

A-SSCC 2022

IEEE Asian Solid-State Circuits Conference

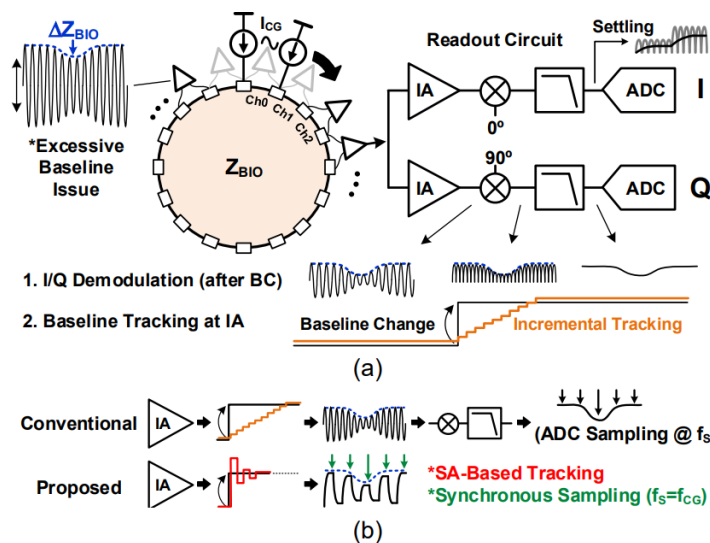
연세대학교 전기및전자공학부 박사과정 한현호

Session 5 Biomedical Sensing Chips and Systems

2022 IEEE A-SSCC에 실린 biomedical sensor는 총 4개의 센서가 발표되었다. #5-1은 임피던스를 이용하여 신경의 단층을 촬영할 수 있는 센서를 만들었으며 #5-2는 time-domain에서의 image processing 기법으로 망막삽입물 칩을 만들었으며 이로 인해 퇴행성 망막질환 환자의 기본 시각 기능회복에 도움이 될 수 있도록 하였다. #5-3인 경우 dynamic current와 $\Delta\Sigma$ 에서의 bandwidth 설정 그리고 digital filter 사용으로 ch당 파워소모가 작은 neural recording bio센서를 만들었다. 마지막으로 #5-4에서는 심전도의 파형을 자동으로 분석해주는 센서를 소개하였다. 이 중에서 몇개의 논문을 보려고한다.

#5-1 A Synchronous-Sampling Impedance-Readout IC with Baseline-Cancellation-Based Two-Step Conversion for Fast Neural Electrical Impedance Tomography

전기 임피던스 단층 촬영 (EIT)은 신체 부위의 생체 임피던스를 이미지로 보여주는 것인데 신체 부위의 임피던스의 변화가 이미지의 변화로 감지되어 인체의 기능을 분석하는데 많이 사용된다. 기존의 EIT 시스템은 센서가 구현해 낼 수 있는 frame rate가 느렸기 때문에 폐와 같이 임피던스의 변화가 느린 신체신호만을 측정 할 수 있었다. 이는 기존의 임피던스 센서의 방식이 low pass filter를 활용하여 DC의 성분을 얻었기 때문인데 이를 제거 하고자 [그림 1]과 같이 2가지 방법을 제안하였다.

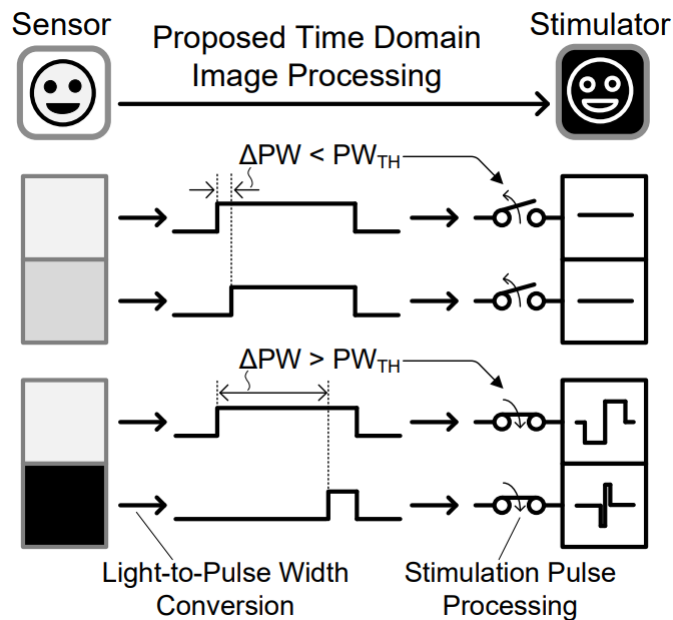


[그림 1] (a) 기존의 I/Q 복조 방식 (b) 제안된 신호 처리 방법

한 가지 방법은 빠르게 변화는 baseline을 빠르게 추적하기 위해서 successive-approximation (SA) 방법을 사용한 것이고 다른 하나는 ADC에서 synchronous sampling을 사용한 것이다. 이 2 가지 방법으로 인해서 폐와 같이 느린 신호의 신체변화 뿐만 아니라 말초 신경과 같이 빠른 속도로 인체 임피던스가 변화는 곳에서도 측정이 가능하였다.

