

뇌파/맥파 신호 분석에 의한 건강관리 콘텐츠 개발

서덕원*, 신동일*, 신동규*

*세종대학교 컴퓨터공학과

ejr3949@gce.sejong.ac.kr, dshin@sejong.ac.kr, shin@sejong.ac.kr

Development of Health Management Solution based on EEG and ECG analysis

Deck-Won Seo*, Dong-Il Shin*, Dong-Kyoo Shin*

*Dept of Computer Engineering, Se-Jong University

요 약

현재 맥파(ECG; Electrocardiogram) 및 뇌파(EEG; electroencephalography)의 파형 분석기술은 다양하게 적용되고 있으니 이들을 종합적으로 활용한 개인용 건강서비스 개발은 아직 미비한 상태이다. 본 논문에서는 측정대상자의 정신적 혹은 육체적 피로도를 나타내는 8가지의 지표로서 집중도, 전두엽 비대칭 정도, 좌우뇌 활성화도 대칭 값, 알파파 및 베타파 혼련도 (이상은 뇌파 분석 결과), 스트레스 레벨, 심박 수, 자율신경균형도 (이상은 맥파 분석 결과)]를 개인에게 알려주는 생체정보기반 개인건강 관리 소프트웨어 시스템의 설계 및 개발 결과에 대하여 서술한다.

1. 서론

현재 맥파 및 뇌파 파형에 대한 개별적인 분석기술은 널리 알려져 있으니 이들을 종합적으로 적용한 개인용 서비스 개발은 아직 미비한 상태이다[1]. 뇌파/맥파의 분석 결과를 통합하여 건강 관리를 도모하는 서비스는 개발된 바 없으며, 맥파나 뇌파중 개별적인 파형 분석기술은 있으나 2가지 지수를 통합 관리하는 서비스 기술이 없다. 본 연구에서는 뇌파 및 맥파 장치를 이용하여 센서에서 취득되는 신호를 실시간으로 분석하여 사용자의 건강상태 정보 분석에 활용한다. 이를 기반으로 측정자의 정신적 혹은 육체적 피로도를 나타내는 8가지의 지표로서 집중도, 전두엽 비대칭 정도, 좌우뇌 활성화도 대칭 값, 알파파 및 베타파 혼련도 (이상은 뇌파 분석 결과), 스트레스 레벨, 심박 수, 자율신경균형도 (이상은 맥파 분석 결과)를 개인에게 알려주는 생체정보기반 개인건강 관리 소프트웨어 시스템을 개발하였다. 2장, 3장에서는 시스템 분석 및 설계와 데이터베이스 구성 및 설계를 4장, 5장에서는 맥파, 뇌파 분석지표로 구성하고 6장에서 구현결과, 7장에서 결론으로 마무리를 짓는다.

2. 시스템 분석 및 설계

맥파 및 뇌파 신호 분석에 의한 건강관리 콘텐츠에 대한 요구사항 분석 및 처리방안 설계의 주요 내용은 다음과 같다.

표 1 건강관리 콘텐츠에 대한 요구사항 분석 및 처리방안 설계

요구사항명	요구사항 설명	처리방안 설계
건강관리 콘텐츠 : 스트레스 감소	○ 뇌파를 이용한 스트레스 지수 분석 - 뇌파를 이용해서 스트레스 지수를 수치화 및 분석 - 스트레스 감소를 위한 음악 제공 및 조언	뇌파 검사 결과를 이용해 하이 베타파를 분석한 후 알파파를 유도할 수 있는 백색소음(음악) 및 조언을 통한 치료
건강관리 콘텐츠 : 뇌파 비대칭 치료	○ 뇌파 검사를 이용한 뇌파 비대칭 분석 - 뇌파를 이용해서 뇌파 비대칭 수치화 및 분석 - 뇌파 대칭을 위한 바이올린 음악 제공, 과 검증 및 음악 추천	뇌파 검사 결과 각 파형의 대칭도를 분석한 후 음악을 통한 치료
건강관리 콘텐츠 : 두뇌 건강 점검	○ 뇌파 측정을 통한 두뇌 건강 상태 체크 - 뇌파 측정을 통한 집중력, 좌우뇌 몰입도 등을 평가	뇌파 검사 결과 두뇌 인지능력을 분석한 종합 건강점수, 집중력, 좌우뇌 활성도를 통해 피로도의 평가를 통한 두뇌 건강, 성격을 측정

3. 데이터베이스 구성 및 설계

데이터베이스의 구성은 아래와 같다.

