DSU Dongseo University 동서대학교

* 한국등록특허 제10-2232855호 (2021.03.22 등록)

근전도 신호의 중간주파수를 이용한 근피로도 측정 시스템

I. 기술소개

◈ 종래기술의 문제점

- 의료 기술의 발달로 인하여 평균 수명이 연장함에 따라 인구 고령화와 의료비 증가 등 다양한 사회적 문제가 야기되었음. 이를 해결하기 위하여 의료 기술과 ICT 기술의 접목을 통해 최소한의 비용으로 다양한 의료 서비스를 제공할 수 있는 디지털 헬스케어 기술이 부각되고 있음

◈ 기술의 특징

- **근육의 피로도를 모니터링**
  - 재활 부위에 접촉되어 재활 부위의 근섬유에서 일어나는 탈분극에 의한 전기 신호를 측정
  - 근전도 센서의 측정값을 입력받아 재활 운동 정보를 생성함
  - 재활 운동 정보를 가시적으로 표출함
- **중간주파수를 근육의 피로도 모니터링에 활용**
  - 운동 초기에 산출된 중간주파수 대비 실시간으로 측정되어 산출되는 중간주파수의 비율이 어느 구간에 속하는지 여부를 토대로 재활 운동 정보를 생성함
  - 중간주파수의 비율을 고려하여, 액츄에이터의 반력을 증감을 제어함

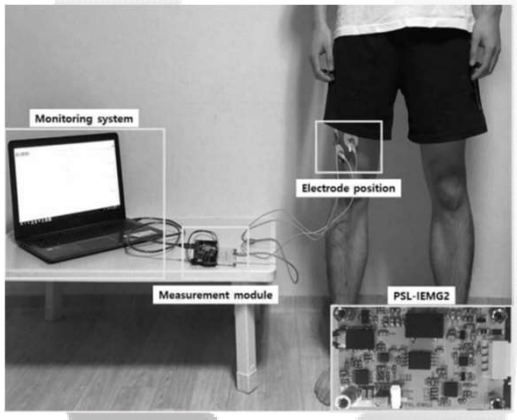

그림1: 근전도 신호의 중간주파수를 이용한 근피로도 측정시스템의 근피로도 비교 평가를 위한 실험

기대 효과

- 근전도(EMG)신호를 분석하는 것을 기반으로 사용자의 근육의 피로도를 애플리케이션을 통해 실시간으로 모니터링함
- 반력 제공 장치가 구비되고 근전도 센서 측정값의 중간주파수 비율로부터 반력 제공 장치의 반력을 가변할 수 있으므로, 정확한 재활 운동의 강도를 제공할 수 있음

◈ 중간주파수의 측정 과정

- 근전도 센서의 측정값을 FFT한 결과를 수학적으로 해석하여 중간주파수를 산출
- 근전도 센서의 측정값에 대하여 중간주파수를 산출한 결과, 운동 초기에 산출된 중간주파수 대비 실시간으로 측정되어 산출되는 중간주파수의 비율이 어느 구간에 속하는 지의 여부를 토대로 재활 운동 정보를 생성함

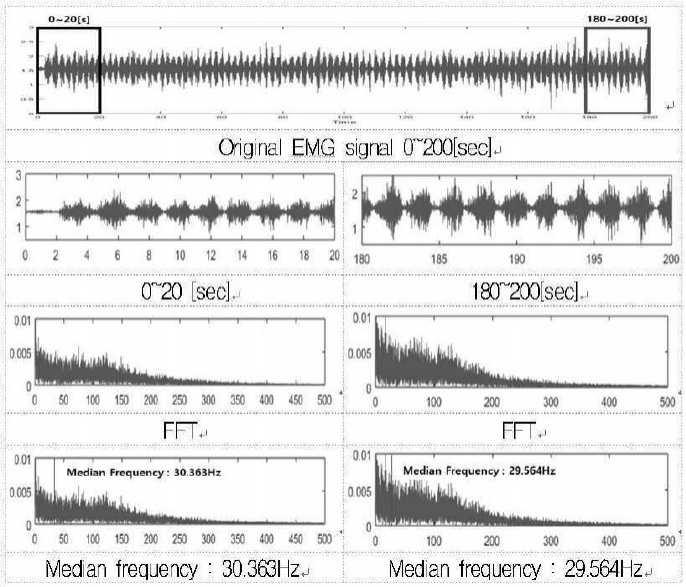

그림2: 측정시스템의 중간주파수 추출과정 예시

- 중간주파수와 근육의 피로도 간의 관계 증명을 위한 실험
- 근육의 피로도 비교평가를 위하여 신체 질병이 없는 20대 5명을 대상으로 근력 운동 기간에 따른 근육의 피로도를 측정함. 근력 운동은 스쿼트 자세로 설정하고, 측정 횟수는 총 100개로 근력 운동을 진행한 결과를 나타냄

