

AI 음악 큐레이션과 AR 운동방법을 이용한 전기자극 장치 개발

김홍윤*, 진세한**, 강지영***

*주식회사 제우스기술

**주식회사 캐스트유

***호서대학교 컴퓨터정보공학부

kimhongyoon@naver.com, jinsehan@naver.com, wldud68512@gmail.com

Development of electric muscle stimulation device using AI music curation and AR exercise method

Hong-youn Kim*, Se-han Jin**, Ji-young Kang***

*R&D Lab, Zeus tech co.,ltd

**CAST U INC.

***Dept. of Computer Engineering, Hoseo University

요 약

본 논문은 전기 자극 장치에 관한 것으로서, 운동상황에 맞게 인공지능 기능이 음악을 선별해 주고 음악의 BPM(beats per minute)에 맞게 전기 자극 장치에서의 PWM(pulse width modulation)신호가 동기화 되어 재활 기능과 더불어 헬스 케어와 관련된 추가적인 기능 및 효과를 제공할 수 있는 개선된 전기 자극 장치에 관한 것이다. 언제 어디서나 간편하게 셀프 운동케어와 할 수 있도록 AR기술을 이용한 카메라가 있는 디지털 디바이스를 활용하며, 해당 신체의 운동부위를 지정하게 되면 이에 맞는 운동방법을 AI기술을 이용하여 적용할 수 있다. 수행자가 잘못 운동을 하는 것을 올바르게 개선시키기 위하여 실시간 AI 음성기능과 텍스트 코칭을 통해서 올바르게 운동할 수 있게 제한하며, 이에 대한 과정과 결과를 시각적으로 보여주면, 결과에 대해서는 리포팅을 하여 사용자가 올바르게 운동을 하고 효과적으로 운동을 했는지에 대해서 정량적인 수치의 운동횟수와 운동량에 대해서 표현해준다.

1. 서론

최근 건강에 대한 관심이 날로 증대되고 있으며, 그에 따라 건강 증진을 위한 각종 기기들이 다양하게 개발되어 보급되고 있다.

일례로 전기 자극 장치의 일종인 저주파 치료기는 저주파 발생장치에서 발생한 저주파 전류를 이용하여 인체 근육 부위를 자극하는 것으로, 비만이나 통증 등의 치료에 효과적인 것으로 알려져 있다.

일반적으로 피부를 통해 인체에 미약한 저주파 전기를 통하게 할 경우 근육을 운동시켜 기초대사량을 높일 수 있고, 지방 세포를 직접 자극하여 세포 수를 감소시키는 동시에 크기를 줄일 수 있다.

또한, 혈액 순환을 촉진하고 체내 온도를 상승시켜 에너지 소모량을 늘릴 수 있고, 피부를 자극하여 피부와 대장을 직접 운동시키고 장 운동을 활발하게 해주는 등 숙변 제거와 변비 치료에 효과적이다.

그 밖에 저주파는 인체에 흐르는 전류와 유사하여

인체를 쉽게 투과할 수 있으므로 신경과 근육을 자극하기에 적합하고, 근육을 자극하여 활동량과 혈액의 움직임을 증가시켜 근육 마비, 통증, 피로 등의 증상을 완화시킨다.

2. EMS 장치의 운동법 및 구조

전기 자극 장치 중에 전기적 근육 자극(EMS:Electrical Muscle Stimulation)을 통해 근육을 운동시키는 EMS기기(Electrical Muscle Stimulator)가 시판되고 있고, 이를 이용한 EMS 운동법이 각광받고 있다.

EMS 운동법은 저주파 또는 중주파 전기를 이용하여 근육을 자극함으로써 운동 효과를 극대화하는 마이크로 트레이닝으로도 불리는 운동법으로, 체내에서 가해지는 전기 자극으로 근육이 수축하는 현상을 응용하여 운동 시 신체 곳곳에 약한 전기 자극을 가함으로써 운동 효과를 높이는 운동법이다.

이러한 EMS 운동법에서는 저주파가 발생하는 단

말을 사용자 신체에 직접 붙이거나, 단말이 설치된 의복 또는 밴드 등을 착용하여 단말을 신체에 간접적으로 밀착시킴으로써 단말을 통해 신체에 저주파 또는 중주파 전류를 인가한다.

