

# Computer Graphics 의 원리 및 응용

李 大 寧  
(경희대학교 교수)

## ■ 차 례 ■

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 서 론           <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 「물체」화상과 「비물체」 화상</li> </ul> </li> <li>2. 컴퓨터 그래픽스에 관한 하드웨어           <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 화상출력장치</li> <li>나. 화상 입력 장치</li> </ul> </li> <li>3. 화상작성용 소프트웨어           <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 형태의 정의</li> <li>나. 화상의 생성</li> <li>다. Reality의 추구</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4. 응용 예           <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 이미지 처리               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 이미지 정보</li> <li>(2) 이미지 정보의 연결성</li> <li>(3) 직선 곡선 발생</li> <li>(4) 이미지 처리 이론</li> <li>(5) 향후 방향</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>5. CADAM           <ul style="list-style-type: none"> <li>가. CADAM의 모듈</li> <li>나. CADAM의 응용</li> </ul> </li> </ul> |
|---|---|

## 1 서 론

컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics)가 주목을 받고 있다. 인간사회에 대한 통신 매체를 검토해 보면 확실하게 화상에 의한 것이 증가하고 있다. 이것은 패턴 인식이 되는 화상정보의 쪽이 언어 정보보다 편리한 점이 많기 때문이다.

화상이라고하는 매체의 잇점을 보면 언어는 sequential한 1차원 형태인데 대하여 화상은 2차원 형태이고, 언어는 기호로 표시되는 간접적 매체인데 대하여 화상은 대상에 대한 직접적 표현이 가능하다.

이와같이 동일 정보량을 언어와 화상으로 표현한 경우 화상에 의한 쪽이 간결하다.

컴퓨터와 인간의 통신경우에 이상과 같은 설명으로서 컴퓨터 그래픽스는 이러한 의미로서 필연적으로 등장하게 된다.

컴퓨터 그래픽스는 그대로 인간과 인간과의

통신 매체로서도 우수한 점을 잊어서는 안된다. 현재 화상의 통신에서는 사진, 인쇄, 비디오가 주요 매체이지만 이것에 비하여 이 정보의 보관, 출력, 편집, 전송등 여러가지 점에서 컴퓨터 그래픽스는 정확하고, 용이하고, 유연성이 우수한 특성을 가지므로, 이러한 화상에 의한 통신 매체로서 커다란 가능성을 갖고 있다.

### 가. 「물체」 화상과 「비물체」 화상

위의 설명에서 언어보다도 화상의 쪽이 더 우수하다고 하였으나, 인간이 취급하는 모든 정보에 대하여 화상으로 표현하는 데에는 몇가지 문제가 있다. 예로서 「평화」라는 추상적 개념을 화상화 하는데는 의미를 그래프로 표현하기가 어려우므로 화상으로 불가능한 것도 있다는 것을 알아야한다.

즉, 현실적으로 화상으로 표현되는 정보에는 「물체」와 추상적인 「비물체」의 2종류가 있다.

현재 CAD(Computer Aided Design)에 대한

컴퓨터 그래픽스는 「물체」를 취급하며 비즈니스 그래픽스라고 부르는 분야에서는 각종 그래프, 네트워크, 차트와 같은 화상에 의하여 경제적 동향등을 표시하는 「비물체」를 표현한다.

어느 경우도 디지털화된 전자적 또는 자기적 신호에 의하여 화상을 처리하는 점은 같으며 이것이 컴퓨터 그래픽스의 가장 기본이 되는 부분이다.

이렇게보면 실제로 광범위한 것이 컴퓨터 그래픽스에 포함되지만 일반적으로는 화상의 생성에 중점을 두고 있으며, 컴퓨터의 패턴 인식에 대한 화상 처리는 아직 미흡한 상태이다. 이러한 이유로서 컴퓨터 그래픽스의 경우는 먼저 추상적 이미지와 수치로서 이것을 시각적으로 실체화하는 프로세스로 생각할 수 있는데 대하여 화상처리의 경우는 역의 프로세스를 말할 수 있다. 즉 컴퓨터에 의한 화상 정보의 출력과 입력의 차이로서 현재는 구분하여 연구가 진행되지만 장래는 합쳐 하나의 연구 분야로 되어야 할 것이다.

## 2 컴퓨터 그래픽스에 관한 하드웨어

### 가. 화상출력장치

화상을 출력하기위한 장치로는 plotter, storage형 graphic display, refresh형 random scan display, refresh형 raster scan display 등이 현재까지 나온 장치들이다. 특히 image display라고 부르는 장치는 full color로서 half tone으로 표현되는 raster scan display는 고도의 화상을 제작하는데 이용되는 관심이 집중된다.

