

# 人工知能應用技術의

## 현황과 전망 (2)

이 근 철  
제일전산직업전문학교장

### 3. 컴퓨터 비전 시스템

컴퓨터비전은 전문가시스템과 함께 인공지능연구 중에서 가장 응용성이 많은 분야로서 컴퓨터를 이용한 인공시각장치의 구현을 목적으로 하고 있다.

컴퓨터비전 분야는 1960년대초부터 연구가 시작된 후 '70년대의 영상처리, 패턴인식 및 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 힘입어 상당한 기술적 진보를 이룩하였으며 최근에는 인공지능컴퓨터와 지능로봇이 본격적으로 개발됨에 따라 더욱 활발해지고 있다.

컴퓨터비전의 궁극적인 연구목표는 사람 시각 수준의 인공시각장치를 개발하는데 있으나 사람의 시각처럼 광범위한 대상을 인식할 수 있는 범용비전시스템(General Purpose System)의 개발은 현재로서 연구단계에 있다.

따라서 현재까지의 연구활동은 주로 각 시스템 별로 인식대상을 특정응용범위내로 제한한 시스템(Goal Oriented System)의 개발에 중점을 두었다.

이러한 컴퓨터비전의 연구활동은 지적기능을 갖는 인공지능형 컴퓨터비전 시스템의 개발과 산업적 이용을 목표로 하는 산업용 비전시스템

(Machine Vision)의 개발분야로 나눌 수 있다. 인공지능 분야는 개발단계에 있으나 산업적 응용 분야는 많은 기술적 진보가 있어 산업의 각 분야에서 활용되고 있다.

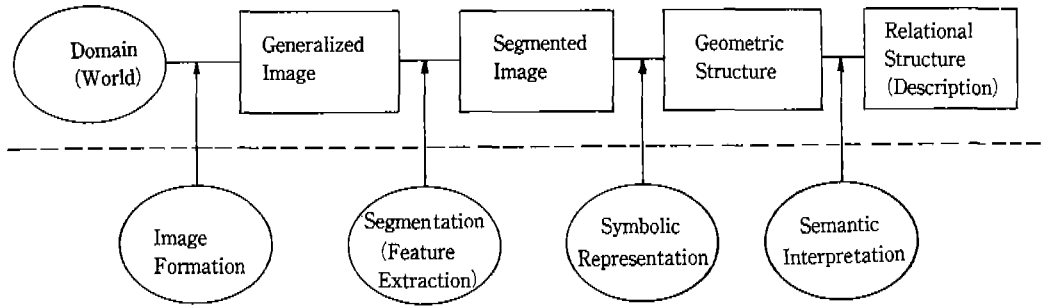
### 3.1 컴퓨터비전 시스템의 특성

사람의 시각인식의 대상은 근본적으로 3차원적 세계인데 눈을 통해 2차원적 영상으로 망막에 투영될 때 많은 정보가 중첩되거나 소실된다.

그러나 사람은 눈의 입체 인식기능, 색인식기능, 두뇌의 지식처리기능 및 대상영역에 대한 사전지식 등을 이용하여 거의 완벽하게 대상영역의 3차원적 형상을 재현할 수 있다.

근본적으로 컴퓨터비전의 영상이해과정은 사람의 영상인식 과정과 마찬가지로 다량의 픽셀(畫素)이 2차원적으로 배열된 입력영상을 단계적으로 표현수준을 높여가면서 이미 시스템내에 내재된 대상영역의 모델들과의 비교과정을 통하여 영상의 의미를 찾아내는 정보처리과정인 것이다.

따라서 컴퓨터비전 시스템은 이러한 영상이해 과정에 필요한 입력모듈, 영상변환모듈, 지식베이스 및 프로세스 제어모듈들로 구성되며 이들은



〈그림 7〉 영상표현 및 변환프로세스

사용목적에 따라서 다음과 같이 다양한 형태를 취하게 된다.

첫째로 영상표현방식과 변환프로세스는 그림 7과 같이 구분된다. 즉 표현단계는 일반화영상, 분할영상, 기하학적구조 및 상관구조 등 네단계로 구분할 수 있으며 이들 표현방식 사이의 변환프로세스를 각각 영상형성, 영상분할, 심볼모사 및 의미론적해석으로 하고 있다.

둘째로 영상형성 및 전처리에는 조명장치, 광학계, 영상관(Vidicon, CCD 등) 및 디지털이저 등을 사용하여 대상물의 제반정보를 2차원적 영상정보로 변환하는 과정을 말하며 최근에 많은 연구가 진행되고 있는 3차원정보 획득방법도 여기에 속한다.

한편 영상분할 프로세스는 일반화 영상으로부터 에지(Edge)와 영역을 추출하고 이들을 조합하여 개별적으로 의미가 있는 형상을 도출하는 변환과정으로서 에지검출, 임계방법, 영역성장, 텍스처 및 동작검출 등이 이 범주에 속하는 프로세스이다.

셋째로 심볼모사 프로세스는 분할된 영상의 요소들을 의미있는 대상으로 정의하고 이들의 상호관계를 기하학적으로 표현하는 과정으로 기존의 2차원적 표현 방법과 거리정보까지를 포함하여 표면이나 체적 형태로 표현하는 3차원적 표현이 사용된다. 특히 3차원적 표현을 위한 표면표시, 솔리드 모델링, 라인 레벨링 등은 인기있는 연구

대상이며 컴퓨터그래픽은 효율적인 툴로서 인정되고 있다.