일반적인 EMS장치는 PWM신호를 개발하기 임의의 영역을 지정하여 구성한다. 이에 따라서 사용자마다 각기 근육량이 다르기 때문에 전기쇼크나 놀라는 경우가 많이 발생한다.[1,2] 이러한 문제점을 고찰하여 초기 EMS부착시 근육량을 전기적인 저항값으로 인식하고 이에 대해서 안정적으로 사람마다 초기값을 정해주는 Dual stochastic 알고리즘을 적용하였다. 이러한 알고리즘을 통해 사람마다의 근육 및 피부의 저항값을 인지하여 안정된 범위의 PWM 신호가 출력되도록 장치에 적용하였다.[3,4]



(그림 1) 개발한 EMS모듈사진

전기자극장치는 전극 패드를 포함하며, 전극 패드는 근섬유 조직을 직접 자극할 수 있도록 저주파나 중주파 전기를 사용자 신체 부분에 잘 인가할 수 있는 구조로 제작하였다.

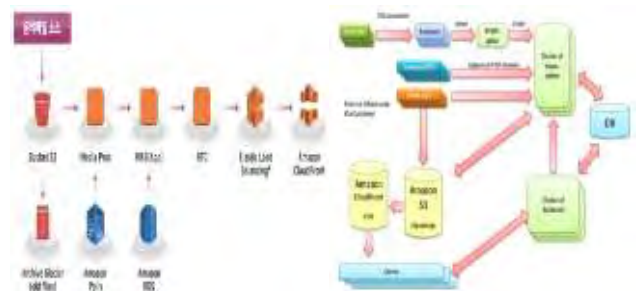
이를 위해 전극 패드는 신체 굴곡에도 불구하고 신체와의 밀착도를 높일 수 있는 재질로 제작되는데, 일반적인 형태로는 실리콘 고무나 합성수지 시트로 제작된 패드형 몸체에 탄소 소재 등의 도전성 물질을 코팅하는 방식으로 전극을 형성한 형태가 알려져 있으며, EMS 장비를 이용한 운동 방식 중 하나로 복수 개의 전극 패드를 부착하여 특수 제작한 일렉트릭 슈트를 착용하도록 개발하였다.

이와 같이 다양한 형태의 EMS 기기나 장비들이 개발되어 사용되고 있으며, 대부분의 EMS 기기나 장비들이 형태나 사용 방식은 달리하고 있지만 주요 구성에 있어서는 저주파나 중주파 전류를 신체에 인가하여 근육에 전기 자극을 줄 수 있도록 하였으며, EMS 기기나 장비들이 전기적 근육 자극의 단순 기능만 하는 것이 아니라 음악의 BPM을 80이하, 80이상 120이하, 120이상으로 구분하여 음악의 비트에 맞게 전기자극장치의 PWM신호를 동기화 하여 음

악을 틀면 그 비트에 맞게 전기자극이 되도록 구성하였다. 이러한 하드웨어 및 연동 솔루션은 주식회사 제우기술에서 개발하였다. 추가로, 헬스 케어와 관련하여 새롭고 보다 다양한 기능 및 효과를 제공할 수 있는 전기 자극 장치를 요구되고 있으며 이에 부응하는 제품을 개발할 수 있었다.

3. AI기반의 음악 스트리밍

EMS와 연동하기 위해서 AI클라우드, WEB RTC, 스트리밍 기술이 융합되어 모바일 앱(App) 과, WEB (POS,Window) 형태로 사용자에게 제공되는 음성 방송 서비스를 주식회사 캐스트유에서 개발하였다. 빅데이터 음악과 ,오픈 API 빅데이터가 크롤링 되며 아마존 AWS 라이브러리와 구글클라우드 환경에서 딥러닝 학습 과정을 거쳐 최종적으로 사용자의 성향에 맞춘 마이닝을 통해 최종 큐레이션 되어 사용자에게 제공되어진다. 온디맨드(사용자 맞춤형 개발 앱 방향) 서비스 환경으로 네이티브 웹 시스템보다 보다 빠르고 합리적인 가격으로 사용자에게 제공 되는 서비스 형태를 가지고 있다. 이러한 솔루션을 통해서 빅데이터와 AI 기반의 다양한 기법들을 활용하여 방송시스템의 자동화와 음악 데이터의 매핑을 통해 공간을 관리 , 지배, 통계정보를 활용하여 사용자의 가치를 상승시키는 프로그램이다.



