

디지털 영상처리 기술 및 응용

盧基弘, 徐德榮, 趙威德, 崔祐榮
生産技術研究院 HDTV開發事業團

I. 개 요

최초의 영상처리 기술은 우주탐사에서 얻어진 영상의 화질개선 및 특징 추출을 위한 특수처리 등에 응용되었다. 영상처리는 본질상 방대한 데이터 양의 처리와 그에 따르는 고속 processor의 사용이 필수적이어서, 최근의 반도체 제조 기술 발전이 급진전되기 전까지는 여러 분야에서 초보적인 연구단계에 머물러 있었다. 그러나 저가의 대용량 기억소자 및 고속의 영상처리 전용 processor들의 상품화로 디지털 영상처리 기술의 실용화가 가능하게 되면서 정보통신, 기상, 의료, 산업전자 및 가전제품 분야에까지 다양하게 디지털 영상처리 기술이 활용되고 있다.

본고에서는 디지털 영상처리에 대한 기본기술을 파악하고, 여러 응용분야 중 특히 실용화가 가속되고 있는 기상, 의료, 산업전자 분야에서의 핵심응용 기술 및 발전동향을 살펴 보고자 한다.

1. 영상처리 기술의 발전

영상처리 기술은 1960년대 중반 미 국립항공우주국(NASA)에서 부인 혹성탐사위성에서 보내오는 디지털 영상자료들을 분석하기 위해 개발되기 시작했다. 혹성탐사위성들은 태양계를 비롯한 우주의 기원과 구조를 파악하기 위해 시리즈로 계속 발사됐고, 1970년대 하반기에 발사한 보이저(Voyager)위성은 지금까지 우주의 영상자료를 계속 송신해 오고 있다.

또한 일기예보를 위한 정지위성 및 극궤도위성(polar orbit satellite) 역시 1960년대 중반부터 발사돼 지구표면에서 일어나는 일기현황 영상을 실시간(real-time)으로 전송해 오고 있다. 이들 기상위성과 지구 자원탐사를 위

한 미국의 LANDSAT 위성과 프랑스의 SPOT 위성, 해양연구를 위한 미국의 SEASAT와 일본의 MOS-1 등의 자료를 분석하기 위해 영상처리 기술의 개발 및 응용이 본격화 됐다.

한편 의학 및 생물학 부문에서의 영상처리는 우주 및 지구 탐사위성 자료를 분석하고 개발된 기술을 활용하기 위해 시작됐다. 먼저 1968년경에 X-ray의 영상처리 기술이 개발되기 시작했고 아울러 염색체 분류기법 등 다른 분야의 응용 연구도 시작됐다. 이후 X-ray를 이용한 혈관진단 기술과 함께 많은 의학, 생물학 부문의 응용연구가 수행됐다. 근래에는 X-ray 혹은 자기공명(NMR)을 활용한 단층 촬영기술이 개발되어 신체 각 부위의 3차원적 분석도 가능해지고 있다.

천문분야에서 초기에는 지상에 설치된 망원경에서 찍은 사진을 분석하기 위하여 영상처리 기술을 적용했다. 근래에는 망원경에 부착된 디지털 센서를 통하여 영상을 수록하는 연구가 증가하고 있으며 디지털 영상이 사진보다 더 좋은 해상력 및 관측결과를 제공하므로 앞으로 디지털 센서를 이용하여 관측하는 연구가 더욱 활발해질 것으로 보인다.

1980년에 접어들면서 지상에서의 관측 단계에서 진일보하여 인공위성에 열적외선 감지 센서를 부착한 망원경을 탑재하여 우주 생성에 관한 신비를 풀 수 있는 많은 디지털 영상 자료를 수집했으며 이를 분석하기 위한 다양한 영상처리 기술이 개발됐다.

또한, 고속의 디지털 영상처리 프로세서가 등장되면서 그림 1의 디지털 영상처리 기술의 응용 예에서 보인 바와 같이 사회 전분야에서 디지털 영상처리 기술이 적용되고 있으며, 특히 가전, 사무자동화 및 산업제조업 분야에서의 다양한 실용화, 상품화가 급진전 되고 있다.

응용 부문	응용 업무 및 제품
자원 탐사	광물자원 분포 조사 석유 탐사 어장분포 조사 산림자원 조사 토지이용 현황 지도 제작 지질구조 분석, 환경오염 조사
생물 및 의학	염색체 분석 방사선 사진 컴퓨터 단층 촬영
산업 및 제조업	품질 검사 자동설계(CAD/CAM) 공장자동화-제품생산, 인식, 분류
사무자동화	문서자동 편집 DTP(desk top publishing) 전자파일링
가전	디지털 TV HDTV Video phone Video conferencing 디지털 VTR
기타	지문 인식 서명, 인감, 차량등의 감정, 대조 천문, 우주관측

그림 1. 디지털 영상처리 기술의 응용 예

2. 디지털 영상처리의 기본 기술

디지털 영상처리 기술은 크게

- 영상화질 개선(image enhancement)
- 영상 복원(image restoration)
- 영상 재구성(image reconstruction from projections)
- 영상 데이터 압축(image data compression)
- 영상데이터 분석 및 인식(image analysis and recognition)

등으로 구분될 수 있다. 본고에서는 각 부분별 기술에 대한 간략한 설명과 응용을 중심으로 기술하며 상세한 세부 이론은 참고문헌으로 대신하겠다.

1) 영상화질 개선(image enhancement)

영상화질 개선은 영상 데이터를 사용목적에 적합하도록 개선시키는 것으로써 가능한 한 원화상에 근접되도록 영상처리하는 영상복원(image restoration)과는 차이가 있으며, 영상화질 향상, 영상 인식도 향상, 사람이 보기에 좋도록 자연스러운 영상화질 개선등에 사용되는 방법이다.

이런 목적을 위해서

- Contrast modification
- Edge sharpening
- Noise reduction
- Contour plot
- Pseudo color
- Blurring 제거

등이 행해지며, 이 이외에 기본적으로 그림 2의 low-pass / high-pass filtering이 응용된다.

$$\frac{1}{9} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{10} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{16} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

(a) Low-pass filtering 예

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{7} \cdot \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ -2 & 19 & -2 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

(b) High-pass filtering 예

그림 2.

Contrast 수정은 영상의 dynamic range나 특정 목적의 contrast 변환을 위한 것으로 display 시스템의 비선형 특성 보상등에 이용된다.

Low-pass 필터링은 이웃 pixel의 high spatial 상관도 즉 low-frequency 요소를 강조하기 위한 것으로서 광대역의 random noise를 제거할 수 있으나, image blurring이 영상신호의 edge나 명확한 부분 등에서 발생된다.

High-pass 필터링은 고주파 성분을 강조하는 것으로써 영상의 sharpness, local contrast등이 강조되고, image blurring이 제거된다. 이 두 필터링의 장단점을 적절히 활용하기 위한 것으로 각 subimage 영역의 특성에 따라 적용시키는 adaptive 필터링 방법도 있다.

2) 영상복원(image restoration)

영상복원은 영상데이터 입력, 저장 또는 전송후의 변질된 영상신호를 원화상에 가깝도록 처리하는 것으로써

- Inverse filter 복원
 - Wiener filter 복원
 - Power spectral equalization 복원
- 등의 직접 방법과

- Constrained least-squares 복원
- Maximum a posteriori(MAP) 복원
- Maximum entropy method(MEM)
- Spatially varying system

등의 간접 방법이 있다.

3) 영상 재구성(image reconstruction)

영상 재구성은 영상신호가 어떤 특성의 면에 투사된 형태처럼 변형된 것을 원영상으로 만드는 것으로 인체 내부를 절개했을 때의 영상을 추출하는 CT(computed tomography), gamma-ray를 사용하는 핵자기 공명 CT, radioastronomy, optical interferometry, electron microscopy, geophysical exploration 등에 사용된다.

4) 영상데이터 압축

기존의 표준화된 디지털 TV방식에 의해 영상데이터(monochrome moving image)를 전송할 경우 63Mbps(=512×512×8×30)의 데이터 전송 속도가 요구된다. 이것을 현재 ISDN 망의 64Kbps로 보내기 위해서는 약 1000분의 1의 데이터 압축율이 필요하다. 이렇게 영상화질을 원하는 상태만큼 유지하면서 한정된 전송속도나 저장능력을 만족시키기 위해서는 영상데이터의 압축이 필수적이다.

이러한 영상데이터 압축 기술은 매우 큰 용량의 영상데이터 베이스(영상데이터 문서, 지도, 의료영상, 지문, 위성사진 등)를 갖는 영상기록 저장장치, X-ray 영상등의 의료영상 데이터 압축, video-conferencing, 무인 인공위성(remotely piloted vehicles, RPV), HDTV, digital image photography, continuous tone copiers, CDI(compact disk interactive), DVI(digital video interactive), multimedia system등에 사용된다.

