

서비스오토메이션 산업의 현황과 발전 전망

下 增 男

한국과학기술원 전기 및 전자공학과

머리말

전자산업의 어느 소분야든 향후 20년을 전망한다는 것은 이제 불가능한 일이 되버렸을지도 모를 일이다. 혹자들은 미래를 전망하라는 요구를 받을 때 1년 뒤 예측이 어렵지, 10년 뒤를 말하는 것은 오히려 쉽다고 말하기도 하였다. 그러나 요즘은 사정이 다르다. 복제양사건과 같이 돌출사건들도 많이 일어나는데 더하여 인터넷을 이용한 정보교환으로 세상의 변화가 곱하기 형태로 예측불허의 혼돈상태를 만들기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 앞으로 반드시 일어날 것이라고 생각되는 새로운 분야인 「서비스 자동화」분야를 간단히 소개하고, 향후 모습을 전망해 보고자 한다.

〈표 1〉 Shift in Types of Works for Earning.

Trend	Types	Objects to Handle	Degree of Automation
↓	Industry of 1st kind (Agriculture)	Unstructured	□ Half-done
	Industry of 2nd kind (Manufacturing)	Hard Structured	○ Well-done
	Industry of 3rd kind (Service Area)	Soft & Flexible	△ Much to be done

서비스 오토메이션

「서비스」란 말의 사전적 의미는 “타인에게 도움을 주는 행위(Act of giving assistance to others.)”라고 되어있다. 보통, 우리는 고객입장에서 「서비스를 받는다」고 말하기도 한다. 레스토랑에서 웨이터가 친절하게 음식을 주문 받고 서브해주는 행위가 대표적인 서비스가 될 것이다. 이때 서비스에 대한 만족감을 톱이라는 정량적인 값으로 환산하여 나타내기도 한다.

「서비스」를 자동화한다는 그 배경 내지 목적은 무엇이며 기술적으로는 어떤 과제들을 풀어야 하는가, 서비스 자동화가 사회에 미칠 영향은 대체적으로 긍정적인 것인가—이런 내용들이 상당히 궁금해진다.

서비스 오토메이션 시스템(Service Automation System : SAS)은 이미 여러 가지 형태로 구현되어 있으며, 실제로 우리가 경험하기도 한다. 몇 가지 예를 들어보자.

(1) (대형)빌딩에서의 자동개폐문 시스템

사극에서 보면 궁중 임금이 거쳐하는 곳에는 꼭 궁녀가 있어 문을 열어주고 닫는다. 현대빌딩에서는 쓰닉센서가 있어 사람의 유무를 판단하고 자동적으로 문을 열어주고 닫아준다.

(2) 야구공 핏칭장치 또는 테니스 공 핏칭장치.

야구에서 팻팅연습을 하거나, 테니스에서 스트로크/렐리연습을 할 때 사람이 던져주는 대신 기계장치가 볼을 보내주는 장치이다.

(3) 원격의료 보조 시스템(Remote Medical Assistance System)

도시지역 등에서 긴급한 의료도움을 필요로 하는 경우 위성통신 등을 이용하여 환자의 상태를 모니터하면서 의료진단 및 처방을 하는 시스템

(4) 전화음성 자동안내 시스템

전화내선 접속 등 각종 안내사항을 녹음된 내용으로 안내하는 시스템으로서 88올림픽이래 큰 호응을 받고 있다. 백화점의 엘리베이터에서의 점포 안내, 마이크로 웨이브 오븐과 같은 가전제품의 사용안내 등에도 쓰인다.

(5) 서비스로봇

사람과의 직접/간접 상호접촉(interaction)을 통하여, 사람에게 도움을 주는 로봇으로서 개념 정립 단계에 있으며 다음과 같은 로봇을 이 범주에 포함시키고 있다.

● 안내로봇(Guide Robot)

주유소에 설치된 손님 유치용 단순로봇이 한 예이다. 단순동작 내지 조작을 통해, 소재나 내용물 안내를 하는 로봇은 많이 볼 수 있다.