(그림 2) AI 클라우드 / streaming 설계도

구체적으로는 음악 빅데이터 가공 솔루션 (Mapreduce 방식의 알고리즘 데이터 매핑방식)을 적용하고 구글 머신러닝 적용 (파이프라인 TENSORFLOW 적용) 하여 DATA FLOW 형태의 모델로 손쉽게 딥러닝 적용 가능하도록 프로그램을 설계하였다. 추가로 web-to-web 방식으로 일반적인 Pass 방식과 SK텔레콤의 AudioCodes WebRTC Sonus WebRTC Gateway Mobile SDK 을 활용하여 시스템에 적용하여 WRTC 기반의 다자통화 서비스 설계를 하였다. 데이터로부터 정보를 추출하기 위해 기법을 적용하기 위해 웹 마이닝을 적용하였으

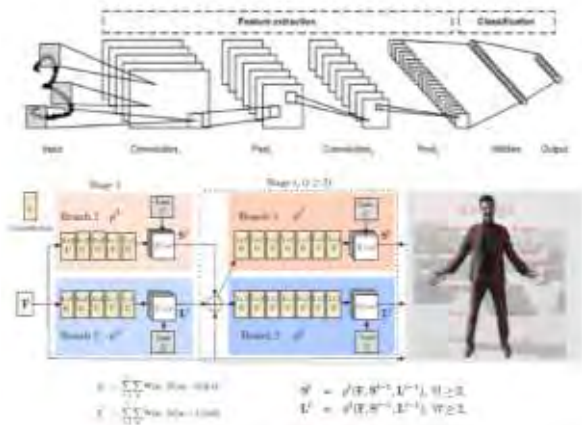
며 신경망(Neural Networks) 분석기법[5]과 동시발생 매트릭스(Co-Occurrence Matrix)을 선택하여 시스템에 적용하여 사용자 분석 마이닝 (웹 사용기반 알고리즘)[6]을 할 수 있다.



(그림 3) 개발한 모바일 앱 및 윈도우 플레이어

4. AR 기반의 운동방법 제안

CNN(Convolutional Neural Networks)기반의 특징점 추출 및 유사도 기반(Part affinity Fields)의 연속 Tracking 시스템을 통해 실시간으로 2D영상의 각 skeleton information추출 및 분석하는 기계학습 솔루션을 개발하였다. 이는 실시간 행동 분석과 머신러닝기반 영상분석 처리를 통해서 행동 분석의 경량화 및 고도화를 할 수 있도록 기계학습(Machine Learning) 기반의 실시간 동작분석 시스템 개발을 하였다.



(그림4) CNN기반의 데이터 추출 및 학습 모식도

각 트레이너로부터 입력되는 다양한 운동 처방 경우의 수를 학습하고 진단 결과와 처방 간의 상관관계를 도출하여 자동화된 맞춤 운동 프로그램을 큐레이팅을 통해 사용자 맞춤형 운동관리 프로그램 큐레이션 DB 및 알고리즘을 개발하였다.

텍스트와 음성가이드를 통해서 프로토콜 데이터 베이스 기반의 오류동작 분석 및 피드백 가이드 시스템을 통해서 올바른 운동을 할 수 있도록 제안하였

으며 엘리스헬스케어에서 개발하였다.



(그림5) 프로토콜 데이터베이스 기반 오류동작 분석

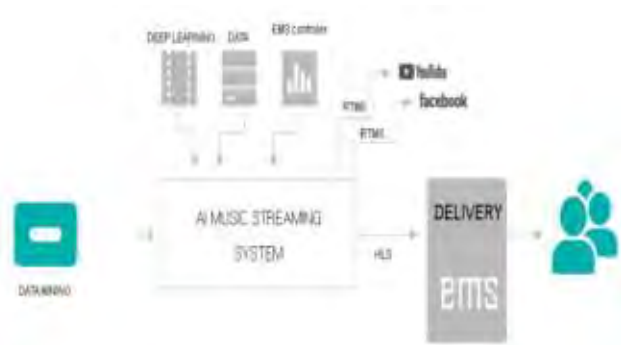
사용자 단말 기반 솔루션을 통해 클라이언트에서 축적된 데이터 크롤링 및 서비스 최신화 자동배포등을 위한 관리자-클라이언트-서버 간의 시스템 구축 (HIPPA 규정준수)하였다.

5. ICT 융복합 콘텐츠 솔루션 (AI, AR, IoT하드웨어 솔루션) 구축

가정에서나 장소에 구애받지 않고 카메라가 있는 모듈(핸드폰, 노트북, 웹캠이 장착된 컴퓨터)을 이용하여 사용이 용이하며, 개인 맞춤화 및 최적화된 다양한 운동 프로그램 추천 알고리즘, DB구축하였으며 올바른 운동을 할 수 있도록 음성 및 텍스트 기반으로 제안하며, 정상인 뿐만 아니라 장애인도 음성이나 화면을 통해서 쉽게 따라할 수 있도록 프로그램을 구성하였다. 이에 대해서는 녹음된 것이 아니라 실시간으로 자동 코칭 및 피드백 알고리즘을 통해 기존 저장된 DB를 이용하여 학습할 수 있다.