영상데이터 코딩 기법은 그 특성에 따라

- Still image coding, moving image coding
- Predictive coding, transform coding, hybrid coding
- Monochrome image coding, colour image coding
- Gray level image coding, binary image coding
- Intra-frame coding, inter-frame coding

등으로 세분된다.

영상데이터 코딩의 맨 첫단계는 digitization을 하게 되는데 내부의 quantizer 특성에 따라

- Uniform quantizer
- Non-uniform quantizer
- Vector quantizer

로 구분된다.

일반적으로 waveform coding 경우에는 coder의 입력

dynamic 영역을 확장시키거나 특성 향상을 위해 non-uniform quantizer를 사용한다. 그러나 transform coding 경우에는 정확한 데이터 압축을 위해 uniform quantizer를 사용하며, 영상데이터 압축율을 보다 크게 증가시키기 위해 특수하게 vector quantizer를 사용하기도 한다.

Waveform coding에는 PCM(pulse code modulation)이 대표적이며, 이것의 성능을 향상시키기 위해 predictive coding 기법을 사용한 DM(delta modulation)과 DPCM(differential PCM)등이 있다.

PCM이 고정적인 quantizer의 step size를 가진 반면에, DM은 입력신호 크기에 따라 변동되는 유동적인 step size를 가지며, DPCM은 실제 입력될 신호와 예측된 신호의 차이를 PCM coding하는 방식으로 데이터 압축율을 증가시킨다.

Transform coding은 orthogonal transform의 성질을 이용하여 서로 상관성이 큰 영상 데이터를 선형적으로 독립적인 데이터로 만든 후 적합한 quantization을 함으로써 영상 데이터 압축을 행하는 방법으로써 최근 multimedia system 및 digital HDTV 기술연구가 활발히 되면서 많이 활용되고 있다. 대표적으로 DCT(discrete cosine transform)coding을 주로 사용하며, 최근에는 그림 3에서 보여진 바와 같이 여러형태의 표준화된 방식이 비교 검토되고 있을 뿐만 아니라, SGS-Thomson, LSI-logic, Sony, Toshiba등에서 전용 chip set 까지 개발 판매되고 있다.

또한 interframe coding은 영상데이터의 patial correlation이외에 temporal correlation 특성을 이용하여 데이터 압축을 증대시키려는 것으로서 주로 variance가 거의 없는 경우의 interframe간의 차이를 coding하는 frame replenishment 방법과 화상의 motion estimation을 이용하는 방법이 있다. 대개의 경우 intraframe coding과 interframe coding 그리고 entropy coding(variable length coding)등이 혼합되어 사용된다.

5) 영상데이터 분석 및 인식

영상인식은 미지의 입력 패턴을 이미 알고 있는 기준 패턴 부류중 하나로 할당시키는 과정이다. 일반적으로 화상 패턴인식은 결정론적인 접근 방법(decision-theoretic approach)과 구조적인 방법(structural approach)으로 대별된다.

결정론적인 패턴인식은 패턴의 통계적 특징을 이용하는 방식으로 통계적 패턴 인식(statistical pattern recognition)이라고도 한다. 이 기법에서, 패턴은 N개의 특징의 집합 또는 N 차원 특징 벡터(N-dimensional fea-

		H.261	JPEG (Baseline)	MPEG
	8×8 DCT	Yes	Yes	Yes
	Zigzag scan	Yes	Yes	Yes
	2D run-length coding	Yes	Yes	Yes
	Quantizer	Uniform step size	Non-uniform matrices	Non-intraframe : same as H.261 Intraframe : same as JPEG
	Motion estimation Full block matching	Regular Integer pel accuracy	No	Telescopic Half pel accuracy
	Rate buffer control	Yes	No	Yes
	T-coeff	Fixed	Downloadable	Intraframe : same as JPEG The rest : same as H. 261
VLC	MBA, CBF	Fixed	No	Same as H.261
	MVD	Fixed	No	Super set of H. 261
	MTYPE	Fixed	No	Fixed(2 tables)

그림 3. 디지털 영상처리에 이용되는 여러가지 표준 transform coding 방식의 비교

ture vector)로 표현되며, 패턴의 판단(decision making)은 거리함수(distance measure), Ehsms rufwjdgkatn (discriminant function)로 표현되는 유사성을 기준으로, 입력 패턴과 가장 가까운 클래스로 분류한다.

유사성(similarity)은 응용에 따라 여러가지 측도가 사용되고 있으나, N차원 공간에서의 Euclidean 거리를 많이 사용한다. 잡음이나 패턴의 왜곡에 대처하기 위하여, 통계적 인식 개념이나 fuzzy 집합 개념을 도입하기도 한다. 각 패턴 클래스는 N 차원의 클래스-조건확률 밀도(class-conditional probability density function)로 표현되고, 매개변수 또는 비매개변수 형태의 통계적 결정함수에 근거하여 패턴을 분류한다.

결정함수의 매개변수 또는 클래스-조건확률 밀도 형태의 매개변수의 값을 결정하기 위하여 여러가지 학습이론(learning)이 제안되고 있으며, 학습의 기능을 갖춘 인식기는 패턴의 부분적인 왜곡이나 변화, 상황의 변화에 능동적으로 대처할 수 있으나, 학습을 위하여서는 방대한 자료량이 필요하며, 발생할 수 있는 여러가지 경우를 고려하여야 한다.

그림 4에 결정론적인 패턴 인식 기법의 과정을 도시하였다.

이러한 방법은 패턴 클래스의 수가 적을 때 효율적이며, 확률의 개념을 도입하므로써 잡음이나, 패턴의 변형에도 대처할 수 있다는 장점을 갖고 있으나, 패턴이 복

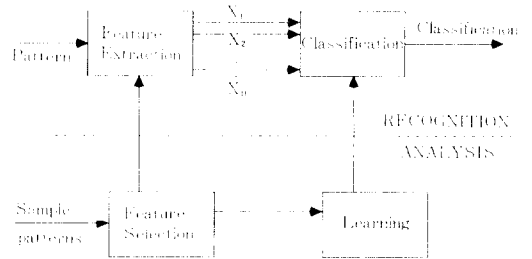


그림 4. 결정론적인 패턴 인식 과정

잡하여 특징의 수가 많아지거나, 패턴 클래스 수가 방대할 때, 고차의 결정함수가 필요하게 되어 분류가 불가능하게 된다.

주된 응용 분야로는 부품인식 및 분류(parts sorting), 자동검사(automatic inspection)등의 FA분야와 지진파 분류, target 검색 등이다.

구조적 패턴인식은 패턴의 원소(primitive)를 추출하여 이들의 구조적 관계로 패턴을 인식하는 기법으로 패턴은 원소의 스트링(string), 트리(tree) 또는 그래프(graph)로 표현된다.

패턴 인식은 string으로 표현하였을 때는 구문분석(syntax anlysis) 또는 parsing을 이용하며, tree나 graph

로 표현하였을 때는 두 스트링, 트리, 그래프간의 유사성을 이용하기도 한다.

전자의 경우를 구문론적 인식(syntactic pattern recognition)이라 하며, 패턴으로부터의 원소의 일차원적인 스트링을 발생하여, 이를 성형언어의 구문에 적용함으로써 패턴의 수학 여부를 결정한다. 예를 들면, 그림 5에서 염색체 a,b는 c원소의 스트링으로 표현된다. 그림 6에 구문론적 인식과정을 나타내었다.

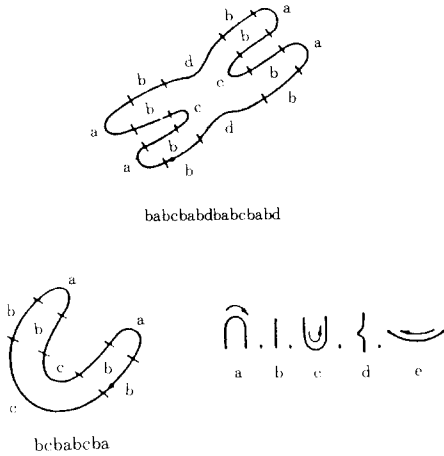


그림 5. 염색체와 원소

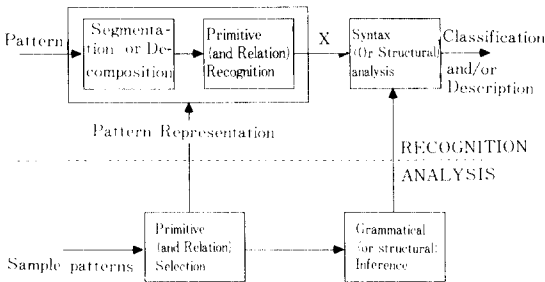


그림 6. 구문론적 인식 기법

이러한 방식은 구조를 묘사할 수 있는 능력을 가지며 다양한 패턴을 표현할 수 있어 광범위한 인식방법으로 간주되고 있으나, 수치적인 정보를 포함하지 않기 때문에 잡음이나 변형에 대처하기가 어렵다. 이러한 구문론적 인식방법은 문자인식, 음성인식, 지문분류 등의 여러 분야에 응용된다.