넷째로 의미론적 해석 프로세스는 기하학적 표현으로 기술된 영상정보로부터 대상화면의 내용을 자연언어형태로 서술하는 가장 고단계 프로세스로서 검사방법과 추론방법이 있다.

검사방법은 시스템 지식베이스내의 유사모델과 입력영상과의 일치여부를 통해 영상의 의미를 이해하는 방법이고 추론은 명제와 가정 형태로 기술된 모델들을 입력정보에 적용하여 논리적 타당성여부에 따라 영상을 이해하는 방법이다.

다섯째로 컴퓨터비전 시스템에 있어서 지식베이스는 대상영역에 대한 모델들의 집합으로서 영상표현 단계별로 다양한 모델이 가능하다.

그러나 모든 컴퓨터비전 시스템에 이러한 모델이 모두 갖추어져야 되는 것은 아니고 시스템 사용목적 및 제어방식에 따라 다양하게 지식베이스를 구성할 수 있다.

이러한 모델들은 실물과 유사한 형태로 기술하는 유사모델과 서술적 형태로 기술하는 명제적 모델로 구분되는데 일반화 영상에서 기하학적 구조에 이르는 저단계 지식베이스는 유사모델이 주로 사용되며 상관구조 수준의 고단계 지식베이스는 유사모델과 명제적 모델이 같이 사용된다.

특히 상관관계를 기술하는 도구인 의미네트(Semantic Nets)는 검사(Matching)프로세스를 위한 모델구축에 널리 사용되고 있다. 한편 컴퓨

터비전의 영상이해과정은 표현방식의 변환, 모델의 입출력 및 비교연산 등 다량의 데이터흐름으로서, 이러한 데이터의 흐름을 조절하는 제어방식은 시스템의 성능을 결정하는 중요요소로서 계층적 상향제어와 하향제어 및 비계층적 제어방식이 주로 이용되고 있다.

현재 인공지능 분야에서의 컴퓨터비전 연구는 수준에 도달하였으나 대부분의 연구활동이 종합적인 비전시스템의 구현보다는 부분적으로 문제가 되고 있는 요소기술이나 모듈을 개발하는데 치중하고 있다.

그러나 인간의 시각시스템과 같은 컴퓨터비전 시스템을 구성하는데는 다음과 같은 문제점을 들 수 있다.

첫째, 하나의 장면은 많은 제약하에서 영상으로 만들어지기 때문에 영상 자체만으로는 장면을 회복하기에 충분한 정보가 제공되지 않으며 실제계의 3차원 장면이 2차원 영상으로 투영될 때 깊이 관련 정보가 붕괴한다. 또한 입력된 영상 자료의 모호성을 해결해야 할 필요가 있으며 이러한 모호성들은 적당한 가설과 영상 자료에서부터 얻어지는 측정값들에 의하여 해결된다.

둘째, 하나의 영상이 형성되는 과정에는 많은 요소들이 작용하기 때문에 어려움이 따른다. 예를 들면 하나의 대상에 관한 영상은 대상의 표면 물질, 주변환경, 발광체의 각도, 주변의 빛 및 카메라의 각도 특성 등에 의하여 많은 영향을 받게 된다. 이러한 모든 요소들은 한 화소의 명암도에 영향을 미치게 되는데 이러한 요소들이 화소의 값에 어느 정도 영향을 주는가는 어려운 일이다.

셋째, 일반적으로 한 영상의 이해는 문제 영역의 사전 지식을 요구한다. 대부분의 문제 해석에 있어서 영상에서 관찰될 수 있는 특성은 매우 약하며 사람의 경우 찾고자 하는 대상에 관한 사전 지식을 갖고 있다.

따라서 이러한 예상 없이 영상을 이해한다는 것은 불가능하며 영상 이해 시스템은 저장된 포

현과 매치될 수 없는 대상들을 종종 식별하지 못한다는 것이다. 실제적인 예로서 컴퓨터비전 시스템은 하나의 간단한 작업에 대하여도 방대한 양의 정보를 처리해야 하는데 항공사진은 각 화소당 8비트를 갖는 3000×3000의 화소들로 계수화되며 간단한 에지(Edge)검출을 위하여 화소당 10개의 명령을 처리하는 경우에는 9천만 개의 명령을 수행하여야 한다.

### 3.2 범용 비전 시스템의 특성

그림 8은 범용 비전 시스템의 블록다이어그램으로서 처리단계를 간단히 기술하고자 한다.

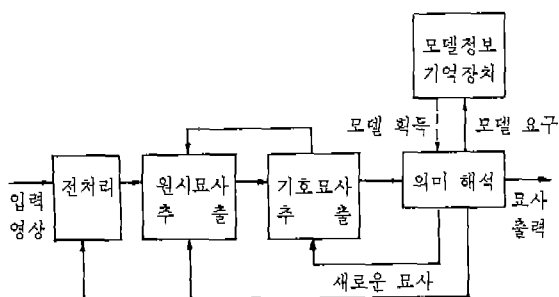
#### (1) 전처리(Preprocessing)

인간의 시각처럼 다양한 문제 영역의 처리능력을 갖고 있는 범용비전시스템에 대한 전처리는 입력 영상을 다음 단계의 처리를 위하여 좀더 적절한 형태로 변환시키는 과정이다.