이러한 것들은 plotter를 제외하고 soft copy 장치이며, hard copy 장치로서 full color의 ink jet printer, color의 slide와 print를 만드는 color-hardcopy, animation을 출력하는 film recoder, 비데오에 출력하는 video encoder등이 있다.

이러한 장치의 원리를 설명하면 다음과 같다.

plotter는 지면상의 1점에서 다음 점까지 펜으로 선을 그으는 것과 같은 동작을 반복하여

화상을 생성한다. 이때 화면상의 1점은 (x, y)의 2치로서 표현되지만 컴퓨터에서 출력되는 수치신호를 2개의 펄스 모터의 회전 방향과 양으로 변환하여 모터에 따라 펜을 동작하도록 하는 것이다. 지면대신 CRT의 현광체막, 펜대신 전자빔, 펄스 모터대신 편향 코일로 된 것이 storage형 graphic display이다.

이러한 장치는 한번 화상을 생성한 다음 동일 화면상에서 화상의 변경이 된다. Plotter는 종이를 교환해야 하고 storage형 graphic display는 화면을 한번 clear하지 않으면 안된다. 이것에 대하여 refresh형 random scan display는 화상의 dynamic한 변경이 가능하다. Refresh형 display는 refresh buffer라고 부르는 메모리에 화상 해당하는 점의 위치 정보를 축적하여, 이 buffer를 1초에 30~60회의 속도로 전자빔을 움직이는 것이다. 전광시간이 짧은 형광체를 이용하는 이유는 refresh buffer의 내용을 시시각각으로 변화하여 화상의 부분적 변경이 가능토록 하기 위한 것이다. 이상의 장치의 특징은 선표시이며 이것으로 얻어지는 화상은 vector graphics라고 부른다.

이것과 다른 장치로서 raster scan display에 대표되는 것으로서, 화면을 미세한 행렬(matrix) 형태로 분할하여 이 행렬 마다에 휘도와 색체를 제어하여 화상을 만드는 방법이 있다. 이때 행렬 1개를 화소 또는 pixel (picture) cell), 1부분의 pixel을 raster라고 부른다. 휘도신호가 1비트이면 흑백의 2치 화상이 되며, 이것보다 크면 half tone의 화상이 발생한다. 또 색체에 대해서는 빛의 3원색인 RGB(적, 록, 청)에 대응하는 신호가 필요하며 RGB 각 1bit로는 흑백을 포함하여 8색이 표시된다.

앞에서 설명한 image display에서는 512×512 또는 640×480 정도의 pixel로 구성되는 것이 일반적이며(또, 1024×1024의 고분해능도 있음), 색체는 RGB 각 8bit가 최고이다. 다만 color map table 방식에서 24bit 색체 즉, 1600만색의 지정도 가능하며 동시에 표시되는 것이 256색인 것도 있다.

이 장치는 컴퓨터에서의 출력은 각 pixel의

회도를 표시하는 수치신호로서 화면의 pixel 에 대응하는 frame buffer 라고 부르는 메모리에 일단 기억시킨다. 이 신호를 raster scan 이라고 부른다.

이 장치의 frame buffer 는 대단히 크므로 random scan display 와 같이 실시간으로 화상을 동작시키는 일은 특수한 것(예로서 flight simulator)을 제외하고는 불가능하다. 직접적인 이유는 컴퓨터에서의 전송 속도가 느리기 때문이다.

이 장치에서 생성되는 화상은 vector graphics 에 대하여 raster graphics 라고 부른다.

Random scan 방식의 hard copy 장치의 half tone 의 표현은 강도로서 제어하는 것과 시간으로 제어하는 것이 있다.

예로서 ink jet printer 는 잉크의 양을 강도로서 제어하는 것이며 frame recoder 는 일정 강도의 빛의 노출시간으로 제어하는 것이다.

Vector graphics 와 raster graphics 장치를 비교하면, 전자는 「선표시」가 추가되므로 넓은 면을 칠하는 것은 매우 어려우며, 후자는 pixel 에서 화상을 만들면 선표시에 대한 화면을 만들 수 있지만 pixel 보다 좁은 선을 표시하는 것은 어렵다. 또, raster 에 수직, 수평이 아닌 선 또는 도형의 경계는 구불구불하게 되는 결점이 있다.

최근에는 raster 방식의 display 장치가 주목

을 받고 있으며, 그 이유는 raster 기술은 TV 기술을 사용할 수 있고, 메모리소자가 값이 싸므로 저가격의 대량 제작이 가능하며 video-game, color-화상을 손쉽게 만들 수 있는 장점이 있다.

나. 화상 입력 장치

화상 입력 장치는 tablet 와 stylus 를 시작하는 각종 digiter, drum scanner, flying spot scanner, vidicon camera 등의 일반적이다.