II. 가전분야에서의 응용

1. 영상기술의 응용

디지털 신호처리가 가정용기기에 응용된 것으로는 TV의 수상기 영상처리가 가장 대표적인 것이다. 이러한 영상처리가 본격적으로 응용되기 시작한 것은 독일의 ITT Intermetall사가 개발한 TV 수상기의 baseband 신호에 대한 디지털 처리 기능을 갖는 VLSI IC로 볼 수 있다. 이들은 영상 코덱(VCU), 영상 처리(VPU), 편향 조정(DCU), 음성 코덱(ACU), 음향처리(APU), 중앙처리(CCU)등으로 구성되어 있으며, 이를 이용한 블록도가 그림 7에 나와 있다. 이를 이용한 디지털 TV 수상기는, 아날로그 방식에 비해 간단한 회로로 구성이 되며 아날로그에서는 얻기 어려운 휘도와 색도 신호의 comb 필터, 고스트 제거, teletext 복호, 순차 주사에 의한 화질 향상등을 얻을 수 있으며, 이를 이용한 TV 수상기가 국내에서도 이미 개발이 되었다. 한편 ITT 사에서는 이러한 기술을 이용하여 D/D2 MAC 디코더 IC를 개발하였다. D/D2 MAC은 유럽에서 사용되고 있는 위성방송의 한 방식으로 component 영상 신호 방식과 음성과 데이터의 디지털 전송방식을 복합한 방법으로 제한적으로 프로그램을 시청하게 하는 스크램블링을 하여 상당한 수준의 디지털 신호 처리를 요하는 TV 송신 방식이다.

최근에 들어서 TV 수상기 부분에서 화질을 향상시키려는 노력의 결과로 IDTV(improved definition TV)가 개발되었다. 이에 대한 한 예로서 그림 8에 영상 처리부에 대한 디지털 신호 처리 과정을 도해하였다. 여기서 얻어지는 효과는, 주사 방식을 비월 주사에서 순차 주사로 변환하면서 화면에 대한 감박이가 없어져 수직 해상도를 향상시킬 수 있으며, 3차원 comb형 필터를 이용하여 완전한 휘도와 색신호를 분리하여, 휘도와 색신호와의 간섭등을 제거할 수 있다. 이러한 개선을 위하여는 동화상과 정지 화상에 대한 분리를 하여야 함으로 움직임 검출에 대한 회로가 필요하게 된다.

그리고, 수상기 부분에서만은 디지털 신호처리로는 화질 향상에 한계가 있으므로 제안된 것이, 현행 TV 방식과 호환성을 유지하면서 송신측과 수신측 동시에 화질 향상에 대한 방법을 추구하는 것이 EDTV(extended definition TV)이다. 위에서 설명한 IDTV 기술이외에도 송신측에서는 순차 주사 카메라를 이용하여 신호원의 고해상도를 얻고, 적응성 옴파시스템을 이용하여 고역을 강조하여 선명한 화면을 얻게하며, 고스트 제거 기준 신호를 추가하여 고스트의 방해를 제거하는 방법 등이 있

다.

이 기술의 대표적인 방식으로는 미국 HDTV 규격 선정에 제출되었던 Faroudja 사의 Super-NTSC 방식이다. 이 방식의 핵심 기술은 detail processor, 2-H adaptive comb filter, line doubling 등이다. 한편 일본에서는 EDTV를 클리어 비전이라 하여 여러 반도체 회사에서 이에 사용할 수 있는 LSI를 발표하였다. 위에서 언급된 기술에 대한 자세한 기술적인 사항은 전자공학회에서 여러차례 주최한 세미나에서 언급되었으므로 이를 참조하기 바란다.

EDTV 이후 HDTV(high definition TV)의 연구가 계속되어 일본에서는 MUSE 방식으로 시험 방송을 하고 있으며, 유럽에서는 D/D2-MAC에 기초를 둔 HDMAC 방식의 방송을 실현하기 위하여 여러 차례 실험 방송을 한 바가 있다. 한편 미국에서는 최근에 들어 MPEG 알고리즘을 기초로 한 디지털 HDTV의 연구가 활발히 진행되고 있다. HDTV 대한 자세한 내용은 본 특집의 "HDTV"부분에 자세히 기술되어 있다.

VCR에도 디지털 신호처리가 이용되기 시작하여 S-VHS VCR에 디지털 신호처리를 부착하여 잡음 감소, Y/C 분리 등에서 좋은 결과를 얻고 있다. 한편으로 가

정용 VCR에 영상 및 음성 신호를 디지털 방식으로 처리하여, 녹화시에는 Y/C 분리, 영상의 부호화, 오차 교정 부호화로 구성하고 재생시에는 오차 교정의 부호화, 영상의 부호화 및 Y/C 합성으로 구성한다. 일본에서는 이의 시제품이 발표되었으며, 국내에서도 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

CCD 카메라 시스템에 디지털 신호 처리를 이용하여 CCD에 신호의 다이내믹 영역을 확대, 보상을 하는 연구가 진행되고 있다.

2. 음향기술의 응용

최근 음향신호가 디지털로 녹음됨에 따라 이의 녹음·재생 장치에 디지털 신호처리가 많이 응용이 되어 있다. 콤팩트 디스크(CD)재생장치의 경우 16-bit PCM으로 저장되어 있는 정보의 출력에 4,8또는 16배 oversampling을 이용하고 있으며, 출력 D/A 변환기에 sigma delta modulation을 응용한 1-bit D/A(MASH)를 채용한 CDP가 발표되고 있다. 녹음 및 재생이 가능한 디지털 오디오 테이프(DAT)가 개발되어 시판되고 있다. 또한 1991년 Las Vegas에서 열린 Consumer Electronics Show에서 발표된 Philips사의 digital compact