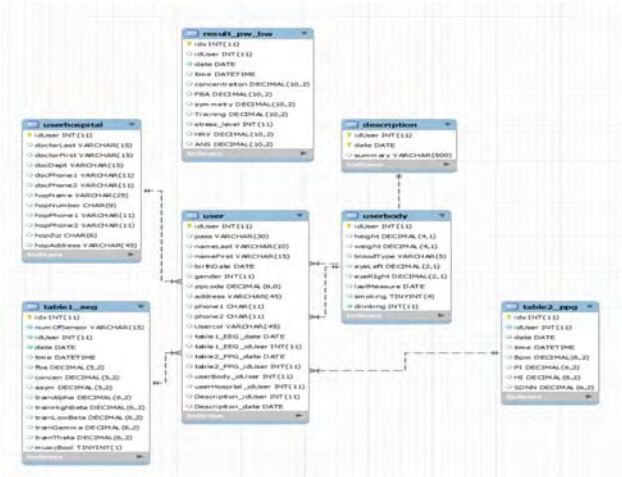


그림 1 데이터베이스 구성

전체 데이터베이스는 user, userhospital, userbody, result_pw_bw, table1_egg 및 table1_ppg 및 description의 7개의 테이블로 구성하였다. user의 경우에는 사용자의 정보를 나타내준다. userhospital의 경우에는 사용자가 다니던 병원의 정보를 나타내준다. userbody의 경우에는 사용자의 신체정보를 나타내주며 주로 문진을 통한 정보를 나타내준다. description의 경우는 사용자에 대한 서술형의 요약 내용을 담는 테이블이다. table1_egg의 경우에는 뇌파관련 콘텐츠를 시행했을 때 사용자의 뇌파상태를 나타내주고, table2_ppg의 경우에는 맥파 관련 콘텐츠를 시행했을 때 사용자의 맥파 상태를 나타내준다. 마지막으로 result_pw_bw의 경우에는 콘텐츠의 결과 값을 나타내준다.

3. 맥파 분석 지표

선택된 맥파 신호 분석 지표에는 분당 심박수 지표, 심박 시간격 지표, 혈류지수 지표, 심박 세기 지표가 있다. 먼저 분당 심박수 지표를 구하는 식이다. 매번의 심박마다 직전 심박과의 시간격을 이용하여 60초 / 심박 시간격 (sec 단위)에 의하여 계산된 값으로 분당 심박수를 구한다[2]. 심박 시간격 지표는 직전 심박 - 현재 발생한 심박 = 심박 시간격 (ms) 이고[2], 심박 세기 지표는 심장박동의 시파형의 최고점을 측정 (AD 최대값) 한 것이다[2]. 마지막으로 혈류 지수 지표이다. 맥파는 혈류를 검출하는 것인데, 사람마다 혈류의 차이가 크며 그 정도를 정량화 한 값이 Perfusion Index 즉 혈류지수이며 %로 표기한다[3].

4. 뇌파 분석 지표

선택된 뇌파 신호를 분석하는 지표로는 전두엽 비대칭도, 집중도, 좌/우뇌 활성화 대칭값, 알파/베타파 혼련도, 스트레스 지수 측정이 있다. 먼저 전두엽 비대칭 정도 FBA(Frontal Brain Asymmetry)는 감정에서 기본적인 차원 외의 다른 부분과 연관되는 EEG 신호를 측정하는 것으로 우울증과 관련이

있다. 뇌 활동의 증가 시에 오른쪽 전반구는 부정적인 부분과 연관되지만, 이와 대조적으로 지극히 높은 활동은 왼쪽 전반구의 긍정적인 부분과 연관된다. FBA에 의한 EEG 신호는 Alpha 파와 뇌의 활동과 관련이 있다. 뇌의 활동이 많아질수록 Alpha 파는 감소된다. 뇌에서 주어진 활동은 일반적으로 Alpha 파에 반비례하므로 이를 AIM(Alpha Inactivity Mechanism)에 적용한다. 좌뇌와 우뇌의 활동의 차이를 수치화하여 나타낸 공식은 다음 수식 1과 같다. P_{aL} 은 왼쪽의 Alpha 파를 의미하고, P_{aR} 은 오른쪽의 Alpha 파를 의미한다[4].

$$FBA = \frac{1}{P_{aL}} - \frac{1}{P_{aR}} / \frac{1}{P_{aL}} + \frac{1}{P_{aR}} = \frac{P_{aR} - P_{aL}}{P_{aR} + P_{aL}} \quad (1)$$

일반적으로 FBA 결과값이 0.1 (10%) 이상이면 우울증 가능성이 높다고 판단하는 콘텐츠로 활용가능하다.