Digitizer 는 2 차원 평면상의 위치를 전압, 자기, 초음파형으로 취급한 후 A-D 변환하여 (x, y) 값을 얻는다. (일부에서는 3 차원 digitizer 도 있음)

Drum scanner 다음에 표시된 장치는 화상정보를 갖는 2 차원 평면을 행렬로 분할하여 각행 열마다의 농도를 A-D 변환하여 컴퓨터에 입력시키는 것이다.

앞의 출력장치와 비교하면 digitizer 가 vector 방식이고 scanner 가 random 방식이라고 볼 수 있으며 동작원리는 출력장치의 역으로 보면 된다.

[3] 화상작성용 소프트웨어

화상의 생성은 「물체」의 화상화와 「비물체」의 화상화의 문제, 2 차원 / 3 차원 화상 raster

표 1 화상 입출력 장치 예

INPUT	vector		tablet & stylus light pen
	raster		scanner (drum & flying spot) vidicon camera
OUTPUT	vector	soft copy	random scan display
		hard copy	plotter
	raster	soft copy	image display
		hard copy	dot printer paper film recorder (film) video encoder (video)

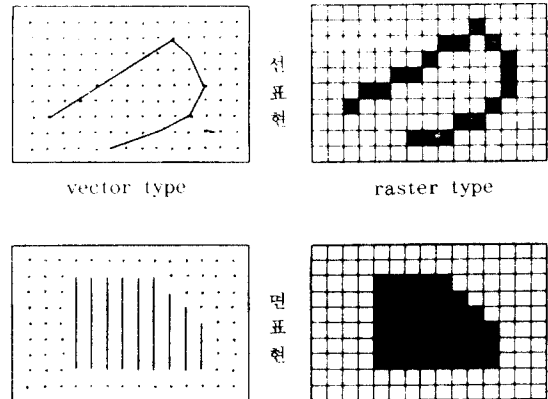


그림 1 Vector Graphic과 Raster Graphic

graphics/vector graphics에 따라 다르게 된다.

여기서는 「물체」화상화와 3차원의 raster graphics를 중심으로 이를 생성하기 위한 소프트웨어에 대하여 기술한다.

#### 가. 형태의 정의

어떠한 화상을 출력장치로서 출력할 때 이 화상의 형태는 컴퓨터내에 정의되어 있어야 된다. 이러한 형태를 정의하는 방법도 여러가지가 있으며 형태의 정의에 따라 매우 다양한 결과를 가진다. 컴퓨터의 형태를 정의하는 방법에는 수속법과 결과법이 있다. 수속법은 형을 결정하는 순서는 알 수 있지만 최종적인 형태는 불분명한 것이고, 결과법은 최종적인 형태가 최초의 것과 일치하지만 대신 순서가 불분명한 것이다.

전자의 예로는 자연물의 조형이며 후자의 예로는 대리석으로 미너를 만든다고 생각하고 만든 미너의 조형이다.

컴퓨터에서 예를 들면 다음과 같다.

결과법의 예로서 CAD solid modeling이라고 부르는 분야가 있다.

여기에서는 CSG (constructive solid geometry)라고 정의하는 방법이 유명하다. 즉, 정의하는 형태를 primitive라고 부르는 구, 입방체, 원 등 단순한 형상의 합, 차, 곱인 논리연산으로 구성하여 수행하는 방법이며 primitive는 간단한 수식으로 표현되므로 쉽게 컴퓨터에 정의하여 등록된다.

수속법의 예로서 「GROWTH」가 있다. 이 형태 정의의 원리는 자연물의 성장의 mechanism을 모델화한 것이다.

#### 나. 화상의 생성

앞에서 설명한 방법으로 컴퓨터의 내부 모델을 정의한 형상은 2차원의 화상으로 변환하지 않으면 안된다.

이에 대한 간단한 원리로는 정의된 형상의 물체에 추가하여 시점과 Screen을 3차원 공간내의 적당한 위치로 하고 물체에 향한 시점을 screen과의 위치로 바꾸어 계산하면 좋다. 물체, 시점, screen을 일반적인 위치에 대한 투

시도를 만들며, 시점을 무한원으로 하면 평면도, 입면도, 사각 투영도 등의 평행 투영도를 만들 수 있다. 이때 시야를 결정하는 것을 windowing이라고 하고, window 외의 물체를 제거하여 표시하는 것을 clipping이라고 한다. 형태의 정의를 wire frame 모델로 하면 이상의 처리로서 회상을 만들 수 있지만 surface 모델, solid 모델 경우는 보이지 않는 면을 제거하는 처리가 필요하다.

#### 다. Reality의 추구

컴퓨터 그래픽스를 물체의 형성만을 대상으로 하면 앞에서 설명한 소프트웨어로서 부족한 것이 없지만 다양한 표현을 위해서는 image display 등의 하드웨어 기능이 부족하게 되므로 reality라는 표현법을 추구하게 된다. 이러한 인공의 reality는 지금의 컴퓨터 그래픽스에서 대단히 주목되는 분야가 되고 있다.

