

# 뇌파로 제어하는 아두이노 자동차 시스템 개발

김정년\*, 장은선\*, 이정현\*, 안나정\*, 이하늘\*, 이해연\*

\*금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

e-mail : haeyeoun.lee@kumoh.ac.kr

## Arduino Car Development using Brain Wave Control

Jeong-Nyeon Kim\*, Eun-Sun Jang\*, Jeong-Hyeon Lee\*,

Na-Jeong An\*, Ha-Neul Lee\*, Hae-Yeoun Lee\*

\*Dept of Computer Software Engineering,

Kumoh National Institute of Technology

### 요 약

본 논문에서는 최근 이슈가 되고 있는 마인드 컨트롤 기술을 이용하여 RC 카를 움직이는 기술에 대하여 설명한다. 사회적으로 주의력 결핍 과잉행동 장애(ADHD)를 갖는 사람이 늘어나고 있으며, ADHD는 여러 가지 치료 기술이 있지만 어릴수록 많이 치료 등을 사용하는 것이 좋다. 본 논문에서 뇌파측정기를 이용하여 뇌파를 모은 뒤 K-평균 알고리즘과 재 클러스터링을 통하여 방향 뇌파를 데이터화하고, 그 이후에 데이터화 된 방향 뇌파들을 토대로 RC카를 움직이는 기술 제안하였다. 개발된 기술의 경우 성능이 높게 나타나지 않았지만, 앞으로 이 기술이 더 발전한다면, 아동의 놀이 등에 활용하여 ADHD도 효과적으로 치료할 수 있을 뿐만 아니라, 실제 자동차 시스템에 적용하는 등 다양한 응용이 가능할 것으로 생각된다.

### 1. 서론

사람의 생각만으로도 사물을 조종할 수 있는 기술인 마인드컨트롤 기술이 점점 화두가 되고 있다 [1]. 요즘 사회는 주의력 결핍 과잉행동 장애(ADHD)를 가진 사람들이 (그림 1)과 같이 늘어나는 추세이다 [2]. 이 기술이 사용자의 집중력을 기르게 하는 기능을 가지고 있어 교육 분야에서 큰 관심을 얻고 있다.

[2009년~2013년 ADHD 진료실인원 현황]



(그림 1) ADHD의 증가 추세

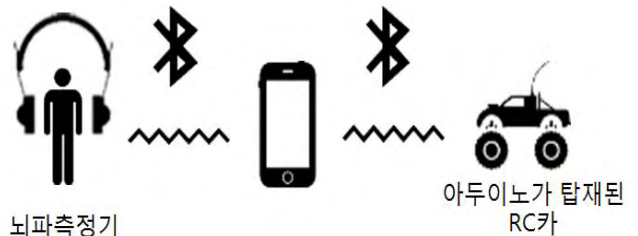
마인드컨트롤 기술에 대한 활용 사례는 이미 자동차 분야에서는 가시화되고 있다. 만약 개발이 지속적으로 진행이 된다면 자동차뿐만 아니라 사지가 불편한 사람들을 위한 휠체어 등과 같은 다른 다양한 기기에서도 활용이 가능할 것으로 기대된다.

본 논문에서는 사용자의 뇌파를 측정하고 분석한 정보를 토대로 아두이노로 제작한 RC카를 작동시키는 시스템을 제안한다. 또한 실제 실험을 통하여 성능을 분석한 결과를 제시한다.

### 2. 제안하는 방법

본 논문에서는 뇌파 감지기를 이용하여 사용자의 뇌파를 실시간으로 측정하고 분석하여 전진, 후진, 좌, 우 명령을 RC카로 전송하여 작동시키는 시스템을 제안한다.

이를 위하여 먼저 2.1절에서는 전체 시스템 구조를 설명한다. 2.2절에서는 뇌파를 분석하여 평균 뇌파를 추정하는 과정을 설명한다. 2.3절에서는 추정한 평균 뇌파에 대한 정보를 이용하여, 사용자의 뇌파를 분석한 후 RC카를 제어하는 과정을 설명한다.



