Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol. 28, No. 3, 1984, pp. 271-288.
- [4] J. T. Tou and J.-M. Cheng, "Automatic Generation of Knowledge base from Electronic Diagrams for Computer-aided Design", in Computer-based Automation, Plenum Press, New York, 1984, pp. 3-36.
- [5] F.C.A. Groen and A.C. Sanderson and J.F. Schlag, "Symbol Recognition in Electrical Diagrams using Probabilistic Graph Matching", Pattern Recognition Letters, Vol. 3, No. 5, 1985, pp. 343-350.
- [6] L. A. Fletcher and R. Kasturi, "A Robust Algorithm for Text String Separation from Mixed Text/Graphics Images", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 10, No. 6, 1988, pp. 910-918.
- [7] R. Kasturi, S. T. Bow, W. E. Masri, J. Shah, J. R. Gattiker and U. B. Mokate, "A System for Interpretation of Line Drawings", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 12, No. 10, 1990.
- [8] Y. Kabuyama, T. Ootake, J.-I. Koizumi, "Fujitsu Advanced Drawing Capture System : FADCS", FUJITSU Sci. Tech. J., 26, 3, OCT. 1990, pp. 234-244.
- [9] S. Tsujimoto and H. Asada, "Resolving Ambiguity in Segmenting Touching Characters," Proceedings of the 1st International Conference on Document Analysis and Recognition, 1991, pp. 701-709.
- [10] Y. Lu, "On the Segmentation of Touching Characters," Proceedings of the 2nd International Conference on Document Analysis and Recognition, 1992,

- pp. 440-472..
- [11] N. J. Naccache and R. Shinghal, "SPTA: A Proposed Algorithm for Thinning Binary Patterns", IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-14, No. 3, 1984, pp. 409-418
  - [12] T. Y. Zhang and C. Y. Suen, "A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns", Communications of the ACM, Vol. 27, No. 3, 1984, pp. 236-239.
  - [13] J. Piper, "Efficient Implementation of Skeletonization using Interval Coding", Pattern Recognition Letters, Vol. 3, No. 6, 1985, pp. 389-397.
  - [14] N. J. Naccache and R. Shinghal, "An Investigation into the Skeletonization Approach of Hilditch", Pattern Recognition, Vol. 17, No. 3, pp. 279-284.
  - [15] W. Xu and C. Wang, "CGT: A Fast Thinning Algorithm Implemented on a Sequential Computer", IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-17, No. 5, 1987, pp. 847-851.
  - [16] P. C. K. Kwok, "A Thinning Algorithm by Contour Generation", Communications of the ACM, Vol. 31, No. 11, 1988, pp. 1314-1324.
  - [17] H. C. Liu and M. D. Srinath, "Corner Detection from Chain-Code", Pattern Recognition, Vol. 23, NO. 1/2, 1990, pp. 51-68.
  - [18] S. H. Y. Hung and T. Kasvand, "Critical Points on a Perfectly 8- or 6-Connected Thin Binary Line", Pattern Recognition, Vol. 16, No. 3, 1983, pp. 297-306.
  - [19] M. K. Leung and Y.-H. Yang, "Dynamic Two-Strip Algorithm in Curve Fitting", Pattern Recognition, Vol. 23, No. 1/2, 1990, pp. 69-79.
  - [20] V. Nagasamy and N. A. Langrana, "Engineering Drawing Processing and Vectorization system", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 49, 1990, pp. 379-397.
  - [21] R. H. Bartels, J. C. Beatly, B. A. Barsky, "An Introduction to Splines for Use in Computer Graphics & Geometric Modeling", Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987.
  - [22] C.-C. Shih and R. Kasturi, "Extraction of Graphic Primitives from Images of Paper Based Line Drawings", Machine Vision and Applications, 1989, pp. 103-113.
  - [23] C. P. Lai and R. Kasturi, "Detection of Dashed Lines in Engineering Drawings and Maps", First International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR91, 1991, pp. 507-515.
  - [24] 이성환, "도면 자동 인식을 위한 전처리 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 추계 학술 발표회 논문집, 16권, 2호, 1989년 10월, pp. 283-286.
  - [25] 이성환, "속성 그래프 정합을 이용한 선도형 패턴 인식", 한국과학기술원 전산학과 공학 박사학위논문, 1989.
  - [26] 변시우, "손으로 그린 도면을 위한 기본요소 추출에 관한 연구", 한국과학기술원 전산학과 석사학위논문, 1991.
  - [27] 김수형, "외곽선기반 영상처리, 벡터화 및 고리구조 인식을 통한 선도면의 자동입력", 한국과학기술원 전산학과 박사학위논문, 1993.

**안 호 일**



1989년 부산대학교 전자계산학과 (학사)  
 1991년 부산대학교 전자계산학과 (석사)  
 1991년-현재 (주)트라이테크 컨설팅팀 팀장

관심분야 : 문서관리, 워크플로우, Client/Server 기술, 병렬처리, 도면인식, GIS