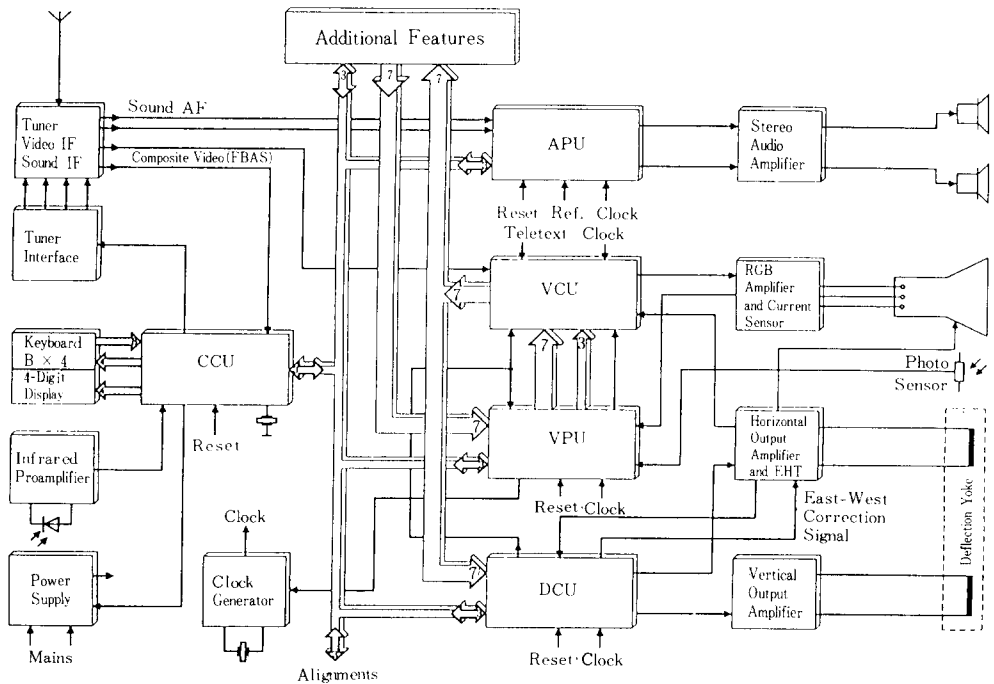


그림 7. ITT 디지털 TV

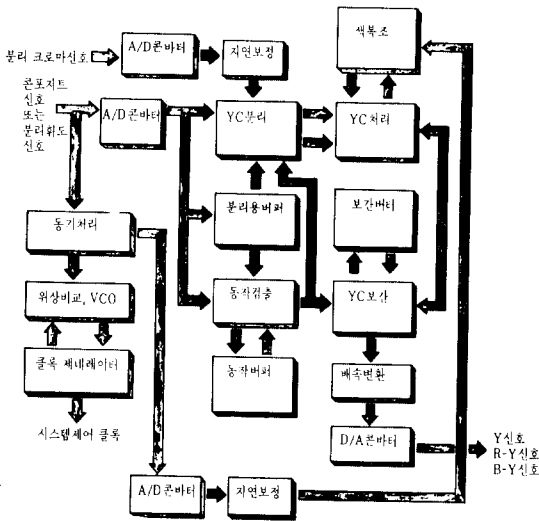


그림 8. EDTV의 영상처리

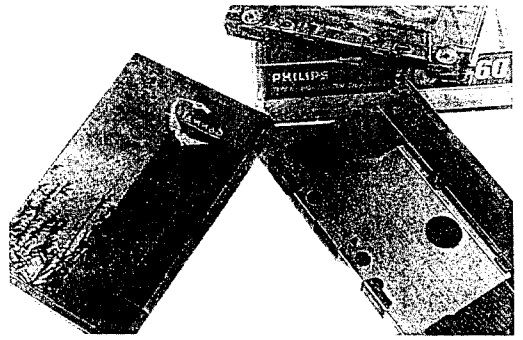


그림 9. Philips DCC 카세트

cassette(DCC)는 DAT와는 달리 일반인에게 테이프 녹음·재생을 현재의 카세트테이프에 상당하는 가격으로 CD의 성능을 갖는 카세트를 보급하기 위하여 개발된 것이다. DCC 테크는 자동으로 양방향 녹음·재생이 가능하며 일반 아날로그 카세트도 사용할 수 있다. DCC 카세트는 현재 사용하고 있는 카세트와 크기가 같은 특별히 제작된 카세트(그림 9)로 녹음·재생을 한다. DCC 카세트에는 3½인치 콤팩트 플로피 디스크와 같이 철제 커버가 부착되어 별도의 보호용 상자가 필요없게 된다.

DCC에서 사용되는 카세트 테이프의 재질은 VHS비디오 테이프와 같은 재질이며, 폭은 현재의 아날로그 카세트와 같고 사용시간은 90분 또는 120분이다. 테이프의 속도는 카세트와 같은 1⅞ inch/sec이며, 테이프헤드는 thin film을 이용한 반도체 설계이다. 헤드에는 8개의 녹음·재생 트랙이 있으며 9번째의 트랙은 콘트롤 및 표시 정보로 이용이 된다. 이와 함께 아날로그 스테레오 헤드가 별도로 부착되어 있어 일반 아날로그 카세트를 사용할 수 있게 한다.

DCC 녹음·재생은 특이한 음향·압축 및 재생 알고리즘을 사용하고 있어 Philips사에서는 이를 precision adaptive sub-band coding(PASC)이라 하며 통상의 16-bit PCM보다 4배의 디지털 정보를 저장할 수 있다. PASC는 음향적으로 큰 신호의 주파수와 인접해 있는 주파수 성분이 작은 신호이면 큰 신호가 마스크하는 효과가 있다는 사실에 기초를 두고 있다. PASC는 음향신호의 주파수와 에너지 성분을 분석하여 어느 주파수 성

분이 큰 신호로 인하여 마스크가 되어 들리지 않는다고 판단이 되면, 마스크되는 주파수 성분에서 사용될 디지털 정보를 다른 주파수 성분으로 대용한다. 이러한 방법은 효과적으로 18-bit의 다이내믹 영역을 표현할 수 있으며, 전 고주파 왜울(THD) 및 잡음이 -92dB 이하가 된다. DCC는 DAT와 같은 48, 44.1 또는 38KHz의 샘플링 주파수를 상용한다.

DCC의 장점으로는, 아날로그 카세트와 겸용이 가능하며, CD와 같은 음질을 표현할 수 있는 것 외에도, 녹음된 프로그램의 어느 특정한 부분을 쉽게 찾아 갈 수 있다. 한편 보조 트랙에는 문자나 그래픽스등의 정보를 추가시킬 수 있다. 이 DCC가 시판이 되면 현재 DAT에서 사용되는 SCMS 복제 금지회로가 추가될 것이라 한다.

한편 녹음·재생기 이외에도 어떤 특정한 음향특성을 갖는 콘서트홀, 성당, 영화관의 효과를 내거나, 음향기 설치장소의 음향특성을 분석하여 음향 재생기의 특성을 설치 장소에 맞게 보완하는 디지털 프로세서 장치가 시판되고 있다. 음향재생기의 이러한 현상은 카스테레오에도 파급되어, 디지털신호처리를 이용하여 자동차 내부의 음향특성을 보정 또는 특수효과를 내도록 하는 제품이 나와 있다. 이 외에도 Hi 8 camcorder에 16-bit-PCM 녹음에 대한 연구도 진행되고 있다.

III. 산업분야에서의 응용

현대의 산업에서는 소비자의 다양한 욕구를 만족시키기 위해 다품종 생산체제로의 전환이 필요하게 되었으며 또한 상품 생산비용의 절감을 위해서 생산설비의 자동화, 고속화 및 유연화가 필수적이 되었다. 한편 반도체 기술의 급성장에 따라 대용량의 메모리 및 저가의 마

이코로 프로세서 등장과 컴퓨터 기술의 향상으로 기업이 요구하는 공장자동화의 실현이 가능하게 되었다.

이러한 자동화 설비중 시각 장치 시스템은 기계가 인간의 시각을 대신하여 사물을 인식하고 일을 처리할 수 있게 하는 설비로서 1970년대 부터 연구가 진행되어 왔다. 초기의 시각 장치에서는 시각 장치의 범용성에 제한을 두고 그 용도를 사용환경에 최적화시킨 전용 시각 시스템이 주종을 이루었다. 그러나 기술의 발달에 따라 전용성을 탈피한 범용 시각 시스템의 개발이 이루어 지고 있으며 2차원 영상의 처리로 부터 3차원 영상처리로 그 처리 영역을 넓혀감에 따라 응용 범위도 넓어지고 있다. 이 글에서는 컴퓨터비전의 기본 시스템과 산업에서의 응용에 대하여 간략히 살펴보기로 한다.

시각 장치 시스템의 개략적인 처리 단계는 그림 10과 같다.

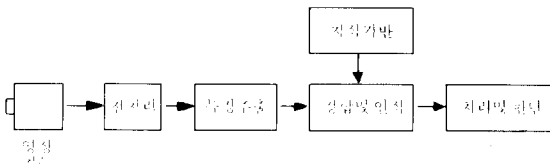


그림 10. 시각 장치 시스템

먼저 시각 장치 시스템의 입력을 취득하기 위하여 시각센서 및 영상 취득장치(frame grabber)를 통하여 아날로그 신호 형태의 영상을 디지털로 바꾸어 주어야 한다. 또한 취득하고자 하는 물체의 크기와 성밀도에 따라 영상 분해능(image resolution)을 조절해 주어야 하는데 분해능을 크게 하면 정확한 데이터를 얻을 수 있으나 영상 크기가 커지므로 더 많은 처리시간이 요구된다. 취득 과정에서 발생한 영상의 손상을 전처리 과정에서 필터링 등의 기법을 사용하여 보상에 준다.

전처리 과정후 얻어진 영상에 경계추출, 영상분할 등의 기법을 적용하여 영상의 특징을 추출한다. 이때 얼마만큼 두드러진 특징들을 구하는가에 따라 다음 단계에서 정합된 및 인식물에 큰 영향을 주게 되므로 신중히 결정하여야 한다. 그러나 아직까지 일반적인 모든 물체의 영상을 처리할 만한 수준에는 이르지 못하고 있으며, 대개가 대상물체에 따르는 특수한 방법을 사용하고 있다.

정합 및 인식단계에서는 영상의 특징을 이미 저장하고 있던 지식 기반과 비교하여 인식하게 된다. 지식 기반을 저장하는 방식에는 여러가지 형태가 있을 수 있는

데 영상의 특징을 가장 용이하게 표현할 수 있고 정합속도를 빨리 할 수 있는 방법을 선택해야 한다. 마지막으로 인식된 결과에 따라서 물체를 판단하고 기기를 제어하게 된다.