subject	Before Exercise	After Exercise	Reduction rate
subject 1	30.363Hz	29.564Hz	2.7%
subject 2	90.973Hz	26.827Hz	13.3%
subject 3	29.270Hz	27.434Hz	6.2%
subject 4	22.365Hz	20.805Hz	6.9%
subject 5	28.700Hz	26.691Hz	7%

그림3: 실험자들에 대한 근육의 피로도에 따른 중간주파수 감소율 예시

- 중간주파수와 근육의 피로도 간의 관계 증명
- 실험자 5명의 근육의 피로도에 따른 중간주파수 감소율을 나타냄.
- 즉, 실험자의 스쿼트 자세에 따른 근육의 피로도 감소율은 개인차가 있지만 실험자 모두 근력 운동 시작 구간과 마지막 부분의 전체적인 스펙트럼의 크기가 줄어들었으며, 중간주파수의 수치 또한 감소하는 추세를 보임
- 중간주파수를 산출하여, 이를 근거로 근육의 피로도 평가가 가능함

II. 상업화

◈ 적용

- 디지털 건강진단 의료기기

◈ 시장성(건강진단 의료기기)

- 본 기술과 밀접한 관련이 있는 건강진단 의료기기의 글로벌 시장 규모는 2018년 약 37조 원(311억 달러), 2019년 약 48조 원(401억 달러)이며 연평균 성장률 28.7%로 예상되어 2023년에는 약 130조 원(1100억 달러)을 기록할 것으로 예상됨

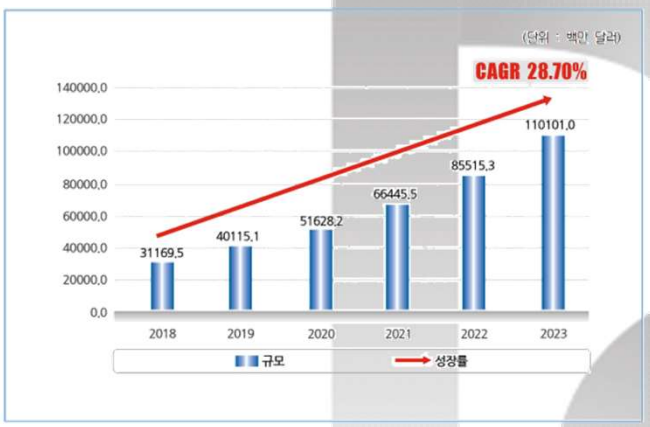

그림4: 건강진단 의료기기 글로벌 시장 규모 전망
출처: 신개발 의료기기 전망 분석 보고서(2020)

- 제품별로는, 나이키, 구글, 애플 등의 건강진단 의료기기 관련 어플리케이션을 다수 보유하고 있는 국제 기업이 시장을 주도하고 있고, 국내의 삼성전자는 후발 주자로 다양한 건강진단 관련 어플리케이션을 선보이고 있으며, 스마트 워치, 밴드, 안경, 의류, 헤드셋 등의 부착형 단말 형태가 다수 임
- 지역별로는, 인구구조, 헬스케어 패러다임의 변화, 소득 상승에 따른 생활수준 향상 등의 원인을 꼽아 미국과 일본 등 선진국에서는 노인층 인구가 지속적으로 급증할 것으로 보고 이에 따라 노인층이 겪을 노년기 질환과 만성질환에 대해 새로운 부가가치를 창출하기 위한 사업이 증가할 것으로 전망됨

그림5: 모바일 헬스 관련 기기
출처: 모바일 헬스케어 애플리케이션 현황 및 전망(2014)

