

◆특집◆ 실버공학

맞춤형 생활환경 설계 및 제어 시스템

강곤*

Customized Environment Design and Control for the Elderly

Gon Khang*

Key Words : Universal design (보편적 설계), Barrier-free design, the Elderly (노인), Environment design (환경설계)

1. 서론

한국의 노인(65 세 이상으로 노화로 인하여 신체능력의 일부가 저하된 노약자를 의미하기로 한다) 인구는 2000 년 현재 전체 인구의 6.8%를 차지하고 있으므로 노령화 사회에 진입하고 있다고 할 수 있으며, 2002년에는 14%를 넘어 노령사회에 다다를 것으로 예측되고 있다. 이는 1970년에 3.3%, 1980년에 3.9%, 1990년에 5.0%이었던 것에 비추어 볼 때 빠른 속도로 노인의 인구 비율이 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 한국의 노인 인구는 2030년이 되면 1천만명이 넘을 것으로 예측된다. 선진국인 일본의 경우, 1992년에 이미 65세 이상의 노인이 전체 인구의 13.1%를 넘어섰고, 2000년에는 17%에 달하고 있어 2025년에는 전 인구의 4분의 1이 노령자가 되는 셈이 된다. 가속화하는 노인의 비율에 대비하여 노인의 복지 및 일상생활을 지원할 수 있는 공학적 기술이 요구된다.

국민의 삶의 질 향상이 사회적인 주요 이슈로

대두됨에 따라 국가의 복지정책 등으로 인하여 노인의 수 증가와 더불어 그들의 구매력 또한 급격히 증가할 것으로 판단된다. 미국의 경우 1990년 현재, 인구의 약 5%가 장애로 인해 보조기구(assistive device)를 사용하고 있으며, 약 3% 정도가 특별한 시설을 갖춘 주택에서 생활하고 있다. 국내에서도 용인에 위치한 노블카운티 등 노인을 위한 특별한 주거 시설이 늘어나고 있으며 그 증가 추세는 앞으로 더욱 빨라질 것으로 예측된다. 이와 더불어, 핵가족화에 의하여 노인들의 독립적인 삶이 증가하고 있는 점도 특수 주거 시설 및 공공 시설의 증가를 더욱 가속시키고 있는 요인으로 지적되고 있다.

그럼에도 불구하고, 노인 개개인의 장애 특성, 잔존(residual) 능력, care giver (가능한 한 덜 불편한 일상생활을 영위하게 하기 위하여 주위에서 보살핌을 제공하는 사람들을 총칭하여 개호인(介護人), 또는 care giver 라는 용어가 있으나 본 논문에서는 후자를 사용하기로 한다) 등을 종합적으로 고려하여 적합한 생활환경을 자동으로 설계하고 그 적합성을 확인하는 시스템은 아직까지 사용되고 있지 않다. 특정 단일 구성요소를 대상자의 요구에 맞추어 수정하거나 개선하는 경우는 있지만, 생활환경 전체를 대상자에 맞추어 설계하는 경우는 거의 없으며, 있더라도 그 방법이 체계적이지 못하고,

* 경희대학교 전자정보학부 동서의료공학과
Tel. 031-201-2998, Fax. 031-205-9062
Email gkhang@khu.ac.kr
주요 연구분야로 장애인 및 노인을 위한 재활공학, 보조기기 및 생활환경의 보편적 설계 등이 있다.

그 비용 또한 매우 높아서 대부분의 노인이 이용할 수 없었다.

세계적으로 노령인구가 급속도로 증가하는 현재의 추세와 특히 여유 있고 독립적인 생활을 원하는 노인들이 증가하는 우리 사회의 의식변화를 감안하면, 각 대상자에 적합한 생활 환경의 설계/제어에 대한 요구는 급속도로 증가할 것으로 예상된다. 개인의 특성에 적합한 생활 환경의 설계와 제어는 개인의 특성과 능력을 종합적으로 분석하고, 평가하여, 현재의 상태에서 실현 가능한 솔루션을 제시하는 지식집약적인 작업이기 때문에 대단히 부가가치가 높은 서비스이다.

