

시스템 지능화를 위한 센싱기술로서의 멀티센서퓨존

Multi-Sensor Fusion as a Sensing Technique for System Intelligence



하 윤 수

Yun-Su Ha

- 1962년 4월 23일생
- 한국해양대학교
기계 · 정보공학부 조교수



진 강 규

Gang-Gyoo Jin

- 1953년 10월 12일생
- 한국해양대학교
기계 · 정보공학부 교수

1. 서 론

최근 시스템의 지능화와 더불어 계측에 대한 요구가 종래의 일차원적 요구에서 점차 다차원적 요구로 변화하고 있다. 이러한 변화에 따라 센싱기술도 날이 갈수록 고정도화, 고속화, 지능화를 지향해 가고 있다. 또한 계측의 형태에 있어서도 대상과 센서에 대한 물리적 제약을 최소화 하기 위해 접촉에서 비접촉, 리모트센싱으로 그 기술의 중심이 변천해가고 있다. 따라서 대상에 관한 지식이 보다 많이 필요하게 되고 또 그 지식을 활용한 지능화 센싱시스템의 개발이 요구되어 왔다. 지능화 센싱시스템에 있어서의 처리는 신호처리에서 정보처리로, 나아가 지식에 근거한 지식처리로 진전되고 있다. 그러나 이러한 센싱시스템 있어서 정보처리의 데이터원이 1개의 센서뿐이면 정보량에 한계가 있을 수 있다. 반면, 같은 종류의 센서를 복수개, 또는 종류가 다른 센서들의 네트워크를 데이터원

으로 이용할 수 있으면 보다 고도의 지적기능을 실현할 수 있을 것이다. 그것은 인간의 감각시스템을 생각하면 쉽게 이해할 수 있다. 오감을 통해 외부의 정보를 받아들일 때 정보에 불확실성이나 부족한 점이 있어도 감각센서群으로부터의 데이터를 상호 보완하거나 통합해 새로운 정보를 만들어냄으로써 외계의 변화나 사물을 정확히 인식하고 있다. 인간에 있어서의 이러한 생체감각 통합시스템과 같은 능력을 갖는 센싱시스템의 개발이야말로 모든 지능시스템에 있어서 인식, 판단 등의 지적능력을 향상시키는데 필요한 과제라 할 수 있을 것이다.

2. 센싱기술의 과제

최근 반도체 산업의 급속한 발전은, 새로운 기능의 센서디바이스 개발 및 소형 · 집적화 등 센서공학 분야에 크게 이바지하고 있다. 그러나 현재의

대부분의 센서기술은 대상의 모델이 확립되어 있는 경우에 대해서는 고도의 능력을 발휘하지만 이상상태와 같이 모델이 확립되어 있지 않고 예측 곤란한 대상에 대해서는 현저히 위력이 떨어진다.

센서기술은 필요 지향형이고, 그 시대의 요청에 따라 새로운 센서가 개발되어 왔다. 미래의 센서도 요구에 의해 개발되어지기 때문에 센서기술에 대한 현재의 과제를 제시할 수 있으면 센서의 미래상을 예측할 수 있을 것이다.

센싱기술에 대한 요구는 그 질적 혹은 양적 확대에 대응해서 상당히 다양화되고 있다. 그 중에서 공통적인 것을 열거하면 다음과 같이 집약할 수 있다.

- (1) 이상상태의 검출과 예지
- (2) 시간과 공간에 의존하는 다차원 동적상태의 파악
- (3) 인간의 감각과 미묘한 감성의 대체
- (4) 불가시상태의 정보 가시화

