

◆특집◆ 실버공학

실버공학 기술개발

전경진*

Silver Engineering Technology

Keyoung Jin chun*

Key Words : Silver Engineering Technology (실버공학기술), Elder (노인), Human Interface (인간 인터페이스), Biomechanics (생체역학), Mechatronics (메카트로닉스), Rehabilitation (재활), Quality of Life (삶의 질), GDP (국민총생산), Silver Product(실버제품)

1. 실버공학의 개요와 필요성

1.1 실버공학의 정의

21세기 사회·경제적 주요 계층인 노인 인구의 신체 기능을 증진시키고, 이들의 독립적 일상생활권 확보를 통하여 증가 추세에 있는 노인 복지에 대한 국가적 비용을 감소시키며, 삶의 질을 개선하기 위한 제반 공학기술이다.

1.2 실버공학의 필요성

2000년 기준으로도 전 국민의 약 7% (약 350만명) 이상을 차지하고 있는 노인 인구에 대한 복지 및 취업 문제는 이미 중요한 국가 정책적 문제로 대두되고 있으며, 의료기술의 발전에 따른 65세 이상인 노령 인구가 2000년 전체인구의 7%(고령화 사회), 2019년 전체인구의 14%(고령사회)로 급속히 증가되고 있다<Fig.1>.

(단위 : 만명,%)

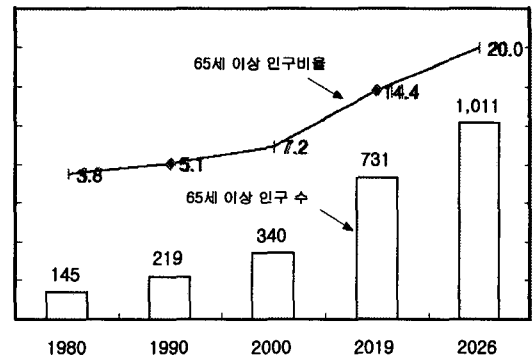


Fig. 1 우리나라의 인구고령화 추세 (미래 인구 전망, 통계청, 2001)

고령화 사회에서 고령사회로 진입하는 년수는 프랑스 115년, 스웨덴 85년, 미국 75년, 캐나다 65년, 스위스 53년, 영국 45년, 일본 26년, 한국 19년으로 세계에서 가장 빨리 진입할 것으로 예측된다<Fig.2>.

2000년 25~64세의 경제활동인구 약 7.6명이 노인 1명을 부양하고 있으나, 2010년에는 약 5.5명, 2030년에는 약 2.4명의 경제활동인구가 노인 1명을 부양해야 한다<Fig.3>.

* 한국생산기술연구원 시스템엔지니어링팀, 수석연구원

Tel. 041-589-8414, Fax. 041-589-8413

Email kjchun@kitech.re.kr

생체역학, 실버공학, 기계역학분야에 관심을 두고 연구활동을 하고 있다.

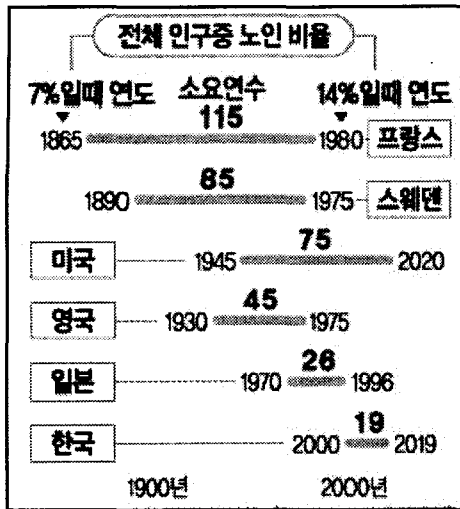


Fig. 2 노인인구 (65세 이상) 증가속도 (보건복지백서, 보건복지부,2001)

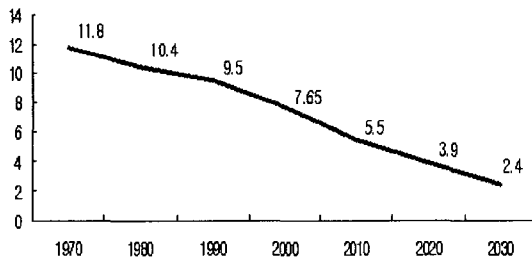


Fig. 3 노인인구 (65세 이상) 한 명당 경제활동인구 (25~64세)의 비율 (미래인구전망, 통계청,2001)

Table 1 고령화와 경제성장률 (비전2001, 한국개발연구원, 2001)

연도	경제활동참가율 (%)	취업자수(천명)	경제성장률(%)
1985	56.6	14,970	6.5
1990	60.0	18,085	9.0
1995	61.9	20,432	8.9
2000	60.7	21,677	8.8
2005	63.5	23,643	6.2
2010	64.3	24,836	5.2
2020	64.1	26,311	3.2
2030	62.6	26,189	1.7

또한 고령화에 따른 경제성장률은 2000년 기준으로 2010년에는 3.6%, 2020년에는 5.6%, 2030년에는 7.1% 감소가 예상된다(Table 1).