예로서 알고 있는 센서의 결함이나 센서에 의해 발생하는 잡음의 처리와 컬러 영상 자료를 원하는 좌표 시스템으로 변환시키는 것이다.

#### (2) 원시 묘사 추출(Primitive Description)

이것은 영상의 원시 묘사 추출시 다른 부분과 상호 작용을 하지 않거나 작고 국부적인 근접한



<그림 8> 범용비전 시스템의 블록다이어그램

화소만을 사용하는 처리 과정을 말한다. 예로서 분광분포와 같은 단일 화소의 속성, 국부 에지 검출, 균일한 속성을 갖고 있는 영역의 형성 및 주어진 윈도우에서의 통계적 구조 특성의 계산 등을 들 수 있다.

### (3) 기호적 묘사 추출

#### (Symbolic Description)

이단계는 한 장면에 있는 특정 대상에 대한 가설들을 형성하는데 유용한 원시 묘사로부터 보다 높은 단계의 묘사를 만들어내는 다양한 연산을 포함한다.

전형적인 연산은 국부 에지 요소들을 보다 큰 경계 분할로 구성하는 것 즉 국부 영역을 연결해서 보다 큰 영역으로 만들어 주는 것이며 한장면에 존재하는 서로 다른 대상간의 구조관계를 묘사하고 각 대상에 대한 형상의 묘사를 만드는 것이다.

서로 다른 대상간의 관계는 인접과 포함 관계 또는 그림자 형성 가설, 텍스처 묘사와 같이 공간적일 수 있다.

### (4) 해석(Interpretation)

해석 단계에서는 전단계에서 만들어진 기호적 묘사에 근거하여 영상에 있는 대상들 또는 영상 구조에 대한 가설들을 확인한다.

해석 과정은 대상들에 대한 이미 알고 있는 모델 정보를 이용하게 되며 대상들에 대한 모델의 개수가 많을 경우에는 소수의 적절한 가설만을 생성하는 것이 중요하다. 이 단계에서의 성능은 전 단계에서 얻어진 기호적 묘사의 질에 크게 좌우되며 관찰된 묘사와 예상된 묘사의 차이를 비교하며 기호적 묘사 추출 단계의 작업을 지시하기도 한다.

이러한 검증과정은 잠정적 해석을 통하여 얻어진 정보를 이용하여 낮은 대조를 가진 에지를 찾거나 또는 원시 묘사를 새로운 기호적 묘사로 변

환하도록 한다. 물론 시스템의 환경이나 목적이 어떤 특정 목적의 응용에만 국한된다면 이상에서 열거한 모든 처리단계가 반드시 필요한 것은 아니다.

## 3.3 컴퓨터비전의 응용

여기에는 산업용 로봇의 시각센서, 자동검사, 자동분류 및 자동상표인식 등 다양하며 계속 연구, 개발되고 있다.

이러한 산업용 비전시스템의 주된 특징은 인공지능 시스템에 비해 대상영역이 극히 제한되고 입력영상의 조건도 조절할 수가 있어 전체 프로세스가 단순한 반면 처리시간이 거의 실시간(Real Time)이어야 하며 시스템가격이 저렴해야 하는 제약조건이 있다.

따라서 대부분의 산업용 비전시스템은 입력영상을 2진화하여 처리하며 2단 계층구조를 갖는 상향식 제어방식을 채택하고 있는데 저단계에서는 2진화 레벨의 세그먼트에 의한 특징도출이 주요 과제가 되고 고단계에서는 대상물의 특징모델과 비교를 통한 적부판단 또는 변수 즉 위치, 방향 등의 추출이 주 업무가 된다.

이러한 컴퓨터비전의 산업적 이용은 1974년 미국 Stanford 연구소(SRI)에서 SRI 알고리즘을 제안한 후 본격화되었는데 이 SRI 알고리즘은 처리시간을 최소화하기 위해 입력영상의 Grey 레벨을 2진화하고 분할과정도 실행길이형태의 코딩 방식과 연속성 분석방식 등 간단한 방법을 사용하여 물체확인에 필요한 최소의 정보만을 도출하는 실용적인 알고리즘이다.

현재 사용되고 있는 대부분의 산업용 비전시스템들은 이 SRI 알고리즘을 바탕으로 하고 있다. 그러나 최근에는 컴퓨터의 연산속도 증가와 가격 하락, 병렬처리프로세서의 소형화로서 컴퓨터비전의 응용영역이 크게 확대되고 있다.

다음에 전형적인 몇가지 응용분야를 소개하고자 한다.

의료분야에서는 예를 들어 X-ray 영상의 자동 판독과 세포 영상의 자동 해석 등 많은 분야에 적용하고 있다. 상업적인 세포 분석기는 모집단의 혈액 세포의 유형을 분류하고 세포 형태를 열거하는데 이용되고 있다. 이들의 주요 업무는 개개의 세포를 인식하는 것이지만 세포의 국부화, 경계의 결정, 질감정보의 추출은 문자 인식보다 훨씬 더 복잡하다.