보다 넓은 시각 처리 시스템의 응용을 위해서는 3차원 영상 처리 시스템이 필요하게 된다. 3차원 영상에는 영상 취득시 한대의 카메라와 구조적 조사(structured lighting)를 이용하는 능동적 비전(active vision)과 사람 시각구조와 같이 2대의 카메라를 이용하거나 물체의 움직임 이용 하는 수동적 비전(passive vision) 방법으로 나눌 수 있다. 전자 방법은 영상입력시 레이저 등과 같은 특별한 기계를 사용해야 하므로 작업 환경이 제한된 경우에 이용하기 적당하다. 후자 방법은 2대의 카메라로부터 입력된 두 영상에서 같은 물체에 해당하는 특징들을 정합한 후 삼각 구도법을 이용하여 3차원 정보(깊이 정보)를 알아내는 방법으로 비교적 제한이 없이 사용할 수 있어 범용적으로 사용할 수 있다.

이와 같은 시각 장치 시스템은 저가의 제작비, 신뢰성, 보수성의 용이성 등 산업제품으로서 갖추어야 할 조건 외에도 지동화 기기에 유연성을 부가하고 빠른 처리 속도 및 물체 조명의 변화에 대한 불변성등 성능면에서도 고려되어야 한다. 그러기 위해서는 실시간 처리를 위한 저가격의 고성능 시각 프로세서와 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

산업 분야에서 작업 라인의 스피드가 고속화 됨에 따라 고속으로 정밀하게 동작하는 자동화 장치가 요구되게 되었다. IC 마스크 패턴의 결함검사등은 패턴이 보다 미세화되고 있기 때문에 인간의 시각능력을 초월한 작업이 요구되고 있다. IC제조에 사용되는 패턴은 광학기술의 극한 영역에서 만들어지므로 포토 마스크에 형성되는 동일한 칩에는 오류가 발생하기 마련이고 이를 검사하기 위한 검사인원은 상당수가 필요하게 된다. 이에 시각 장치를 도입할 경우 고속으로 정밀한 검사 결과를 얻을 수 있다. 이와 유사한 검사시스템의 예로서 PCB 기판 검사(그림 11), 약포기 캡슐, 강재나 판재, 주물등의 표면 상저 검사, 용접 결함의 검사, 병속의 이물질 검사 등과 같이 단순 반복적이면서 고속 처리를 요구하는 곳에 이용되기도 한다.

검사만을 하는 시스템을 좀 더 응용하여 PCB에 표시된 위치를 시각 시스템으로 인식하여 지정된 부품을 그 위치에 부착시키는 장치도 개발되었다. 그림 12는 트랜지스터를 자동 와이어 분당하는 시스템으로 그림 13과 같이 트랜지스터의 일부분(P1, P2, P3)을 형판(template)으로 하여 지식기반에 저장한 후 검사 카메라 아래로 들

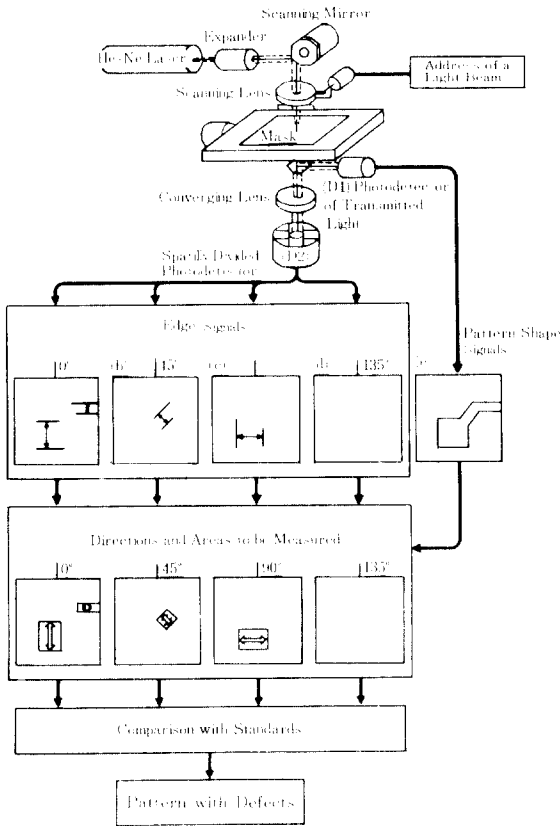


그림 11. 자동 PCB 검사 시스템

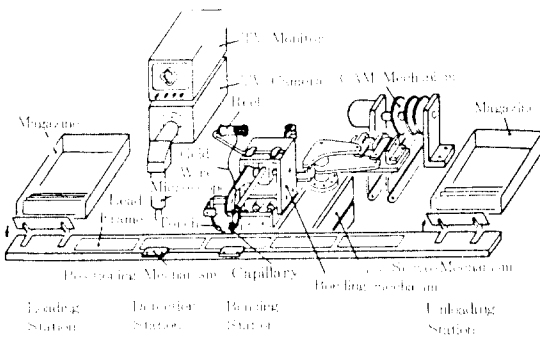


그림 12. 자동 트랜지스터 조립 시스템

어온 트랜지스터 영상에 대해 형판정합을 하여 본딩될 위치를 결정한다.

Neo-Area-Sensor-Blob II a 시스템은 세로 480 화소, 가로 512 화소의 2치 영상을 입력으로 하여 그 영상에서 복수개의 영역을 동시에 계측할 수 있으며 각 영

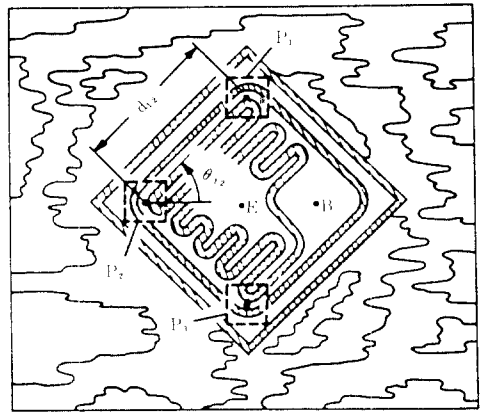


그림 13. 형판 정합에 사용된 트랜지스터 상의 패턴(P1, P2, P3)

역에 해당하는 면적, 주변장, 외접장방향등의 39종의 특징량을 추출할 수 있다. 또한 사용자의 고유 프로그램 램의 부가에 의한 동남영상 처리 장치로의 기능도 갖는다. 그림 14는 일최에 대한 특징량 추출과 이를 이용한 정합 결과를 보이고 있다.

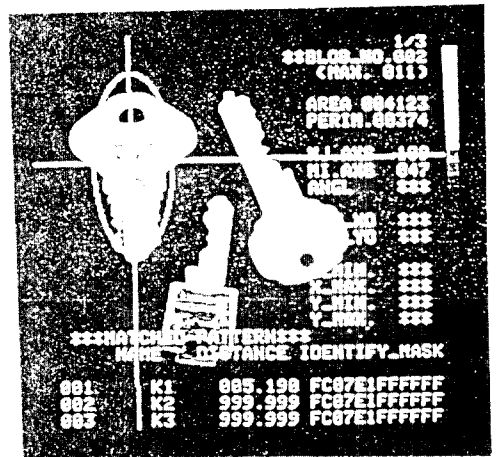


그림 14. 추출된 특징량과 정합된 결과

일본의 Hitachi에서 개발된 시스템에는 여러개의 카메라로 입력된 영상정보를 시각 처리 시스템에서 처리하여 결정된 정보를 이용하여 로봇 팔을 제어하여 진공 청소기를 자동으로 조립하는 응용예도 있다(그림 15).

무인 자동화 공장에서 각 공정간의 연결을 위해서는 무인 자동차가 필수적인 요소인데 자동주행기능을 갖도록

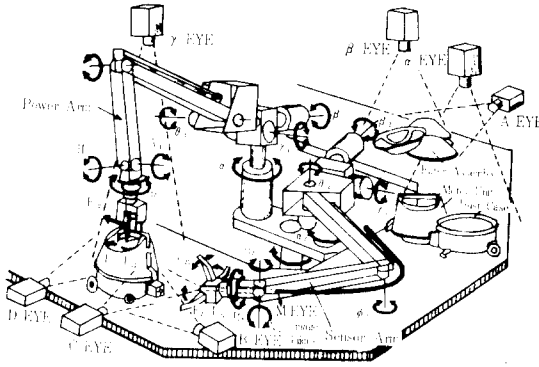


그림 15. 진공청소기 자동 조립 응용 예

하기 위해서 바닥의 행로를 시각장치로 취득하여 이를 추적하여 이동을 한다. 보다 유연성을 갖게 하기 위해서는 3차원 영상 처리를 통해 주변 환경을 인식하여 수행할 수 있게 할 필요가 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 현재 산업분야에서 주로 많이 사용되고 있는 시각 장치 시스템은 주로 검사와 분류를 위한 시스템이 대부분을 차지한다. 또한 적용되는 영상 처리 기법도 3차원이 아닌 2차원에 머무르고 있는 실정이다. 그러나 3차원에 대한 연구가 활발히 전개되고 있고 대용량 메모리의 개발과 고속 프로세서들의 개발이 진행되고 있으므로 보다 유연하고 범용적인 자동 시각 장치들이 개발되리라 사료된다.

