
뇌-컴퓨터 인터페이스를 활용한 2인용 협동댄스게임 구현

박태룡* · 김재현**

Development of twosome collaboration dance game using Brain-Computer Interface

Tae-ryoung Park* · Jai-hyun Kim**

이 논문은 2009-2011년도 서울시 산학연 협력사업(ST090799) 의해 수행되었음.

요 약

최근에 이르러 뇌에 대한 연구가 체계적으로 이루어지고 있으며 뇌파를 활용하기 위한 Brain -Computer Interface(BCI) 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, BCI 기기를 활용한 기능성 게임 기술이 관심의 대상이 되고 있다. 본 논문에서는 미국 뉴로 스카이스사의 마인드셋 SDK(System Development Kit)를 이용하여 집중도와 평정도에 따라 협동심과 사회성을 길러주는 기능성 게임으로 기존의 1인용 게임과 차별을 둔 “2인용 협동 댄스게임” 구현을 제안한다. 이 게임은 일반인의 뇌 활성화 및 ADHD 아동과 경도인지장애를 보이는 노인 치료에 도움을 주고 청소년들의 게임문화에 대한 사회적 순기능 역할을 할 것으로 기대한다.

ABSTRACT

Recently, systematic research on the brain has been conducted and BCI(Brain -Computer Interface) technology applying electroencephalogram has been actively researched. Especially, serious game technology using BCI device has been the subject of interest. This paper develops a “twosome collaboration dance game,” which is a serious game that takes advantage of NeuroSky’s SDK(System Development Kit) and helps developing the spirit of team work and sociality based on attention and meditation, unlike existing single player games. We expect that this game will help to visualize brain functions of people and to cure ADHD children and the elderly people with MCI(Mild Cognitive Disorder). It is also expected to play a role of social catalyst to the game culture of the adolescent.

키워드

뇌파, BCI, 뇌파심전도, 기능성게임, 집중도, 평정도

Key word

Brainwave, Electroencephalography, Brain-Computer Interface, Serious Game, Attention, Meditation

* 정희원 : 서경대학교 컴퓨터공학과 교수 (trpark@skuniv.ac.kr)

접수일자 : 2011. 06. 29

** 정희원 : 서경대학교 산업공학과 교수 (교신저자)

심사완료일자 : 2011. 09. 15

I. 서 론

2007년 4월 대한민국 서울시특별교육청 산하 학교 보건진흥원이 펴낸 ‘학교보건연보’의 통계에서는 학생들의 전체 정신장애 진단 중 주의력결핍 과다행동장애로 진단된 학생의 비율이 전체 2672중 354건(13.25%)로 집계되었다. 치료방법으로는 약물치료가 가장 많은 80% 정도를 차지하고 있지만 약물중독에 대한 우려로 실제 환자 중 꾸준히 치료를 받는 비율은 10%를 밑도는 실정이다. 또한, 2009년 10월 기준으로 서울시의 65세 이상 노인 인구는 약 92만 7천명 수준으로 고령화 속도가 빨라지고 있는 실정이며 이중 약 9%에 해당하는 노인이 치매환자 이지만 이에 대한 대책은 부족한 편이다. 이러한 병들은 대부분 뇌 기능과 관련되어 있으며 이를 예방하고 치료할 수 있는 뇌기능 활성화에 관한 연구가 세계적으로 활발히 이루어지고 있으나 상용화된 연구 결과물은 대부분 병원이나 국가 지원 치료기관에서 사용하는 제품이라 가격이 비싸고 사용방법이 어려워 일반인들이 쉽게 사용할 수 없다. 최근 들어 뇌 기능 활성화에 대한 사람들의 관심이 높아짐에 따라 뇌 훈련 장비 및 뇌기능 활성화 기기들이 연구되고 상용화 되어 일반인들이 구입할 정도의 가격으로 보급되고 있다.

본 논문에서는 BCI 기기인 뉴로스카이(NeuroSky)사의 헤드셋 2대와 1대의 컴퓨터가 연동하여 양자간 게임이 가능할 수 있도록 한 게임 인터페이스를 소개하고 BCI 기기의 특성을 최대한 나타내는 동시에 정신건강 증진 및 학습증진에 맞는 단순하면서도 흥미를 유발할 수 있는 기능성 게임 개발을 제안한다.