한편 영상분석을 위해서는 사전 지식을 이용하고 있다. 예를 들어 흉부 방사선 사진의 자동 진단을 위해서는 먼저 늑골 윤곽선의 결정이 필요하다. 따라서 이런 처리 단계에서는 관련된 사전 지식을 필요로 하게 된다.

또한 제품 생산과정의 자동화에 있어서 컴퓨터 비전의 응용은 생산품의 품질 검사와 조립 과정에서 영상에 의한 결점의 발견 및 검출 등을 들 수 있다. 이 외에 집적 회로의 점검과 IC 접촉에 사용되는 시스템도 몇가지가 있다.

이상과 같이 컴퓨터 비전의 응용에 대하여 살펴보았으나 현재의 비전시스템은 제한된 경우의 간단한 화면만 다루고 있으며 속도가 실시간으로 처리하기에는 너무 늦다. 이를 위해서는 화상에 나타나는 물체와 물체들 사이의 관계에 대한 보다 많은 지식과 이를 처리할 수 있는 큰 저장능력, 고속처리능력을 갖는 프로세서가 필요하게 되는데 이것이 가능하다면 좀더 복잡한 3차원 물체를 인간의 눈과 같이 실시간에 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

### 3.4 산업공정제어에의 인공지능시스템 응용

산업공정제어란 주어진 동작 범위내에 대상 공정이 운전되도록 감시, 유지하는 방법으로서 이와 같은 공정제어를 담당하는 시스템은 대상 공정의 동작과 주변상황을 종합적으로 분석, 검토하여 높은 성능을 나타낼 수 있는 적절한 판단을 내려야 하는데 이것은 지능적 제어(Intelligent

Control)이론에 의해서 구현되고 있다.

특히 제조산업에 있어서 제어구조는 공정제어, 운전제어 및 전략제어 등의 세가지 단계로 나눌 수 있는데 다음에 이 세가지 단계에서 적용할 수 있는 전문가 시스템의 기본적인 구조와 특징을 기술하고자 한다.

첫째, 유연성 생산시스템(FMS)의 전문가 관리 제어이다. 이 경우에는 버퍼, 팔릿, 도구들과 같이 공유하는 자원들의 사용제한성 때문에 모든 작업들이 서로 깊은 연관성을 갖게 되어 작업계획이 다른 시스템에 비하여 더욱 중요하고 복잡해진다.

현재 사용되고 있는 대부분의 스케줄러(Scheduler)는 독립적인 시스템으로 운영되고 있어서 FMS의 실제 상황에 대한 정보를 갖지 못하고 있다. 따라서 많은 요소들이 작업의 흐름에 직접적으로 영향을 미치는 FMS에서의 적절한 작업분배와 효율적인 계획을 위해서는 기존의 방법만으로는 실효를 거두기 어렵고 환경변화에 따르는 작업순서의 실시간 변경 및 지능적인 계획이 요구되는데 이러한 기능은 전문가 시스템의 적용에 의해서 효과적으로 구현될 수 있다.

실제로 FMS 관리시스템을 설계하기 위해서는 스케줄러와 전문가시스템간의 데이터 전송문제, 지식표현, 계획수립의 전략 및 결정기준, 실시간 처리문제, 전체시스템의 상태 데이터 구성 및 각 머신데이터의 효율적인 구성 등이 종합적으로 고려되어야 한다.

이러한 관리시스템은 FMS뿐만 아니라 로봇으로 구성되어 있는 생산 셀(예: 자동차 용접라인의 로봇 셀)에도 적용할 수 있다.

둘째, 제조 설계분야의 전문가 시스템이다. 제조시스템을 만들 때의 첫단계는 생산될 부품들을 설계하는 것이며 이 단계가 끝나면 기본적 생산공정이 설계되고 이에 따라서 사용될 장비의 선정 및 장비배치가 설계된다.

따라서 제조시스템의 설계는 부품설계, 공정계획, 장비선정, 시설배치 등을 포함하며 전문가

시스템에서 사용되는 지식베이스는 이 네가지 부분에 대한 설계규칙, 모델 및 알고리즘 등으로 구성된다.

한편 제조회사에서 일어나는 여러 실제적인 문제를 해결하는데 사용되는 전문가 시스템구조는 일반적인 것과 약간의 차이가 있어 전문가 시스템과 최적화 기법의 혼합형을 주로 사용하고 있다.

전문가 시스템은 데이터 베이스 관리시스템과 직접, 간접으로 상호작용이 가능해야 하며 알고리즘과의 상호작용, 부정확한 데이터의 처리, 순차적인 최선책의 제시 및 자연어 수준의 언어로 코드화될 수 있어야 할 것이다.

셋째, 실시간 제어를 위한 전문가 시스템이다. 현재 제어알고리즘은 PID형이 대부분이나 수동 및 자동 동작간의 스프스한 변환, 파라미터 변화에의 적응, 액츄에이터의 비선형성, 최대 및 최소값의 선별 등을 처리할 수 있는 좋은 성능의 PID 제어를 구현하기 위하여 피드백 루프에 발견적 논리를 포함시킨 인공지능기법이 최근 많이 적용되고 있다.

