

뇌질환 환자의 발작 모니터링을 위한 가속도 신호기반의 임베디드 시스템에 관한 연구

최여은, 안혜성, 정수빈, 남상훈, 서보민, 신태민*

연세대학교, *연세대학교

dudms923@naver.com, *tmshin@yonsei.ac.kr

A Study on the Acceleration Signal based-Embedded System for the Monitoring of Seizures in Patients with Brain Disease

Choi Yeo Eun, An Hye Sung, Jung Su Bin, Nam Sang Hoon, Seo Bo Min, Shin Tae Min*

Yonsei Univ., *Yonsei Univ.

요약

본 논문은 뇌질환 환자의 발작 모니터링을 위한 가속도 신호기반의 임베디드 시스템에 관한 연구이다. 뇌질환 환자는 다양한 마비증상과 발작현상을 동반하며 발작이 발생하였을 시 적절한 의료진의 응급치료를 필요로 한다. 하지만 현재 의료진 부족으로 인해 뇌질환 환자의 지속적인 모니터링이 원활히 이루어지지 않고 이로 인해 의료사고 발생률이 증가할 수 있다. 따라서 환자의 상태를 24시간 모니터링 할 수 있는 시스템이 필요하며, 본 시스템에서는 발작 상태를 추출하기 위해 가속도 센서를 사용하였고, 가속도 신호의 정확도 향상을 위해 쿼터니언 방식을 채택하였으며, 센서의 값을 분석하여 비정상적인 움직임을 추출한다. 또한 본 시스템은 환자의 불편감을 최소화하기 위해 무선통신 방식의 블루투스를 사용하였다.

I. 서론

뇌질환 환자는 뇌졸중, 뇌경색, 디스크 등 신경계에 영향을 미치는 질병을 의미한다. 이러한 질병을 가지고 있는 환자는 다양한 마비 증상 및 발작을 동반하게 된다.[1][2]

발작 중 특히 전신 대발작이 발생했을 경우 주변의 도움으로 환자가 다치지 않도록 안전하게 유지하는 것이 필요하며 5분 이상으로 발작이 진행되면 의료진의 신속한 응급처치가 필수적이다.

하지만 대한신경과학회 및 대한뇌졸중학회에 따르면, 뇌졸중환자수 대비 신경과 의사수가 부족한 상황이며 이로 인해 골든타임 내에 치료를 받아야 할 환자를 놓치고 있는 실정이다.[3] 뇌질환 환자의 경우 2시간 마다 환자의 의식반응을 확인해야 하지만 실제로는 의료진의 부족으로 6시간 마다 측정이 이루어지고 있다. 의료진의 수를 늘릴 수 없다면, 의료진이 환자를 실시간으로 모니터링할 수 있는 방법이 필요하다.

환자의 발작을 지속적으로 모니터링하기 위해선 발작이 발생하면서 동반되는 비정상적인 움직임을 확인해야 하며, 환자의 불편감을 최소화하기 위해 무선 방식으로 확인할 수 있도록 하는 것이 효율적이다.

따라서 본 논문에서는 뇌질환 환자의 발작 모니터링을 위한 가속도 신호기반의 임베디드 시스템을 개발하였으며, 환자의 움직임을 가속도 센서를 사용해 신호를 수신하고 블루투스를 사용한 무선 방식의 웨어러블 형태로 제작하였다.

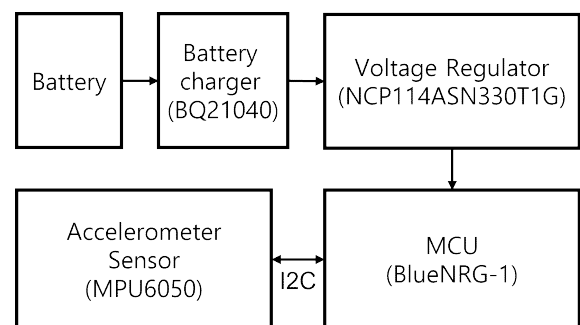
II. 본론

본 논문에서는 뇌질환 환자의 지속적인 모니터링을 위해 불편감을 최소화하는 무선통신방식의 웨어러블 형태를 선택하였으며 웨어러블 형태의 제작과 상용전원 노이즈를 최소화하기 위해 배터리를 사용하였다.