고령인구의 수가 위와 같이 급격히 늘어나고 노인들의 경제활동 욕구는 점차 증가하고 있으나 일자리의 증가는 이에 미치지 못해 향후 사회적으로 큰 문제가 야기될 가능성이 존재한다. 핵가족화와 급격한 사회변화 등으로 인해 사회와 가정에서 느끼는 노인들의 소외감은 더욱 커지고 자식과의 동거를 거부하고 독신 거주 노인들이 모여 사는 새로운 거주형태의 비중이 늘어나면서 노인 소외 문제는 더욱 심화될 전망이다.

이와 같은 문제점들에 대비해서 노인 복지산업 (일명 실버산업)은 미래의 중요한 새로운 산업 분야로 발전되어야 할 것이다.

1.3 실버산업의 종류

실버산업은 ①홈 헬프, 유료 노인 홈, 노인보건 시설, 복지용구의 임대, 재택호스피스 등과 관련된 장기요양 서비스 분야, ②보행보조기구, 고령자 위험방지 주택, 자동차 등과 관련된 위험방지/안전시설 분야, ③고령자 진료소, 요양 및 의료정보 제공 서비스, 건강식품, 스포츠클럽 등에 관한 의료/건강 분야, ④음악/영화/게임, 여행/취미/오락, 애완동물 관련 서비스 등에 관한 여가/오락 분야, ⑤금융서비스, 민간보험, 이주지원서비스, 노인복지, 식사택배 서비스 등에 관한 생활 분야, ⑥문화정보시장, 노인 대학, 자격비즈니스, 컴퓨터 등에 관한 정보/학습 분야로 6개의 분야가 있다(고령사회의 도래에 따른 기회와 위협, 삼성경제연구소, 2002). 위의 6개 분야에서 ①장기 요양서비스 분야②위험방지/안전시설 분야, ③의료/건강 분야, ④여가/오락 분야 등에는 실버공학(Silver Engineering)에 많은 기반을 두고 있다.

1.4 실버공학 핵심기술

실버공학기술은 21세기 차세대형 생체의료기술 및 재활의료산업을 선도 할 수 있다. 특히 각 분야에서 기 개발 상용화된 재래식 기초기술들을 생체에 최적인 조건으로 도약 발전시킬 수 있다는 점과 선진국에 비하여 취약한 생체의료기술 기반을 극복할 수 있다는 점에서 복지산업 뿐만 아니라 국내 전 산업 분야에 대한 핵심 기술 파급효과는 지대하리라 예상된다. 이와 함께 이 기술은 생체에 관련

된 핵심 기술을 궁극적으로 통합하고 인체와 완벽한 호환을 갖추게 하는 최첨단 기술을 창출하고 부가적으로 상업적 부가가치가 극대화되는 차세대형 응용기술을 파생시킬 수 있다. 이 분야의 핵심기술에 포함되는 생체역학, 생체 in vivo 및 바이오 센서, 인공신경신호처리, 생체나노테크놀로지, 생체적합 초소형 구동장치 및 동력원, 생체재료/가공기술, 신지식 임상의학 및 3차원 생체공학 해석/설계 및 정밀제어기술은 국내 산업 발전을 위하여 뛰어난 상업적 특성을 갖고 있을 뿐만 아니라 매우 포괄적이며 미래지향적 성격을 갖고 있으며 국내 취약한 기술적 기반을 극복하고 복지사회를 건설할 수 있는 의학-공학 간 통합적인 핵심적 기술이다(Fig.4).

실버공학기술은 유럽국가, 미국, 캐나다, 호주 등 복지선진국에서는 이미 중요한 산업기술로 자리 잡고 있으며, 단순한 수동 형태를 벗어나 지능화된 형태로 발전하고 있어서 지체 부자유한 노인들이 편리하게 사용하고 일상생활에 잘 적응할 수 있도록 지속적인 발전을 하고 있다. 우리나라도 수요가 급속히 팽창되고 있어, 향후 10년 이내에 최고 유망한 산업기술 분야의 하나로 발전될 수 있을 것으로 예측된다.