● 가정용로봇(Household Robot)

오락용 또는 가사 보조용 로봇으로서 가정자동화

(Home Automation)의 중요 요소이다.

● 오락용 로봇(Entertainment Robot)

기타를 든 마릴린 몬로 마네킹이 노래를 부르는 로봇, 피아노를 치는 로봇 등이 이에 속한다.

● 청소용 로봇(Cleaning Robot)

비행기, 대형빌딩 유리창 등 청소용으로 개발된 로봇

● 보초로봇(Sentry Robot)

주택지, 건물 또는 일정지역의 순찰을 하는 로봇

● 우체부로봇(Mailman Robot)

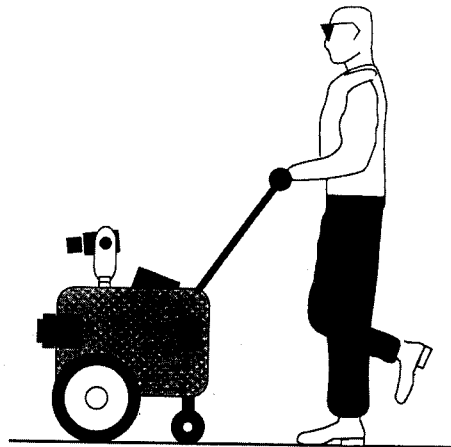
대형복합건물 내에서 우편물 등을 지정된 곳 또는 사람에게 전달하는 로봇.

● 의료용 수술 보조 로봇(Medical Surgery—aid Robot)

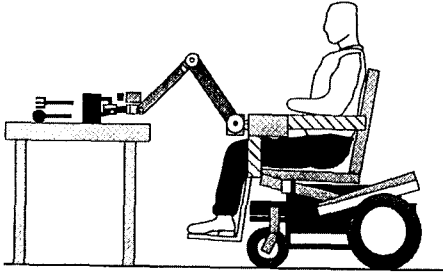
훌륭한 수술전문외과과가 되기 위하여 장구한 경험이 필요하나, 필요한 경험을 얻었을 때는 의사 자신이 노약하게 되어 집도시 손이 떨리는 경우가 많다. 이때 로봇을 이용하여 미세한 작업을 할 수 있도록 함으로서, Master—slave 로봇 시스템을 이용하여 정밀수술을 가능하게 할 수 있다. 일종의 간호로봇이라고 볼 수 있을 것이다.

● 간호로봇(Nurse Robot)

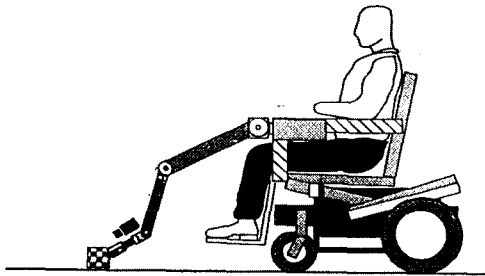
병원, 재활원 또는 양로원 등에서 환자나 지체부자유자를 도와주는 로봇.