II. 관련 연구 및 동향

2.1 BCI 기술개요

BCI 기술은 뇌에서 발생하는 전기적 신호인 뇌파를 수집하여 신호 처리 과정을 거친 후 실질적인 기기 제어 및 문자입력 등에 사용되는 기술이다. 뇌파는 신호의 세기가 미약하여 잡음이 포함되기 쉬운 특성을 지니고 있으며 측정된 뇌파는 각종 알고리즘을 사용한 전처리과정, 특징추출, 패턴인식 단계를 거친 후 실질적으로 기기 제어 및 문자 입력 등에 사용된다[6].

전처리과정에서는 구간검출을 위한 자기상관분석(Auto Correlation Function), 잡음제거를 위한 독립성분분석(Independent Component Analysis), Band Pass Filtering, Notch Filtering 방법들이 사용되고 신호원 보강을 위해 앙상블평균(Ensemble Average)등이 사용된다. 특징추출 기법으로는 자기회귀모델(Auto Regressive Model), 파워스펙트럼(Power Spectrum), 요르스파라미터(Hjorth Parameter), 주성분분석(Principal Component Analysis), 선형판별분석(Linear Discriminant Analysis)등이 있으며 패턴인식 기법으로는 은닉마코프모델(Hidden Markov Model), 다층신경회로망(Multi Layer Perceptron), Kalman Filter Model 등이 있다.

2.2 BCI 게임기술

BCI 기기를 활용한 게임을 구현하는 요소기술은 BCI 기반기술을 활용한 바이오피드백 방법과 뉴로피드백 방법이 있다. 바이오피드백 방법은 θ 파 파워에 대한 SMR과 β 파 파워의 비율인 집중력 지표를 강화시키고, 안정감을 나타내는 저주파인 α 파와 같은 성분을 강화하고 긴장감을 나타내는 고주파인 High- β 파와 같은 성분을 약화시키는 훈련으로 뇌파의 지표를 강화한다. 또한, 좌뇌에 대한 우뇌의 γ 파 파워비율인 균형지표를 이용하여 활성리듬의 균형을 맞추는 것이다. 뉴로피드백 방법은 전두엽이나 두정엽의 12-20Hz에 해당하는 집중리듬을 강화시키고 4-8Hz에 해당하는 각성저파 리듬은 약화시킨다. 또한 전반적인 뇌 부위 8-13Hz에 해당하는 뇌파 고유 리듬을 강화시키며 20-30Hz에 해당하는 불안 리듬을 약화시키는 두뇌이완 방법이다[5].

뉴로피드백 치료는 두뇌의 성향을 뇌파를 통해 감지한 뇌파를 감각 대상으로 삼아 뇌파 훈련을 통해 뇌파를 조정하거나 개선해 나가는 방식이다. 이 치료를 통해 치료 대상자는 뇌파를 스스로 조절해 감으로서 뇌의 부위별 기능을 강화하고 습관 및 의식 상태의 개선까지를 도모할 수 있다. 치료 범위는 소아, 청소년의 경우 ADHD(Attention- Deficit Hyperactivity Disorder, 주의력결핍 과잉행동장애), 다양한 정신장애를 포함하며, 성인의 경우, 치매 스트레스로 인해서 발생하는 각종 정신 질환을 포함한다. 특히, 아동의 경우 ADHD의 치료에 적극적으로 활용되고 있는데, 세타파를 줄이고 베타파를 늘리는 훈련 치료를 게임을 통해 수행하고 있다

[3]. 다음의 표 1은 뇌에서 측정되는 주파수대역에 따른 뇌파의 종류와 특성을 나타내는 것이다.