IV. 의료 영상기기에의 응용

영상진단은 고집적화, 고속 대용화된 컴퓨터 기술에 의해 실현 가능하게 되었으며 질병을 진단하는데 중추적 역할을 하고 있다. 앞에서 기술한 디지털 영상처리 기술들은 의용 영상 진단(medical imaging diagnosis)의 여러 부문에서 응용되고 있다.

의용 영상의 분야가 너무 다양해서 구분하기가 쉽지 않지만 편의상 pre-processing 분야와 post-processing으로 나눌 수 있다. Pre-processing은 인체의 내부에서 나오는 어떠한 형태의 신호를 이용하여 영상을 구성하는 단계를 말하고, post-processing은 그 영상으로부터 필요한 정보를 추출하고, 많은 영상의 관리와 관련있는 일련의 작업을 의미한다.

1. Preprocessing

윈트겐이 X선을 발견한 후, 방사선을 이용하여 인체

의 내부를 영상화하는 것은 급속도로 발전해 왔다. X선 외에도 감마선, 핵자기공명, 초음파 등등 여러가지 신호들이 이 분야에 등장되어 이용되어 왔다. 신호의 종류에 관계없이 영상을 재구성하는 기술은 비슷하나 재구성시 필요한 잡음제거 신호대 잡음비의 향상, 해상도 향상을 위한 신호처리를 위해서는, 다루는 신호의 물리적 의미를 이해하는 것이 중요하므로 그 점을 중점적으로 설명한다.

윈트겐의 X선 촬영기가 투사도만을 제공하는데 반해, 현대의 단층촬영(computed tomography, CT)기술은 인체의 단면도를 제공한다. CT의 근본원리는 Radon의 연구에 의해 창안되었다. 그는 1912년 여러 각도에서 찍은 여러개의 투사도를 가지고 삼차원 물체를 재구성할 수 있다는 것을 증명했다. Radon의 이론을 실현하는 알고리즘은, 이 후 약 10여가지가 개발되었고, 그중 filtered back projection, iterative least square technique, Fourier reconstruction 등이 흔히 쓰이는 방법이다. 다음은 위의 알고리즘을 이용해서 영상재구성을 하는 장치들 중에서 대표적인 것들의 발전상을 알아본다.

1) 초음파 진단장치

인체에 초음파를 발사하고 반사되어 돌아오는 신호(body echo)를 측정하여 영상화 한다. 종전의 X선 촬영과는 달리 근육이나 피같은 soft tissue를 영상화 할 수 있다. 이 장치에서는 초음파 신호를 발생시키고 감지하는데 piezoelectricity 성질을 이용한다. 음파는 통과하는 매질에 따라 전달 속도가 달라지며 따라서 돌아올때까지의 시간을 측정하면 통과한 매질의 종류를 알 수 있게 된다.

처음에는 초음파의 반사 에코를 직접 검출하는 A mode법이 주로 사용하였으나 단층상을 묘출하는 B mode법의 연구가 진행되어 contact compound 주사법(1952년)으로 이차원 영상이 만들어졌다. 1956년에는 움직임에 따른 Doppler 효과를 이용하여 심장운동을 관찰할 수 있는 M-mode가 개발되었다. 1970년에 이르러 많은 진동자(transducer)를 배열하여 실시간 영상화가 가능하게 되었다. 장치가 간단하고 실시간 영상화가 가능하여 많이 사용되고 있으나, 영상의 노이즈 제거가 어렵고 해상도를 높이는데 한계가 있다.

2) 투과 단층촬영장치(transmission computed tomography, TCT)

Radon의 이론을 이용하여 1972년 Housefield가 X선 CT를 개발하여 노벨상을 수상하였다. X선 CT는 종래 곤란했던 뇌 및 두부 구조물의 단층상을 표출할 수 있을 뿐아니라 1974년에는 전신용 X선 CT 장치를 개발함에

까라 신체내 모든 부분을 검색하는데 사용되었다.

인체에 주사된 방사선을 그 맞은 편에 있는 방사선 계측기가 측정한다. 인체를 투과한 방사선의 양은 통과한 매질의 방사선 반응률(total cross-section ratio, Σ_t)에 반비례한다는 점을 이용하여 반응률의 분포도를 영상화한다. 사용하는 방사선의 종류에 따라 X선 TCT와 감마선 TCT가 있다.

X선과 감마선은 일종의 전자기파로서 에너지의 범위는 수십 KeV에서 수십 MeV까지 이용된다. X선은 원자의 외곽전자의 천이시 발생하며, 감마선은 동위원소 붕괴현상에서 발생한다. X선은 전기적 장치로 발생시킬 수 있어서 편리하며, 감마선은 Co-60등 동위 원소를 이용하여 발생시킨다. 감마선은 모든 방사선의 에너지가 일정하여 재구성 된 영상의 신호대 잡음비가 좋다. 신호대 잡음비는 대개 환자가 받는 방사선 피폭량에 비례한다. 해상도는 계측기의 해상도에 좌우되어 조절하기가 어렵다. 방사선 피폭량을 줄이기 위해 적은 수의 투사도에서 영상을 재구성할 수 있는 알고리즘이 연구중에 있다.

3) 방사 단층 촬영(emission CT, ECT)

방사 CT는 CT의 원리를 이용하여 인체에 주입된 방사선 물질의 분포도를 만드는 것이다. 투과 CT가 해부학적이고 구조적인 정보를 제공하는데 비하여, 방사 CT는 인체의 기관과 세포 조직의 생화학적이며 생리적인 정보를 제공한다. 예를들어 암진단을 위해서는 암세포와 잘 결합하는 방사선 동위 원소를 주입하여 암의 위치 및 그 정도를 알 수 있다.

인체내에 주입된 방사선 동위원소에서 생성된 방사선이 계측기에 도착할 때까지 여러가지 세포 조직을 통과하면서 생기는 반사, 흡수등의 효과를 보상해 주어야하므로 영상을 재구성하기가 투과 CT보다 어렵다. 이용하는 방사선의 종류에 따라 단광자 ECT(single photon ECT, SPECT)와 양전자 ECT(positron ECT, PET)으로 나눈다. 그중 PET는 붕괴 주기가 짧은 방사선 물질을 이용하므로 가속기가 단층 촬영기와 함께 설치되어 있어야 한다.

잠자리 눈과 같은 수많은 작은 계측기로 구성된 원통속에 방사선 동위원소가 주입된 사람이 들어간다. 원자핵의 붕괴에 의해 생성된 양전자가 음전자와 결합하면 두개의 광자가 생겨 서로 정반대 방향으로 방사된다. 후보는 두 곳의 방사선 계측기에서 동시에 측정된 것은 기록된다. 그러므로, SPECT 경우보다 해상도가 우수하며 두개의 계측기에 도착한 미세한 시간 차이를 이용하는 time-of-flight 방법을 사용하면 방사선이 생긴 정확한 위치를 알아낼 수 있다.

4) 자기 공명 영상 진단 장치(MRI)

핵자기공명현상은 Block과 Purcell(1946)이 동시에 발견하여 발표하였다. 영상 재구성 방법은 1973년 개발되어 1979년에는 전신용 MRI장치가 개발되었다. MRI는, 자기장을 발생하고 전자기파를 수신할 수 있는 커다란 코일로 감긴 통에 대상을 넣어 대상의 단면을 영상화하는 장치이다.

원자핵중에는 고유한 스핀(spin)을 가진 것이 있으며 이것들은 돌고있는 매우 작은 막대 자석이다. 자기장(0.5-1.5 Tesla)내에서 이것들은 자기장의 방향으로 정렬한다. 이때 여기에 스핀의 회전수와 같은 주파수의(수십MHz) 전자기파(radio frequency, RF)를 가하면 그 막대 자석이 흥분상태로 여기되며, 같은 주파수의 RF를 방사한후 기저 상태로 돌아간다. 이때 주파수는 자기장의 세기에 비례한다.

위치에 따라 다른 세기의 자기장을 (gradient magnetic field)을 걸어주어 수신한 신호를 프리에 변환하면 주파수 축상의 amplitude는 각 위치에 그 스핀을 가진 원자핵이 얼마나 분포되었는 가를 나타낸다. x축 방향으로 gradient magnetic field를 가했을 경우 x축 방향으로 투사도를 얻게되며 gradient의 방향을 돌려가면서 TCT처럼 여러 각도에서 투사도를 얻어서 마찬가지로 방법으로 영상을 재구성하게 된다. 이것이 projection-reconstruction 방법이다. 1975년 상에는 위치에 따라 RF의 phase를 다르게 주는 방법이 개발되어, 2차원의 각 위치에서 주파수와 phase가 다르게 인코딩하여 한번의 프리에 변환으로 영상을 재구성할 수 있게 되었다.