본 논문에서는 이러한 맞춤형 생활환경 설계 및 제어시스템의 기술적 특수성과 개발 필요성, 국내외 연구동향, 그리고 주요 연구 개발 분야를 소개하고자 한다.

2. 기술적 특수성과 필요성

노인은 개인의 생활 습성 및 기호와 신체상태(장애의 정도, 잔존 능력의 정도 등)에 따라 각각 다른 생활환경을 요구한다. 또한, 동거인(예: 가족) 혹은 care giver 의 유무, 동거인 가운데 다른 노인의 유무와 그들의 특징에 따라 주거, 직장 및 공공장소의 환경 역시 적절히 변화되어야 한다. 노인 개개인의 특성에 맞는 생활 환경을 설계하기 위해서는 대상자의 생활 습관, 기호, 취미 및 신체 능력에 대해 정확히 파악해야 할 뿐 아니라, 현재 생활환경의 구축에 활용할 수 있는 각종 환경 구성요소들의 종류와 각 구성요소들의 기능(function) 및 특성(characteristics), 그리고 제약조건(constraint) 및 통합(integration)을 위한 인터페이스(interface)들에 대한 정보를 수집해야 한다. 또한, 대상자의 신체적인 능력의 변화와 이에 따른 생활의 변화에 대해서도 예측할 수 있어야 한다.

노화에 따른 신체 능력의 저하는 사고 및 질병 등으로 인한 장애와는 다음과 같은 면에서 차별성을 가지고 있다. 일반 장애인이 특정한 기능만을 상실하고 그 외의 잔존기능에 있어서는 정상적이어서 재활에 있어서 약해지거나 상실한 기능만을 보완/보조해 주는 반면에, 노인의 경우 신체 기능의 전반적인 약화 혹은 장애가

두드러진다는 것이다. 따라서 능력 저하가 복잡성을 띄고 있으므로 그에 따라 인터페이스, 구동장치 등에도 복합적인 기능이 요구된다. 장애인의 경우에는 스스로 자신의 일상생활을 보다 덜 불편하게 영위할 수 있는 공학적인 지원을 제공하는 것에 비하여, 노인은 주위에서 그들을 돌보아 주는 사람들, 즉 care giver 들의 편의를 노인 본인들의 편의에 못지 않은 비중을 두어야 한다는 것이다. 예를 들면, 어느 장애인이 하반신이 마비되어 일어설 수 없다고 하면 그 또는 그녀가 스스로 일어설 수 있도록 하는 공학적인 지원에 중점을 두는 것에 비하여, 노인은 그 외에도 그들을 보살피는 care giver 가 보다 효율적으로, 보다 간편하게, 보다 많은 노인들의 거동을 도와줄 수 있는 시스템에도 상당한 주의를 기울여야 할 것이다. 노인과 장애인의 차이점 가운데 또 하나로 '진행성'을 들 수 있다. 즉, 장애인의 경우 장애 정도가 시간이 지남에 따라서 변화가 거의 없는 것이 일반적이지만, 노인의 기능 저하는 시간과 더불어 점차 심해지는 것이 보통이기 때문에 그들의 능력 보조를 위한 주위 환경이나 지원 장치도 기능 저하에 맞추어 적절히 변화되어야 한다.

최근에 이르러, 노인을 위한 생활용구 및 장치들이 많이 판매되고 있으며, 개인의 특성에 맞추어 사용할 수 있도록 설계된 것들이 많이 나타나고 있다. 그러나, 이것들은 대부분 단일 품목 차원에서만 개인의 특성에 맞추어 변형 혹은 조정할 수 있는 것들이 대부분이다. 개인의 특성과 시간적인 상황의 변화 등을 전체적인 생활환경 측면에서 반영할 수 있도록 설계할 수 있는 맞춤형 생활환경 설계 시스템은 점차 개인화 되고, 고품질의 생활을 추구하는 현대의 노인들에게 반드시 필요한 시스템이다. 앞으로는 노인은 물론 일반인들도 자신의 생활 습관 및 신체적인 능력과 특성을 고려한 개인화된 생활환경을 원하게 될 것이다.