표 1. 뇌파의 종류
Table. 1 Classification of brain waves

대역	이름	특징
0.1~3	δ 파	깊은 수면상태나 뇌 이상상태
4~7	θ 파	수면상태
8~12	α 파	이완 및 휴식상태
12~15	SMR파	주의상태
16~20	Mid-β파	집중, 활동상태
21~30	β 파	긴장, 흥분상태, 스트레스상태
30~50	γ 파	불안, 초조 등 강한 스트레스상태

EEG의 경우에도 2채널 또는 1채널의 경우 머리에 부착하는 헤드셋 같은 간편한 방법으로도 측정이 가능하지만 실제 뇌파의 측정은 수면상태에서 실행되기 때문에 인지활동 상태 등이 집단 간에 어떠한 차이를 보이는지 정확하게 확인된 결과가 없으며 뇌파의 결과를 어떻게 해석해야 하는지도 아직 정확한 해답은 없는 상태이다. 그러나 다만, ADHD와 일반 학생들 간의 EEG 연구들은 ADHD 아동의 신경심리적인 특성을 파악하는 측정도구로 사용되고 있으며 대개는 ADHD 아동이 일반 아동보다 알파파와 베타파가 낮게 측정되고 세타파가 높게 측정되는 연구 결과를 보여주고 있다[8],[9]. 이러한 연구 결과를 토대로 본 논문에서는 알파파와 베타파를 높이고 세타파를 낮추어 집중력을 향상시킬 수 있는 2인용협동댄스게임을 제안한다. 현재 뇌파를 활용한 기능성 게임들은 BCI 기기 전문회사, 이모티브사와 뉴로스카이사 등에서 많이 출시하고 있는데 이러한 게임의 대부분은 1인용 게임이며 2인 이상이 협동하여 할 수 있는 기능성 게임은 아직까지 출시되지 않고 있다[4].

2.3 마인드 세트 측정자료 분석 결과

뉴로스카이사의 BCI 기기인 마인드셋을 활용하여 오락과 흥미 및 뉴로 피드백 치료를 위한 기능성 게임을 제작하기 이전에 마인드 세트에서 얻어지는 데이터의 신뢰성을 판단하기 위하여 2009년도에 전라남도의 초등학교 5곳(135명)과 노인 요양원 6곳(197명), 울산의 고등학교 1곳(103명) 등 총 435명을 대상으로 집중도

(attention)와 평정도(meditation) 측정을 수행하였다. 집중도와 평정도의 측정 범위는 0부터 100까지이며 집중도를 비교 분석해본 결과 고등학생 54.6, 초등학생 52.2, 노인 49.2의 결과가 추출이 되어 고등학생과 노인 간 집중도의 차이가 5.4로 연령대에 따른 집중력이 차이가 있음을 알 수 있었다.

또한, 평정도를 비교 분석해본 결과 초등학생은 53.1, 고등학생은 54.1, 노인은 54.8의 결과가 추출이 되어 평정도의 차이는 1.7로 집중도 차이보다 작게 나타났다. 노인의 평정도는 전체적으로 평균에서 큰 차이가 없었으나 초등생의 평정도는 개인별로 다양하게 추출되었으며 초등학생의 평균 집중도는 노인에 비해서는 높았으나 집중 시간은 짧은 것으로 나타났다. BCI를 이용한 비교분석 결과 초등학생의 경우 역동성이 있고 게임 시간이 짧은 다양한 게임타입이 적합하며, 다른 사람과 비교 판단을 하기 보다는 개인별 향상도를 알려줄 수 있는 게임이 적합한 것으로 나타났다.

노인의 경우 정적이며, 비슷한 형식을 반복적으로 시행하는 단순한 게임 타입이 적합하고, 타인과의 비교를 통해 흥미를 높이고 자신감을 회복할 수 있게 해주는 게임이 적합한 것으로 나타났다. 뉴로스카이사의 마인드셋을 이용한 뇌파를 이용한 데이터 측정으로부터 추출된 결과는 게임 제작의 방향을 설계하는데 큰 도움이 되었다.

III. 기능성 게임 설계 및 구현

3.1 뇌파측정 시스템과 댄스게임 구성

그림 1에서 보는 것과 같이 2인용 협동 댄스 게임제작을 위해 뇌파측정 장비로 NeuroSky사에서 출시된 싱글채널(single channel) SDK 시스템을 이용한다[10]. 뇌파를 측정하는 SDK 시스템은 뇌에서 발생하는 뇌파를 Asic chip을 이용하여 디지털 신호로 변환하여 사용자의 개인용 컴퓨터로 전송한다. 실시간 데이터 수집보드를 바탕으로 개인용 컴퓨터에 설치된 각종 라이브러리와 무선으로 통신하여 데이터를 전송받고 기능성 게임 개발에 활용한다. SDK 시스템으로부터 집중도와 평정도에 대한 데이터를 실시간으로 전송받아서 게임을 제작한다.