이것은 먼저, 물체를 눈에 보이도록 하기 위해서는 빛이 필요하게 된다. 물체는 형상만이 아니고 재질, 색 등의 시각적 속성을 필요로 하게 되지만 실제로는 생략하게 된다. 이러한 reality 추구사항으로는 조명, 영 (shadow), 음 (shadew), 재질감표현 (material appearance), 텍스처 표현 (texture appearance), anti-aliasing 등이 있다.

### 4 응용 예

컴퓨터 그래픽스의 여러 응용분야인 CAD-CAM 이미지 처리, 비즈니스플로팅, 애니메이션, 시뮬레이션 응용, 상업과 예술적 응용 중에서 가장 넓게 응용되고 있는 CAD/CAM과 이미지 처리 분야를 개념만 간략히 소개한다. CAM-CAM은 이분야 대표적인 소프트웨어인 CADAM을 중심으로 소개하고 이미지 처리는 적용 방법들만을 개략적으로 소개하고자 한다.

#### 가. 이미지 처리

컴퓨터의 처리 속도가 증가되고 기억 용량의 다량화에 힘입어 컴퓨터 응용분야에 다양한 발

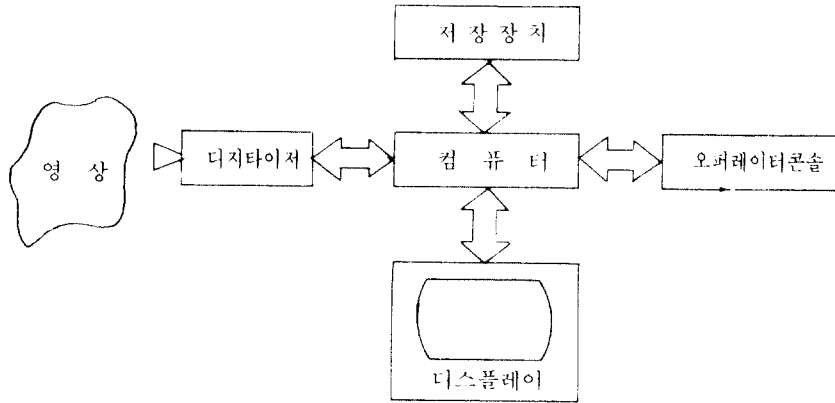


그림 2 디지털 이미지 처리 시스템 구성요소

전을 가져왔다. 예를 들면 음성인식, 문자인식, 이미지 인식처리 등이다. 이 중에서 우리가 눈을 통하여 입력되는 2 차원 정보를 디지털화하여 이에 처리를 행하여 자동 인식이나 특정 목적에 적합하도록 처리하는 분야가 이미지 처리이다.

이 이미지 처리기술의 향상으로 기상, 의료, 통신, 군사, 산업의 여러분야에서 발전을 거듭하고 있다. 이미지 처리에는 이미지의 발생, 기억, 표현, 전송, 측정, 인식, 해석 등과 같이 이미지 정보를 처리하는 것을 포함하고 있다. 이미지 처리 시스템의 구성은 크게 세 부분으로 구분한다. 계수화(digitizing), 처리(process), 표시(display)의 세 부분이다. 디지털타이저는 디지털 컴퓨터에 입력하기 위하여 이미지를 적절한 수치적 표현으로 바꾼다.

가장 보편적으로 쓰이는 입력장치는 마이크로밀도미터(Microdensitometers), 점 스캐너(Spot Scanner), 이미지 세분기(Image dissectors), TV 카메라 디지털타이저(TV Camera digitizers) 등이다. 처음 두 장비는 투명(네가티브 필름)하거나 사진의 형태로 계수화된 이미지를 요구한다.

그림 2 는 디지털 이미지 처리 시스템의 구성요소를 보여 주고 있다. 이미지 입력 장치는 목적물의 형상을 전압의 강, 약이나 계수화로 변환하게 하고 컴퓨터는 입력된 신호를 처리하여

해석하게 된다. 디스플레이 장치나 플로터 등이 그 예이다.

(1) 이미지 정보

2 차원 평면을 X축 방향과 Y축 방향으로 나누어 정수치를 부여하여 이 정수치로 이미지 정보를 취급하게 된다. 목적물에 대한 정보를 표현할 때 각 정수치에 해당하는 4 각에(이를 화소, 픽셀 등으로 부른다) 농도(濃度) 즉, 밝기의 정도를 나타내는 값이 주어진다. (그림 3)

가장 어두운 부분에서부터 밝은 부분까지를 2진 부호로서 부여한다. 이를 2치 이미지라고도 부른다. 각 화소가 갖는 밝기 정도를 휘도

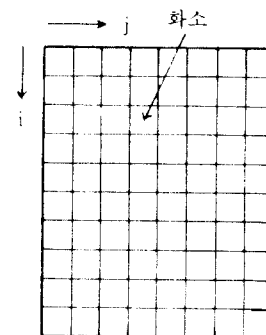


그림 3 디지털 이미지 정보

(Gray level) 라고도 부른다. 각 화소가 3 원색 (R, G, B)의 정도치가 가지고 있을 때 칼라 이미지 또는 색 이미지라 부른다.

