

Brain Fitness 제품 개발 동향 및 산업공학의 역할

The Development Trend of Brain Fitness Products and Roles of Industrial Engineering

연영희¹, 권준엽¹, 정하영², 이원섭³, 유희천³, 나덕렬⁴

¹포항공과대학교 기술경영대학원과정

²주휴머노피아

³포항공과대학교 산업경영공학과

⁴성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 신경과

Abstract

고령사회가 되면서 노년층을 위한 두뇌 건강(brain fitness) 관련 산업 및 기술이 중요시되고 있다. 본 연구는 특허 및 기존 출시된 제품 분석을 토대로 brain fitness 산업의 동향을 파악하고, 향후 brain fitness 분야 융합산업의 발전을 위한 산업공학의 역할을 고찰하였다. Brain fitness 제품 개발 및 연구 동향은 관련 논문, 특허, 그리고 기존 출시된 제품에 관한 자료들을 기반으로 분석되었다. 제품 개발 동향 분석 결과, 사회적(social), 신체적(physical), 감성적(emotional), 그리고 인지적(cognitive) 측면을 고려한 SPEC 개념의 brain fitness 제품에 개발 전략이 제시되었다. 마지막으로, 고령자들의 삶의 질과 의료 서비스의 효율성을 향상시키며 국가적 의료비용을 절감시킬 수 있는 통합적 해결책으로서의 brain fitness 제품 개발 융합연구를 위한 산업공학의 역할이 제시되었다.

1. Introduction (1 page)

혁신 제품은 사회가 요구하는 중요 문제를 해결을 통해 새로운 가치와 시장을 창출하고 시장을 키워 경제성장동력이 된다. 특별히 의료 산업에서의 혁신 제품은 의학지식뿐만 아니라 의료 서비스, 사용자인 의료진 및 환자의 사용성을 고려한 인간 공학, information communication technology (ICT), 기계공학, 컴퓨터공학, 전기전자공학 등의 다양한 분야의

요소를 융합하여 연구 개발되고 있다.

최근 사회가 급속히 고령화되면서 고령자의 치매 예방과 인지 능력 향상을 위한 두뇌건강(brain fitness) 운동에 대한 사회적 관심이 증대되고 있으며 관련 제품이 개발되고 있다. 2013년 총인구에서 65세 이상 차지하는 비율은 12.2% (통계청, 2013)로서 2030년에는 우리 국민 4명 중 1명이 65세 이상 고령인구가 될 것으로 전망된다. 또한, 2012년 치매 유병률은 9.2%로 추정된다(보건복지부, 2013). 치매 환자 개인적으로는 삶의 질이 낮아지고 독립적인 생활이 어려워지며, 치매환자의 가족은 경제적, 육체적, 정신적 고통을 책임지게 된다. 2010년 기준으로 1인당 치매 진료비는 연간 310만원으로 치매의 사회적 비용은 암, 심장질환, 뇌졸중의 세가지 질병을 모두 합한 비용을 초과한다(보건복지부, 2012). 급증하는 치매 문제를 해결하기 위해 관련 제품 개발 및 보급을 포함한 국가치매관리종합계획을 수립하여 시행하고 있다(보건복지부, 2013). 한편, 치매 중 30%는 뇌혈관 질환을 예방하면 발생이 방지되므로 예방 가능한 혈관 치매로서 (구본대 외, 2011) brain fitness는 혈관 치매의 효과적인 예방책이 될 수 있으므로(Lee et al., 2010) 관련 제품 또는 의료 서비스 개발이 요구된다..