(그림 2) 시스템 구조도

#### 2.1 뇌파 아두이노 자동차 시스템의 구성

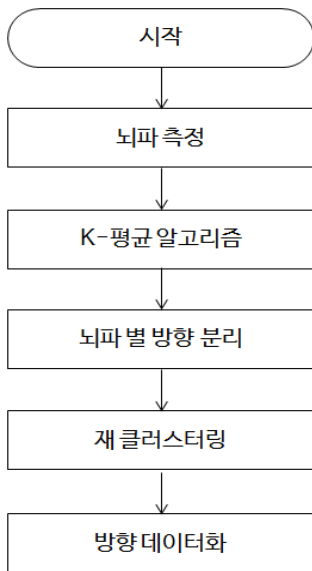
뇌파 아두이노 자동차 시스템의 구성은 (그림 2)와 같이

뇌파 헤드셋인 마인드웨이브 모바일, 스마트폰, Arduino Uno 보드와 블루투스 모듈로 되어있다. 여기서 아두이노와 스마트폰, 스마트폰과 뇌파 헤드셋과의 연결은 블루투스 통신을 이용하여 구현하였다.

사용자에 대하여 뇌파 헤드셋을 통하여 측정한 값을 모바일 장치로 전송하고, 모바일 장치에서는 뇌파 신호를 기반으로 방향성 정보를 추출한다. 그 후에 방향성 정보를 RC 카로 전송하여 제어를 수행한다.

### 2.2 뇌파 분석을 통한 방향별 평균 뇌파 측정

제안하는 시스템에서 가장 중요한 부분은 뇌파 분석이다. 뇌파 분석 결과를 통해 RC카의 방향을 결정하기 때문에 뇌파별 차이를 정확하게 분석하는 작업이 중요하다. 먼저 뇌파 분석 순서도는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 뇌파 분석 순서도

(그림 4)와 (그림 5)에서는 우측, 좌측 각각의 뇌파 값을 엑셀 파일로 2,000개씩 수집하여 그래프로 도시하였다.

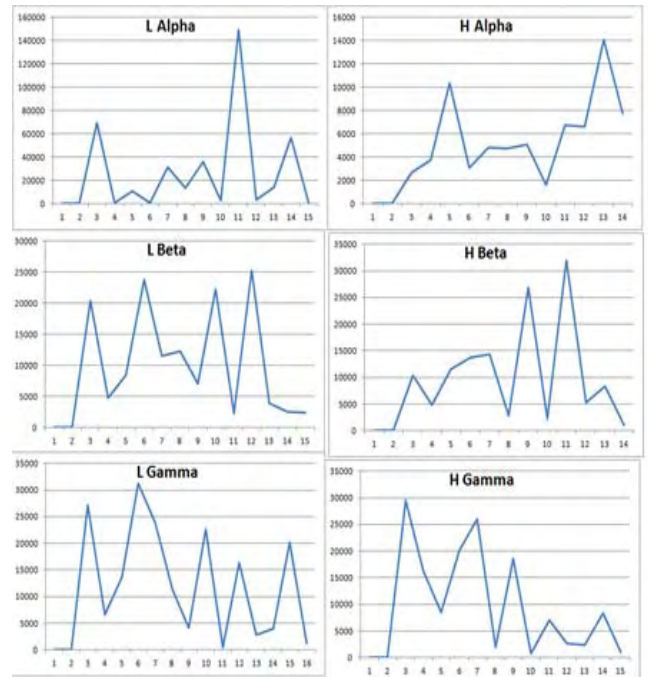
각 뇌파별 차이를 정확하게 분석하기 위해 데이터마이닝 분석 프로그램인 웨카(Weka)를 이용하였다 [3].

클러스터 분석이란 주어진 데이터들의 특성을 고려해 데이터 집단을 정의하고 데이터 집단의 대표할 수 있는 대표점을 찾는 방식이다. 클러스터링 알고리즘 중 K-평균 알고리즘을 사용하였는데 이 알고리즘은 주어진 데이터를 k개의 클러스터로 묶는 알고리즘이다 [4]. 이는 다음의 수식과 같이 각 클러스터와 거리 차이의 분산을 최소화하는 방식으로 동작한다.

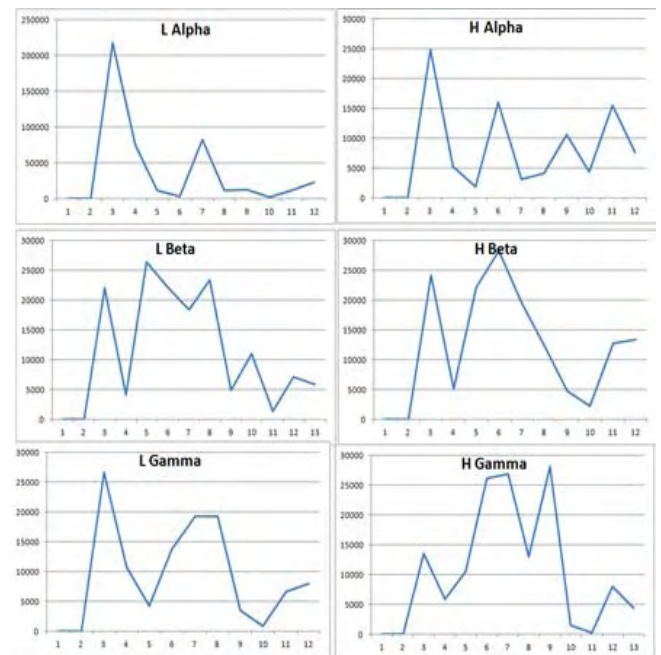
$$\arg \min \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2$$