실제 컴퓨터 그래픽스에서 생성되는 이미지 표시장치의 경우는, 표시장치(통상 라스터 그래픽스 디스플레이)의 성능의 제한이 있는데 화소 수는 가로, 세로 500×500 정도가 많이 쓰이고 있다. 이 화소수로 이미지의 분해 능력을 알아 볼 수 있다. 이미지의 해석 인식등의 경우에도 이 정도가 많이 쓰이고 있다. 때로 이미지 처리의 내용에 따라 4096×4096 정도의 분해 능력이 사용되는 경우도 있다.

(2) 이미지 정보의 연결성

디지털 이미지중 x점 주위 8 점을 근방의 정보라 부른다. (그림 4)

$x_4 = (i-1, j-1)$	$x_5 = (i-1, j)$	$x_2 = (i-1, j+1)$
$x_5 = (i, j-1)$	$x_0 = (i, j)$	$x_1 = (i, j+1)$
$x_6 = (i+1, j-1)$	$x_7 = (i+1, j)$	$x_8 = (i+1, j+1)$

그림 4 화소  $x_0 = (i, j)$ 의 8 근방 정보

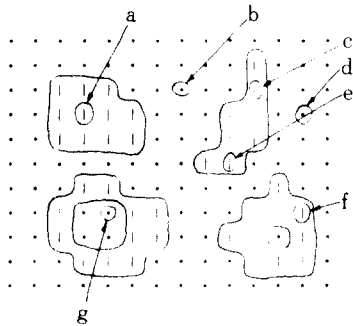


그림 5 화소 연결

상하 좌우로 인접한 4 개의 화소( $x, x, x, x$ )을  $x$ 의 4 근방점이라 부른다. 이미지 정보에서 이러한 근방점은 중요한 의미를 갖는다. 임의의 두개의 화소 a과 a에 대하여 이들을 접속하는 다음의 어떤 경로가 존재할 때 a과 a는 4 연결(8 연결)로 될 수 있다.

경로 :  $x, x \dots, x(x=a) (x=a)$ 에서 각  $x$ 는 같은 값(농도치 및 색정보)을 갖고, 각  $x$ 는  $x$ 의 4 근방(8 근방)에 있다. (그림 5)

예를 들어 흰 값을 0으로, 검은 부분을 1로 하였을 때 4 근방화소 속에서  $x$ 이 1이면  $x$ 는 위 방향으로 도형이 연결되는 것을 표시하고  $x$ 의 화소가 1이면 아래 방향  $x$ 이 1이면 오른쪽 방향  $x$ 가 1이면 왼쪽 방향으로 연결됨을 의미한다. (8 근방도 같은 방법)

그림 6 과 같이 이와같은 연결점을 검토하여 하나의 화소가 고립점, 내부점, 경계점을 알아 낼 수 있고 또 이를 이미지 전체에 적용하여 이미지의 연결 성분을 알 수 있다.

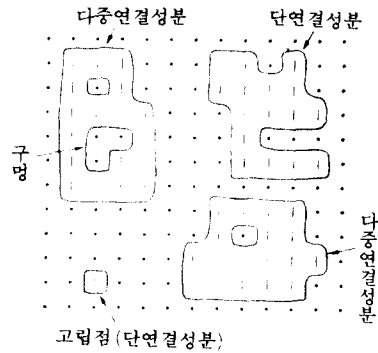


그림 6 연결 성분

(3) 직선 곡선 발생

직선의 발생은 선분의 양끝점(I, J)와 (I+m, J+n)에서,  $i=I, j=J$ 로 놓고  $i=i+1, j=[(i-1)+J]'$  여기서 [ ]'는 사사오입임.

이 결과로 선도형  $(i, i), k=0, 1, 2, \dots, m$ 을 직선선분이라 한다. (그림 7)

곡선발생은 파라미터(parameter)를 이용하여 표현된다.

$$x = X(t)$$

$$y = Y(t)$$

적당한 t열  $t, t, \dots, t_m$ 에 대해  $X(t_i)$ 와  $Y(t_i)$

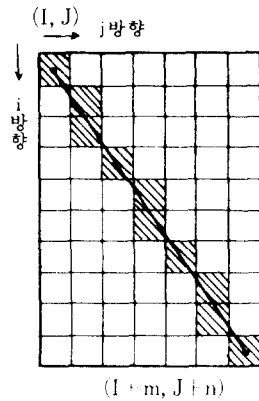


그림 7 직선 발생

를 구하여 생성한다.  $(X(i), Y(i))$ 부터  $(X(i), Y(i))$  까지를 직선선분으로 연결하여 표현한다.