앞에서 언급한 바와 같이 대상에 대한 모델이 확립되어져 있지 않은 경우에 있어서의 이상상태의 검출이나 예측이 (1)에 해당하고, 온도나 유량 등과 같은 한 점의 상태보다 공간적 분포를 갖는 동적상태, 예를 들면 넓은 해역의 온도나 해류 등을 넓고 신속하게 파악해야 하는 경우가 (2)에 해당할 것이다. 또한 물리량의 변환 뿐만 아니라 식품의 성숙도나 신선도 혹은 맛을 예측하고 싶을 경우가 (3), 보이지 않는 대상의 내부나 땅속의 상황 등을 눈으로 보고 싶은 욕구에 대한 것이 (4)에 해당 될

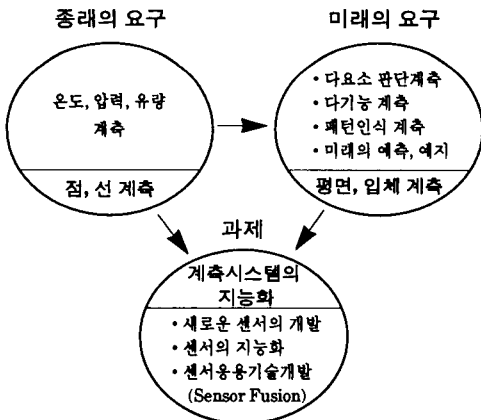


그림 1. 미래의 계측기술이 지향할 방향

것이다.

이들의 과제에 공통적인 것은 대상의 모델이 확립되어 있지 않던가, 매우 복잡하다는 것이다. 바꾸어 말하면 이들 대상에 대한 지식이 불충분하던가, 아니면 센싱기술에 결부시키기 어려운 것이라 할 수 있다. 물리현상으로서 신호변환의 인과관계가 단순하게 규정되지 않고 또한 그 역 변환이 뚜렷이 정해지지 않기 때문에 센서신호처리로 대상의 상태를 정확히 파악할 수 없다.

따라서 같은 종류의 복수 센서 혹은 서로 다른 종류의 센서정보들을 통합하거나 융합하는 기법에 의한 해결을 기대하는 것이다.

3. 멀티센서퓨전의 배경

종래의 센싱기술은 주로 단일의 측정목적을 실현하기 위한 기술로서 자리매김해 왔다. 예를 들면, 시각센서는 영상을, 청각센서는 음압을, 촉각센서는 접촉압을 검출하는 것으로서 이들의 출력은 센서디바이스와는 별도의 연산구조를 거쳐서 처리되는 구조로 되어있다. 즉, 디바이스 지향 기술로서 성립된 센서기술은, 그 역할을 대상인 물리량, 화학성분 등을 처리 가능한 정보형태로 변환할 때에 그 변환이 정확하고 고속일 것을 요구하고 있다. 그런데 지능로봇, 제조공업, 항공기, 선박, 자동차와 같은 분야는 센서기술의 발달과 더불어 시스템전체에서 보다 다양한 종류의 센서가 이용됨에 따라서 센서정보간의 상호관계도 복잡하게 되고, 추출해야할 정보도 양질의 것이 요구되게 되었다. 이와 같이 되면, 단순히 하나의 물리량이나 화학성분에 대한 변환만으로는 센싱에 대한 모든 요구조건을 만족시킬 수 없게됨으로써 센서 상호간 혹은 센서정보들 사이와 기억정보간의 상호관계 또는 센서정보와 액츄에이터와의 상호관계로부터 새로운 정보의 추출이 요구되어진다. 복수 또는 다종의 센서정보를 취급하는 것은 그만큼 처리해야 할 정보량의 증대를 의미하고 나아가 센서정보상호간의 모순(센서정보간의 데이터의 모순, 측정시간의 불일치, 센서특성의 불일치 등)을 발생시키기 쉽기 때문에 지식의 이용을 비롯한 이들의 처리에 대처하기 위한 기술개발이 요구되어진다. 이러한