PID 제어외에도 적응제어에서의 성능향상, 다중 루프의 효율적 제어를 할 수 있는 지능형 제어시스템이 연구 개발되어 실제 공정에 사용되고 있다. 산업 공정의 프로세스 제어단계는 실시간 처리, 신뢰성과 안전성 및 마이크로컴퓨터 정도의 소규모 시스템 등이 요구되며 I/O는 사용자와의 인터페이스에서 상당한 제약을 받게 된다.

지능형 제어시스템은 개념적으로 기존의 제어 알고리즘에 의해 구현될 수 있는 부분과 지식기반에 의해 제어상태를 감시하고 조절하는 발견적 논리부분 등으로 나눌 수 있다.

일반적으로 발견적 논리부분은 기존의 제어 알고리즘에 비해 프로그램의 규모가 크고 실행 시간이 매우 길기 때문에 실제 적용에 있어서 문제가 있으며 이외에 발견적 부분은 자체에러를 찾아내고 변경하거나 논리를 시험하는데 있어서도 상당히 어려운 점이 있어 이것이 문제해결의 관

건이 되고 있다.

한편 지식베이스는 시스템 데이터베이스와 룰베이스로 나눌 수 있는데 시스템 데이터베이스에는 사실, 증거, 가설 및 목표 등으로 구성된다. 사실은 센서 측정 허용치, 동작 기준치, 경보 기준치, 동작 순서의 제한, 플랜트의 구성 등 변하지 않는 고정된 데이터를 포함하며 증거는 센서, 시험결과 등 변하는 데이터를 포함한다.

지식베이스는 일반적인 형태로 저장하게 되면 메모리의 상당부분을 차지하게 되므로 코드의 규모를 줄이고 실행속도를 빠르게 하기 위해 외부 컴퓨터에서 좀더 간결하면서 특수한 형태로 콤팩트한 후 마이크로컴퓨터에 저장하게 되는데 이러한 지식베이스를 이용한 추론기관은 어떤 규칙을 이용하게 되는지를 결정하게 된다.

현재 산업 공정제어에 사용되고 있는 대부분의 인공 지능 시스템은 오퍼레이터의 보조역할에 불과하며 또한 신뢰성과 안전성 등이 미흡한 형편이다.

그러나 최근에는 개발된 기술에 의하여 지능형 공정제어기들이 좋은 성능과 결과를 나타내고 있으며 일부 셀 컨트롤러들도 새로운 지능형 제품으로 출하되고 있는 추세이다. 앞으로 인공 지능 적용기술은 더욱 발전될 전망이다.

## 4. 인공 지능과 신경망

인간의 많은 정신적 행동을 즉 컴퓨터 프로그램의 작성, 수학문제의 해석, 상식적인 사고행위, 언어의 이해, 자동차의 운전 등은 인간의 지능을 요구하게 된다.

과거 몇 십년 동안 이들 행위를 수행할 수 있도록 여러 컴퓨터 시스템이 만들어졌는데 이들 중에는 병을 진단할 수 있거나 복잡한 유기화학 물질의 합성을 계획하거나 수식형태의 미분방정식을 풀며 또한 전기회로의 분석, 인간 음성의 제한된 범위내에서의 인식, 그리고 자연어를 이해하는 시스템 등이 있다.

이와 같은 시스템들은 어느 정도의 인공지능을 갖고 있다고 말할 수 있다. 이런 종류의 시스템을 만드는 대부분의 작업이 인공지능(AI)이라고 하는 분야에서 행해지고 있는데 이들 작업은 주로 경험적이고 공학적인 측면을 갖게 된다. 구조적이지는 못하지만 널리 확장되는 연산방법에서 유도되었기 때문에 인공지능 시스템은 개발되고 실험이 진행되어 세계적으로 한해에 1,000편 이상의 논문이 발표되고 있는 실정이다.

이와 같은 과정을 통하여 여러 응용분야에 있어서 몇 가지 일반적인 인공지능의 원칙이 만들어지고 정리되었는데 신경회로 컴퓨터도 이러한 인공지능의 한 응용 분야로서 연구, 개발되고 있는 분야이다.

최근 신경회로 학자들은 인간이 정보처리능력에 있어서 우수한 것은 演算構造가 현재의 순차적인 처리를 행하는 뉴만(Neumann)형 컴퓨터와 다르다고 생각하며 더욱이 인간의 두뇌세포들이 속도가 느리고 단순함에도 불구하고 복잡한 제한 조건을 갖는 프로그램을 기존의 컴퓨터보다 잘 처리하는 이유로서 하드웨어의 차이라고 주장하고 있다.

1980년에 들어서 신경생리학자들은 두뇌속의 정보처리 양식을 많이 도출하기 시작하였으며 이와 때를 맞춘듯이 저렴한 컴퓨터를 이용할 수 있어 대규모 신경회로 모델의 시뮬레이션이 용이하게 되었다. 또한 병렬계산이나 아날로그 VLSI에 관한 관심도 높아져 신경회로망 모델 구성에 관한 연구가 증대하기 시작하였다.

이와 같은 과정을 거치면서 발전된 신경회로 모델의 개념들을 집단적으로 모델화한 신경회로 컴퓨터는 단순한 신경회로 소자들을 병렬구조로 구성함으로써 인간의 두뇌와 비슷한 특성을 가질 수 있었고 기존의 컴퓨터처럼 복잡한 소프트웨어 코딩이 필요없게 되었다.