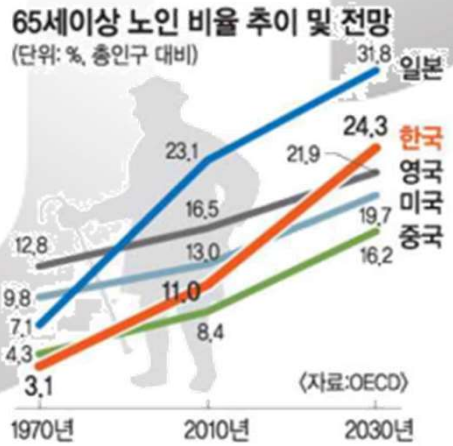

그림6: 노인 비율 추이 및 전망
출처: 스마트 헬스케어 유망 시장 동향 by KOTRA(2019)

◈ 시장성(디지털 헬스케어)

- 본 기술과 밀접한 관련이 있는 디지털 헬스케어의 글로벌 시장은 2017년 1,520억 달러에서 연평균 성장률 15.5%로 성장하여 2024년 3,920억 달러 규모를 형성할 것으로 전망됨
- 디지털 헬스케어 시장은 적용 용도에 따라서는 의료기관 솔루션 시장이, 기술 구성 요소에 따라서는 소프트웨어와 서비스 시장이, 지역에 따라서는 북미 시장이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타남

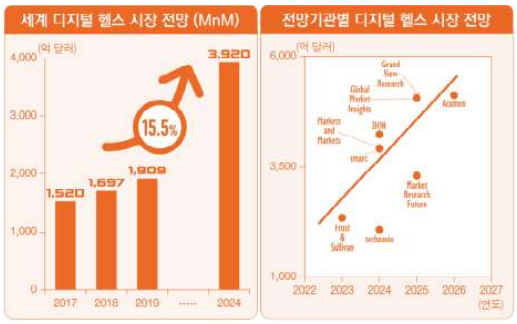

그림7: 디지털 헬스케어의 글로벌 시장 규모 및 전망

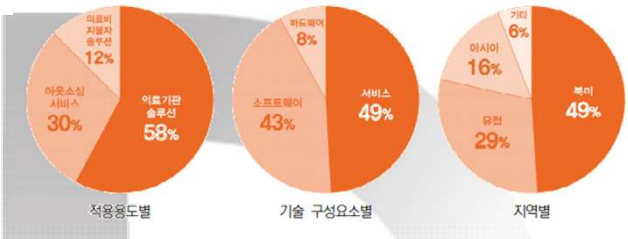

그림8: 디지털 헬스케어의 글로벌 시장 현황

출처: 포스트 코로나 시대의 디지털 헬스 산업 동향, S&T GPS, 2020.05

- 디지털 헬스케어의 국내 시장은 2018년 2.2조 원에서 연평균 성장률 13%로 성장하여 2024년 4.7조 원 규모를 형성할 것으로 전망됨
- 한편, AI 헬스케어 시장은 지속 성장하여, 2025년 글로벌 시장이 362억 달러 규모를 형성하고, 국내 시장이 24,354 억 원 규모를 형성할 것으로 전망됨

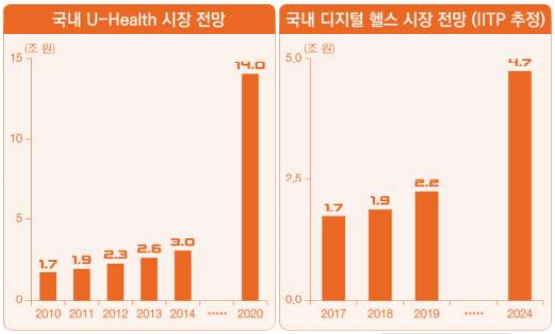

그림9: 디지털 헬스케어의 국내 시장 규모 및 전망

그림10: AI 헬스케어의 시장 규모 및 전망

출처: 포스트 코로나 시대의 디지털 헬스 산업 동향, S&T GPS, 2020.05

◈ 연구개발 현황

- 실제 기업 니즈를 반영한 연구 개발 결과이며, 본 연구실은 근피로도 측정 기술과 관련하여 지속적으로 특허 출원을 진행함

◈ 상업화 단계 현황

- 본 연구는 현재 시제품 제작 완료 후 성능 테스트 중에 있음

◈ Contact Point

- 담당자 : 기술경영센터
- **Tel : 010-4312-3972** **E-mail : sem903@dongseo.ac.kr**
- 주소 :부산시 사상구 주례로 **47** 동서대학교 산학협력단 기술경영센터