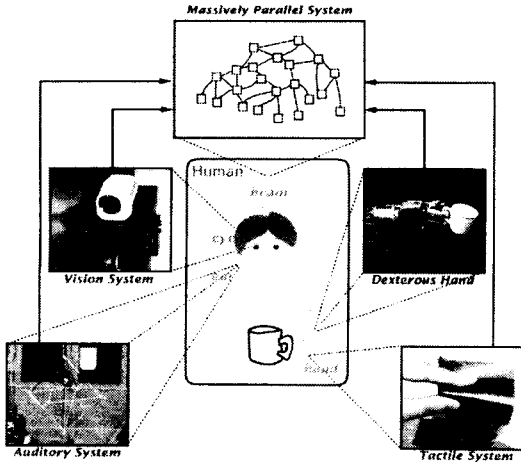


그림 2. 멀티센서퓨존의 이미지

요구에 부응하기 위해 복수의 센서로부터 얻어진 정보를 통일적으로 처리함으로써 단일의 센서로부터 얻을 수 없는 새로운 센싱기능을 부여하도록 하는 발상이 싹트왔으며 이를 멀티센서퓨존(Multi-sensor fusion)이라 한다. 그림2에 멀티센서 퓨존의 이미지를 나타낸다.

4. 멀티센서퓨존의 정의 및 분류⁽¹⁾

센서퓨존에 대한 정의는 문헌에 따라 조금씩 차이가 있지만, 여기서 언급하는 센서퓨존이란 몇개의 센서정보로부터 하나의 지각표상을 얻는 과정인 협의의 'fusion(융합)'의 의미가 아니라, 이러한 형태에 관계없이 복수의 센서정보의 처리 전부를 대상으로 하는 넓은 의미에서 다루어지고 있다. 따라서 이를 협의의 fusion과 구별하기 위해 "센서퓨존"으로 표기하기로 한다.

센서의 종류 및 센서정보 처리내용에 따라 센서퓨존의 형태를 복합(multisensor), 통합(integration), 융합(fusion), 연합(association)으로 세분할 수 있다. 단, 여기서 열거하는 형태는 어디까지나 기본 형태이고 실제로는 이들의 기본 형태들을 조합한 형태가 있을 수 있다. 기술적인 흐름에서 볼 때 복합이나 통합을 중심으로 한 형태에서 융합이나 연합을 중심으로 한 퓨존의 형태로 발전되어 가고 있다. 아래에 각 분류의 내용과 특징을 기술한다.

A. 복합(multisensor)

복합적 처리는 복수의 센서로부터의 정보를 병렬적으로 혹은 서로 보완적으로 조합한 출력을 얻는 과정을 의미한다. 이와 같은 형태는 극히 일반적인 것으로 출력형태의 통일화, 센서의 집적화, 센서의 선택 등의 문제이므로 주로 하드웨어 수준의 문제로서 존재하는 경우가 많다. 예를 들면, 0~10kg과 10~20kg의 측정범위를 가지는 센서를 조합해서 0~20kg까지 측정범위를 확대하는 것이 될 수 있다.

B. 통합(integration)

통합적 처리는 복합적 처리와는 달리 각각의 센서정보들에 어떤 형태의 연산처리 f를 해서, 정리된 정보를 얻도록 하는 것을 말한다. 평균처리 혹은 온도보상 등이 좋은 예이고, 구체적으로는 측정범위가 0~10kg인 센서를 몇 개 정도 이용해서 평균을 취하던가, 로봇에게 집외 위치를 정확히 파악할 수 있는 지능을 갖도록 하기 위해 시각센서와 촉각센서로부터의 정보를 처리, 이용하는 것이 될 수 있다. 함수 f를 미리 알 수 있는 경우에는 그다지 문제가 어렵지 않지만, f에 관한 사전 지식이 부족한 경우에는 그 처리가 문제가 된다.