10초 단위의 뇌파 파일들을 클러스터링한 결과로 중간점들의 빈도수를 정리하여 비교한 결과, 오른쪽 모든 뇌파

와 왼쪽 모든 뇌파의 클러스터링 결과의 중간점과 범위 수준이 비슷하다는 것을 발견하였다.



(그림 4) 좌측 뇌파 분석 그래프



(그림 5) 우측 뇌파 분석 그래프

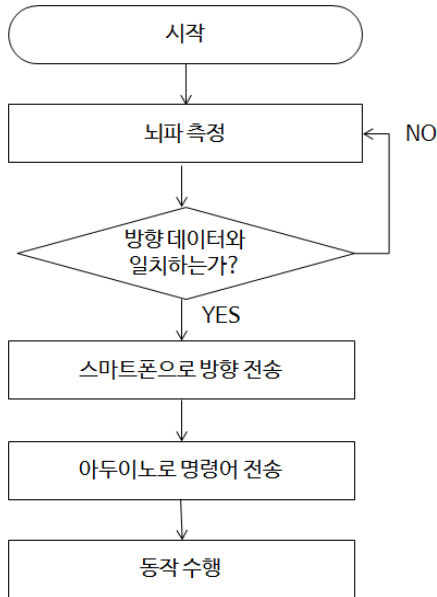
작동을 위한 뇌파 값 범위를 더 정확성 있게 정하기 위해 앞서 클러스터링 된 결과를 뇌파별로 나누어 엑셀 파일로 변환하여 0 또는 무한히 커지는 값을 삭제한 후, 재 클러스터링 하였다.

각 뇌파별로 클러스터링을 하여 상위 2개의 클러스터의 값들을 이용하여 평균과 표준편차를 구한 결과, High

Alpha와 Low Gamma파에서 오른쪽과 왼쪽을 구분 지을 수 있는 차이를 발견하였다. 이 결과를 바탕으로 각 뇌파의 범위를 지정하여 운전 제어 명령 신호를 설정함으로써 RC카를 조정할 수 있다.

### 2.3 뇌파 아두이노 자동차 시스템의 알고리즘

2.2절에서 분석한 방향별 평균 뇌파 정보를 이용하여, 아두이노 자동차 시스템의 전체적인 알고리즘은 다음 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 자동차 제어 알고리즘 순서도

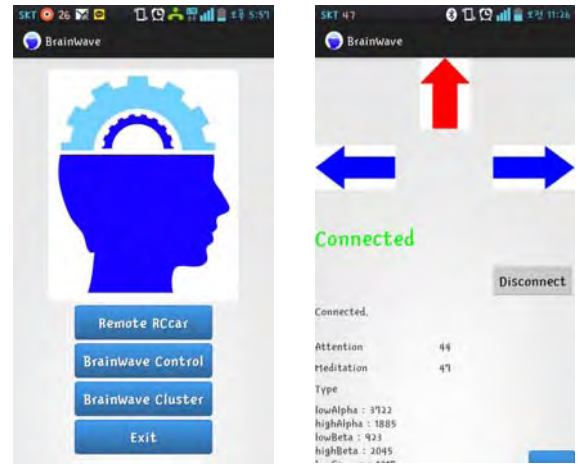
프로그램이 실행되면, 뇌파 감지기로 사용자의 뇌파를 받는다. 얻은 뇌파가 전진, 후진, 좌, 우, 정지 기능 중 어디에 해당하는지 매칭시킨다. 이 때, 매칭되는 방향이 없다면 다음 뇌파 신호를 기다린다. 일치하는 방향을 찾았다면 해당 뇌파에 대한 명령 신호를 RC카로 전송한다. 명령 신호가 전송되지 않았을 경우 재전송한다.

### 3. 실험 결과

실제 개발한 애플리케이션과 RC카 외형은 (그림 7)과 (그림 8)과 같다.