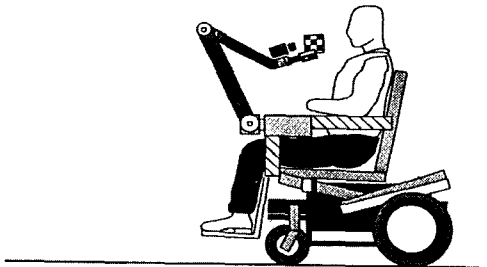
〈그림 1〉 맹도견 로봇



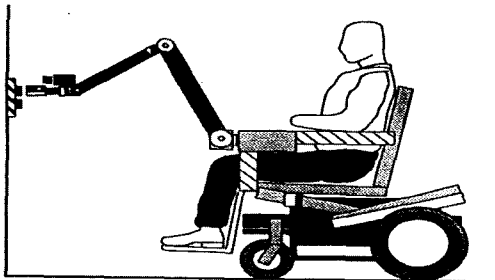
Picking small objects on the table



Picking small objects on the floor



Moving objects to the mouth



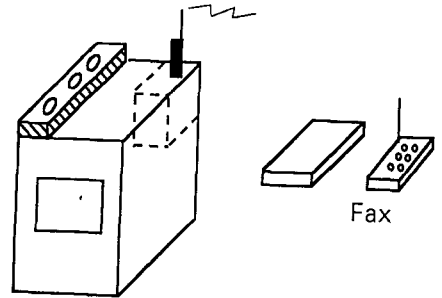
Operating wall switches

(그림 2) 재활로봇 시스템

신체부자유자가 정상인과 같은 신체적 행동 조건을 갖도록 도와주는 각종 장비 및 시스템. 그림 1에 보인 맹도견 로봇, 그림 2에 보인 휠체어로봇 시스템 등이 좋은 예가 될 것으로 현재 필자의 연구실에서 개발 중에 있다.

(7) 수리서비스 자동화(Repair Service Automation)

자동차 등의 수리 서비스를 자동화하는 것은 현재, 전문가의 노하우(know-how)와 관련 장비위주로 되어있으나 제품이 모듈화되고 제어운영시스템이 IC집적회로를 이용하여 소형화되었으며 원격리 통신이 쉬워지면서 수리서비스의 개념이 달라질 것으로 보인다. 그림 3에 보인 바와같이 세탁기와 같은 가전제품이 고장났을 때 전화를 끊고 연결시키면 본부에서 Test Signal을 보내고 그 반응을 봄으로서 고장진단과 대응방안을 fax로 보내주는 방법 등이 가능할 것으로 예상된다.



(그림 3) 통신기반 가전제품수리(예)

(8) 자동차 세척 시스템(Car Wash System)

현재 많이 이용되고 있는 자동차 세척장치는 실용적인 서비스 자동화시스템의 좋은 실례 중 하나이다.

「서비스」를 하나의 생업으로 보면 발전단계로 보아 가장 진보된 형태의 산업이 된다. 즉 1차산업인 농업 또는 수산업 등의 단계에서 시작하여 생산제조업인 제 2차 산업을 거쳐, 무형의 서비스를 제공하고 반대급부를 받음으로서 생계수단을 삼는 서비스 산업이 제3차산업이 된다는 것이다. 이 3차산업을 자동화하고자 하는 경우, 현재는 많은 해

〈표 2〉 Value Added Employment [1].

	\$ B	%	Millions	%
Government and Government Enterprises	735	15	25.3	20
Goods Sector	1247	26	25.3	21
Service Sector	2891	59	70.1	59

결해야 할 과제들이 남아있다(표 1 참조).

닐슨에 의하면, 1992년 현재 미국 경제 활동내지 고용의 75%정도가 서비스분야라고 지적하고 있다(Table 2 참조)^[1]. 이 통계가 다소 시간이 지난 것이지만, 한국의 경우도 선진국이 될 때는 서비스부터가 이런 규모로 커질 수 있다는 사실에 주목할 필요가 있다. 향후 서비스 자동화의 주요 대상이 될 영역으로는 보건 및 간호(Health and Human Care)분야, 건물/건축(Building and Construction)분야, 원격탐사(Remote Exploration)분야, 여러 종류의 교통(Transportation)분야, 공급망(Supply Chain)분야, 요식업(Food Service)분야, 그리고 오락업(Entertainment)분야 등이 가능하다.