개발된 시스템에서 사용된 MCU(Microcontroller Unit)는 BlueNRG-1(STMicroelectronics, Switzerland)로 저에너지(BLE) 무선

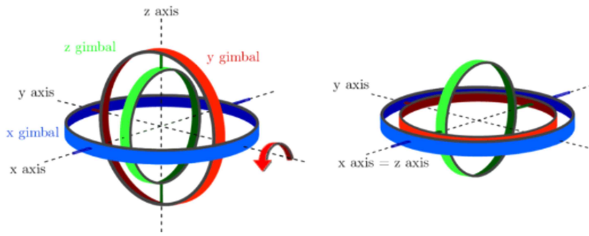
시스템은 칩이며 Cortex M0를 사용한다. BlueNRG-1은 비콘과 같은 장치에서 자주 사용되는 모드를 위해 매우 전력 효율적인 통합 무선 송수신기를 갖고 있어 뇌질환 환자의 지속적인 모니터링을 하기에 적절하다.

환자의 발작 상태를 측정하기 위한 가속도 센서는 MPU6050(InvenSense, USA)를 사용하였다. MPU6050은 가속도와 자이로센서가 모두 탑재되어 있으며 6DOF(Degrees of Freedom)센서이며 MCU와 I2C(Inter Integrated Circuit)통신 프로토콜을 사용하여 데이터를 추출할 수 있다. 개발된 시스템의 하드웨어 모식도는 아래와 같다.



〈그림 1. 개발된 시스템의 하드웨어 모식도〉

MPU6050을 환자의 사지에 부착하고 가속도와 각속도 값을 분석하여 발작상태를 추정한다. 센서에서 도출된 X, Y, Z축 값을 사용하여 오일러 각으로 변환하게 되면 회전하는 각도(yaw, pitch, roll)를 구하게 되어 회전각을 직관적으로 볼 수 있다. 하지만 회전하는 두 개의 축이 겹치는 짐벌락 현상이 발생할 수 있어 본 논문에서는 쿼터니언을 사용하여 각도를 도출한다.[4][5]



〈그림 2. 짐벌락 현상〉

쿼터니언이란 회전을 표현하는 방식으로 오일러와 달리 x, y, z, w로 매개변수를 하나 더 사용하게 된다. 쿼터니언의 기본적 공식은 아래와 같다.

$$Q = w + xi + yj + zk \quad (1)$$

Q는 벡터로 표현된 사원수이며 w는 회전각, x, y, z는 삼차원 공간 상의 회전축, i, j, k는 직교 좌표계의 단위벡터이다.[6] 쿼터니언의 회전변환은 아래와 같이 수행되며 이를 통해 가속도 축 변환을 수행할 수 있다.

$$v' = q \times v \times q^{-1} \quad (2)$$

q^{-1} 은 $[w \ -x \ -y \ -z]$, v는 원래 가속도신호 v'는 회전변환된 가속도신호값을 의미한다.

III. 결론

본 논문에서는 뇌질환 환자의 발작 모니터링을 위한 가속도 신호기반의 임베디드 시스템에 관한 연구를 진행하였다. 블루투스 기반의 저전력 MCU를 사용하여 웨어러블 형태로 제작된 시스템을 환자가 착용하고, 시스템에서 가속도 신호 데이터를 기반으로 발작 상태를 추출한다. 본 연구를 통해 의료인력 부족으로 인한 환자의 응급상황을 놓칠 수 있는 부분에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상되며 추후 모바일 어플리케이션 또는 PC 어플리케이션을 개발하여 본 시스템과 연결될 수 있다며, 간호 센터 및 의료진이 상시 환자의 상태를 확인 할 수 있을 것이다. 이러한 추가적인 부분은 의료인력 부족으로 인한 사고를 감소시키고 의료인의 업무효율 향상에 좋은 영향을 끼칠 수 있을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 중소벤처기업부(과제번호 : G21S330865601)의 지원을 받아 수행하였음

참 고 문 헌

- [1] Coleman ER, Moudgal R, Lang K, et al. "Early rehabilitation after stroke: a narrative review." *Current Atherosclerosis Reports*. 2017;19(12):59.
- [2] Heshmatollah A, Mutlu U, Koudstaal PJ, et al. "Cognitive and physical impairment and the risk of stroke - A prospective cohort study." *Scientific Reports*. 2020;10(1):6274.

- [3] Sang Wuk Jeong, et al. "Present and Future of Neurologist: Do We Have Enough Neurologists? - in the Aspect of Stroke Care", *J Korean Neurol Assoc* 2018; 36(3): 159-164.
- [4] Guiry, J. J., van de Ven, P., Nelson, J., "Activity recognition with smartphone support.", *Medical engineering & physics*, vol. 36, no. 6, pp.670-675, 2014.
- [5] Vince, J., "Quaternions for computer graphics. Springer Science & Business Media.", 2011.
- [6] 정평국, 임국찬, 공경철. (2012). 운동 자가훈련을 위한 모바일 삼차원 자세측정장치 개발. 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집, (), 133-134.