의학지식, IT 기술, 사용자중심 설계, 이해관계자의 요구, 시장에 대한 이해, 관련 정책 등이 체계적으로 고려된 brain fitness 제품 개발을 위해서는 다학제적 융합 연구가 필요하다. 두뇌 건강의 조기 검진, 정밀 검진,

그리고 예방 체제의 확립을 위해서는 두뇌 활동 특성에 대한 의학적 이해가 필요한데, 뇌과학, 인지과학, 신경정신의학 등의 전문적 협조를 기반으로 한 제품의 concept 개발과 임상 실험이 필요하다. Data 측정, 수집, 분석, 전송을 위한 시스템 구조 설계 및 사용자 중심 설계는 산업공학, 기계공학, 컴퓨터공학, 그리고 전기전자공학 분야의 전문 지식이 요구된다. 또한, 성장하는 고령 친화형 두뇌건강 운동 제품 시장에 성공적으로 진입하기 위해서는 고객의 요구를 기반으로 시장 경쟁력을 제고한 제품개발이 필요하며, 상품화 및 임상에 활용되기 위해서는 의료 및 보건 정책과도 부합될 필요가 있다.

Brain fitness 제품과 같은 융합 산업 기반의 첨단 의료 제품 개발에 있어 산업공학의 시스템적 관리 및 통합적 운영 역량이 요구된다. 성공적인 brain fitness 제품 개발을 위해서는 거시적인 연구 개발 체계를 이해하고 의사소통 및 협업 일정을 조율함으로써 다양한 전문성을 가진 다학제적 연구자들이 유기적으로 협력되도록 하는 것이 중요하다. 이에 대해 산업공학은 시스템적 관점으로 healthcare system 구조 및 제품 개발 동향에 대해 이해하고, 가용 자원과 인적 network를 고려하여 체계적인 연구 추진 체제 및 business model을 구축하며, 연구 group을 구성 및 운영하는데 기여할 수 있다.

본 연구는 특허 및 기존 출시된 제품 분석을 토대로 brain fitness 산업의 동향을 파악하고, 향후 brain fitness 분야 융합산업의 발전을 위한 산업공학의 역할을 분석하였다. 제품 개발 동향을 위해 특허 및 기존 출시된 brain fitness 제품들이 사회적(social, S), 신체적(physical, P), 감성적(emotional, E), 그리고 인지적(cognitive, C) 측면(SPEC 측면)에서 분석되었다. 고령자들의 두뇌 건강을 증진시키고 뇌관련 질환을 조기 선별하며 맞춤형 진단 및 치료와 연계시킬 수 있는 차별화된 제품 개발 전략이 파악되었다. 마지막으로, 고령자들의 삶의 질과 의료 서비스의 효율성을 향상시키며 국가적 의료비용을 절감시킬 수 있는 brain fitness 제품 개발 융합연구를 위한 산업공학의 역할이

제시되었다.

2. Brain Fitness 특허 동향 분석

Brain fitness 관련 국내외 특허 현황을 분석하여 brain fitness 연구 및 제품개발 동향을 그림 1의 절차에 따라 파악하였다. 특허는 WIPSON (<http://www.wipson.com>) 사이트에서 brain fitness, cognitive training, brain training, system, device, method와 같은 keyword를 사용하여 2000년 이후에 국내외에 출원된 건에 대해 조사되었다. 초기 검색 결과로 약 300건의 특허가 조사되었는데, brain fitness 제품과의 연관성이 없는 분야(예: 음식 관련, 의약품 관련)를 제외시키고, 연구자 3인의 title과 abstract review를 통해 최종적으로 50건(미국: 18건, 한국: 23건, PCT 및 유럽: 13건)의 주요 특허가 선정되었다. 특허로 출원된 제품의 특성을 체계적으로 파악하기 위해 출원국, 출원기관, interface 방식, interaction 방법, 제품의 주요 기능 등과 같은 측면에서 연도별로 특허를 분류하여 특허 출원 동향이 파악되었다.