본 논문에서 제시하고자 하는 맞춤형 생활환경 설계 시스템과 시뮬레이터는 미적인 면은 물론 개인의 생활 습관, 신체적인 능력, 경제적인 능력 등을 체계적으로 분석 평가하여, 효율적이고 생활 중의 스트레스를 최소화시키며 개인 특성에 맞는 생활환경을 설계하고, 이를 체험적으로 검증해 볼 수 있게 한다. 또한 생활

환경 구성요소들이 갖추어야 할 각종 인터페이스와 제어시스템 및 통신방식 등을 제안하여 생활요소들을 표준화시켜서 쉽게 통합할 수 있는 환경을 구축하는데 목적을 둔다.

3. 국내외 연구 동향

앞에서 언급한 바와 같이, 최근에 이르러 노블카운티 등의 노인 전용 주거시설이 개발되어 실생활에 이용되고 있다. 미국의 경우에는 National Institute on Disability and Rehabilitation Research 를 통하여 노인의 독립적인 생활을 위한 연구에 대한 지원이 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 연구는 노인의 생활을 위한 건축물과 그 실내의 설계에 집중되어 왔다. 따라서 본 논문에서 제안하고 있는 “노인 개개인의 능력과 care giver 를 고려한 맞춤형 환경 설계 시스템”은 아직 초보적인 연구 단계에 있으며 연구결과가 발표된 바가 없다. 따라서 이러한 시스템을 개발하는데 필요한 핵심 기술 가운데 일부는 본 논문에서 처음으로 도입하여 기술하는 것이므로 국내외 타 연구와 비교 분석할 수 없다. 단, 기반 기술 중 기존의 연구 결과 및 기술 수준과 비교할 수 있는 분야로서는 데이터베이스화 기술, 전문가시스템 기술과 가상현실 기술 등을 들 수 있으며 이들 기술에 있어서 선진국과 국내의 격차는 점차 좁혀지고 있다고 말할 수 있다.

미국의 경우 노인의 생활 공간인 주택의 설계에 있어, 법령[1]에 의해 주택의 문 폭, 휠체어 이동 공간, 청각 및 시각 신호, 스위치의 위치, grab bar 등이 규정되어 있다 (accessible design). 또한 일반 주택의 경우 노인/장애인의 요구에 따라 구조 변경이 가능하도록 (adaptable design), 또는 해당하는 모든 사람들이 같이 사용할 수 있는 주택 및 보조기구의 설계 (universal design, barrier-free design)를 제시하고 있다[2,3]. 또한, 노인/장애인의 근접이 용이한(accessible) 주택[4]의 보편적 설계(universal design, 그림 1)를 위한 다양한 구성 요소 및 주택의 설계를 도와주는 회사가 있으며, 인터넷에 등록된 회사만 Accessibility products Inc. 외 37 개 사에 달한다. 국내의 경우 사용자의 요구에 따라 주택, 가구 등의 설계가 이루어지는 경우가 있으나, 체계적인 기술의 개발 실적이 미비하다.

노화로 인한 신체 장애의 부위 및 정도에 따라 다양한 생활보조기구가 개발되어 상용화되고 있다. 또한 27,000 여개의 다양한 보조기구를 데이터베이스화하여 상품 설명, 가격, 생산자 정보를 인터넷을 통하여 제공하고 있으며, 새로운 생활보조기구가 개발되고 있다. 노인을 위한 보조기구는 Assistive Technology Center (University of Buffalo) 등 다양한 기관에서 개발되고 있으며, 환경제어조절장치도 Microdec 사 등 50 여개 회사에서 노인/장애인용 조절 스위치 및 원격 조절기를 생산하고 있다; (1) 청각: 문자 전화, 각종 경보 및 청각 신호를 시각 또는 촉각 신호로 변환하는 기기, (2) 시각: 촉각 신호 및 경고, 컴퓨터화된 환경제어 시스템 (냉난방, 경보장치, 생화기기 등), (3) 운동: 휠체어 등 기동 보조기의 접근이 가능한 가구, 주방, 화장실, 목욕 보조기기 등.