향후 생업활동의 대부분을 차지할「서비스 산업」에 있어, 중요한 과제는 서비스 자동화를 어떻게 실현하느냐하는 문제이다. 서비스자동화는 산업생산 자동화(Industrial Manufacturing Automation)와 비교하면 여러 면에서 많이 다르다. 생산시스템에서는, 생산비용이나 일련작업시간의 감축, 자원활용의 극대화 또는 뉴디자인 등을 통한 제품 가치 향상 등이 R&D의 주 이슈이다. 반면에 서비스자동화시스템(SAS)에서는 성능개선의 목적이 이윤추구 내지 생산성 향상에 있지 않다는 점, 시스템 운영상 피이드백되어야 할 상태변수의 측정 내지 정량화가 어렵다는 점, 그리고 무엇보다도 시스템의 상대역이 사람들 자신인 경우가 많다는 점 등이 단적으로 다른 특성들이라고 볼 수 있다. 이러한 특성들을 감안한 좋은 서비스 제품을 만들기 위하여 극복할 R&D 과제는 한 두가지가 아니다. 서비스 제품을 계획하고 개발하는데는 산업제품의 과정과는 반대로 여러 분야에 걸쳐 수평적, 학제적 상호연계가 필요하다. 또한 서비스 제품은 표준화(Standardization)가 쉽게 되지 않으며 그 종류가

다양하다는 점, 또 유행에 민감하여 변화무쌍할 수 있다는 점 등이 서비스자동화의 큰 거침들로 자리하고 있는 셈이다.

서비스로봇(Service Robot)

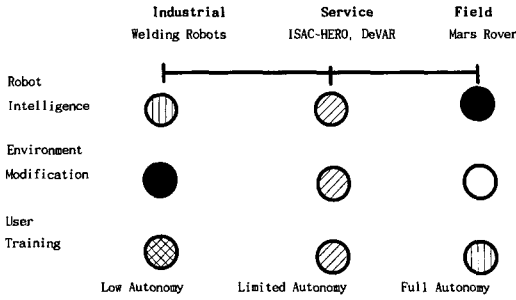
서비스 로봇은 사람의 활동을 대신하거나 보조하는 등 유용한 작업을 수행하도록 만들어진 비산업용 로봇이다. 이는 여러 종류의 감지장치(Sensor Devices)로 장착되고, 비구조적 환경에서 작업을 수행하며, 많은 경우, 공공 장소에서 보통 사람을 상대한다. 따라서 서비스 로봇을 설계할 때는

- 사용의 용이성
 - 안정성
 - 친화적 인터페이스
 - 간단한 구조/부드러운 외양
 - 신뢰성/강인성
- 등이 중요한 고려사항이 되어야 하며,
- 경제성
 - 무선통신기능

도 대중화와 원격조정 내지 원격리 활동(telexistence)을 위하여 중요한 요인이 될 것이다.

서비스로봇은 기존의 산업용 로봇이나 화성 탐사용 로봇인 Mars Rover와 같이 완전 자율 로봇인 필드로봇(Field Robot)과는 지능면이나, 환경조정면에서 또 사용자의 간섭도면에서 그 정도가 중간 정도된다고 이해되고 있다.(그림 4 참조)

앞에서 우리 주변에서 볼 수 있는 여러 종류의 서비스로봇에 대해서 간단히 소개한 바 있으나, 서비스 로봇에 대한 개념을 보다 구체적으로 정립하고 적절한 분류(Classification)작업을 통하여 체



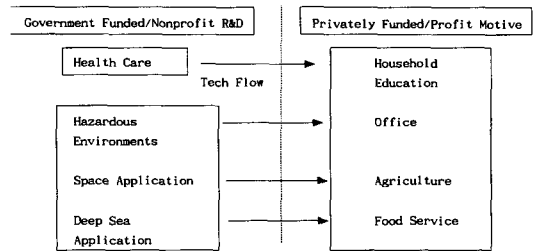
〈그림 4〉 Spectrum for robot development.^[4]

계를 확립하는 것이 중요하다. Nostrand와 Sampson^[5]이 정리한 서비스 산업 로봇의 분류 및 R&D자원 방법과 기술의 흐름도를 그림 5에 보이고 있다. 이 그림에 나타난 각각의 분야에 대하여 다시 세부적으로 설명하자면 다음과 같다^[5].