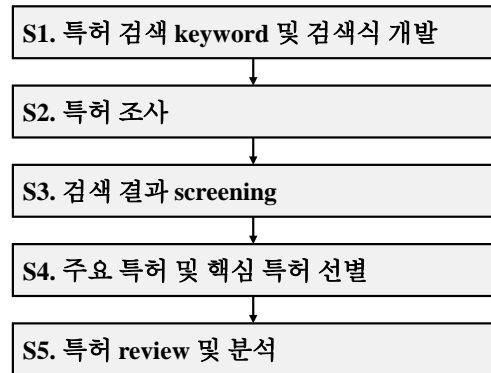


그림 1. 특허 조사 및 분석절차

특허 분석 결과, 기존 brain fitness 제품들은 사회적(S), 감성적(E) 측면에서의 interactive한 contents 개발과 multi-modal을 이용하여 측정된 사용자 정보(DB)의 체계적 관리 측면에서 특허화될 가능성이 있는 것으로 파악되었다. 기존 특허들은 SPEC 측면 중 인지적(C) 훈련을 주로 고려(100%)하고 있으며, 인지적 활동과 신체적(P) 운동을 병행한 기술은 전체의 30%, 인지 활동과 함께 감성적(E) 및 사회적(S) 측면을 고려한 기술은

전체의 20%로 파악되었다. 따라서 향후 SPEC을 두루 반영한 제품 개발이 보다 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 판단된다. Brain fitness 제품에 사용된 sensing 기술 중, 시각적(visual) 기술은 70%, multi-modal 기술(시청각, 시촉각, 시청촉각)은 26%, 기타 sensing 기술(청각 또는 촉각)은 4%가 사용되었는데, 향후 시청촉각뿐 아니라 사용자의 동작(예: motion, gesture, eye movement)이나 생체신호(예: ECG, EEG, EMG) data를 이용한 sensing 기술이 brain fitness 제품에 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 기존 기술들 중 84%는 PC 기반의 system인 것으로 분석되었는데, 향후 상용 mobile 제품(예: smart phone, tablet)이나 전용 wireless controller 등과 연계된 interface를 보유한 제품 개발 가능성을 발견할 수 있었다. 상호작용(interaction) 측면에서, 기존 기술의 90%는 사용자가 기기 또는 타인과 의사소통하지 않고 사용자 혼자 기기를 사용하도록 제한되었는데, 사회적(S) 측면의 두뇌 운동을 위해서는 상호작용을 고려한 interface (예: 음성대화, 화상, 아바타 이용) 및 contents 개발이 필요할 것이다. 마지막으로, 기존 기술들 중 28%는 정량적인 brain fitness 훈련 결과를 보여주지 않았고, 34%는 일회적으로 점수를 제시하였으며, 30%는 기기 내에 점수를 기록하여 점수 변화를 확인할 수 있도록 한 반면, 8%만이 network를 이용하여

brain fitness 결과를 의료기관에 전달하여 전문의의 feedback을 받을 수 있도록 하는 개념을 포함하고 있었다. 향후, 기존 특허에서 고려하지 못한 기술적 부분들이 보완된 brain fitness 제품 관련 기술들이 특허로 출원될 것으로 전망되었다.

3. Brain Fitness 제품 개발 동향 분석

특허, 논문, 그리고 web을 통해 검색된 brain fitness 제품들의 특성이 분석되었다. 조사된 제품들은 clinical process 관점에서 훈련(training), 조기 선별(early screening), 진단(diagnosis), 그리고 치료(treatment)의 4가지로 제품의 특성을 구분할 수 있다(Table 1). 두뇌 훈련에 관련된 제품으로는 BrainHQ (PositScience, USA), Lumosity (Lumos Lab, USA), 그리고 Dakim Brain Fitness (Dakim, USA) 등 10개 제품이 조사되었다. 기존 제품들은 기억력, 주의력, 두뇌 처리 속도 등을 향상시키기 위한 다양한 훈련 program들로 구성되어 있는데, 대체적으로 다양한 난이도의 훈련 contents를 제공하고 있으며, 훈련 결과를 기록하고 사용자의 인지 능력 상태 변화를 추적할 수 있는 기능을 구비하고 있다. 이들 제품들 중 일부는 제품의 활용 빈도를 높이기 위해 게임과 유사하게 흥미를 유발할 수 있도록 하거나 일상 생활과 관련된 흥미로운 주제들을 적용한 것이 특징이다. 다양한