실버공학기술의 내용들은 노인 운동기능 증진·회복 기술, 노인성 질환자 응급 모니터링 기술, 노인용 자립형 이동지원 기술, 노화장기 보조 기술, 맞춤형 생활환경 설계 및 제어 기술, 지능형 홈케어 시스템 기술 등에 관한 기술들로 분류될 수 있다.

2. 실버공학기술의 내용

2.1 노인 운동기능 증진·회복 기술

노인 운동기능 증진 기술은 인체 운동 분석 및 근골격-신경계 작용에 대한 정량적 이해를 바탕으로 하여, 질병, 사고 또는 노화 등에 의하여 손상/약화된 신체 운동기능의 복원을 위한 보조 장치의 개발을 포함하는 기술이다.

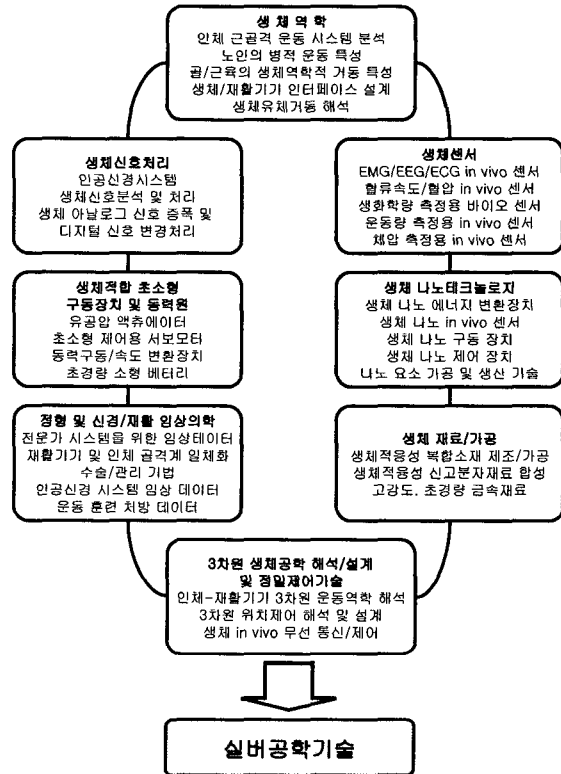


Fig. 4 실버공학 핵심기술

재활치료가 필요한 일시적 근골격계 장애를 포함시키는 광범위한 근골격계 병리적 현상을 보이는 노인 인구를 대상으로 하며, 이러한 노인 인구에 대해 질환의 조기 진단과 재활치료 훈련시에 질환 진행, 회복 정도를 다단계로 정량적으로 측정, 분석하며 치료 훈련에 대한 처방을 전문가의 도움 없이 내릴 수 있는 가상 전문가 시스템을 포함한다.

운동특성측정 및 훈련시스템에는 ① Passive Unconstrained 3차원 운동 측정 및 훈련시스템, ② Isometric 운동특성 측정 및 훈련시스템, ③ Isotonic 운동특성 측정 및 훈련시스템, ④ Isokinetic 운동특성 측정 및 훈련시스템이 있다. 또한 운동특성 분석시스템에는 ① 3차원 동작분석 시스템, ② 근전위, 심전도, 산소소모량 혈압, 혈당변화량 분석 시스템, ③ 인체 관절 모멘트 분석 시스템, ④ 근골격 피로도 분석 시스템이 있다. 그리고, 진단 전문가 시스템에는 ① 병리적 근골격 기능 진단 시스템, ② 피검자별 최적 훈련 조건 판단 시스템, ③ 피검

자별 최적 과정 판단 시스템 등이 있다.

2.2 노인성 질환자 응급 모니터링 기술

노인성 질환자 응급 모니터링 기술은 노령인구 특히 핵가족화로 인해 점점 그 수가 증가하고 있는 독거노인들에게 신체기능 및 행동 모니터링 기술을 통해 차별감이나 위화감이 없는 체계적이고 안정적인 건강관리 시스템을 제공하여 건강한 노년을 맞이할 수 있도록 하는 데에 그 목적을 두고 있다. 노인성 질환자 응급 모니터링 기술의 내용은 크게 신체기능 모니터링 기술과 행동 모니터링 기술을 포함한다.