Fig. 1 An example of barrier-free design of the house for the handicapped and the elderly

일본은 1960년대부터 정부출연 재활연구소 외 3 개의 재활관련 전문 연구기관을 운영하고 있고 대학에서도 재활복지기술에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 1990년대 초 재활복지기술을 세계경쟁산업으로 육성하기 위한 범부처적 정부주도 연구개발 프로젝트를 수행하게 되었다. 1996년에 이르러서는 기초지원연구는 문부성과 신기술사업단이 총 272 개의 재활복지관련 연구과제를 수행하고 있고, 실용화 지원연구는 통산성, 후생성, 의료복지단에서 총 77 개의 연구개발과제를 수행하고 있었다.

우리나라의 경우 보건사회연구원의 보건복지 21 세기 발전 전략에 따르면 향후 10 년간 국책과제로 의료용구에 231 억원, 의료실버산업에 330 억원을 연구개발비로 책정하고 있다. 국내 출원된 재활복지분야(생활지원 시스템)의 특허 추이를 살펴보면 1990 년도부터 1999 년까지 총 530 건이 특허를 획득했으며 내국인의 특허출원비율이 70%로 다른 분야에 비하여 점유율이 상대적으로 가장 높다. 출원비율을 보면 개인과 회사가 90%이상을 차지하고 있다. 한국보건산업진흥원이 펴낸 2000 년 보건산업백서에 의하면, 재활보조기구개발 기술수준에 있어서 장애인 및 노인 생활지원시스템은 선진국 대비 50%정도 수준에 머무르는 것으로 조사되었다.

4. 주요 연구 개발 분야

본 논문에서 제시하는 주요기술은 다음과 같으며, 세부 기술간의 연계는 그림 2 에 도식적으로 나타내었다.

- (1) 기능, 특성, 제약조건, 인터페이스 등을 종합적으로 고려하여 생활 구성요소들을 조합하여 최적의 생활환경을 설계하는 시스템 설계 기술
- (2) 생활환경을 구성하는 요소들의 최적 인터페이스와 통신방식 설계 기술
- (3) 실감 있는 가상체험을 위한 가상현실 시뮬레이터 설계 기술
- (4) 노인 개개인에 적합한 보조 기기와의 연계를 통한 건축 환경 설계 요소 개발
- (5) 노인과 care giver 가 같이 용이하게 사용할 수 있는 동력보조장치의 개발

국내의 기술수준을 고려할 때, 생활환경설계 전문가 시스템과 가상현실 시뮬레이터 설계기술은 선진 외국의 원천기술을 도입하여 생활환경 설계분야에 응용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 그러나, 생활환경을 구성하는 기본요소들의 최적 인터페이스와 통신방식은 국내에서 충분히 소화할 수 있는 기술분야로 적극적인 기술개발이 필요한 부분이다. 특히, 국내의 경쟁력 있는 정보통신기술과 이러한 분야의 초기진입의 이점을 최대한 활용하면, 이러한 분야의 국제 표준화를

주도할 수 있게 되어, 많은 파급효과를 얻을 수 있다.