Table 1. 주요 brain fitness 제품 예

Clinical process	Product name	Characteristics	SPEC			
			S	P	E	C
Training	Brain HQ	기억력, 주의력 및 두뇌 처리 속도 향상				O
	Lumosity	두뇌 능력의 포괄적인 향상				O
	Dakim Brain Fitness	두뇌 능력의 포괄적인 향상			O	O
	RehaCom	인지능력 회복				O
	Brain Fitness Gym	신체 활동 및 사교를 통한 노인의 지위 향상	O	O		
	CoCoTa	치매 예방				O
	E-CoRe	신체 활동을 통한 인지능력 향상		O		O
	CoTras-M	치매 위험 환자 대상의 인지 훈련				O
	CoTras-C	인지장애 아동 재활				O
	CoTras	인지 재활 훈련				O
Early Screening	CoCoMo	경도인지장애 조기 선별				O
	CoSAS	뇌 기능 손상 여부 조기 선별				O
Diagnosis	Co-Kiosk	경도인지장애 진단				O
Treatment	CoTras-G	인지재활 치료	O			O

다양한 실험 연구를 통해 이들 제품들의 고령자의 인지능력 향상 효과가 입증되었으며 (Dickinson et al., 2010; Fisher et al., 2009; Hall et al., 2009; Kesler et al., 2013; McGurk et al., 2007; Scalf et al., 2007; Wolinsky et al., 2009), 이들 중 대부분 상용화되었다.

조기 선별 및 진단은 주로 지필검사를 이용하고 있으며, system화된 brain fitness 제품 개발은 미흡한 실정이다. 경도인지장애(mild cognitive impairment; MCI)는 mini-mental state examination (MMSE), K-MMSE, 그리고 Seoul neuropsychological screening battery (SNSB) 등의 지필 검사, CogState software, 그리고 상담에 의해 진단되고 있다. 그러나 이들 검사들은 민감도가 떨어지거나 검사가 지나치게 번거롭다는 문제점이 있는데(Kwon et al., 2013), 최근 국내에서 이러한 문제를 해결하기 위한 제품들이 개발되었다. 예를 들어, KIST와 분당 서울대학병원에서 개발된 CoCoMo는 사용자 친화적인 컴퓨터 기반 인터페이스 환경을 제공하고 있으며, 임상실험결과 MMSE보다 우월한 MCI 조기 검진 능력을 보이는 것으로 분석되었다(Kwon et al., 2013). NetBlue 사의 Co-Kiosk 및 CoSAS 역시 컴퓨터 기반의 상호적 조기 선별 및 진단 기능을 갖추고 있다. 하지만 전문적인 의학지식이 요구되는 두뇌 건강 진단과 치료 기능을 갖춘 brain fitness 제품들은 상대적으로 개발이 미흡한 것으로 파악되었다.

한편, 최근 brain fitness 제품들의 user interface가 다양화되고 있으나 보급화 및 임상적 목적으로 사용하기 위해서는 제품에 대한 검증이 요구된다. BrainHQ나 CoTras-M (NetBlue, 한국) 등의 제품은 smart phone version을 제공하고 있으며, KIST와 분당 서울대학병원이 공동 개발한 E-CoRe는 table-top 형태의 조리기구 모형으로 이루어져 있다. E-CoRe는 사용자의 가상 조리 활동을 감지 및 기록하고 network를 이용하여 feedback을 제공하는 방식인데, Kwon et al. (2013)은 실제 생활과 유사한 인터페이스를 통하여 컴퓨터 환경에 익숙하지 않는 노인들이 적극적으로 활용할 수 있을 것으로 예측하였다. 한편, 인지훈련을 위한 제품과 프로그램은 다양해졌지만 이들의 실질적인 효과에 대한

보다 엄밀한 검증이 필요하다는 지적이 제기되었다(Owen et al., 2010). 이러한 문제는 대부분의 제품이나 프로그램이 특정 기능에만 초점을 두고 있기 때문이라고 가정해 볼 수 있다.