C. 융합(fusion)

융합이란 어떠한 대상이나 현상에 대해서 이것을 측정하는 복수의 센서 각각의 출력에서 데이터간의 처리를 행해서 하나의 정리된 지각표현을 얻는 과정을 의미한다. 전형적인 예로서 兩眼融合(binocular fusion)이 있는데, 이 경우에는 하나의 대상을 양쪽 눈으로 봤을 때, 두 눈에서 얻어진 정보로부터 대상의 3차원 영상이라는 하나의 지각표현을 얻게 된다. 이와 같이 센서정보간 혹은 센서정보와 내부 모델과의 상호 관계가 새로운 지각표현을 주는 경우에는 융합적 처리라고 할 수 있다. 물체인식이나 공간인식 등에 많이 이용되는 형태이다.

D. 연합(association)⁽²⁾

센서정보에 처리를 해서 어떤 형태의 처리결과를 얻는 일방향성의 처리뿐만 아니라, 센서정보간의 관계를 이해함으로써 대상의 인식, 나아가 예

표 1. 센서퓨존의 분류

분류	의미	각센서(A, B)와의 관계	처리의 목적
복합	복수개가 합쳐진것	 상호보완적, 가법적처리, 상호관계는 언급하지 않거나 독립	단일 기능성, 국소성의 회피, 측정법위의 확대 등
통합	지배가 형성되는것	 승법적처리, 연산처리에 대한 관계로서 규정	정도, 신뢰성의 향상, 처리시간의 단축, 고장진단 등
융합	엄밀히 일체가 되는것	 협조·경쟁적처리, 상호관계로부터 정보추출함	스트레오융합, 시-축각융합(물체, 공간인식) 등
연합	관련이 형성되는것	 연상적처리, 상호의 관계가 추출된다	예측, 학습, 기억, 모델의 형성, 이상검출 등

측, 학습, 기억 등의 목적에 이용될 수 있는 형태가 연합적 처리이다. 따라서 이러한 연합적 처리를 이용하면 상호 관계가 예측이나 기억정보와 다를 경우 그 것을 잘못된 정보로 인식하는 것도 가능하다. 표 1은 이상에서 언급한 센서퓨존의 분류에 대해서 그 의미와 처리목적을 정리한 것이다

5. 멀티센서 시스템의 이점^{(3), (4)}

대상에 대한 데이터수집에 있어서 동종 혹은 이종의 복수 센서를 이용할 경우 일반적으로 다음과 같은 이점을 얻을 수 있다.

a. Redundancy of information :

같은 종류의 데이터에 대해서 복수개의 경로를 통해 제공함으로써 전체의 불확실성을 경감시킬 수 있다. 즉, 하나 혹은 몇 개의 센서가 고장인 경우에 있어서도 보다 높은 신뢰성을 확보할 수 있다.

b. Complementary of information :

인식해야할 환경에 있어서 개개의 센서를 독립적으로 이용해서는 얻을 수 없는 새로운 정보를 얻을 수 있다.

c. More timely information :

어떤 장소에서 다른 어떤 장소로 단일의 센서를

주사시켜서 센싱하는 것 보다 분포되어있는 센서들을 이용하는 것이 보다 신속하게 정보를 얻을 수 있다.

d. More costly information :

단일의 센서에 의해 시계열적 신호로서 반복 관찰하는 것보다는 공간적으로 분포되어 있는 멀티센서를 이용하여 한번에 관찰하는 것이 비용이 적게 든다.

6. 멀티센서퓨존 기술의 現狀과 금후의 과제

6.1. 멀티센서퓨존의 흐름

멀티센서퓨존의 응용가능 분야 및 이와 관련한 과제를 정리하기 위하여 우선 이 분야와 관련한 연구의 흐름을 파악할 필요가 있을 것이다.