신체기능모니터링 기술은 가령(加齡)으로 인한 생체 각 기관의 노화진행과 감각기관의 퇴화로 인하여 신체 이상 징후를 인지하기 어려운 노령자가 특별한 끈기와 인내심 없이도 일상생활에서 비관혈/무구속/무자각 생체계측을 통하여 건강체크가 주기적으로 이루어짐으로써 노인성질환의 발병을 조기에 예측할 수 있는 생체 계측 기술이다. 이들 기술로는 재택 건강관리를 위한 생리량 무구속/무자가 자동 계측 시스템 기술, 요실금 모니터링 시스템 기술, Tactile 센서를 이용한 장기 변형 및 진단 측정 시스템 기술이 있다. 행동 모니터링 기술은 노인에게 대해 차별감이나 위화감을 주지 않고 자연스럽게 무구속/무자각으로 일상 행동을 모니터링하여 위기상황을 개호자에게 알려주며, 일상 행동의 분석을 통하여 신체 이상 징후를 예측하여 노인 건강관리를 체계적이며 안정적으로 수행한다. 이들 기술로는 일상생활 모니터링 기술, 배회 방지 관리 시스템 기술, 보행평가 및 실족(falling) 모니터링 기술이 있다.

2.3 노인용 자립형 이동지원 기술

신체 부자유한 노인을 위한 자립형 이동지원기술의 개념은 개호인이나 다른 유사한 역할을 하는 사람의 도움 없이도 재활이동기기(예를 들면, 휠체어)를 이용하여 실내외를 스스로 이동하며 일상생활을 할 수 있게 하는 기술 전체를 의미한다. 이러한 자립형 이동지원기술은 첨단 지능형 재활보조시스템을 통한 일상생활(ADL)지원을 가능하게 한다.

이 노인용 자립형 이동지원시스템은 실외 이동지원시스템과 실내 이동지원 시스템으로 구분된다. 실외 이동지원시스템은 수동/전동 전환형 휠체어,

IPWS(Intra Power Wheelchair System), 노인용 지역 이동형 전동차와 저상버스 등이 있다. 실내 이동지원시스템은 천정 주행 이동 리프트와 실내 주행형 리프트, 실내 휠체어용 환경제어장치(ECS)등이 있으며, 또한 향후 개발될 기술로는 BMI(Brain Machine Interface)기술을 사용하여 실시간으로 인간의 의지에 따라 이동장치를 제어하는 시스템의 개발과 인공지능(AI)리프트와 영상과 음성 등의 매체를 이용하여 사용자와 관리자가 서로 대화를 주고 받는 쌍방향 대화형 시스템의 개발, 사용자의 장애 정도나 특성을 파악하여 안전 및 불편사항을 판단하고 스스로 서비스하는 시스템의 개발 등이 있다.

2.4 노화장기 보조 기술

노화에 따른 장기의 기능 약화 및 상실은 노인의 독립적이고 정상적인 생활을 불가능하게 하는 치명적 요인이다. 노인의 경우 시각 및 청각 등의 감각 기능 및 근골격계의 운동 기능의 약화 및 상실이 큰 문제로 지적된다. 우리나라의 장애인 중 지체 장애 (61.5%), 시각 장애 (10%), 청각 장애 (9%)가 차지하는 비중이 전체 장애인의 80% 정도이다. 따라서 감각 기능 및 운동 기능의 보조 및 대체할 수 있는 인공 장기의 개발은 고령화 사회에서 노인의 삶의 질 향상 및 복지에 큰 비중을 차지한다.

따라서 청각 및 시각 등 감각 기능 회복 및 운동 기능의 보조 및 회복 기술에 관한 연구가 세계적으로 활발히 수행되고 있다. 그리고 노인의 운동 기능 대체용 장기 중 인공관절은 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 다양한 범용 인공관절이 개발되어 판매되고 있다. 범용 인공관절은 환자 개인의 골격 및 질환 상태에 따라 부적합하게 사용될 수 있으므로 환자에게 적합한 주문형 인공관절의 필요성이 증가하고 있다.

이 분야의 기술은 인공 각막, 인공 망막 칩, 신호 및 신경의 인터페이스 기술을 연구하여 시각 기능의 회복을 위한 인공 눈의 개발기술과 이식내이, 이식형 인공중이 및 고성능 디지털 보청기 등 청각 기능 회복장치의 개발기술 등이며, 또한 환자 개인의 골격 및 질환 상태에 따른 주문형 인공관절 개발기술을 포함한다.