이 두점간거리  $d = \sqrt{(x'(i) - x(i))^2 + (y'(i) - y(i))^2}$ 로 주어 진 곡선이 다음과 같이 음함수로 표현되는 경우는 다음과 같다.

$$f(x, y) = 0$$

$$F_x(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x}$$

$$F_y(x, y) = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y}$$

$$x_{k+1} - x_k = CF_y(x_k, y_k)$$

$$y_{k+1} - y_k = CF_x(x_k, y_k)$$

여기서 C는 임의의 정수이다.

(4) 이미지 처리 이론

지금까지 이미지 정보의 입력과 직선, 곡선의 발생 하는 것을 간단히 다루었다. 이렇게 최초의 입력된 이미지 정보를 여러 가지 이론들로 처리 하여 목적하는 결과를 얻게 된다. 이에 는 연결 성을 검토하는 방법으로 연결성을 잃지않고 화 소의 외측만을 추출하여 나가는 방법으로 윤곽 선 검출방법, 이미지 해석시 먼저 수행되어야 하는 필터링(Filtering)이 있다. 이미지 신호의 저그러짐을 복원시키고 잡음을 제거하기 위해서 도 필터링을 한다. 여기에 필요한 여러 가지 필

터의 설계가 중요한 문제이다. 화소의 농도치를 분석, 변환하는 농도 분석이 있다. 이미지 중 에 서 원하는 것을 추출하고자 할때 목적물이 다른 물체보다 현저하게 밝기가 다르면 이들을 분리 할 수 있는 스레쉬홀드(Threshold)를 만들어 이미지 정보를 변환하는 방법이 있다. 이를 스레쉬홀드 처리라고 한다.

선의 추출을 위해 세선화 작업이 있는데 이는 중심선을 구하여 그 이미지의 형상을 판정하고 정보 압축에 공헌하게 된다. 패턴인식에 관한 여러 방법이 있으며 2 차 이미지 정보의 부호화 방법이 있다. 이외에도 여러 가지 이론이 있으 며 이에 관한 자세한 학습이 뒤따라야 원하는 이미지 처리 시스템을 만들 수 있다.

(5) 향후 방향

21세기는 이미지 정보시대라고 할 만큼 이분 야에 대한 관심이 집중되고 있으며 연구에 박차 를 가하고 있다.

컴퓨터 활용분야로서 그 응용범위 중 가장 각 광을 받고 있는 이미지의 해석과 자동인식을 위 한 제반이론의 향상을 위해 노력을 기울여야 하 겠다.

[5] CADAM

1950년대 말부터 60년대 초기에 걸쳐 미국의 항공기산업, 자동차산업의 주요한 회사에서 컴 퓨터 그래픽스를 기술분야에 적용하고자 하는 시도가 IBM사와 공동으로 또는 독자적으로 시 작되었다. Lockheed사의 CADAM 시스템도 이 러한 연구중에 생겨난 것으로서 개발의 착수는 64년말이었다.

이후, 약 10년간 사내에서 이용되어지며 10 ~20인의 점차개발및 기능추가를 하여 75년 초 에 사외에 판매되었다. 그후, 78년에 IBM이 판 매권을 획득하여 적극적으로 판매를 추진한 결 과 도입기업의 수는 매년 증가하여 83년 말에는 세계 20여개국에서 700개 이상의 시스템이 사용 되어지고 있다. 그렇지만 도입기업이 발표를 회 피하는 경우도 있고 CADAM사, IBM, Fujitsu

사도 고객기업의 비밀을 보호한다는 관점에서 상세한 발표를 안하므로 정확한 파악은 안되고 있다. 별도의 추측으로는 미국에서만 600 시스템, 전 세계적으로는 900여의 시스템이 가동중인 것으로 보고되고 있다. (First BOSTON Research 1984. 4. 26)

CADAM System의 도입실적이 급속히 신장

하는 데에는 다음과 같은 이유를 갖는다.