집중도를 구하는 방법으로는 집중 상태에서는 Theta리듬 (4~8Hz)은 줄어들면서 unfocused attention을 의미하는 SMR리듬(12~15Hz)과 focused attention을 의미하는 Mid-Beta리듬(16~20Hz)이 증가하게 된다. 따라서 집중 지표를 다음 수식 2와 같이 Theta파에 대한 SMR과 M-Beta리듬비율에 의해 정량화될 수 있다[5].

$$Power\ Ratio\ of\ (SMR + MidBeta) / \Theta \quad (2)$$

1~100 사이의 숫자로 표현이 가능하며, 숫자가 높을수록 “인지능력”이 높다고 판단하는 콘텐츠로 활용가능하다.

좌뇌/우뇌 활성화 대칭 값을 구하는 식은

$$actLeft = \frac{1}{P_{aL}} \quad \quad \quad actRight = \frac{1}{P_{aR}} \quad (3)$$

여기서 P_{aL} 과 P_{aR} 은 각각 왼쪽과 오른쪽의 알파파의 크기를 의미한다. 좌뇌와 우뇌의 활성도를 비교하는 것이기 때문에 수식 3에서 구해진 수치를 백분율로 Results Viewer에 나타낸다. 좌뇌/우뇌 활성화도의 차이값이 적을수록 “ADHD”가능성이 낮다고 판단하는 콘텐츠에 활용할 수 있다[6].

알파파/베타파 혼련도를 구하는 방법으로는 측정된 뇌파 데이터의 알파파와 베타파의 상대 파워 값들의 평균을 구한다. 1 ~ 100까지의 숫자로 표현이 가능하다. 숫자가 높을수록 활성도가 높으므로 “기본 학습능력치”가 높다고 판단하는 콘텐츠로 활용이 가능하다[7].

스트레스 지수 측정 방법으로는 측정된 뇌파 데이터의 베타파 값들의 평균을 구한다. 베타파는 13Hz~30Hz 값의 주파수를 가지며 18Hz이상의 값이 나오게 되면 스트레스 지수가 높다는 것이다. 18Hz 전/후 값으로 스트레스 지수가

높은지 낮은지를 판단하는 콘텐츠로 활용가능하다[8].

5. 구현 결과

JDK1.8.1버전을 사용하였으며 java로 UI 및 콘텐츠 제작을 수행하였고 DB연동은 maria DB를 사용하여 진행하였다. 뇌파 신호 취득을 위해서 Emotiv의 INSIGHT 제품을 사용하였으며, 해당 제품은 5개의 전극에서 뇌파신호를 취득한다. 맥파 신호 취득을 위해서 락사의 ubpluse 3 제품을 사용하였다.

아래 그림 2는 스트레스 감소 콘텐츠의 최종 실행 결과이다. 스트레스 감소 콘텐츠는 뇌파의 베타파를 이용하여 분석한 것이다. 인간이 스트레스를 받을 때 나타나는 뇌파인 베�타파를 기준으로 주파수가 18Hz 미만일 경우 일반상태이고 18Hz 이상일 경우 스트레스 상태를 나타내는 것이다. 결과 창에서는 콘텐츠 사용 전/후 별로 뇌파의 상태를 측정하여 보여준다. 그 아래의 결과 분석 창에는 스트레스의 상태와 스트레스완화에 도움을 줄 수 있는 조언 및 자료를 추천 해주는 것으로 결과를 낸다.