신경회로 컴퓨터의 정보처리 논리와 디지털 컴퓨터의 알고리즘은 상위단계에서는 비슷한 형태를 갖게 되나 다음과 같은 점에서 차이를 갖게

된다.

첫째, 병렬접속정도가 디지털 컴퓨터의 최대병렬접속수에 비하여 매우 크다. 이것은 디지털 컴퓨터에서 병렬접속정도가 뇌의 신경회로구성과 비슷하다고 생각되나 근본적으로 디지털 연산을 수행하고 각 노드에 디지털 회로가 위치하게 된다. 이 경우에 계산에 필요한 동작수를 예측할 수 있는 반면에 신경회로로 이루어진 컴퓨터의 경우 신호의 정확한 형태가 없으며 제어정보와 멀티플렉싱이 불가능하다.

또한 신경회로 컴퓨터는 저장된 프로그램을 수행하는 것이 아니며 구현 가능성도 알고리즘으로 정의되지 않는다.

둘째, 신경회로 컴퓨터상의 신호는 부울(Boolean)변수로 근사되지 않는다. 즉 신경회로 컴퓨터는 연속된 아날로그값을 가지며 특정한 생물학적인 계산과정을 논리회로로 설명할 수 있으나 디지털 컴퓨터와 같이 정상적인 논리신호로 정의하는 것은 불가능하다. 또한 신경회로에서 발생하는 펄스는 동기될 필요가 없으며 특정한 순간에 펄스의 존재 유무로 정보를 나타내지 않는다.

셋째, 신경회로컴퓨터는 유한 오토마타(Finite Automata)를 구현하지 않는다. 다시 말해서 離散, 詳述 및 安定性이 성립하는 조건하에서는 디지털 컴퓨터에서 반복 수행이 가능하며 반복적 결과를 얻게 된다. 즉 모든 신호값들이 안정화되고 모든 신호의 조합으로 액세스가 가능한 상태에서 반복 수행이 효율적이 된다.

그러나 신경회로의 경우 N개의 신호에 대해서 조합이 가능한 2개의 신호조합중 극히 일부만 사용하고 더욱이 디지털회로에서 사용되지 않는 연속적인 신호범위에서 결과가 얻어지게 되어 이러한 연산 기능을 프로그램화한다는 것이 불가능하게 된다.

따라서 신경회로에서는 반복특성을 찾아볼 수 없으며 반복수행이 일어나도 매우 적은 횟수이다. 더욱이 반복수행이 정확하고 안정된 결과라

고 확신할 수 없다. 이 외에 신경회로와 논리계이트는 전혀 다른 구조를 갖고 있는 점이 특징이라고 할 수 있다.

끝으로 신경회로망의 응용을 보면 패턴인식, 예를 들면 차량 번호판 인식, 표적 추적 시스템, 음성인식을 비롯해서 자연어 처리, 로봇의 제어, 최적화 문제, 지적학습 등을 들 수 있다(그림 9 참조).

특히 이미지 프로세싱 분야에 응용되는 신경회로망 기술은 인공지능이 목표로 하는 지능적 기계를 만드는데 목표를 두고 있으며 장차 지능적 기계가 가능할 것으로 전망되고 있다.

## 5. 외국의 인공지능 연구동향

### 5.1 유럽

유럽의 인공지능(AI)은 국가프로젝트를 핵심으로 하여 추진하고 있으며 유럽전체의 AI 프로젝트인 ESPRIT와 영국의 AI 프로젝트인 ALVEY를 살펴보기로 한다.

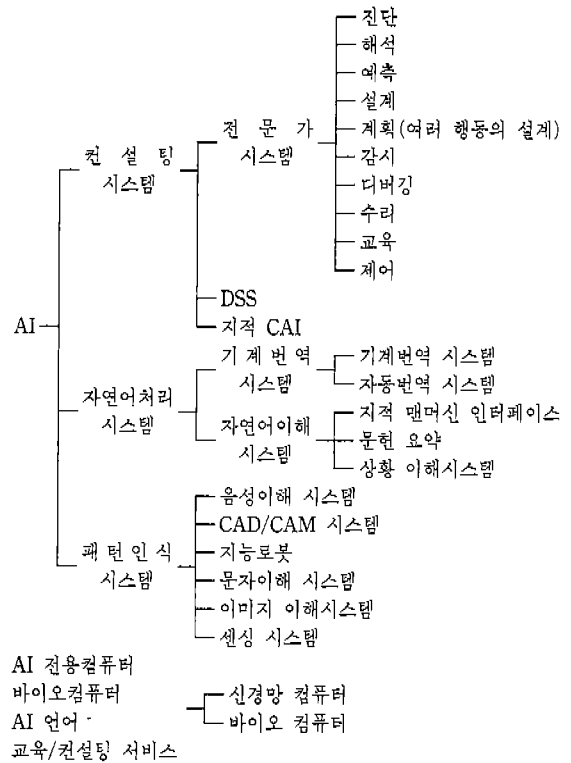
ESPRIT은 European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology 즉 유럽정보기술 연구개발 전략계획을 의미하며 EC가 추진하는 유럽전체의 국가프로젝트이다.