1. 건강 간호(Health Care) 분야
 - a. 병원용 : 간호부 보조, 수술보조, 기타
 - b. 지체 장애자용 보조기구 : 음성구동장치, 기타
2. 교육(Education)분야
 - a. 티칭보조자료
 - b. Attention motivators(Talking, singing, dancing)
 - c. 로봇기술 교육
3. 사무실 환경(Office Environment)분야
 - a. 우편배달
 - b. 커피 서비스/음식전달
4. 가사용(Household Use)
 - a. 가정잡일(청소, 잔디깎기)
 - b. 개인용 서비스(술서브, 음식서브, 친구하기 등)
5. 위험한 환경(Hazardous Environment)
 - a. 소방
 - b. 방사능 물질제거
 - c. 폭탄제거, 독가스원천제거
6. 스페이스 응용(Space Application)
 - a. 우주작업
 - b. 조립, 고장수리 등
7. 심해응용(Deep Sea Application)
 - a. 심해탐사
 - b. 구조

8. 농업(Agriculture) 등
 - a. 씨뿌리기
 - b. 수확
9. 음식물서비스(Food Service)
 - a. 음식물 준비
 - b. 음식물 전달 및 세척

Nostrand와 Sampson은 위에 열거한 서비스분야 기술들이 이미 실험단계를 대부분 끝내고, 시장 진출이 가시화되고 있다고 주장하고 있다^[5]. 그러나 많은 R&D이슈가 풀려야 하며 보다 체계적인 연구가 수행되어야 한다고 생각한다.



〈그림 5〉 R&D Funding and Technology Flow in the Service Robot Industry.^[5]

재활용 서비스 로봇

본란을 통하여, 중요한 서비스로봇의 일종인 지체장애자(Disabled)나 노년층(Elderly)을 위한 재활용 서비스 로봇에 대해 좀 더 알아보기로 한다.

국내에는 95년 말 현재 105만 3천여 명의 장애인이 있으며 이들 중 88%가 질병, 사고 또는 재해와 같은 후천적 원인으로 인해 장애인이 된 것으로 조사되고 있다^[3]. 국가별로 법정 장애인 수를 인구대비 백분을 값으로 하여 표 3에 나타내었다. 이 표에서는, 국가에 따라 “장애자”에 대한 정의가 다르기 때문에 상당한 차이가 나는 것으로 보인다. 이는 점을 이해하시기 바란다.

한편, 연령별 분포를 보면 지체부자유자들 중 44% 이상이 60세 이상이라는 점과 이 숫자는 인구노령화에 의해 더욱 증가될 것으로 예상된다는 점

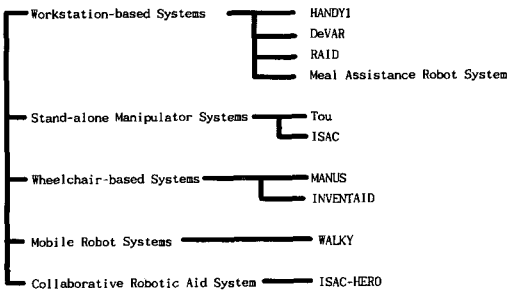
(표 3) 법정장애인 수(인구대비 백분율)

호주('87)	미국('91)	일본('91)	한국('95)
15.6%	14.5%	3.5%	2.35%

이다. 모든 정상인도 “예비장애자”라는 관점에서 볼 때 장애자/노약자를 위한 서비스 자동화 사업은 반드시 관심을 갖고 추진되어야 할 사항이라고 본다. 선진국에서는 많은 종류의 장애자용 서비스 로봇이 20년전부터 개발되고 있다. 일례로 하드웨어 구성에 따른 시스템 사례를 Table 4에 보이고 있다. 그림 6에는 Vanderbilt대학 Kawamura교수팀에서 개발 중인 장애자용 서비스로봇시스템의 구성 예를 보이고 있다.