#5-2 A 1984-Pixels, 1.26nW/Pixel Retinal Prosthesis Chip with Time-Domain In-Pixel Image Processing

망막인공삽입물 (RP) 칩은 퇴행성 망막질환 환자의 시력회복을 위해서 사용되는데 RP칩의 제한된 픽셀 수로 인해서 해상도가 낮으며 열 발생을 최소로 해야하기 때문에 저전력의 칩을 만들어야 한다. 이러한 요구를 만족하기 위해서 한가지 사용할 수 있는 방법이 edge-extraction 방식이다. 그러나 current-domain에서의 신호처리는 전력 소비가 크기 때문에 본 논문에서는 time-domain에서 edge extraction을 진행하였다. 그 결과 전력 및 면적 효율이 극대화 되었다.



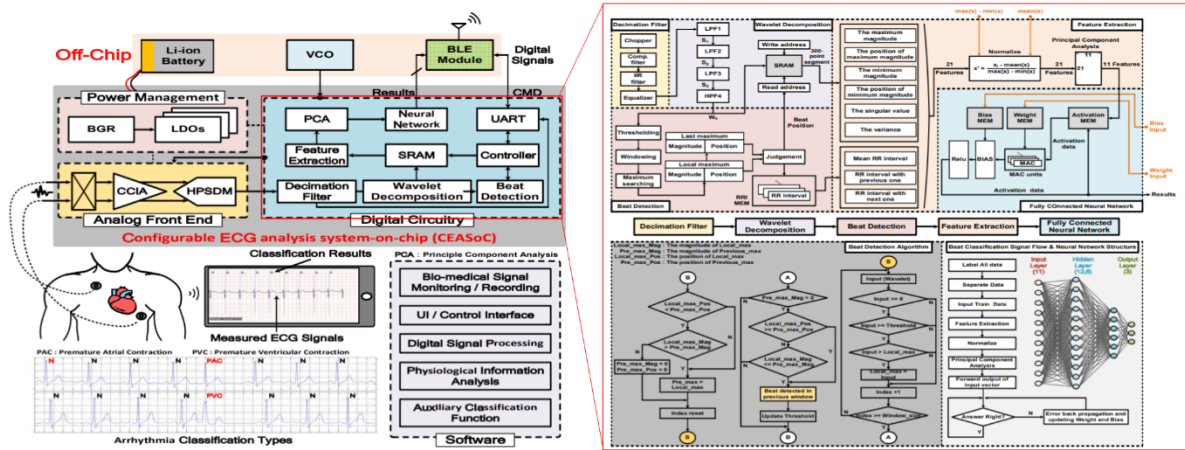
[그림 2] 제안하는 time-domain image processing 기술에 대한 기본적인 개념도

Time-domain에서 image processing을 하는 방법은 밝은 pixel의 센서가 긴 pulse를 만들고 어두운 pixel 센서가 짧은 pulse를 만들어서 할 수 있다. 이 때 두개의 센서의 밝기 차이가 나지 않으면 pulse width의 차이가 작고 threshold width를 넘지 못하여 stimulation pulse가 발생하지 않는다. 그러나 두개의 센서 밝기 차이가 크면 threshold width를 넘게되고 stimulation pulse가 발생하게 된다 [그림 2]. 이 개념을 가지고 제안하는 망막인공삽입물 센서는 pixel당 1.26nW의 매우 작은 파워 소모를 얻을 수 있었다.

#5-4 A Heart-related Physiological Signal Monitoring SoC for Wearable ECG Analysis Systems

심혈관 질환을 분석하기 위해서는 심장 관련신호를 잘 읽고 분석하는 것이 필요하다. 기존의 ECG 시스템들은 인공적으로 생기는 노이즈로부터 센싱을 더 잘 할 수 있도록 설계가 되거나 채널수를 늘리거나 혹은 body channel 을 이용하여 무선 전송을 하는 등 계속해서 완벽한 하나의

시스템이 되도록 발전되어 왔다. 이 논문에서는 더욱 완벽한 하나의 시스템을 만들기 위해서 측정이라는 틀에서 벗어나 측정뿐만 아니라 머신 러닝을 통해서 정확도 95.51%의 분석까지 해주는 하나의 시스템을 만들었다[그림 3].



[그림 3] 제안하는 웨어러블 형태의 측정 및 분석이 가능한 ECG 시스템에 대한 블록 다이어그램

저자정보



한현호 박사과정 대학원생

- 소속 : 연세대학교
- 연구분야 : 임피던스 센서, VCO-based ADC
- 이메일 : hyunho912242@naver.com
- 홈페이지 : <https://sites.google.com/site/ymsicl/>