기존에 헬스나 재활프로그램에서 사용되는 음악은 저작권법에 문제가 되는바 이에 대해서 저작권을 확보하고 사용자의 성향에 맞춘 음악큐레이션 솔루션을 통해서 사용자가 휘트니스, 요가, 재활병원등의 어떤장소에 가더라도 이에 맞는 음악을 큐레이션하여 송출 될 수 있도록 AI기반의 음악큐레이션 솔루션을 개발하여 적용하였다. 또한 이렇게 송출되는 음악의 BPM에 맞도록 EMS 모듈에 블루투스로 정보를 전달하여 전기자극장치가 저주파상에서 PWM로 근육부위에 전달될 수있게 전기근육자극을 이용한 근육 재활 및 운동효과 극대화 할 수 있었다.

이러한 솔루션을 바탕으로 ICT 융복합 콘텐츠 솔루션 (AI, AR, IoT하드웨어 솔루션)을 구축할 수 있었다.



(그림 6) 데이터 마이닝과 EMS 연결 구성도

6. 결론

EMS를 이용한 훈련은 물리치료 분야에서 환자들의 고정된 근육의 비활동 근위축 감소 및 예방을 위해 등척성 운동을 중심으로 다양한 방법으로 활용하고 있음을 확인할 수 있으며, 정상인을 대상으로 EMS 처치와 등장성 운동에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 신경계의 적응을 크게 유발시킬 수 있는 EMS를 등장성 운동 시 적용하여 근력 및 균형 능력에 미치는 효과를 적용함으로써 다양한 방법으로 근육 운동을 돕는 EMS기기를 개발[3,7]하였으며 보통 음악을 들으면서 헬스장이나 물리치료를 받게 되며 이러한 음악적인 효과 또한 재활이나 운동에 심리적으로 많은 도움을 주고 있다.



(그림 7) ICT 융복합 콘텐츠 솔루션

치료를 받거나 헬스장에 가게 되면 원하는 음악이 아닌 전체적으로 듣는 음악으로 개인의 영향보다는 분위기 전체에 따른 음악을 듣고 운동을 하게 된다. 이러한 음악에 대해서 그날의 추천 운동, 날씨, 기분 등에 대해서 앱을 통해서 노래를 추천해주거나 원하는 음악을 듣게 해주어 환자나 운동하는 사람들이 효과적으로 운동할 수 있도록 음악을 AI 마이닝 솔루션을 적용하여 제공할 수 있다.

음악의 BPM(Beats per minute)신호를 앱으로 보내주고 펄스폭변조(Pulse width modulation ; PWM)를 통해서 신호를 EMS기기로 보내주어 근육 자극을 시키게 되면 환자나 운동하는 사람들도 이에 대한 귀로 듣는 심리적인 효과와 더불어 근육량의 증가를 위한 재활 및 운동에도 많은 도움이 될 것이다.

다. 추가적으로 빅데이터를 확보하고 데이터에 맞는 운동방법도 추가적으로 개발한다면 가정에서도 카메라가 있는 디바이스 만으로 운동 방법제안 및 재활을 위한 솔루션 적용이 가능할 것이다.

참고문헌

- [1] Hoon Heo, Yun Hyun Cho, Dae Jung Kim, "Stochastic control of Flexible beam in Random flutter. Journal of Sound and Vibration" Vol. 267, No. 2, pp335 ~ 354, 2003.
- [2] Sung-Man Park , Dong-Hee Lee, Jin-Hwan Kim, Jong-Bok Lee, Hoon Heo, "Experimental system identification in stochastic domain using cantilever beam", Control Automation and Systems, ICCAS '07, International Conference paper pp.1700 - 1703.
- [3] Yul-Kyu Son, Yong-Min You, Byung-Il Kwon, "Optimal Design to Increase Thrust Force in Electro Magnetic Linear Actuator for Fatigue and Durability Test Machine" IEEE Transactions on Magnetics - IEEE TRANS MAGN , vol. 47, no. 10, pp. 4294-4297, 2011.
- [4] 김홍윤, "복합시스템의 모델링 및 제어", 고려대학교, 2016.
- [5] K. Ogata, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2010.
- [6] N. S. Nise, Control Systems Engineering, Wiley, 2010.
- [7] Sung-man Park, O-shin Kwon, Jin-sung Kim, Jong-bok Lee, Hoon Heo, "Identification of Non-Gaussian Stochastic System", Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control. Vol. 136, 041006(1~5), 2014.