현재까지 개발된 제품 중에는 SPEC 개념을 포괄적으로 탑재한 제품이 부재하므로 향후 SPEC 개념을 적용한 제품의 시장성이 기대된다. SPEC의 개별 요인에 대한 훈련이 노인들의 두뇌 건강 향상에 도움이 된다는 증거는 다양한 연구를 통해서 드러나고 있다. 사회 활동에 정기적으로 참여하는 노인이 그렇지 않은 노인보다 인지 능력 감퇴 위험이 줄어 든다(Bassuk et al., 1999; Holtzman et al., 2004; Seeman et al., 2001). 신체적 활동은 심혈관 자극을 통해 두뇌의 산소 공급을 증가시키며(Etnier et al., 2006), 노인의 규칙적인 운동은 인지 능력 감퇴를 막는 효과가 있다(van Gelder et al., 2004; Yaffe et al., 2001; Weuve et al., 2004). 또한 노인들의 감성은 기억력을 비롯한 인지 능력에 영향을 미친다(Carstensen., et al., 2006). 마지막으로, 교수, 조종사, 물리학자, 건축가 등 인지 활동을 많이 요구하는 직업을 가진 노인은 그렇지 않은 노인보다 기억 능력이 뛰어나며(Salthouse, 2006), chess나 bridge와 같은 게임 활동을 통해서도 작업 기억 능력이나 추론 능력을 향상시킬 수 있다(Mireles and Charness, 2002). 하지만 기존 제품들의 70% 이상은 인지적(C) 측면만을 주로 고려하고 있으며, 사회적(S), 신체적(P), 감성적(E) 측면은 잘 고려되지 못하고 있어(Table 1, Figure 2), 향후 SPEC 측면이 두루 고려된 제품 개발 가능성이 확인되었다.

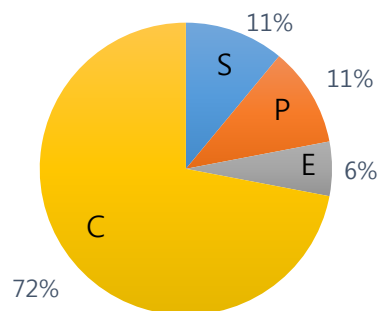


Figure 2. Brain fitness 제품들의 SPEC 기능 분포

노인들의 지속적인 참여와 장기적인 측면에서의 인지능력 개발을 위해서는 SPEC요소를 전체적으로 고려한 제품의 개발이 필요하다. 현재 두뇌건강 운동 제품개발은 SPEC의 특정 영역에만 집중되어 있는 경우가 많다. 최근 시장에 출시된 Smart Harmony는 SPEC의 모든 요소를 포괄함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있는 차세대 제품으로서 주목을 받고 있다. 노인들이 협력하여, 음악으로 주어지는 문제를 신체 활동과 사고를 통해 해결해 나가게 되어있는 것이 특징이다. Smart Harmony는 예술, 의학, 과학기술의 융합을 바탕으로 하고 있으며, 향후 많은 노인들의 brain fitness 향상에 기여할 것으로 기대되고 있다.