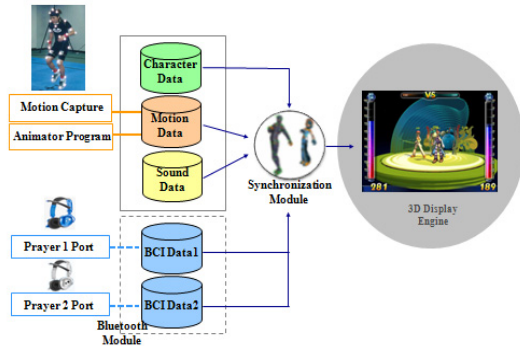


그림 1. BCI를 활용한 2인용 협동 댄스게임 구성도
Fig. 1 Diagram of twosome dance game using BCI

3.2 NeuroSky 헤드셋 연구

단순데이터를 비교하는 기존의 결과측정 방법보다 BCI 인터페이스 장치인 헤드셋을 통해 측정되는 뇌파의 결과 값을 사용함으로써 협동게임의 객관성과 신뢰성을 높이고 실제 게임 중에 변화되는 데이터를 사용자 편의를 고려한 다양한 방법을 통하여 시각화 함으로써 반복적인 게임의 약점을 보완할 수 있도록 뉴로스카이사의 SDK 헤드셋을 활용하였다.

이러한 BCI 인터페이스 장치인 헤드셋을 활용하면 기존의 게임을 더 다양하고 재미있는 형태의 게임으로 발전시키고 뇌파 분류에 따른 집중력, 실행력, 기억력 등 새로운 게임의 개발과 다양한 콘텐츠에 대한 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다. 두 대의 헤드셋이 각각 뇌파의 신호를 읽어 분리하는 기술과 현대의 컴퓨터와 두 대의 헤드셋이 연동 할수 있는 뉴로스카이사의 BCI 인터페이스를 양자간 게임 개발에 활용하였다[10].

3.3 댄스 모션데이터 5종 제작

BCI 인터페이스에 적합한 댄스 모션을 제작하기 위하여 다음과 같은 요인과 절차들을 고려하였다.

- 1) 댄스게임 성격을 감안하여 부드러운 움직임을 표현하기 위해 모션데이터는 초당 30 Frame을 적용한다.
- 2) Main Dance Motion 과 Event Motion 의 합성을 위해 그림2와 같은 모션 블렌딩을 적용한다.
- 3) Event Motion의 시작 포즈와 마지막 포즈의 동기화 작업을 한다.

- 4) 캐릭터에 움직임을 적용할 때에는 Skeleton의 Rotation 변화 값으로 재가공해, BCI 댄스 게임 캐릭터에 랜덤하게 적용 가능하도록 데이터를 추출한다.

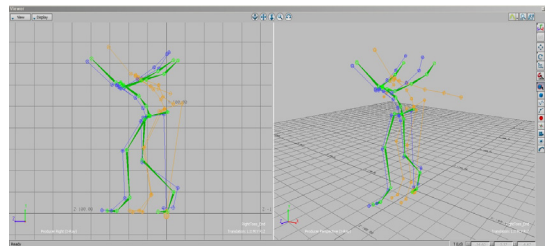


그림 2. Motion Blending 화면
Fig. 2 Example screen of motion blending

3.4 BCI 인터페이스에 적합한 댄스 5종 기획

메인 댄스곡은 가요 3곡, 팝송 1곡, 동요 1곡등 5곡과 이벤트가 발생할 때 구현될 7가지의 이벤트 모션을 제작하였다.

3.5 BCI 인터페이스에 적합한 댄스 모션캡처 및 모션캡처 데이터 DB 구축

전문 댄서의 모션 움직임을 정확하게 데이터화 하기 위해, 신체 주요 포지션에 40~60 여개의 반사 마커를 부착하고 Optical Motion Capture 시스템을 이용해 촬영하였으며, 마커의 프레임별 위치 변화값을 추출하여, 캐릭터 Skeleton에 모션데이터를 적용하고, Motion Capture 전문 Tool인 MotionBuilder 를 이용해 댄스 움직임을 그림 3과 같이 데이터화 하였다.