- CADAM 시스템은 Lockheed가 자사의 기술자를 위하여 사용되어진 것으로서 이용자의 실태를 충분히 반영한 것이며, 초보자도 사용하기가 쉽도록 되어 있다.
- 동일한 점에서 CADAM 시스템이 CAD 시장의 약 반을 점하고 있는 기계분야(Mechanical

표 2 CADAM의 모듈

	module 명	
기본	CAD Only Interactive	설계, 제도, 해석을 도면을 보면서 실행한다
	CAD CAM Interactive	상기기능외에 NC기능이 있는 공구경로, Postword의 작성, 변경 등
	Data Management	도면데이터의 생성, Back up 등의 관리
	Hard copy	도면의 plotter에의 출력
보조	Statistic	응용시간 등의 performance 정보의 편집 출력
	Accounting	배용 배분 데이터
	Geometry Interface	이용자가 작성한 프로그램과의 사이에서의 형태데이터의 교환
	CADHUE	color 화면의 support
응용	APT Interface Interface	CAD/CAM 모듈에서 작성한 데이터를 APT 시스템으로 옮김
	APT Source Geometry	APT의 source 형식을 작성
	Compact II Interface	MDSI 사의 NC 시스템 Compact II 용의 인터페이스
	SPLIT Interface	WSMT 사의 NC 시스템 SPLIT 용의 인터페이스
	CADAMAC	이용자가 APT의 macro 기능을 이용한다.
	3D Wireframe(Interactive)	wireframe 모델에 의한 3 차원 형상외 작성
	3D Surface	bi-cubic, 회전면 등의 3 차원 곡면의 처리
	3D Mesh	유한요소법 NASTRAN 용 데이터의 작성, 처리
	3D Piping	3 차원 배관 설계
	3D Plant Layout	상기의 기타기기등의 3 차원에서의 취급
	D / B / M	건축 관계
	Interactive PRANCE/CADAM	프린트기판 설계용 5 개의 모듈에 의한 구성
	Text Processing Interface	문장과 도형을 병합하는 기능



application)에서 각광을 받으면서 급속히 보급되고 있다.

- 세계의 2대 컴퓨터회사인 IBM, Fujitsu사가 사내에서의 이용실적을 근거로 CAD 분야의 주요한 소프트웨어를 자사의 컴퓨터와 조합하여 강력한 판매활동을 전개하고 있다. 이렇게 하므로써 앞으로는 IBM이라고 하는 명칭이 전자제산기의 대명사로 불리우는 것과 같이 앞으로는 CADAM은 CAD/CAM의 대명사로 불리어질 것으로 확신한다.

### 가. CADAM의 모듈

CADAM은 표 2와 같은 모듈로서 구성된 범용적인 CAD/CAM 시스템이다. 시스템의 최소 구성은 기본 모듈의 CAD-only Interactive, Data Management 및 Hard Copy의 3 개로서 이것만으로 설계, 제도가 가능하다. APT, COMPACT-II 등의 NC를 이용하는 경우에는 CAD-Only 대신에 CAD/CAM Interactive 가 필요하다.

### 나. CADAM의 응용

CADAM은 다음에 서술하는 설계사상의 하나로서 종래의 제도방법을 채용하여 형태를 구성하는 각종 도형요소는 기본적으로 2차원 요소이다. 그러나 각 좌표계는 다른 좌표계와의 사이에 천차관계와 이차원 변환matrix를 갖는다. 그러므로 복수의 좌표계를 이용하여 여러가지 3차원적 조작을 수행하고 특전의 3차원 요소를 구축한다.

CADAM이 2 1/2차원으로 되도록 하기 위하여 이 기능을 갖고 다음과 같은 응용을 제공한다. NC 응용은 부품형태를 정의하는 도형화일로서 직접 그 도형요소를 이용하여 Cutter의 움직임을 규정하여 Hostword를 적당히 지정하여 NC테이프 작성에 필요한 모든 데이터를 작성한다. 그리고 정의된 Cutter 동작을 화면상에서 용이하게 인식되도록하여 필요에 따라Cutter의 케적과 Postword를 수정 변경할 수 있다. 또 NC Macro Processor 기능에 의하면 이용자는 특자의 NC 가공 Processor를 논리화

하여 화학형 프로그램으로서 CADAM에 등록하여 선반계의 영역 실삭 등에 활용하면 유효한 NC처리가 된다.

그림 6은 기기부품의 NC처리 예이다. 3D MESH 모듈은 구조해석용 데이터를 작성하는 3차원 응용이다. 강도계산, 열응력 해석과 진동해석 등의 유효요소법에 의한 구조 해석을 하는데 있어 해석에 대한 구조체의 모델화가 필요하다. 이 모델화는 설계자가 구조해석에 필요한 실제 작업중 6할에서 7할을 점하며 3D MESH 모듈에서는 이 모델화 즉, Bulk Data(많은 량의 자료의 작성을 수 복적으로 하고 있다.