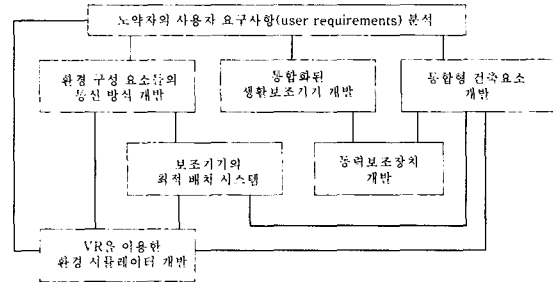


Fig. 2 Specific areas of the customized environment design and control

4.1 노인의 사용자 요구사항 (user requirement)

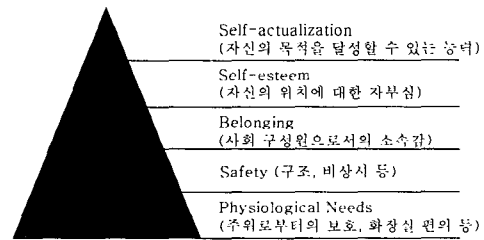


Fig. 3 Hierarchical analysis of human needs

노화로 인한 장애는 그 부위, 정도, 진행 정도 등에 따라 개인별로 차이가 크고, 해당 노인의 동거인 혹은 care giver 의 특성 및 고려 사항에 따라 그 주위 환경은 달리 설계되어야 한다. 이를 위하여 우선적으로 각 노인이 무엇을 원하고 무엇에 대한 불편을 가장 심각하게 느끼는지 파악하는 단계가 선행되어야 한다. 즉, human needs 에 대하여 정확한 분석이 필요하며, 노인 및 care giver 각각의 사용 환경을 그림 3 과 같은 5 계층으로 분류하여 분석할 수 있다[5].

분석된 요구사항을 바탕으로 국내의 관련 법규를 분석하고 관련도를 작성하며 노인 개개인에 대하여 그림 4 와 같은 enabler 모델[5]을 작성하여 데이터베이스화 한다.

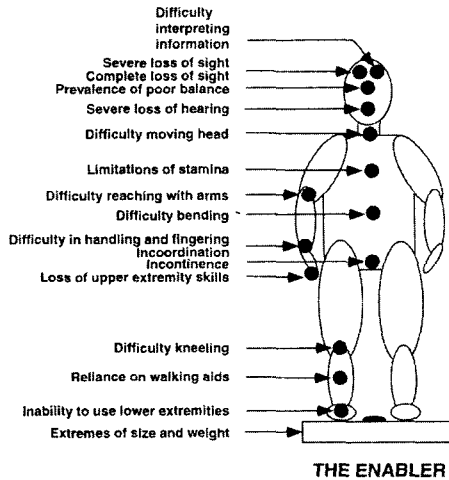


Fig. 4 Enabler model

4.2 환경 구성 요소들의 통신 방식

현재 시중에서 판매되고 있는 생활 환경을 구성하고 있는 요소(component)들에 대한 정보를 수집하고, 관리할 수 있는 데이터베이스를 설계하고, 구축한다. 각 구성 요소들 사이에 통신할 수 있는 표준 통신방식을 제안하고, 이를 시범적으로 설계하여 구현한다. 이 때 Bluetooth 무선통신기술, TCP/IP 방식의 인터넷 표준 프로토콜 사용 등을 적용할 수 있으며, 한 예로서 다음과 같은 사양을 설정할 수 있다[6] (그림 5).

(1) 다양한 유형의 생활환경 구성요소들을 쉽게 조합할 수 있도록 표준화된 인터페이스를 제안하고, 이러한 구성요소들이 전체적인 맥락에서 동작될 수 있도록 제어할 수 있게 하는 제어시스템 및 통신 방식을 설계하고 구현한다.

(2) 모든 액티브 생활환경 구성요소들을 중앙에서 모니터링하고 제어할 수 있는 한 개의 주 제어장치를 둔다. 주 제어장치는 PC 형이 바람직하며, 인터넷을 통하여 외부와 연결된다. 모든 액티브 생활환경 구성요소들은 주제어장치와 무선 통신방식으로 연결된다.

(3) 각 구성 요소들은 주제어장치와의 통신을 위하여 10Mbps HomeRF 통신 모듈을 갖는다.