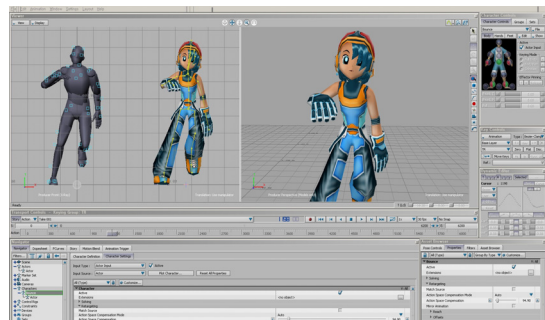


그림 3. Motion Builder 작업 화면
Fig. 3 Example screen of Motion Builder operation

게임 엔진에서 모션데이터를 활용하기 위해 각 캐릭터간의 **Skeleton** 구성 및 네임을 공통화 시켰으며, 댄스 모션데이터는 **Skeleton**에 프레임간 **Rotation** 변화값을 저장해, 댄스 게임 엔진에서 활용 가능하도록 **Motion DB**를 구축하였다.

3.6 게임용 3D 모델 및 UI 제작

BCI 인터페이스에 적합한 댄스 게임용 3D 모델 제작에 있어서 실시간 댄스의 움직임을 위해 적은 폴리곤 개수의 3D 캐릭터와 여러 종류의 3D 캐릭터에 같은 댄스 모션을 적용하기 위한 **Skeleton** 구성이 필요 하였다. 아래 그림 4와 같이 10,000개 이하의 **LowPolygon Character**를 제작 하였으며, 그림 5는 최소 28개로 이루어진 댄스용 **Skeleton**을 구성 하는 과정이다. 이러한 과정을 거쳐 그림 6과 같은 3D 캐릭터를 제작하였다.

한, 교육, 치료에 활용 가능한 **BCI** 게임 인터페이스를 개발하여 주의력 결핍 어린이들이나 노인들도 쉽게 이용할 수 있도록 게임 **UI**를 제작하였다.