미국의 경우에 있어서 센서퓨존의 관련연구는 크게 3분류로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 자율이동로봇(ALV : Autonomous Land Vehicle)에 관한 연구인데, 자율적으로 이동하는 차의 센싱기술로서, 복수의 시각정보나 지도정보간의 퓨존을 달성함으로써 고속이고 신뢰성 높게 차를 움직이게 하는 연구를 진행해 왔다. 그 일부는 화성탐사용 로봇의 연구로서 전개되고 있다. 둘째로는, 차세대의 로봇 센서 정보처리 형태로서 연구를 진행하고 있는 것인데, 이 방향은 로봇에 고차의 판단.제어기능을 부여하고자 하는 것으로서 지능로봇의 연구개발을 퓨존기술에 의해 크게 도약시키고자 하는 것이다. 여기에서는 여러 가지의 상황을 설정해 다양한 수법이 제안되고 있다. 그러나 대형 프로젝트로는 계획되어 있지 않고 연구실 단위의 연구집합체에 지나지 않는다. 세번째 흐름으로서는, 항공기 등과 같이 고속의 인식·판단기능을 필요로 하는 분야로부터의 요청으로 항공기 등에 탑재되어 있는 다수의 센서로부터 자기의 상태나 환경을 센싱해 필요한 제어를 하기도 하고, 추출한 정보를 조종사에게 전달하기 위한 기술이 그것이다⁽⁵⁾.

또 유럽에서는 ESPRIT(European Strategic Programme of Research and development in

[information Technology)라 불리는 대형 프로젝트가 있어 그 중에서 센서시스템의 연구로서 센서퓨존에 관련한 연구를 몇 개의 테마를 중심으로 실행해 왔는데, 주로 응용면에 치우친 테마들이 설정되어 있다. 가까운 일본의 경우, 이러한 미국이나 유럽의 연구에 자극을 받아 1991년부터 이 분야에 대한 일본 독자의 연구개발을 과학기술청 주도로 시도했는데 “센서퓨존의 기반기술의 개발에 관한 연구”가 그것이다¹⁵⁾. 이 연구에서는 센서퓨존의 새로운 패러다임으로서의 “intentional sensing”¹¹⁾, 과 센서퓨존을 위한 과학기술로서의 “real-time parallel architecture”를 중심테마로 하고 있다.

intentional sensing이란 능동적 센싱에서 비약시킨 개념으로서 센싱을 목적에 입각한 계획된 과

정으로서 취급하는 것이다. 또 후자는 이러한 intentional sensing의 실현을 하드웨어, 소프트웨어적으로 지원하는 것으로 종래의 컴퓨터기술에서 부족했던 실시간성의 보완과 병렬분산구조의 실현을 목표로 하는 것이다. 한편, 우리나라의 경우 이 분야에 대한 연구사례가 그다지 많지는 않으나 최근 항공분야와 로봇틱스분야를 중심으로 그 필요성을 인식하고 점차 연구분위기가 확산되고 있다^{7),16)}.