여기서 생기는 신호처리 문제는 다음과 같다. 첫째, 이차원 주파수영역에서 샘플링되는 위치가 격자모양의 안이며 이차원 인코딩하는 방법에 따라 그 위치가 달라진다. 둘째, gradient와 RF를 주는 방법에 따라 수신한 신호의 세기는 spin의 분포, T1, 또는 T2 붕괴상수등 다른 의미를 가지게 되며, 복합적으로 나타나기도 하여 그런 파라미터들을 분리하는 과정이 필요하다. 셋째, 흥분된 원자핵이 대상의 움직임(호흡, 심장의 박동)이나 피의 흐름등의 이유로 이동하면서 RF를 방사할 때 생기는 artefact를 제거해야 한다.

MRI는 CT에 비해 대체로 해상도가 뛰어나다. 또한 방사선 피폭의 위험이 없고 신호대 잡음비와 해상도를 전기적으로 조절할 수 있어 매우 유연한 장치이다.

2. Post-processing

Pro-processing에 얻어진 영상에서 진단에 필요한 정보를 추출하고 정량적 혹은 정성적으로 체계화하는 과

정을 말한다. 적용 대상에 따라 computer vision, computer graphics, 그리고 image processing 등의 여러가지 기술들이 조합되어 이용된다. 적용 대상에 따라 다양한 종류의 기술이 요구되지만 몇가지 예를 들어서 설명하기로 한다.

1) 3차원 가시화 기술(3-dimensional visualization technique)

Computer vision은 영상에서 정보를 추출하는 기술이라고 정의한다. 여기에는 image enhancement, segmentation, edge detection, feature labeling 등 기술이 사용된다. 단층 촬영을 통하여 여러 층의 이가진 단면도가 만들어질 수 있는데, 여러층에서 얻은 단면을 조합하여 3차원 현상을 만들어내는 기술이 필요하다.

예를들어 머리를 단층 촬영한 경우 두개골의 형상들을 재구성하기 위해서 단층 촬영한 영상에서 두개골에 해당하는 부분만 따로 떼어내어 각층에서 떼낸 그 부분들을 연결시켜 3차원 현상을 만든다. 두개골에 해당하는 부분을 떼어낼때 image segmentation 기술이 이용되며, 그 전에 그 부분을 강조하는 image enhancement 기술이 사용될 수 있다. Segmentation 되어있는 두개골 부분을 층간 연결을 할 때는 matching 또는 labeling 기술이 쓰인다. 일단 삼차원 현상이 만들어지면 원래 단층 촬영한 면만이 아닌 어느 각도에서도 단면도를 구성해낼 수 있다. Computer vision은 대상이 주로 강체(망치, 스펀지, 자동차 등)인 반면에, 진단영상에서는 대상이 강체가 아니므로 모범링하는데 어려움이 있다.

2) 심장형광 촬영기(angiocardiography)

심장 근육에 피를 제공하는 혈관의 피흐름은 매우 중요하다. 그 혈관에 방사선 흡수율이 높은 물질을 투입하여 몇개의 투사 영상을 얻은후 혈관의 모양을 3차원으로 재구성하는 장치이다. 여기서는 computer vision에 한이슈중에 하나인 stereo vision 기술이 이용된다. 인간이 두눈을 통해 봄으로써 3차원 인식을 할 수 있다는 원리를 이용한 것이다.

3) 방사선 치료 계획 장치

방사선 치료란 방사선을 환부에 쬐어서 그 환부를 태워버리는 것인데, 환부가 인체내부에 있으면 주위의 조직도 영향을 받게 된다. 그 영향을 최소로 하기 위하여 여러 곳에서 약한 방사선을 쬐어서 한 곳에 focusing하는 방법을 쓰는데, 이런 치료를 하기전에 어떤 부위가 얼마만큼 영향을 받는가를 미리 모사하는 과정이 필요하다. 이때 삼차원 graphics 기술이 쓰이는데 3차원 가시화 장치에서 얻은 3차원 형상에 방사선 피폭량을 도시하는 방법이 모색되어야 한다.

4) 의용 영상 관리 장치(picture archives and communication systems, PACS)

고도의 영상 진단 장치의 보급과 생활 수준 및 건강 관리 의식의 향상으로 통원 빈도가 증가함에 따라 병원에 있어서도 진단 영상의 발생량이 급증하고 있다. 또한 어떤 환자의 병력을 계속 추적하기 위해서는 그 사람의 진단 영상을 계속 보관할 필요가 있으며 필요시 빠른 시간내에 찾아낼 수 있어야 한다. 이와같이 영상을 효율적으로 사용하는 종합 영상 진단 수단으로 PACS를 사용하며, 이로써 확실한 진단 정보를 신속히 파악하고 영상을 병원내 혹은 원격지 타병원에 전송해줌으로써 상호간 정확한 정보 교환을 할 수 있으며, 진료상 중요한 종합 영상을 영상 데이터 압축하여 영구 보존할 수 있게 된다.

선진국에서는 소형 PACS가 개발되어 일부 운영하고 있고 수요가 급증할 것으로 예상되는 대형 PACS 시스템 및 고속 연산 기능을 가진 터미널 개발을 계속하고 있다. PACS는 데이터 베이스, 컴퓨터 통신, 신호처리 등 여러 가지 기술들이 복합적으로 필요한 분야이다.

신호 처리상 가장 큰 문제는 영상의 통신과 보관에 쓰이는 정지 화상 및 동화상의 압축 기술이 될 것이다. 병원간 통신을 위해서는 codec의 표준화가 실현되어야 하나, 아직 codec을 통과한 영상이 법적으로 유효한가 하는데 논란이 있고, loss-less image coding이어야 한다는 점이 PACS의 개발 및 추진에 걸림돌이 되고 있다.

3. 의료 영상의 전망

Pre-processing 시스템으로 국내에서는 MRI 시스템을 수년전 독자적으로 개발한 바가 있고, 이 분야의 연구는 세계적인 수준이다. 또한 최근에는 초음파 영상 진단 장치가 개발되었으나 국내 의학계의 보수성과 제조업체들의 인식 부족으로 국산품의 국내시장 점유율은 그리 높지 않은 편이다. 앞으로 위의 문제가 꼭 해결되어, 배우고부가가치 상품인 의료 기기의 수입이 지양되어야 할 것이다.

Post-processing 부분은 pre-processing 시스템에 부수되는 소프트웨어로서 상품으로 개발되는 경우도 많지만, 대다수는 현장에서 발생하는 문제를 해결하는 형태의 개발이 중요하다. 선진국에서는 큰 병원마다 자체적으로 영상 처리 그룹을 가지고 그때그때 생기는 문제를 해결해 나가면서 좀더 정확한 진단을 위한 연구를 계속하고 있다.

본 절에서 언급한 영상 장치외에도 수많은 종류의 의료 영상 장치가 있으며, 각기 독특한 영상 처리 문제를


안고 있다. 이런 문제들을 해결하는 영상 기기 개발에 있어서, 특히 사용자인 의사들과 개발 기술을 가진 기술자들의 긴밀한 협조가 필수적이다.