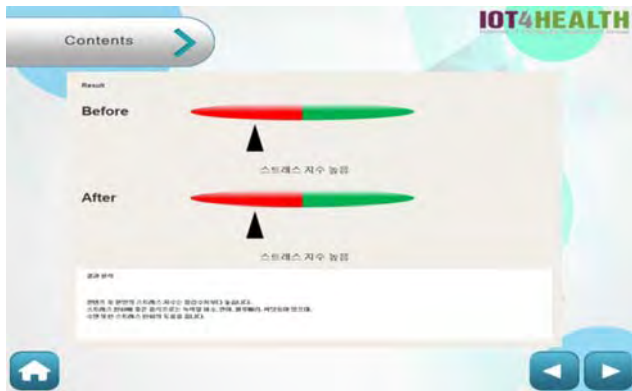


그림 2 스트레스 감소 콘텐츠 결과

아래 그림3은 뇌파 비대칭 치료 콘텐츠의 최종 결과를 보여주고 있다. 뇌파 중 알파파(Alpha)와 베타파(Beta) 각각의 좌, 우 뇌파를 비교해 대칭정도를 백분율로 나타내며, 대칭정도가 90% 이상이면 양호이며 그렇지 않다면 양호하지 않은 상태라고 출력된다. 콘텐츠 전/후 결과를 모두 출력하며 백분율을 통해 수치를 알 수 있다. 또한 전/후의 결과 차이를 비교해서 하단에 출력해준다.

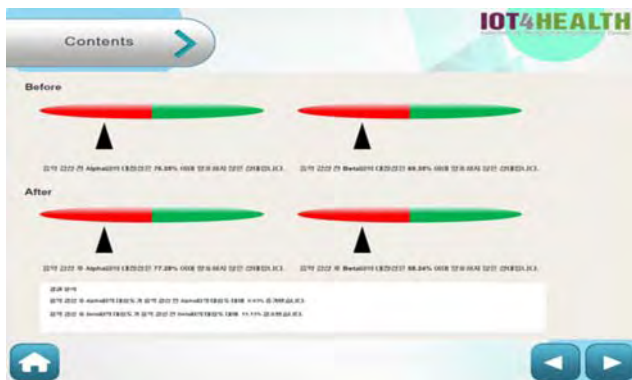


그림 3 뇌파 비대칭 치료 콘텐츠 결과

6. 결론

뇌파와 맥파는 비교적 측정하기 용이한 생체신호로서 많은 연구에 사용되고 있다. 본 연구에서는 뇌파/맥파 신호에 대하여 각각 5개/3개의 분석 지표를 활용하여 산출된 값을 이용하여 사용자의 건강 상태를 측정하여 시각적으로 보여주는 소프트웨어를 설계하고 개발하였다. 향후에는 측정된 생체신호를 개인화된 프로파일로 활용하여 이에 대한 기계학습 알고리즘을 적용한 준교사 학습적인 분석을 실시하여 개인 건강관리 에이전트 역할을 수행하는 시스템 개발을 진행할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 2018년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임 [C0511832]

참고문헌

- [1] 의료기기 산업[시장] 분석 - 중소기업 기술개발사업 종합관리시스템 “www.smtech.go.kr/popup/lodmap/file/2-14-3.pdf”
- [2] 최병문. 노규정 “심박변이도(Heart Rate Variability)”, 정맥마취학회지, Vol.8, No.2, pp.45-86
- [3] 진복희 “경두개 도플러 초음파의 측정지표와 성/연령의 상관성.” 대한임상검사과학회지 (Korean Journal of Clinical Laboratory Science) Vol.42 No.3 pp.155-160
- [4] 백기자. 박병운. 안상균 “시계열 선형분석을 통한 유아들의 좌우뇌균형에 전전두엽 뉴로피드백 훈련이 미치는 영향 연구.” 한국산학기술학회 논문지 Vol.10, NO.7, pp.1673-1679
- [5] 이충현. 권장우. 김규동. 홍준의. 신대섭. 이동훈 “뇌파 기반 집중도 전송 및 BCI 적용에 관한 연구” 전자공학회 논문지-SC, Vol.46, No.2, pp.41-46
- [6] Hassan H. Murat Z, H. Ross V. Buniyamin, N “A preliminary study on the effects of music on human brainwaves.” In Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS), 2012 International Conference on IEEE, pp.176-180
- [7] Jeon, Hyeonjin. M, D, Seung-Hwan Lee “학습과 기억의 뇌파.” Korean J Biol Psychiatry Vol.23, No.3, pp.102-107
- [8] 문덕홍. 김영완 “음향진동장치에 의한 인체의 스트레스 저감 효과.” 한국동력기계공학회지, Vol.11, No.2. pp 32-37