6. 2. 멀티센서퓨존의 응용분야 및 급후의 과제

멀티센서퓨존의 응용은 신호처리와 관련되는 거의 모든 시스템에 있어서 가능하다. 예를 들어

<표 2-1> 센서퓨존의 연구과제

		응용 분야			
		응용시스템	제어에의 응용	인식에의 응용	휴먼 인터페이스의 응용
방 법 론	센서 의 감 각 통 합 모 델	<ul style="list-style-type: none"> 중추 기구의 모델 적용 기구의 모델 계측 기구의 모델 내부 표현 모델 감각 정보간의 보완성, 관련성의 추출 감각간의 대응관계 해석 	<ul style="list-style-type: none"> 감각-운동 통합 모델 감각정보에 의한 운동의 생성 내부모델의 형성 인간 기술의 모델 視-운동 통합 모델 觸-운동 통합 모델 감각 정보의 실시간성의 해석 자기자세의 내부 표현 모델 	<ul style="list-style-type: none"> 공간-지각 통합 과정의 모델 시-청각 통합 모델 계측적 감각 통합 모델 능동적 감각 통합 모델 능동적 시-촉각 융합 모델 선택적 주의의 모델 통합 공간지도의 형성 모델 	<ul style="list-style-type: none"> 감각-운동 통합 모델 공간-지각 통합 과정 모델 능동적 감각 통합 모델 감각 통합 모델의 on-line 동정 초감각적 정보의 센서 퓨전 감각 대행시스템에의 응용
	컴 퓨터 하 드 웨 어	<ul style="list-style-type: none"> 고속 실시간 병렬 프로세서의 개발 고속 실시간 병렬 처리를 위한 결합망 센서정보간의 동기 방법 비 리얼타임제와의 인터페이스 처리구조의 재구성 방법 센서 정보처리의 모듈화 규격화 센서 정보처리의 집적화 복합화 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 실시간 병렬 프로세서의 개발 고속 실시간 병렬 처리를 위한 결합망 병렬 분산 지향 지능화 센서 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 실시간 병렬 프로세서의 개발 고속 실시간 병렬 처리를 위한 결합망 센서퓨존용 화상 처리 장치 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 실시간 병렬 프로세서의 개발 고속 실시간 병렬 처리를 위한 결합망 표준화 인터페이스 내부정보의 리얼타임 표시
	컴 퓨터 소 프 트 웨 어	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 병렬 처리를 위한 OS의 개발 병렬 분산 프로그래밍 센싱시스템 개발 환경의 정비 시스템 네트워크 기술 언어 센싱시스템 시뮬레이터 디버거 센서정보간의 데이터 동기 방법 비 리얼타임제와의 인터페이스 처리구조의 재구성 방법 센서정보처리의 모듈화 객체지향 언어의 이용 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 병렬 처리를 위한 OS의 개발 병렬 분산 프로그래밍 작업 환경 대상물 등의 기술 모델 센서 베이스 매니플레이션 언어 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 병렬 처리를 위한 OS의 개발 병렬분산 프로그래밍 기억과 학습기능의 기술 데이터베이스의 정량적 기술과 그 응용 모델 베이스 센싱기술 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 병렬처리를 위한 OS의 개발 병렬 분산 프로그래밍 표준화 인터페이스 내부 정보의 실시간 표시 폴리현상 실시간 시뮬레이터