(표 4) Service Robots for the Disabled and the Elderly.

Based upon system Hardware Configuration.



중요 R&D토픽과 소프트웨어 기술의 활용

서비스 오토메이션산업이 광범위한 영역에 걸쳐 상호 관련되어 있으므로, 공통되는 기반기술들을 정의하고 아울러, 제한된 연구재원의 효율적 사용을 위한 연구계획과 전략이 필요할 것으로 보인다. 서비스 시스템의 특성상 기반기술 확보를 위한 보다 중요한 연구토픽으로는 다음과 같은 항목들을 생각할 수 있다 :

- 고장진단 및 자동처리기술
- 안정성 표준화(Safety Standards)

- 각종 감지장치(Sensor) 통합화(Integration) 기술
- 우호적 인간-기계 인터페이스(Friendly Human-Machine Interface)의 설계 기술
- 지능시스템 설계기술 또는 소프트웨어 기술

특히 소프트웨어 기술은 기존의 수학적 기반 기술들의 제한성을 보완하는 새로운 기법으로 많은 관심을 받고 있다. 소프트웨어이란 부정확하거나 불확실한 개념이나 정보를 처리하는 기술로서 인간의 의사 결정과정을 모사(Emulation)하는 체계를 갖고 있다. Von Neumann식 컴퓨터나 고전논리체계에서 다루는 계산법이나 정보처리 철학은 애매성/불확실성을 용인하지 않는 정확한 계산법과 정보처리에 있어서 그 추론은 모순이 배제된다. 이를 하드 컴퓨팅(Hard Computing)이라고 부른다. 이와는 달리 인간은 비정량적인 근사적 양을 언어적인 방법으로 추론할 수 있으며, 인간이 갖고 있는 지식으로는 퍼지 IF-Then규칙 형태로 저장되고 이용되는 것이 많다. 또한 학습하고 최적해를 찾는 방법도 이론적 체계화를 거부하고 있으며 수학적으로 정리되지 않는다. 이러한 인간의 계산법과 정보처리-저장기술을 직접 모델링하여 기술적으로(Technically-Not Scientifically)체계화한 것이 소프트웨어 기술이다.

현재까지 잘 알려진 기술로는

- 퍼지논리
- 인공신경망회로
- 확률적 추론법
- 유전자 알고리즘
- 인공생명

등이 있으며, J.Bezdek과 같은 일부학자들은 소프트웨어 기술은 인공지능(Artificial Intelligence)과 구별하여 계산지능(Computational Intelligence)이라고 부르기도 한다.

서비스산업 자동화를 구현하는데는 기존의 하드 컴퓨팅 기술과 함께 소프트웨어 기술이 필수적이며 중심적인 역할을 할 것으로 전망된다. 이유는 간단하다. 소프트웨어 기술이 인간이나 동물이 하는 정보처리 또는 행동양식을 가장 단순한

방법으로 쉽게 모사하고 있으며 따라서 인간 우호적 시스템(Human-Friendly System)을 구현하는데 매우 효과적이기 때문이다.

결론

서비스 산업이 한 국가의 전체 경제활동에서 차지하는 비중은 선진국이 될수록 크다. 한편 선진국 일수록 경제활동에 직접 투입되는 인간자원은 적어진다. 따라서 서비스 산업이 자동화된다는 것은 필연적인 수순이라고 생각한다. 서비스산업의 경제규모가 큰 만큼 서비스 오토메이션 산업 역시 방대할 것으로 전망된다.