4. 산업공학의 역할 및 사례

Brain fitness 제품은 다학제적 융합 연구에 기반하여 개발되어야 하므로 자료 분석, 전략 개발, 연구 운영 및 관리에 있어서의 산업공학의 역할이 중요하다. 향후 개발될 미래형 brain fitness 제품 및 system은 다양한 IT sensing 기술을 기반으로 일상생활 중에 측정될 방대한 양의 interactive multi-modal data를 분석하여 질환 징후를 조기 선별함으로써 질병을 보다 효과적으로 대비할 수 있도록 설계될 필요가 있다. 이를 위해서는 SPEC data sensing, 비접촉식 무자각 sensing, long-term & large-scale의 multi-modal data 분석 기술, healthcare service platform, network platform, 맞춤형 예방/진단/치료 지원 시스템, 임상 평가용 test bed, 실용화 및 사업화를 위한 분석 및 전략 수립 역량 등의 융합이 필요하다. 따라서 brain fitness 제품 개발을 위해서는 의학지식, IT 기술, 사용자중심 설계, SPEC 기반 contents 개발, 이해관계자들의 요구, 시장에 대한 이해, 의료 및 고령사회 관련 정책 등과 관련된 이해를 가진 다학제적 연구자들이 유기적으로 협력하여야 한다. 이에 대해 산업공학은 시스템적 관점으로 healthcare system 구조 및 제품 개발 동향에 대해 이해하고, 가용 자원과 인적 network를 고려하여 체계적인 연구 추진 체제 및 business model을 구축하며, 연구 group을 구성 및 운영하는데

기여할 수 있다.

성공적인 brain fitness 제품 개발을 위해서는 정밀하고 과학적인 융합 기술들을 기반으로 한 SPEC 기능 구현과 고령자 친화형 interface 설계가 고려될 필요가 있다. 본 연구는 기존 특허, 연구, 출시 제품들의 review를 통해 기존 제품들은 고령자 또는 환자의 인지적(C) 능력 개선만을 목적으로 하고 있어 지루하고 사용이 복잡하며, 치료 효과가 단편인 한계를 파악할 수 있었다. 한편, 본 연구에서 제안하고 있는 SPEC은 인지적(C)인 두뇌 훈련(예: 기억, 주의집중, 반응 시간, 공간 추론, 문제 해결)과 더불어 고령자의 사회적(S), 신체적(P), 감성적(E) 활동을 통해 두뇌 건강을 증진시키는 개념으로서, SPEC 활동 기반의 brain fitness 제품 및 contents는 고령자의 흥미 유발에 도움이 되고 두뇌 훈련 동기를 고취시킬 수 있다. 또한, 산업공학(인간공학)은 이론 및 실험을 기반으로 한 사용자 중심의 user interface (UI) 및 user experience (UX)를 설계하기에 적합하다. 이와 같은 산업공학의 역할을 토대로 사용자 및 이해관계자들의 요구사항을 만족하며 보다 경쟁력 있는 brain fitness 제품이 개발될 수 있을 것으로 기대된다.

산업공학을 기반으로 한 brain fitness 제품 개발 협업의 예로, 포항공과대학교 산업경영공학과와 유희천 교수는 삼성서울병원, 제품 개발 및 양산 전문 업체, 전문 판매 및 관리 업체 등과의 협업을 통해 SPEC 개념을 가진 두뇌운동 음악 게임인 Smart Harmony를 개발하여 상용화하였으며, 평가를 통해 brain fitness 제품으로서의 사용성 및 임상적 가치를 검증하는 연구를 진행 중에 있다.

5. Discussion

본 연구는 기존 두뇌 건강 훈련에 관한 제품 개발 동향 분석을 통해 향후 brain fitness 제품 연구 방향 및 제품 개발 전략을 수립할 수 있었다. 특히, 연구 논문, web 검색을 통해 수집된 자료는 제품의 구조, 기능, 특성, 사용 방법 등을 기준으로 분석되었으며, 분석을