<표 2-2> 센서퓨존의 연구과제

		응용면			
		응용시스템	제어에의 응용	인식에의 응용	휴먼 인터페이스의 응용
방법론	신호처리	<ul style="list-style-type: none"> • 異種정보에 대한 신호처리기술 • 병렬분산신호처리기술 • 적응필터의 응용 • 칼만 필터의 응용 • Dempstr-Shafer이론의 응용 • 통계적 추정이론의 응용 • 계층형인식기구 • 센서디바이스 · 센서정보의 선택방법 • 센서정보의 신뢰도의 정의와 그 적용화 • 센서배치의 최적화 방법 • 異種센서 data간의 자동교정 • 계측오차의 통일적 기술 · 평가 방법 • 누락오차를 보정하는 방법 • 센서정보 모순의 회피 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율이동로봇에의 응용 • 장애물회피 · 네비게이션에의 응용 • 핸드의 제어 • 靑-운동 융합시스템 • 觸-운동 융합시스템 • 기계적정보의 융합시스템 • 운동의 예측을 이용한 제어 방법 • 유연체의 핸들링 • 자율형 고 신뢰화 기술 • 감각계와 운동계의 협조 동작의 실현 • 3차원 Tracking 시스템 • 핸드아이 시스템의 응용 • 로봇의 교시기술에의 응용 	<ul style="list-style-type: none"> • 異種감각정보 융합시스템 • 시·청각 융합시스템 • 시·촉각 융합시스템 • 시·근접각 융합시스템 • 적외선 · 가시광 화상의 융합 시스템 • 시각정보의 이론적융합 • 입체청각의 공학적 실현 • 스트레오 입체시각 • 다중분해능 센싱 • 다중초점 시각정보의 융합 • 이상의 자동 검출 • ID 정보의 융합에 의한 개인 판별 • 제품검사 · 선별에의 응용 • 피부감각인식기술의 개발 • 의료복지 기술에의 응용 	<ul style="list-style-type: none"> • 인공 현실감 시스템 • 센싱과 지시의 동적 통합 • 다차원 척도구성의 응용 • 운동의 예측을 이용한 제어 방법 • 의료복지 기술에의 응용 • 감각 대행시스템에의 응용 • 복수의 오퍼레이터의 조작량의 융합 • 사람의 감정인식
	인공지능	<ul style="list-style-type: none"> • 패턴정보와 기호정보의 융합화 • 센서정보의 지식표현과 그 학습 • 프로덕션시스템의 의한 기술 • 전문가시스템의 이용 • 퍼지이론의 응용 • 정량적 실시간 지식베이스의 구축기술 • 실시간 지식정보처리 • 센서디바이스의 데이터베이스 구축 • 센서디바이스 · 센서정보의 선택방법 • 센서정보의 모순회피 	<ul style="list-style-type: none"> • 퓨존 베이스 매니플레이이션 • 퍼지센서의 지적제어에의 응용 • 자율이동로봇에의 응용 • 장애물회피, Navigation에의 응용 • 자율형 고 신뢰화 기술 • 센서 피드백에의 응용 • 핸드아이 시스템에의 응용 • 로봇의 교시기술에의 응용 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동로봇의 환경모델링에의 응용 • 자율판단형 점진시스템 • 시각정보의 논리적 융합 • ID 정보의 융합에 의한 개인 판별 • 다시점 관측정보의 통합 • 이상의 자동 검출 • 미지물체의 자동 모델링 • 지식정보 처리의 입력시스템에의 응용 • 제품검사 · 선별에의 응용 • 의료복지 기술에의 응용 	<ul style="list-style-type: none"> • 센싱과 지시의 동적 융합 • 인공현실감시스템 • 감각 통합기능을 고려한 정보 제시 기술 • 계층적 기능 모듈화 • 의료복지 기술에의 응용 • 감각대행시스템에의 응용 • 복수 오퍼레이터에의 조작량의 융합
	신경망	<ul style="list-style-type: none"> • 인식 · 사고 · 행동의 종합 모델 • 학습 · 기억 · 연상 모델 • 센서 정보 처리의 계층모델 • 학습형 센서퓨존 시스템 • 사고의 모델 	<ul style="list-style-type: none"> • 자율이동로봇에의 응용 • 센서정보-제어정보간의 상의 학습 • 감각계와 운동계의 협조 동작의 실현 • 계층적인 제어계 • 센서 피드백의 응용 • 유연체의 핸들링 • 계측에 의한 지식의 효율화 	<ul style="list-style-type: none"> • 다각센서 학습인식 시스템 • 피부감각인식 기술의 개발 • 스트레오 입체시각 • 능동적 점진적 자율화 • 제품검사 · 선별에의 응용 • 지식정보처리의 입력시스템에 응용 • 학습 · 기억 · 연상모델 • 예측에 의한 인식의 효율화 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습형 휴먼인터페이스 • 계층적 기능 모듈화 • 사람의 감정인식

항공기의 관제 및 자동항법장치와 관련한 항공학 분야, 산업자동화와 관련한 제조업분야, 기상관측 및 환경감시와 관련한 리모트센싱분야, 해저의 자원탐사 및 원자로와 같은 위험지역에서의 작업분야, 철도, 고속도로, 선박, 항공기 등의 교통관제분야를 비롯해 질병의 발견 및 치료 등의 의료 진단 분야까지 적용가능 분야는 수없이 많다. 그러나 센

서퓨존에 관한 연구의 역사가 짧기 때문에 그 기본 사고가 그다지 잘 정리되어 있지 않고 지침도 명확하지 않다. 따라서 이들 분야에 대한 금후의 연구를 위하여 앞으로의 연구개발 과제를 정리해볼 필요가 있다. 여기에서는 앞에서 언급한 분야별 과제가 아니라 센서퓨존의 연구 접근방법에 근거해서 정리하고자 한다. 접근방법으로서는 크게 두 가지

로 나누어 볼 수 있는데, 센서퓨존을 달성하기 위한 방법론에서의 접근과, 실제의 응용을 주체로 하는 응용면에서의 접근이 있다.