Bulk Data의 작성에서는 구조물의 3화면등에서 어떤 좌표계(예로써 평면도)에서의 2차원 점 x, y와 다른 좌표계(예로써 입면도)에서의 면정보 Z를 사용하여 3차원 점점을 작성하며, 이러한 점점의 결합관계를 정하여 요소를 작성한다. 점점, 요소는 앞에서 설명한 2차원의 GROUP 기능과 동일하게 3차원의 GROUP기능이 이용되며, 3차원 공간 내에서의 평행이동, 면대칭, 회전 등의 조작에 잘 복제된다. 작성된 점점, 요소는 임의의 축 주위를 회전한다든지, 확대 또는 축소표시로서 모델이 정확히 수정된다. 그림 7에 관요소에 의해 요소 분할된 구조물을 표시한다. 3D PIPING 모듈은 복잡한 배관의 설계, 조립에서 제조에 이용되는 3차원의 배관응용이다. 3D PIPING 모듈에서는 Plant 영역내의 기기배치를 표시하는 배치 계획도와 프로세스 공정 등을 표시하는 P&I도에 따라 배관 경로를 결정하여 그 배관경로 사이에 필요한 배관부품을 설치하여 3차원 배관설계를 완성한다. 계속하여 작성된 배관 계통도에서 배관 제조를 위한 관일품도에의 전개가 가능하다. 여기에서도 2차원 도면정보와 3차원 배관형상을 동시에 처리한다. 조작상 및 데이터구조상 융통성이 충분하다.

또 3D PIPING 모듈에서 처리되는 배관부품은 미리 primitive라고 부르는 wire, frame구조의 원, 구, 원주, 원추 그리고 반평면 등을 조합하여 제작하며, 배관구경과 배관등급으로 분류하여 Catalog data로써 등록한다. 그림 8은

제작된 배관의 계통도이다. IPC는 프린트기판 설계용 응용으로 칼라표시장치를 이용하면 보다 조작성이 향상된다. IPC는 주로 네개의 기능모듈 CADGRAM, CADEX, CAD-PC, PRANCE로 구성된다.

CADGRAM은 Symbol로서 등록되어 있는 전자부품을 필요에 따라 호출하여 단자 사이의 접속관계를 정의하고 개략적인 Wiring diagram(그림 9)를 작성한다. CADEX에 의하여 이 Wiring diagram에 관한 전자부품의 접속 관련 리스트를 작성한 다음 후속 모듈에의 각종 정보를 준비한다. CADPC는 실제의 프린트기판설계에 있어 전자부품의 위치를 설정한다든지, 자동배치, 배선시의 설계규칙 등을 결정한다.

이 시점에서 대략적으로 타당한 전자부품의 배치가 결정된다. 계속하여 이제까지 사용된 각종 정보에 따라 전자부품과 콘넥터 단자간의 적절한 배선경로가 PRANCE에 의해 결정된다. 이 결과를 그림 10에 표시한다. IPC를 이용하면 잘못배치가 아닌 정확한 프린트기판을 간단히 단 기간내에 설계된다.



李大寧

## 저자약력

- 1940년 3월 18일생
- 1968. 9 ~ 1970. 3 : 캘리포니아州立大學院 (工學碩士)
- 1976년 9 ~ 1979. 9 : 延世大學校大學院 電子工學科 (工學博士)
- 1971. 9 : 慶熙大學校工科學 電子工學科 助教授
- 1977. 3 : 慶熙大學校工科學 電子工學科 副教授
- 1982. 3 : 慶熙大學校工科學 電子工學科 教授
- 1982. 9 : 慶熙大學校工科學長, 韓國情報科學會 ~ 1984. 11 理事

## 용어해설

● 방폭 배기 플러그 (explosion proof vent plug) : 밀폐형 납축 전지에 있어서 충전시 발생하는 수소 및 산소 혼합 가스가 외부에서 인화 폭발하지 않도록 가스를 배출하는 플러그를 말하며, 황산 포말이 외부로 발산되는 것을 막는 작용도 한다.

● 배러터 (barretter) : 직경 수( $\mu\text{m}$ )의 아주 가느다란 백금선을 캡슐 (capsule)에 넣은 것으로서 여기에 마이크로파 전력을 흡수시켜 그 온도 상승에 의한 저항치의 변화를 측정하여 전력측정을 한다. 더어미스터와 비교해서 감도는 낮고 끊어지기 쉽지만 안정되고 정도(精度)가 높다.

● 배러터 전력계 (barretter power meter) : 배러터 소자를 도파관 내에 마운트 (mount)하여 입력 전력에 의해 발생하는 배러터 소자의 온도 상승에 의한 저항 변화분을, 교정된 브리지로 측정함으로써 전력을 바로 읽어내는 전력계로서 주로 마이크로파의 전력측정에 이용된다. 배러터는 극히 가는 백금선으로서 온도가 상승하면 그 저항값도 상승하며, 더어미스터에 비해 전기적 충격과 과전류에 약하나 비교적 주위 온도의 영향을 받지않아 보다 실용적이다.