그림 6. BCI 댄스 게임용 3D Character
Fig. 6 3D characters for 3D dance game

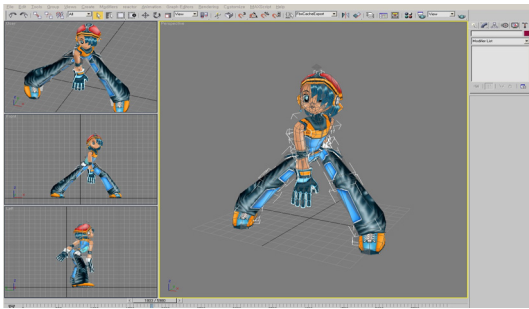


그림 4. Low Polygon 3D Character 적용 이미지
Fig. 4 Example of low polygon 3D image

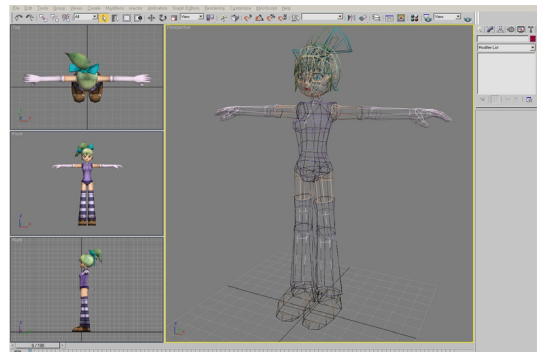


그림 7. BCI 댄스 게임용 3D Character
Fig. 7 Example of 3D character for 3D dance game

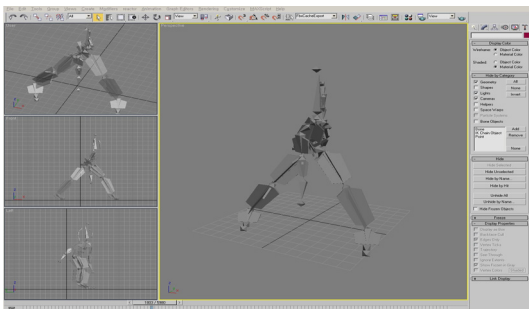


그림 5. 캐릭터 골격의 회전모양
Fig. 5 Example of character skeleton

실시간 댄스의 움직임을 위해 10,000 폴리곤 이내의 3D 모델 제작을 그림 4와 그림 5에서 보여주고 있다. 또

3.7 2인용 협동게임 화면

아래 그림 8 과 그림 9에 집중도에 따른 댄스 동작의 변화와 게임 결과에 대한 점수를 보여주었다. 댄스 동작의 변화는 게임선택 옵션에서 난이도를 선택하고 난 후에 뇌로부터 전달되는 **BCI** 기기의 수치에 따라 달라진다. 캐릭터의 동작변화 판정 기준은 **BCI** 기기의 수치를 기준으로 다음의 표 2와 같이 분류 하였으며, 협동댄스 게임에서 캐릭터의 동작변환은 **Player**의 평정심 값을 3초 동안 누적하여 평균이 10이상 높아진 경우 상대 **Player**의 집중도 값을 5만큼 높이고 **Player**의 평정심 값을 3초 동안 누적하여 평균이 10이상 낮아진 경우 상대

Player의 집중도 값을 5만큼 내린다. 또한, Player A와 B의 집중도 값을 5초 동안 누적하여 평균값을 사용하여 협동심 값을 산정하고 협동심 값의 범위에 따라 중앙의 댄스캐릭터가 댄스를 잘 추거나 다른 동작을 하도록 적용하였다.

표 2. 난이도별 판정기준
Table. 2 Operating criteria by game difficulty

난이도 옵션선택	BCI기기 수치	캐릭터의 동작변화
매우쉬움	0-33	두리번 거림
	34-66	뻗뻗한 춤
	67-100	정상적인 동작(춤)
쉬움	0-40	두리번 거림
	41-72	뻗뻗한 춤
	73-100	정상적인 동작(춤)
보통	0-50	두리번 거림
	51-78	뻗뻗한 춤
	79-100	정상적인 동작(춤)
어려움	0-60	두리번 거림
	61-84	뻗뻗한 춤
	85-100	정상적인 동작(춤)
매우어려움	0-70	두리번 거림
	71-90	뻗뻗한 춤 </td
	91-100	정상적인 동작(춤)



그림 8. 협동 집중도에 따른 댄스 동작 변화
Fig. 8 Dance motion change according to attention level

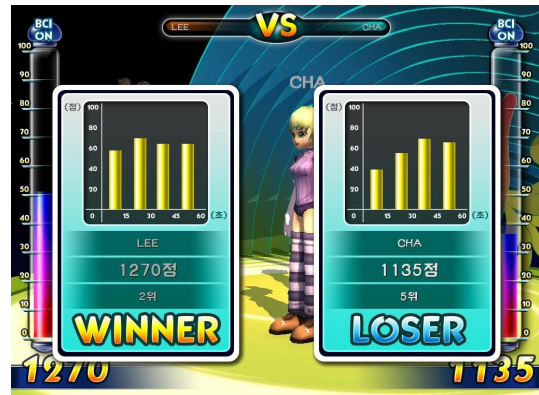


그림 9. 게임 결과 화면
Fig. 9 Example image of results

IV. 결론 및 제언

본 논문에서 구현 제시한 2인용 댄스게임은 기존에 출시된 1인용 게임과 차별화를 두어 집중력 뿐 아니라 현대사회에서 대다수의 청소년들에게 결핍되어 있는 상대방과의 협동심을 길러 주는데 많은 기능을 할 것으로 기대하며 향후 여럿이 동시에 할 수 있는 게임도 개발 될 것으로 전망된다[2]. 최근 BCI를 게임의 인터페이스로 이용하려는 연구와 상용화 시도는 꾸준히 이루어지고 있다[1]. 이러한 시도결과 치료목적의 의료용 장비보다 비교적 값이 저렴한 BCI 인터페이스 제품들이 시중에 판매되고 있으며 모바일 솔루션 개발사인 PLX Devices에서는 NeuroSky의 MindWave 헤드셋 기기와 ThinkGear 솔루션을 활용한 모바일 BCI 솔루션인 Xwave를 출시하는 등 BCI를 활용한 모바일 애플리케이션들이 속속 등장하고 있다[7]. 상용화된 BCI 헤드셋 기기는 뇌에서 나오는 알파파와 베타파만을 이용하고 있어 뇌의 집중상태와 평정상태 즉, 이완상태만을 측정하여 게임 등에 반영하는 수준에 그치고 있기 때문에 BCI 기기의 측정 뇌파 범위와 정확도를 더 확대하여 이를 이용한 게임, 애플리케이션, 장치들이 활성화 되어야 한다. 또한 향후 발전 과정에서 오락과 치료, 교육적인 면이 결합된 기능성게임, 영화의 인터랙티브 스토리텔링, 뉴로마케팅 같이 여러 분야에 응용될 것으로 기대된다. 이러한 다양한 방향에서의 응용을 위해서는 현재 출시되어 상용화된 기기들을 이용한 다양한 기능성 게임들이 제