방법론으로부터의 접근에는 처리의 대상이나 계층의 레벨에 따라서 여러가지의 연구과제가 설정되어 있다. 우선 여기서는

- a. 생체감각통합모델의 구축,
- b. 계층적 병렬분산구조를 실현하기 위한 하드웨어의 개발,
- c. 처리구조의 기술론을 주체로 하는 소프트웨어의 개발,
- d. 이들 위에 실현하는 퓨존알고리즘의 개발

로 나눠 생각한다. 특히 처리 알고리즘에 대해서는 주어지는 알고리즘의 형식, 대상에 대한 사전지식, 구속조건의 유무나 표현 형식, 설정하는 환경, 시스템에 대응해야할 범위 등에 따라

- a. 신호처리·통계처리의 문제,
- b. 인공지능·지식공학의 문제,
- c. 신경회로망의 문제

로서 다루어진다. 또 응용면에서의 접근은

- a. 일반적인 대상을 가정한 센싱시스템의 구축수법의 연구,
- b. 실제 엑추에이터를 제어할 목적으로의 제어에의 응용,
- c. 구체적인 인식대상을 설정하고 있는 인식에의 응용,
- d. 그 중에서도 인간을 대상으로 하고 있는 휴먼 인터페이스에의 응용

문제로 나누어 정리한다. 표 2는 이상과 같은 문제에 입각한 미래의 센서퓨존연구를 위한 과제를 정리한 것이다.

7. 결 론

시스템의 지능화와 더불어 계층이 종래의 일차원적 계층에서 다차원적 계층으로 변화함에 따라 센싱기술에 대한 요구가 점차 다양화되고 복잡해져가고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해서는

종래의 단일 측정 목적을 실현하기 위한 단일 센서 중심의 센싱기술에서 복수의 센서 네트워크를 구성하여 이들로 부터의 데이터를 적절히 통합 또는 융합할 필요가 있다. 이러한 센서퓨존의 필요성은 군사분야는 물론 민간 산업분야에서도 절실히 요구되고 있고 그 응용에 관한 연구도 다양하게 진행되고 있다.

따라서 이와 같은 센싱기술을 해저탐사, 해양환경오염 방제 및 감시, 해양기상관측 및 예보, 항만관리 및 해상교통관제, 선박의 선체강도 모니터링, 기관고장진단, 자동항해시스템 등 우리가 접하고 있는 해양 및 선박분야에 보다 적극적으로 응용하고 새로운 기술개발을 위한 노력이 필요하리라 생각된다.

참고문헌

- [1] 石川, 센서퓨존, コロナ社, 1992.
- [2] 阪口, “神經回路網における情報表現,” コンピュータロール, No. 24, pp 70-81, 1988.
- [3] R. R. Brooks, *Multi-Sensor Fusion*, Prentice Hall, 1998.
- [4] M. A. Abidi, *Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence*, Academic Press, 1992.
- [5] Z. Korona, “Landing Aircraft Tracking using Fusion of FLIR and Laser Range Finder”, SPIE, Vol. 1956 Sensor Fusion and Aerospace Applications, pp.139 - 150, 1993.
- [6] 石川, “센서퓨존프로젝트”, 日本ロボット學會誌, Vol. 12, No. 5, pp.6 - 11, 1994.
- [7] 김인택, 이용기, “지형정보를 사용한 다중 지상 표적 추적 알고리즘의 연구”, 제어·자동화·시스템공학 논문지, Vol. 6, No. 2, pp.173 - 179, 2000.
- [8] 최진규, 하운수, “멀티센서 데이터 융합에 의한 차륜형 이동체 위치추정 시스템의 정도 개선에 관한 연구”, 한국박용기 관학회지, Vol. 24, No. 1, pp. 119 - 126, 2000.