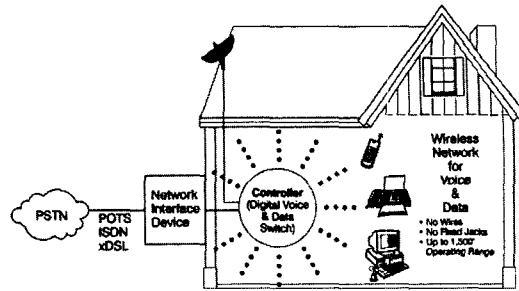


Fig. 5 Communication protocol among the environment components

4.3 사용자군의 특성을 고려한 통합형 건축 환경요소

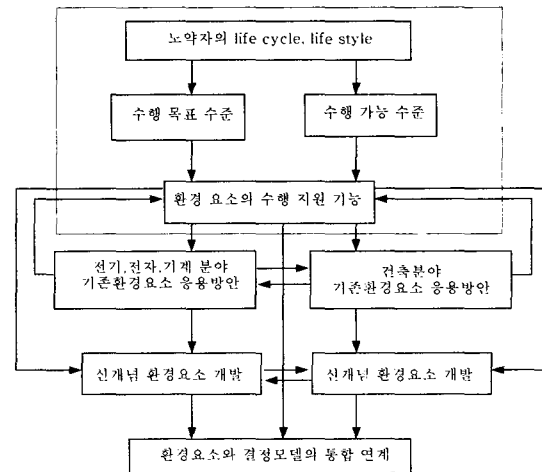


Fig. 6 Integration of the environment components

노인의 정신적, 신체적 기능 저하에 대하여 목표수준의 기능을 회복할 수 있도록 지원하는 전기, 전자, 기계, 건축적 분야에서의 유형/무형의 수단인 환경요소를 결정하여, 노인에게 필요한 환경요소의 필요기능을 파악할 수 있는 분석 모델을 작성한다.

노인의 생활에 있어서의 편의성, 효율성, 경제성을 확보하기 위하여 그림 6 과 같이 환경요소들을 유기적으로 통합하고 그 성능을 극대화한다.

이와 더불어 가상현실 기법을 활용하여 사용자의 수행수준을 예측할 수 있는 시뮬레이션 프로그램을 작성한다.

4.4 통합화된(integrated) 생활보조기기의 개발 및 최적 배치

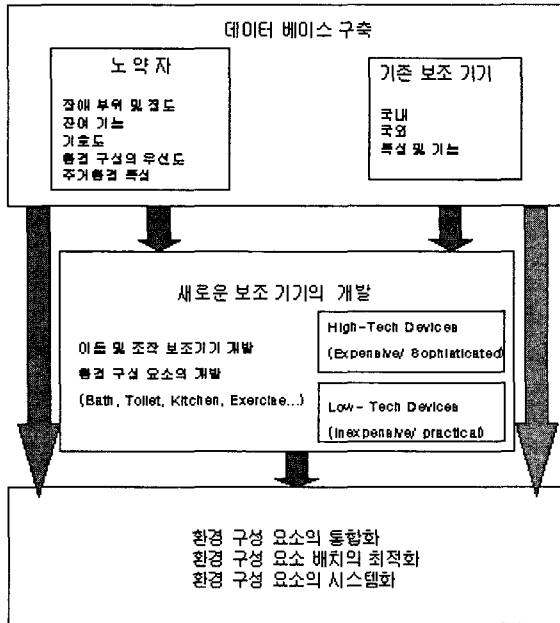


Fig. 7 Development and optimal allocation of the integrated assistive devices

건축환경 요소가 결정되면 노인 개개인이 가장 필요한 생활보조기기를 선택하고 적절히 배치되어야 한다 (그림 7). 이를 위하여 다음과 같은 구체적인 과정이 필요하다.