2.5 맞춤형 생활환경 설계 및 제어 기술

맞춤형 환경설계 기술은 노화로 인하여 신체의 기능이 약해지거나 상실된 노약자 개개인에게 적합한 환경을 설계하여 제공해 주는 기술이다. 노약자 군(群)을 장애 유형별로 나누어 각 유형에 맞는 생활 보조 기기와 주거 환경 등을 제공하는 것이 종래의 지원 방식이었으나 앞으로는 첫째, 노약자의 장애의 정도 및 잔존 능력, 직업 및 그에 따른 주위 환경, 개호인(care taker)의 유무 및 개호인의 직능 등에 따른 상이한 사용자의 요구사항과 둘째, 공공 복지 정책의 증진, 노약자에 대한 의식 증진 및 독립적인 삶 영위 등에 따른 사회적 요인 셋째, 노약자의 경제력 향상, 연금, 보험 등의 보장제도 확장 등에 따른 삶의 질의 고급화 등과 같은 요인으로 인하여 노약자 개개인에 적합한 맞춤형 환경이 요구된다고 할 수 있다.

이 맞춤형 환경 설계 기술에 포함되는 기술로는 기능(function), 특성(characteristics), 제약조건(constraints), 인터페이스(interface)등을 종합적으로 고려하여 생활 구성요소들을 조합하여 최적의 생활 환경을 설계하는 시스템 설계 기술, 생활환경을 구성하는 요소들의 최적 인터페이스와 통신방식 설계 기술, 실감 있는 가상체험을 위한 가상현실 시뮬레이션 설계 기술, 노약자 개개인에 적합한 보조 기기와 연계된 건축 환경 설계 요소 개발, 노약자와 개호인이 공히 용이하게 사용할 수 있는 동력 보조 장치의 개발, 기존의 생활보조기기의 데이터 베이스화, Ergonomics를 이용한 가구 및 보조기기 배치의 최적화, Adaptable Component Design, Design Concept에 따른 환경 구성요소의 구성 및 설계, High Tech Assistive Devices (고가, sophisticated) 및 Low Tech Devices (저가, 실용적)의 개발, 장애의 정도에 따른 이동, 환승 및 기능 보조기기의 설계 등이다.

2.6 지능형 Home Care 기술

지능형 홈케어 시스템(Intelligent Home Care System)은 노인용 식사지원, 배뇨/배변 지원, 목욕 지원, 침대시스템 등의 지능형 생활보조기기와 최소한의 개호인으로 노인들을 돌볼 수 있는 장치들을 개발하고, 이것들을 Internet을 이용하는 Web Based 모니터링 시스템을 통해 가족, 친지 및 의사들이 노인의 생활을 지원할 수 있도록 하는 시

스템이다.

이 지능형 홈케어 시스템을 이용하면 의사는 화상 대화를 통해 진단과 치료를 상담할 수 있을 뿐만 아니라, 가정에 설치된 휴대용 진단기나 신체 부착형 진단을 통해 장애자나 환자, 노약자의 건강 상태를 모니터링을 할 수 있다. 또 거동이 불편한 노인들도 개호인의 도움이 없이 독자적으로 샤워나 배뇨/배변 등 일상생활을 영위할 수 있어서 노인의 원활한 사회 참여 유도과 일상생활의 편의성을 증진시킬 뿐만 아니라, 개호인의 숫자를 줄일 수 있어서 이들이 일반 경제활동에 참여 가능하게 함으로써 국민 생산 증대에도 기여하게 할 수 있다.

3. 결 론

실버공학기술은 사회적인 측면에 있어서 인간 수명의 연장으로 인해 점차 그 수가 증가하고 있는 노인인구의 건강복지 및 사회 문제에 대해 국가적인 차원에서의 해결책 마련이 시급한 상황이라는 필요성을 기반으로 하고 있다.

기술적인 측면에서는 인간과 기계가 상호 인터페이스되는 기술로서 현재까지 이미 상당한 수준으로 개발 되어있는 기계, 전자, 소재, 의료 등의 전통적인 기술에 IT, BT, NT 등의 새로운 분야의 기술을 인간에 맞게끔 추출·조합하고 지능화시켜 인체의 생물학적 기능을 회복시킬 수 있는 초정밀 메카트로닉스 제어기술에 컴퓨터 기술과 신호처리 및 유무선 통신기술 등이 복합되며 임상의학적 안정성과 진단성이 보장되어야 하는 다양한 공학과 의학 기술의 결집체로 볼 수 있다.