토대로 향후 brain fitness 제품 개발 연구의 거시적인 방향이 파악되었다. Brain fitness 제품은 사용자의 인지적(C) 능력 훈련뿐 아니라 사회적(S), 신체적(P), 감성적(E) 측면이 복합적으로 고려된 SPEC 개념의 훈련 contents를 제공할 필요가 있다. 또한 사용자의 특성(예: 고령자, 치매 환자 등)을 고려한 직관적이고 사용하기 편한 제품 조사를 위해서 미래형 user interface(예: touch interface, motion capture, ECG, wireless EMG or EEG, eye tracking)의 도입이 검토될 수 있을 것이다. 그리고 제품을 직접 사용하지 않는 중에도 일상생활에서 발생하는 healthcare 관련 정보들(예: 수면, 혈압, 심전도, 사회성)을 무자각적으로 수집하여 database화하는 기술의 상용화가 요구된다. SPEC sensing 기술들을 이용하여 수집된 lifestyle big data는 건강 상태 monitoring 및 질환의 조기 발견을 위해 과학적이고 통계적으로 분석될 필요가 있다. 이와 같은 제품의 상용화 및 보급화를 위해서는 의료 및 healthcare system의 구조, 관련 국내외 시장, 그리고 관련 정책 등에 대한 포괄적인 고려가 수반되어야 한다.

다양한 고려가 필요한 brain fitness 제품의 개발을 위한 다학제적 융합 연구에는 산업공학의 역할이 요구된다. 본 연구는 brain fitness를 예시로, 미래 u-healthcare 산업의 현실화를 위한 산업공학의 역할을 고찰하였다. 산업공학은 거시적인 system(예: 의료 system, 시장, 정책)에 대한 이해, 다양한 필요 기술의 효율적인 융복합, 최적 자원 활용, 체계적이고 과학적인 big data 분석, 시스템적 조직 관리, 통합적 운영, business model 개발, R&D roadmap 구축 등 측면에서의 역량을 갖추고 있다. 따라서 성공적인 brain fitness 제품 개발을 위해서는 거시적인 연구 개발 체계를 이해하고 의사소통 및 협업 일정을 조율함으로써 다양한 전문성을 가진 다학제적 연구자들이 유기적으로 협력되도록 하는 것이 중요하며, 이에 대한 산업공학의 역할이 기대된다.

고령자들의 두뇌 건강을 증진시키고 뇌관련 질환을 조기 선별하며 맞춤형 진단 및 치료와 연계시킬 수 있는 전략적인 brain fitness 제품과 서비스 개발을 통해 고령자들의 삶의 질과 의료 서비스의 효율성을 향상시키고

국가적 의료비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 brain fitness 운동 제품개발은 일반 훈련용과 치료용으로 구분되어 개발되고 있으나 향후 brain fitness 제품은 고령자 또는 환자의 상태를 monitoring하고 문제를 조기 선별하여 적극적인 질환 예방이 가능하도록 구현될 것이다. 또한, 본 연구에서 제안하는 첨단 brain fitness 제품은 향후 보편화될 smart-healthcare system의 구성품으로서 생애 전주기적으로 건강 및 생활습관을 관리하고 맞춤형 예방, 진단, 치료 서비스를 제공하는 미래형 건강 관리 제품으로서 발전될 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

The present research was jointly supported by Chonbuk National University Hospital and IT Consilience Creative Program of MKE and NIPA (C1515-1121-0003).

Reference

- 구분대, 김신겸, 이준영, 박기형, 신준현, 김광기, 윤영철, 이영민, 홍창형, 서상원, 나덕렬, 김성윤, 정해관, 김도관, 이재홍, 김상운, 연병길, 김수영, 한설희 (2011). 한국형 치매임상진료지침 소개. *한국의사협회지*, 54(8), pp.861-875.
- 보건복지부 (2012). 국가치매관리 종합계획.
- 보건복지부 (2013). 2012년 치매 유병률 조사.
- 통계청 (2013). 고령자 통계.
- Bassuk, S. S., Glass, T. A., and Berkman, L. F. (1999). Social disengagement and incident cognitive decline in community-dwelling elderly persons. *Annals of Internal Medicine*, 131(3), pp.165-173.
- Carstensen, L. L., Mikels, J. A., and Mather, M. (2006). Aging and the intersection of cognition, motivation and emotion. In J. Birren and K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging*. pp.343-362.
- Dickinson, D., Tenhula, W., Morris, S., Brown, C., Peer, J., Spencer, K., Li, L., Gold, J. M., and Bellack, A. S. (2009). A Randomized, controlled trial of computer-assisted cognitive remediation for schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 167, pp.170-180