V. 결 언

이상에서 살펴본 바와 같이 디지털 영상 처리 기술은 산업 전분야에서 기본 기술로서 필수화되고 있으며, 정보화사회의 진전이 가속화될 수록 그 응용제품은 보다 다양하게 발전 개발될 것이다. 이미 선진각국에서는 제품 판매가 활발히 진행되는 단계이며, 국내에서는 과거와 같이 선진 제품 기술도입에 의한 방법이나 해외설립 연구소의 해외 연구진에 의한 제품 개발을 하고 있을 뿐, 국내 자체개발은 상당히 등한시 되고 있어, 디지털영상 제품의 기반기술 축적에 큰 문제가 발생될 것으로 우려되고 있다. 따라서 시급히 관련 연구조합, 연구소 및 기업들이 협력하여 진실로 공동보조를 취하여 이 분야의 기술개발에 심혈을 기울이지 않는 한, 현대의 뜨거운 기술개발 전쟁에서 승리하기는 상당히 힘겨운 상황이다. 따라서 열악한 연구환경과 태부족인 연구인력을 각 기업이나 관련 연구소, 학계가 분산되어 생각대로 추진하는 것 보다는 하루바삐 기술개발에 대해서 만큼은 각자의 벽을 허물고 공동협력 연구하는 것이 바람직하며 이에 대한 정부의 시책 또한 보다 뚜렷하게 그리고 꾸준히 실천되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] W.K. Pratt, *Digital Image Processing*, John Wiley, 1978.
- [2] A.N. Venesaanopoulos(Guest Ed.), Special Issue on Digital Image Processing and Application, T-CA, vol. 34, no. 11, pp. 1261-439. November 1987.
- [3] Special Issue: 3rd Alvey Vision Meeting. IVC, vol. 6, no.2, pp. 59-136, May 1988.
- [4] O. Firschein(Guest Ed.), Special Issue on Machine Vision and Image Understanding(Papers from the IEEE Systems, Man and Cybernetics Conference, Alexandria, VA, October 20-23, 1987). IEEE Control Systems Magazine, vol. 8, no. 3, pp. 3-61, June 1988.
- [5] R. A. Earnshaw(Ed.), Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD(Proceedings, NATO Advanced Study Institute, Il ciocco, Italy. July 4-17, 1987). Springer, Berlin. 1988.
- [6] F.M. Wahl, *Digital Image Signal Processing*, Artech House, Norwood, MA, 1987.
- [7] A.C. Kak and M. Slaney(Eds.), *Principles of Computerized Tomographic Imaging*, IEEE, New York, 1988.
- [8] J.L.C. Sanz, E.B. Hinkle and A.K. Jain, *Radom and Projection Transform-Based Computer Vision Algorithms, a Pipeline Architecture, and Industrial Applications*, Springer Berlin, 1988.
- [9] A.G. Cohn and J.R. Thomas(Eds.), *Artificial Intelligence and Its Applications*(1985 AISB Conference), Wiley, New York, 1986.
- [10] J. Hallarn and C. Mellish(Eds.), *Advances in Artificial Intelligence*(1987 AISB Conference), Wiley, New York, 1987.
- [11] E Diday, C. Hayashi, M. Jambu, and N. Ohsumi(Eds.), *Recent Developments in Clustering and Data Analysis*(March 24-26, 1987), Academic Press, Boston, MA, 1988.
- [12] R. Plamondon, C.Y. Suen, and M.L. Simner(Eds.), *Computer Recognition and Human Production of Handwriting*(Papers from the Third International Symposium on Handwriting and Computer Applications, Montreal, Quebec, 1987), World Schentific, Singapore, 1988.
- [13] U.S. Postal Service Advanced Technology Conference, Washington, DC. May 3-5, 1988.
- [14] S. Collins and D. Skorton(Eds.), *Cardiac Imaging and Image Processing*, McGraw-Hill, New York, 1986.
- [15] R. Guzzardi(Ed.), *Physics and Engineering of Medical Imaging*(Proceeding, NATO Advanced Study Institute, Maratea, Italy, September 23-October 5, 1984). Nijhoff, The Netherlands, 1987.
- [16] C. N. deGraaf and M. A. Viergever(des.), *Information Processing in Medical Imaging*(Proceedings, Tenth International Conference, Utrecht, The Netherlands, June 22-26, 1987), Plenum, New York, 1988.
- [17] M. Ollus(Ed.), *Digital Image Processing in Industrial Application*(*Proceedings, IFAC Workshop, Espoo, Finland, June 10-12, 1986), IFAC, 1987.
- [18] RoVisec-7, Search International Conference on Robot Vision and Sensory Controls, Zürich, Switzerland, February 2-4, 1988.
- [19] Second Annual Machine Vision Workshop, New Brunswick, NJ, April 25-26, 1988.
- [20] Vision '88 Isocron of Manufacturing Engineer, Detroit, MI, June 5-9, 1988.

- [21] W. Wiitanen(Ed.), *Piece Recognition and Image Processing(SPIE)*, Dearborn, MI, June 26-30, 1988.
- [22] W.E. Robbins(Ed.), *Three-Dimensional Imaging and Remote Sensing Imaging*(Los Angeles, Ca, January 14-15, 1988), Proc. SPIE 902.
- [23] P.N. Slater(Ed.), *Recent Advances in Sensors, Radiometry, and Data Processing for Remote Sensing*(Orlando, FL. April 6-8, 1988). Proc. SPIE 924.
- [24] S. Tamura and S. Kawasaki, Recognition of sign language motion images. PR 21, pp. 343-353, 1988.
- [25] N.D. Duffy and J.F.S. Yau, Facial image reconstruction and manipulation from measurements obtained using a structured lighting technique, PRL 7, pp. 239-243, 1988.
- [26] W.N. Lie and Y.C. Chen, Moving object detection, inspection and counting using image stripe analysis, PRL 8, pp. 189-196, 1988.
- [27] T. Fisher, "What is the impact of digital TV?" *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. CE-28, no. 3, pp. 423-430, Aug. 1982.
- [28] R. Deubert, "Feature IC's for digital TV sets", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. CE-29, no. 3, pp. 237-241, Aug. 1983.
- [29] A. Morimura and et. al., "A digital video camera system", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 36, no. 4, pp. 866-876, Nov. 1990.
- [30] J. Hirsch, "DAT or DCC?" *Stereo Review*, April, 1991.
- [31] IBA, "D / D2 MAC Packet Handbook", IBA, 1989.
- [32] 대한전자공학회, "HDTV에서의 신호처리 기술", 1990.
- [33] 대한전자공학회, "HDTV 국제 세미나", 1990.
- [34] J. Watkinson, *The Art of Digital Audio*, Focal Press, London, 1988.
- [35] J. Watkinson, *The Art of Digital Video*, Focal Press, London, 1990.
- [36] C. Yamamtsu and et. al, "An experimental study for a home-use digital VTR", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 35, no. 3, pp. 450-457, Aug. 1989.
- [37] T. Matsumoto and et. al, "All digital video signal processing system for SVHS VCR", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 36, no. 3, pp. 560-565, Aug. 1990.
- [38] D.H. Ballard and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice-Hall, 1982.
- [39] K.S. Fu and T.L. Kunii ed., *Picture Engineering*, Springer-Verlag, 1982.
- [40] Y. Shirai, *Three-Dimensional Computer Vision*, Springer-Verlag, 1987.
- [41] R.C. Gonzalez and R. Safabakhsh, "Computer vision techniques for industrial inspection and robot control: a tutorial overview", Tutorial on Robotics, C.S.G. Lee et al. Ed., pp. 300-324, IEEE Computer Society Press, 1983.
- [42] G.B. Porter III and J.L. Mundy, "Visual inspection system design", Tutorial on Robotics, C.S.G. Lee et al. Ed., pp.338-346. IEEE Computer Society Press, 1983.
- [43] M. Yachida and S. Tsuji, "Industrial computer vision in Japan", Tutorial on Robotics, C.S.G. Lee et al. Ed., pp. 325-337, IEEE Computer Society Press, 1983.
- [44] Neo-Area Sensor Blob-IIa Manual, Creative Systems Corp.
- [45] IEEE First Conf. on Visualization in Biomedical Computing, Atlanta, USA, May 1990.
- [46] Society of MR in Medicine, 9th Annual Society Meeting, 1990, New York USA.
- [47] H.E. Johns and J.R. Cunnigham, "The Physics of Radiology", 4th edition, 1984.
- [48] K.A. Jaube and S.J. Adelstein "A Short History of Modern Medical Imaging" NATO ASI Series E-119, 1984. 

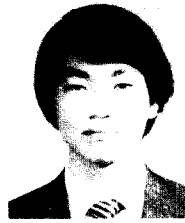
筆者紹介



盧基弘

1954年 2月 15日生
1976年 2月 서울대학교 전자공학과
1978年 2月 한국과학원 전기 및 전자공학과(석사)
1987年 美 University of Michigan Ann Arbor(박사)

1978年~1981年 삼성반도체주식회사 연구원
1985年~1987年 Illinois Institute of Technology 연구원
1988年~1991年 Del Mar Avionics 연구원
1990年 7月~현재 생산기술연구원 부교수



崔祐榮

1961年 7月 1日生
1985年 2月 서강대학교 전자공학과
1987年 2月 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
1991年 6月 현재 서강대학교 대학원 전자공학과 (박사과정)

1991年 6月 현재 생산기술연구원 HDTV연구단 연구원

徐德榮

1957年 12月 24日生
1980年 2月 서울대학교 원자핵 공학과
1985年 6月 Ga. Tech. 원자핵 공학과 (석사)
1990年 6月 Ga. Tech. 전자공학과 (박사)

1982年~1983年 한국전력기술주식회사
1990年 9月~현재 생산기술연구원 연구 조교수
주관심분야: 영상부호화, 퍼지이론



趙威德

1958年 11月 17日生
1981年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업
1983年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
1987年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1983年 3月~1990年 3月 금성전기기술연구소 디지털 신호처리 연구실장
1990年 4月~1990年 8月 생산기술연구원 기술관리본부 전기·전자팀장
1990年 9月~현재 생산기술연구원 기술개발본부 조교수
주관심분야: HDTV 신호처리, Multimedia 정보통신 기기