- (1) 기존의 생활보조기기의 데이터베이스화
- (2) Ergonomics 를 이용한 가구 및 보조기기 배치의 최적화
- (3) Adaptable component design: 일반 생활도구를 노인의 요구에 따라 개량할 수 있는 요소 설계
- (4) Design concept 에 따른 환경 구성요소의 구성 및 설계
- (5) High tech assistive devices (고가, sophisticated) 및 low tech devices (저가, 실용적)의 개발
- (6) 장애의 정도에 따른 이동, 환승 및 기능, 보조기기의 설계

4.5 가상현실을 이용한 환경 시뮬레이터

개인의 특성과 신체적, 정신적 능력 및 생활 습관을 종합적으로 고려하여 노인에게 최적의

생활 환경을 설계해 주는 생활환경 설계 전문가 시스템이 필요하다. 또한, 설계된 생활환경을 현실감 있는 체험을 통해 평가하고 선택할 수 있는 가상현실 기법을 적용한 시뮬레이터를 개발하고자 하는 연구가 수행되고 있다. 전문가 시스템 구축에 필요한 도구는 이미 상용화된 제품을 사용할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 노화로 인하여 신체 기능이 약해지거나 상실된 노인 개개인에게 적합한 환경을 설계하고 제어하는 시스템을 개발하는데 있어서 그 중요성과 동반되어야 할 주요 세부 분야를 소개하였다. 종래에는 노인들을 장애 유형별로 나누어 각 유형에 맞는 생활보조기와 주거환경을 제공하는 방식을 취해 왔으나, 앞으로는 개개인에 적합한 맞춤형 환경이 요구되며 그 주요 요인은 다음과 같이 나눌 수 있다.

- (1) 개개인에 따라 상이한 사용자 요구사항: 노인의 장애 정도 및 잔존능력, 직업 및 그에 따른 주위 환경, care giver 의 유무 및 직업
- (2) 사회적인 요인: 공공 복지정책의 증진, 노인에 대한 의식 증진 및 독립적인 삶 영위
- (3) 삶의 질의 고급화: 노인의 경제력 향상, 연금, 보험 등의 보장제도 확장

위에서 이미 언급한 바와 같이 노인 개개인, 그리고 그들 주위의 care giver 의 종합적 특성을 고려한 주문형 환경 설계 기술은 지금까지 국내외를 막론하고 개발된 바가 없다. 따라서 현재 기존의 기술과의 비교 분석은 불가능하다. 그러나 새로이 개발되는 기술과 기존의 기술을 적절히 조합하여 최적의 환경을 설계하고자 하는 것을 최종 목표로 하고 있으며, 따라서 이에 적용될 기존의 기술들을 추출하고 그 적용 가능성을 판단할 필요가 있으며, 최종 시스템의 개략도는 그림 8 과 같다.

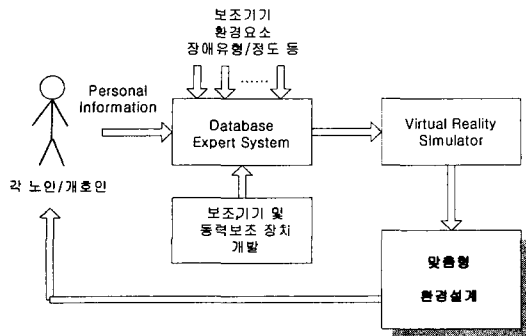


Fig. 8 Schematic of the overall system

참고문헌

1. Fair Housing Amendments of 1988, American National Standards A 117.1-1986, Uniform Federal Accessibility Standards.
2. Schwarz, B., Brent, B., "Aging, Autonomy, and Architecture," The Johns Hopkins University Press, 1999.
3. Victor, A., "Assisted Living Housing for the Elderly," John Wiley & Sons, 1994.
4. Imrie, R., Hall, P., "Inclusive Design: Designing and Developing Accessible Environments," Spon Press, 2001.
5. Cooper, R., "Rehabilitation Engineering – Applied to Mobility and Manipulation," IOP Publishing Ltd, 1995.
6. Lubinski, R., Higginbotham, D.J., "Communication Technologies for the Elderly," Singular Publishing Group, Inc., 1997