(그림 7)의 좌측은 모바일 애플리케이션의 메인 화면으로 Remoto RCcar는 RC카의 제어를 도와준다. BrainWave Control은 뇌파 헤드셋으로부터 받는 뇌파의 값을 출력해 준다. BrainWave Cluster는 개인의 뇌파 값 파일을 분석하는 기능이다. 우측을 살펴보면 화살표는 현재 주행 상태를 나타내며 중단에는 RC카와의 블루투스 통신 상태를 나타낸다. 하단에는 뇌파 헤드셋의 블루투스 통신상태와 사용자의 뇌파 값이 출력된다.

(그림 8)은 완성한 RC카 외형이며, 상용 패키지 부품들을 조립하여 완성하였다.



(그림 7) RC카 컨트롤 애플리케이션



(그림 8) 완성된 RC카 외형

처음 뇌파 데이터 2,000개를 수집한 후 K-평균 알고리즘을 통해 평균 데이터를 뽑아낸 결과를 토대로 RC카를 오른쪽, 왼쪽을 컨트롤한 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1> K-평균 알고리즘 적용 인식률 실험 결과

	시도 횟수	성공 횟수	인식률
왼쪽	100	34	34%
오른쪽	100	32	32%

오른쪽 및 왼쪽 뇌파의 클러스터링 결과의 중간점과 범위 수준이 비슷하여 인식률이 낮은 수치로 측정되었다. 이 문제점을 해결하기 위해 재 클러스터링을 수행하였고, 이를 토대로 RC카를 오른쪽, 왼쪽을 컨트롤한 결과는 <표 2>와 같다

<표 2> 재 클러스터링 적용 인식률 실험 결과

	시도 횟수	성공 횟수	인식률
왼쪽	100	60	60%
오른쪽	100	57	57%

<표 1>과 <표 2>를 비교하였을 때, 인식률은 확연한 차이를 보이고 있다. 상당히 높다고는 할 수 없으나 채널이 한 개인 뇌파 측정기를 이용하여 정확도가 떨어진 것으로 판단된다. 추후 성능이 좋은 뇌파 측정기를 이용한다면 더욱 정확하고 세밀한 조정이 가능할 것이다.

#### 4. 결론

최근 이슈가 되고 있는 마인드컨트롤 기술을 이용하여 현대 사회의 여러 가지 원인으로 급증하고 있는 ADHD를 치료하는 목적으로 사용하기 위해 뇌파로 움직이는 RC카 개발을 제안하게 되었다. ADHD는 보통 발병 시기가 3~6세이며 약물치료가 가능한 편이지만 그것만으로 완치가 되지는 않는다. 보통은 학습치료, 사회성 그룹치료, 인지행동 치료 등을 병행하는데 어린 친구들이 걸리는 경우가 다수이기 때문에 놀이치료를 같이 하는 경우가 많다. 특히, ADHD는 청소년기 혹은 성인까지 지속되는 경우도 30%에서 70%에 달하기 때문에 어린 시절 발병한 후 바로 치료하는 것이 좋다.

본 논문에서 제시하는 것은 K-평균 알고리즘과 재 클러스터링을 통한 방향 뇌파를 데이터화하고, 이후에 데이터화 된 방향 뇌파들을 토대로 RC카를 움직이는 기술이다. 실험결과에서 살펴보았듯이 K-평균 알고리즘만으로는 정확한 제어가 어려웠다. 특히, 저가 뇌파 측정기를 이용하여 높은 인식률을 얻기는 힘들었지만 이를 해결하기 위해 재 클러스터링을 통하여 인식률을 약 30% 향상시켰다.

본 논문에서 제시한 기술로 만들어진 RC카는 ADHD에 걸린 어린이들이 효과적으로 치료하는 것을 도와줄 것이다. 이로 인해 ADHD의 치료비용을 절감하는 효과도 얻을 수 있을 것이다.

추후 연구를 진행할 때는 다채널 장비를 이용하여 뇌파의 정확도를 향상함으로써 인식률을 높이는 것을 목표로 할 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] Levy, L. Magic, Mind Control, and the Body Electric: "Materia Medica" in Sir Walter Scott's Library at Abbotsford, v.94, 2014년, pp.216-239
- [2] 윤영덕, 광동선. "주의력결핍 과잉행동장애[ADHD]", 2015년, 경제혁신 3개년 계획
- [3] 전희원. "WECA를 이용한 예측프로그램 만들기, 2 : WEKA API 그리고 커맨드라인 인터페이스", no.310, 2009년, pp.256-261
- [4] Shinwon Lee. "Comparison of Initial Seeds Methods for K-Means Clustering", 2012년, pp.1-8