작되어야 하고 이 과정에서 좀더 세밀한 요구가 새롭고 정밀한 BCI 기기의 출현을 촉진 시킬 것으로 기대한다. 뇌파를 활용한 인터페이스 기기들의 디자인이 게임에 등장하는 캐릭터들의 능력이나 게임이 진행되는 화면 속 환경들에 영향을 줄 수 있는 요소들이 무엇인지 정확 하게 파악하고 검증하는 연구를 통하여 게임의 디자인 측면에서 뇌파 인터페이스 기기에 대한 새로운 방향으로의 인식과 시각이 활성화 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2009-2011년도 서울시 산학연 협력사업(ST090799) 의한 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

[1] 오규환, “뇌파 인터페이스 장치를 활용한 게임 개발 동향”, 정보과학회지, 제26권12호, pp.42-48, 2008.

[2] 신정훈, 서은미, “BCI 기반 Entertainic 기술 개발동향”, 전자공학회지, 제34권제6호, pp.679-690, 2007.

[3] 이새벽, 임희석, “뇌파 기반의 컴퓨터 인터페이스를 이용한 기능성 소프트웨어 개발”, 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집, pp.687-690, 2010(6).

[4] 이창조, “뇌파 신호를 이용한 집중력 향상게임 구현”, 한국게임학회지, 제9권제2호, pp.23-28, 2009.

[5] 이충현, 권장우, 김규동, 홍준의, 신대섭, 이동훈, “뇌파기반 집중도 전송 및 BCI 적용에 관한 연구”, 전자공학회 논문지, 제46권 SC편 제2호, pp. 137-142, 2009.

[6] Issue Report, “인터페이스의 미래-인간의 두뇌와 컴퓨터를 연결한 BCI 기술 동향과 적용사례분석”, STRABASE, 2011.3.28.

[7] 문화기술(CT)심층 리포트, “BCI (Brain Computer Interface) 기술동향”, 한국콘텐츠진흥원, 2011.3.

[8] Barry, R., Clarke, A., McCarthy, R., & Selikowitz, M. “EEG coherence in attention-deficit/hyperactivity disorder”, Clinical Neurophysiology, 113(4), pp 579-585, 2002.

[9] Gardner, A., Samaso, D., Varrone, A., Sanchez-Crespo, A., Bejerot, S., Jacobsson, H., Larsson, S. A., & Pagani, M. “Differences at brain SPECT between depressed females with and without adult ADHD and healthy controls”, Behavioral and Brain Functions, 37(5), pp255-266, 2009.

[10] <http://www.neurosky.com/Academics/Academic-Papers.aspx>

저자소개

박태룡(Tae Ryoung Park)



1985년 한양대학교 수학과 이학사
 1987년 한양대학교 수학과 이학석사

1995년 한양대학교 수학과 이학박사
 1994~현재 서경대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※관심분야: 암호알고리즘, 멀티미디어 그래픽스

김재현(Jai Hyun Kim)



1986년 성균관대학교 산업공학과 공학사
 1989년 미국 오클라호마 주립대학 산업공학과 공학석사

1994년 미국 휴스턴주립대학 산업공학과 공학박사
 1994년~현재 서경대학교 산업공학과 교수
 ※관심분야: 멀티미디어그래픽스, 의사결정분석, 인지과학