실버공학기술은 결과적으로 국내산업을 기술 집약적인 고부가가치 산업으로써 탈바꿈시킬 수 있는 미래지향적인 신산업을 창출하여, 첨단 지능화된 실버제품들의 개발로 전 세계 실버공학 관련 제품 시장의 약 10%(약 40억불) 이상을 점유하게 되어 국가 경쟁력이 향상될 것이다.

그리고 부양인구 및 실버(노인)인구의 생산적 경제활동 유도로 국민적 복지 부담을 감소시켜, 2000년을 기준으로 한 경제성장률 감소를 원상으로 복귀시켰을때, 2010년에 약 162억불, 2020년 약 252억불, 2030년에 약 320억불의 국민 총생산(GDP)의 증대효과가 예상된다.

마지막으로, 이들 실버공학기술에 관한 연구들

이 체계적으로 활성화되어 그 연구 결과가 국가와 사회에 이바지하기를 희망한다.

참 고 문 헌

1. 전경진 외, "실버산업 기술개발을 위한 연구기획(연구보고서)," 한국생산기술연구원, 2002.
2. "Ergonomic Design for People at Work(Vol 1)," Eastman Kodak Company, 1983.
3. "Ergonomic Design for People at Work(Vol 2)," Eastman Kodak Company, 1986.
4. "2000 보건복지백서," 보건복지부, 2001.
5. "재활보조기구 산업 활성화 방안 연구," KHIDI, 2001.
6. "일상활동 기능저하 노인용 보장구 이용실태 조사 및 개발지원체계 구축," KHIDI, 2001.
7. "재활보조기구의 품질향상을 위한 내구성 및 안정성 시험규격 표준화 정책연구개발사업 최종보고서," 보건복지부, 2001.
8. "아태장애인 10년(1993~ 2002)에 대처할 국가적 장기전략 및 정책대안 모색을 위한 자료집," 아태장애인 10년 연구모임, 1995.
9. 고령사회의 도래에 따른 기회와 위협, 삼성경제연구소, 2002.
10. "미래인구전망," 통계청, 2001.
11. "고령화와 경제성장률" 비전2001, 한국개발연구원, 2001.
12. R.A.Cooper, "Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation," Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia.
13. "EWAC Catalogue Equipment for Hydrotherapy," EWAC Hydrotherapy, 2000.
14. P.I. Branemark 외, "Osseointegration in Skeletal Reconstruction and Joint Replacement," Quintessence Publishing Co. Inc. 1997.
15. Crenshaw S, Herzog R, Castagno P, Richards J, Miller F, Michaloski G, MoranE, "The efficacy of tone-reducing features in orthotics on the gait of children with spastic diplegic cerebral palsy," J Pediatr Orthop., 2000
16. Nahorniak MT, Gorton GE3rd , Gannotti ME, Masso PD., "Kinematic compensations as children reciprocally ascend and descend stairs with unilateral and bilateral solid AFOs," Gait Posture., Jul;9(3), pp. 199~206, 1999.
17. Davis R, Houdayer T, Andrews B, Barriskill A., "Paraplegia: prolonged standing using closed-loop functional electrical stimulation and Andrews ankle-foot orthosis," Artif Organs., May;23(5), pp. 418, 1999.
18. Patricia M. Johnson, "Creation of the barrier-free interior," A Positive Approach, Inc., 1993.
19. Caroline Rob, "The caregiver's guide," Houghton Mifflin, 1991.
20. R.Cooper, "Rehabilitation engineering: Applied to mobility and manipulation," Institute of Physics Publishing, 1995.
21. Benyamin Schwarz and Ruth Brent, "Aging, autonomy, and architecture," Johns Hopkins University Press, 1999.
22. Victor A. Regnier, "Assistive living housing for the elderly," Wiley, 1994.
23. R. Bellazzi, S. Montani, A. Riva, M. Stefanelli, "Web-Based Telemedicine Systems for Home-Care : Technical Issues and Experiences," Computer Methods and Programs in Biomedicine, pp. 175~187, 2001.
24. J. F. Pieri, J. A. Crowe, B. R. Hayes-Gill, "Compact Long-term Recorder for the Transabdominal Foetal and Maternal Electrocardiogram," Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 39., 2001.
25. Mitsuichi Hiratsuka, H. Harry Asada, "Detection of Human Mistakes and Misperception for Human Perceptive Augmentation : Behavior Monitoring Using Hybrid Hidden Markov Models," Proceeding of the 2000 IEEE International Conference on Robotics & Automation, San Francisco, CA, April, 2000.