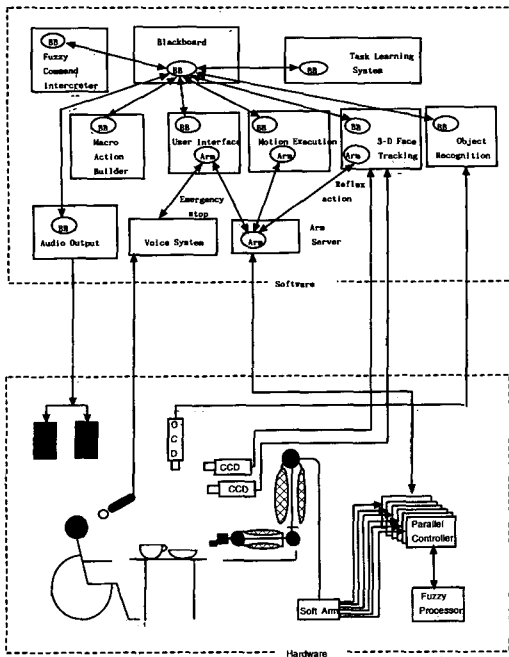
결론적으로 서비스오토메이션시스템(SAS)에 대한 체계적인 R&D활동이 필요하다. 서비스로봇을 위시하여 이런 저런 종류들이 사실이나, 그 다양성과 적절한 활용 기술의 부재로 인하여, 서비스

오토메이션 분야는 아직 초보적인 개념인태의 단계에 있다고 본다. 공장자동화(FA)가 기계중심 관점에서 설계되고 활용되고 있다면, 서비스 자동화(SA)는 인간중심 관점에서 연구되고 구현되어야 한다.

SAS 중 향후 구체적인 발전이 이루어질 항목 중에 하나는 서비스로봇이라 보여지며 그 중에서도 재활용로봇에 대한 연구개발은 우리의 미래를 대비-준비하는 관점에서도 중요하고 필요하다고 생각된다. 기술적으로는 소프트 컴퓨팅 기술과의 접목을 통하여 지능시스템(Intelligent System)으로의 발전이 기대된다.

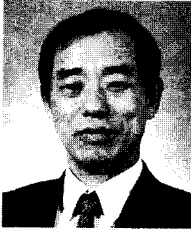
참고 문헌

- [1] K. W. Nielson, "Automation in New Fields :The Service and Transportation Perspective", IEEE R&A Magazine, Vol. 3, No.3, September 1996.
- [2] Z.bien and W-H Zhu, "Service Robotics with Special Attention to Surgical Robots and Rehabilitation Robotics," KITE Journal of Electronics Engineering, vol. 7, no. 1,pp. 13-24, March, 1996.
- [3] 보건복지부 사회복지정책실 장애인 복지과 "95장애인 실태조사 보고서", '96. 2. 3.
- [4] K.Kawamura, R.T.Pack and M.Iskarous, "Design Philosophy for Service Robots," Proc. of Int'l Workshop on Biorobotics : Human-Robot Symbiosis, Tokyo, 1995.
- [5] J.W.Nostrand and E.L.Sampson, "Service Industry, Robots In", in Int'l Encyclopedia of Robotics : Application and Automation (edited by R.C.Dorf), vol. 2, pp. 1571-1579, Wiley 1988.



(그림 6) Software and Hardware modules in the ISAC system

저 자 소 개



下 增 男

1943年 10月 11日生

1962年 3月~1969年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과(B.S)

1970年 9月~1972年 5月 The Univ. of Iowa, Dept. of Elec. Eng(M.S)

1972年 9月~1975年 12月 The Univ. of Iowa, Dept. of Mathematics (M.S)

1972年 9月~1975年 12月 The Univ. of Iowa, Dept. of Elec. Eng (Ph.D)

1991年 1月~1991年 12月 대한전자공학회 편집위원장

1991年 3月~1992年 2月 한국과학기술원 교수협의회장

1992年 3月~1993年 8月 한국과학기술원 교무처장, 학장 겸 교무처장

1991年 12月~1995年 12月 한국퍼지시스템학회 회장

1991年 4月~1996年 4月 한국과학기술원 산업전자기술연구센터장

1996年 5月~현재 한국공학원 창립회원

1997年 8月~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 교수

주관심 분야 : 제어 및 자동화, 서비스 로봇릭스, 퍼지 및 소프트웨어컴퓨팅