한편 ALVEY는 브리티시텔레콤사의 알베이스가 영국 정부에 권고하여 1983년에 승인된 영국 단독의 고도정보 기술계획이다.

이러한 프로젝트는 일본의 국가 프로젝트인 제 5세대 컴퓨터 개발계획에서 강한 영향을 받고 있으며 영국 이외에도 프랑스가 ADI 프로젝트라는 국가 프로젝트를 진행하고 독일은 인공지능 국립 센터를 발족시킬 예정이다.

유럽의 AI 프로젝트는 모두가 유사한 추진형태를 취하고 있으며 다음과 같은 공통된 특징을 갖고 있다.

첫째로 프로젝트의 추진방법이 하향식이다. 즉



〈그림 9〉 인공지능의 주요영역

프로젝트를 민간, 대학, 국립연구기관이 주도하여 진행하며 연구과제는 프로젝트기관이 정하는 것이 아니라 민간대학이나 국립연구기관에서 제한한다. 따라서 ESPRIT, ALVEY는 장래에 대비한 기초연구를 목표로 하고 있다.

둘째로 프로젝트의 평가기구가 존재하는데 이것은 평가관리기구를 별도로 설치하는 것을 의미한다. 프로젝트의 적절한 평가방법을 추진강화하는 것은 외부로부터 큰 호응을 받고 있다.

셋째로 과제를 목적지향 또는 상세한 레벨로 설정하고 있다. 이것은 하향식의 추진법이 아니라 목적 지향형으로 되어 있는 동시에 최신의 과제임에도 불구하고 매우 상세하게 되어 있는 것을 의미한다.

ESPRIT의 특징으로는 EC 가맹 12개국에 걸친 국제적인 복합 프로젝트이고 EC 전체의 산업 협력촉진과 국제 표준화를 매우 중요시하고 있



다. EC는 일본, 미국과 비교할 때 이러한 점이 잘 인식되어 있어 앞으로 정보산업의 경쟁력을 올리기 위하여 EC 전체의 힘을 모으려고 하고 있다.

한편 ALVEY의 특징은 비즈니스에 결부하기 쉬운 연구가 주제로 되어 있으며 특히 전문가 시스템관련의 연구가 차지하는 비율이 높다. 영국은 타국에 비하여 강력한 정보산업을 육성하는데 성공하고 있다.

## 5.2 미국

미국의 DARPA(국방성 고도연구 계획국)프로젝트는 미국 국방성이 진행한 차세대 컴퓨터 기술의 개발을 목표로 1983년부터 1990년에 걸친 연구개발 계획이었다.

여기에는 무인 자동차를 비롯한 군사적 응용과 학습을 통한 신경망에 관한 연구가 포함되었다. 이것은 국가, 산업계, 대학들이 협력한 대표적인

협동 연구개발로서 정보과학, 통신, 우주방위, 우주감시 등에 관한 연구가 진행되었다.

한편 MCC(Micro Electronics & Computer Technology)는 유력한 18개 첨단 기술 기업들인 DEC, CDC, NCR 등의 연구집합체로서 1983년부터 10년 계획으로 추진되었다.

1992년도에는 우리나라의 연구기관을 방문하여 공동협력을 요청한 바 있으며 주요 연구 테마로는 병렬처리 기술, 지식베이스, 음성인식, 문자인식 및 CAD 기술 등이 있다.

## 5.3 일본

일본의 제 5세대 컴퓨터 프로젝트는 1990년대에 필요하게 될 지식정보처리 시스템(KIPS: Knowledge Information Processing System)의 기반이 되는 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있으며 다음과 같은 구성의 개발을 목표로 하고 있다.

〈표 4〉 일본의 인공지능 발전전망

| 항 목                              | 예측연도 | 1990                         | 1995   | 2000~2005                              |
|----------------------------------|------|------------------------------|--|--|
| 음성인식(분장)                         |      | 불특정 화자: 몇 어<br>특정 화자: 100어   | 100어<br>1,000어                                 | 수 1,000어<br>10,000어                    |
| 음성합성                             |      | 합성 대상: 텍스트                   | 개념   | 회화                                     |
| 문자, 문서인식                         |      | 상용 인쇄체, 영숫자                  | 정서 필기체   | 필기체, 한자                                |
| 영상인식, 영상이해                       |      | 대화형                          | 로봇 비전(실내)                                      | 로봇 비전(실외)<br>Auto navigation           |
| 컴퓨터 그래픽스                         |      | 3D solid, ray tracing        | 3D 객체 지향                                       | 업체 실시간 애니메이션                           |
| 입체표지 해상도<br>· 화상 Size            |      | 500×700<br>7인치               | 1,000~2,000<br>30~50인치                         | 5,000 이상<br>100인치 이상                   |
| 자연어 이해(번역)                       |      | 프리 에디트 문                     | 테크니컬 라이트 문                                     | 자유문의 번역                                |
| 지식처리<br>· 지식획득<br>· 표현<br>· 처리형태 |      | 사람에 의한 인터뷰<br>규칙 프레임<br>단독형  | 지식입력 자원 틀<br>표현식, DB/KB 변환<br>정보처리 시스템과의 상호 통신 | 지식의 자동 획득<br>의미 네트, 불산표현<br>지식처리 분산 협조 |
| 데이터베이스<br>· 정보내용<br>· 검색 방식      |      | 각 미디어 독립<br>키워드 검색<br>타이틀 검색 | 멀티미디어 지향<br>브라우저<br>자연어 검색(제한유)                | 멀티미디어 진전<br>자연어 검색(제한없음)               |
| 퍼지컴퓨터 칩                          |      | 25개의 규칙                      | 500개의 규칙                                       | 2,500개의 규칙                             |
| 신경망 컴퓨터 칩                        |      | 10 <sup>2</sup> 뉴런/칩         | 10 <sup>4</sup> 뉴런/칩                           | 10 <sup>7</sup> 뉴런/칩                   |