- Etnier, J. L., Mowell, P. M., Landers, D. M., and Sibley, B. A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52, pp.119-130.
- Fisher, M., Holland, C., Merzenich, M. M., and Vinogradov, S. (2009). Using neuroplasticity-based auditory training to improve verbal memory in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 166, pp.805-811
- Holtzman, R. E., Rebok, G. W., Saczynski, J. S., and Eaton, W. W. (2004). Social network characteristics and cognition in middle-aged and older adults. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences and Social Sciences*, 59B, pp.278-284
- Kesler, S., Hadi Hosseini, S. M., Heckler, C., Janelins, M., Palesh, O., Mustian, K., and Morrow, G. (2013). Cognitive training for improving executive function in chemotherapy-treated breast cancer survivors. *Clinical Breast Cancer*, 13(4), pp.299-306.
- Kwon, G. H., Kim, L., and Park, S. (2013). Developing of a cognitive assessment tool and training systems for elderly cognitive impairment: A case study of a successful development of a cognitive assessment tool and training systems for the elderly people in South Korea. In *proceedings of 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops 2013*.
- Lee, Y., Back, J. H., Kim, J., Kim, S.-H., Na, D. L., Cheong, H.-K., Hong, C. H., and Kim, Y. G. (2010). Systematic review of health behavioral risks and cognitive health in older adults. *International Psychogeriatrics*, 22(2), pp.174-187.
- McGurk, S. R., Twamley, E. W., Sitzler, D. I., McHugo, G. J., and Mueser, K. T. (2007). A meta-analysis of cognitive remediation in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 164, pp.1791-1802.
- Mireles, D. and Charness, N. (2002). Computational explorations of the influence of structured knowledge on age-related cognitive decline. *Psychology and Aging*, 17, pp.245-259.
- Owen, M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., and Burns, A. S. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465, pp.775-779.
- Salthouse, T. A. (2006). Mental exercise and mental aging: Evaluating the validity of the “use it or lose it” hypothesis. *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), pp.68-87.
- Scaif, P. E., Colcombe, S. J., McCarley, J. S., Erickson, K. I., Alvarado, M., Kim, J. S., Wadhwa, R. P., and Kramer, A. F. (2007). The neural correlates of an expanded functional field of view. *The Journal of Gerontology: Series B*, 62, pp.32-44.
- Seeman, T. E., Lusignolo, T. M., Albert, M., and Berkman, L. (2001). Social relationships, social support, and patterns of cognitive aging in healthy, high-functioning older adults: MacArthur studies of successful aging. *Health Psychology*, 20, pp.243-255.
- van Gelder, B., Tijhuis, M., Kalmijn, S., Giampaoli, S., Nissinen, A., and Kromhout, D. (2004). Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: The FINE study. *Neurology*, 63, pp.2316-2321.
- Weuve, J., Kang, J., Manson, J. E., Breteler, M. M. B., Ware, J. G., and Grodstein, F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *Journal of the American Medical Association*, 292(12), pp.1454-1461.
- Wolinsky, F. D., Mahncke, H., Vander Weg, M. W., Martin, R., Unverzagt, F. W., Ball, K. K., Jones, R. N., and Tennstedt, S. L. (2009). Speed of processing training protects self-rated health in older adults: enduring effects observed in the multi-site ACTIVE randomized controlled trial. *International Psychogeriatrics*, 22(3), pp.470-478.
- Yaffe, K., Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L., and Covinsky, K. (2001). A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: Women who walk. *Archives of Internal Medicine*, 161, pp.1703-1708.