첫째, 고속병렬 처리방식과 술어논리형 언어이며, 둘째로는 소프트웨어 즉 기계어가 제공하는 기본 추론처리 기능을 조합하여 구축된 고도의 추론처리기능이다. 여기에는 문제해결 추론기능, 지식베이스관리 기능, 지적 인터페이스 기능 및 지적 프로그래밍 기능 등을 들 수 있으며 종래의 폰노이만 방식인 순차적 처리방식에서 탈피한 것이다. 표 4는 일본의 인공지능 발전전망을 나타낸 것이다.

## 6. 인공지능의 전망

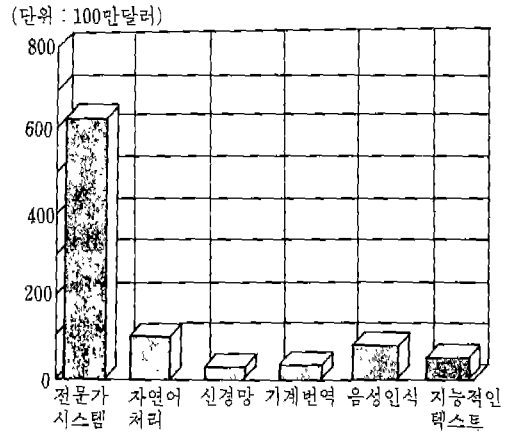
인공지능 연구에 비하여 신경망 연구는 미흡하나 1980년대에 이르러 큰 관심을 갖게 되었다. 인공지능과 신경망은 같은 뿌리에 근거를 두고 같은 종류의 문제 해결을 위해서 연구하고 있으나 전혀 서로 다른 시각을 갖고 있다.

즉 인공지능은 복잡한 문제의 해결을 위하여 여러 가지 형태의 지식을 이용하며 때로는 인간의 문제해결 행위를 상세히 관찰함으로써 필요한 지식을 얻고 있다.

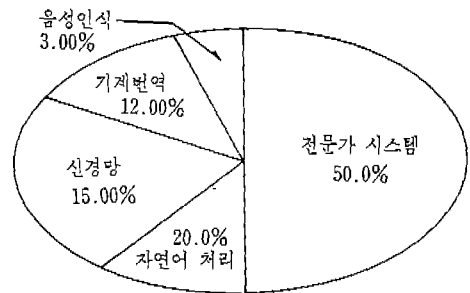
반면에 신경망 연구자들은 생물학적인 시스템에 근거한 시스템의 구현에 노력하고 있는데 생물학적인 시스템은 수많은 단순한 뉴런과 같은 처리기를 병렬로 처리하게 된다. 신경과학과 컴퓨터의 발전은 지능 시스템을 추구하는 신경망 접근 방식을 더욱 가열시키고 있으며 아울러 시스템 구현을 위한 경쟁과 상호보완은 계속되고 있다.

한편 미국의 인공지능에 관련된 주요분야의 동향을 보면 그림 10과 같이 전문가 시스템의 6.2억달러, 자연어 처리 1억 달러, 음성인식, 0.8억달러 등의 순서이다.

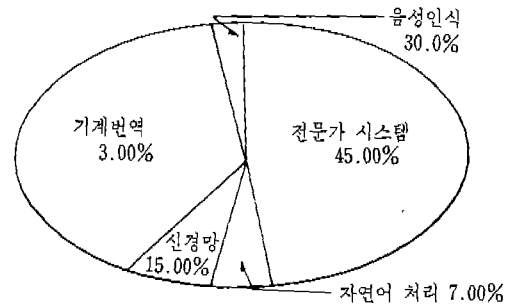
유럽의 인공지능 연구개발 현황은 그림 11과 같이 전문가 시스템이 절반을 차지하며 자연어 처리, 신경망, 기계번역 및 음성인식의 순서로 되어 있다. 일본의 경우는 그림 12와 같이 전문가 시스템이 45%이고 기계번역, 신경망, 자연어 처



<그림 10> 미국의 인공지능 응용별 시장성



<그림 11> 유럽의 분야별 인공지능 현황



<그림 12> 일본의 분야별 인공지능 현황

리, 음성인식의 순서이다.

특히 일본에서는 기계번역에 대한 관심이 매우 큰데 후지쓰사는 기술적인 문서 수준에서 번역이 가능한 한-일 기계 번역 시스템을 개발하였다. 그러나 아직은 상업적인 가치문제로는 논의되지 않고 있다.

<연재 끝>