

# AFPM을 적용한 전기차-드론 트랜스포밍 모빌리티

박명철\*, 이준호<sup>o</sup>, 권의연\*

\*경운대학교 항공전자공학과,

<sup>o</sup>경운대학교 항공전자공학과

e-mail: africa@ikw.ac.kr\*, {junho54321<sup>o</sup>, whyandcl\*}@naver.com

## Electric Vehicle-Drone Transforming Mobility with AFPM

Myeong-Chul Park\*, Jun-Ho Lee<sup>o</sup>, Ui-Yeon Gwon\*

\*Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University,

<sup>o</sup>Dept. of Avionics Engineering, Kyungwoon University

### ● 요약 ●

현재 자동차 산업은 내연기관에서 전기차 시스템으로 접어들고 있다. 전 세계적으로 탄소 중립 정책이 이를 가속화하고 있으며, 자동차 제조사들은 기존 내연기관 시스템으로는 불가능했던 기술들을 개발하고 있다. 대부분의 전기차에는 PMSM이 적용되고 있는데 부피가 크고 무거우며 토크 밀도가 낮다는 단점이 있다. AFPM은 기존 PMSM의 단점을 개선한 모터로, 부피와 무게가 작으며 토크밀도가 높다는 장점이 있어 전기차의 In-Wheel Motor System과 UAM에 적용되는 모터이다. 하지만 전기차는 도로 주행만 가능하고 UAM은 비행만 할 수 있기 때문에, 미래 모빌리티인 전기자동차와 UAM이 통합된 모빌리티를 개발하고자 한다. 본 과제에 적용되는 AFPM모터는 PMSM의 단점을 보완할 수 있기 때문에 전기차-UAM 트랜스포밍 모빌리티의 모터로 적합하다. 이 모빌리티는 자동차와 UAM의 역할을 모두 수행할 수 있어 효율적인 이동을 돕고 도시의 교통 인프라 문제를 완화할 수 있다.

**키워드:** 도심항공교통(Urban Air Mobility), AFPM(Axial Flux Permanent magnet Motor), 영구자석동기모터(Permanent Magnet Synchronous Motor), 인휠모터(In-wheel Motor)

### 1. Introduction

AFPM (Axial Flux Permanent magnet Motor)을 적용한 드론-전기차 트랜스포밍 모빌리티는 드론과 전기차 기능을 통합한 새로운 형태의 이동 수단이다. 이 이동 수단의 특징은 고효율과 경량화가 특징인 AFPM 모터를 사용하여, 주행 모드일 때 도로 위에서 전기차로 운행될 수도 있고, 필요에 따라 드론처럼 공중으로 이동할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 이러한 융합형 모빌리티는 도심 항공 교통(Urban Air Mobility, UAM) 분야에서 응용될 수 있으며, 교통 체증 완화, 신속한 이동 수단 제공, 그리고 도시 환경의 지속 가능한 발전에 기여할 가능성이 크다. AFPM 모터는 전기차 각 바퀴에 모터가 적용되는 In-wheel Motor System에 적용 되는 모터로, 높은 토크 밀도와 효율성을 제공함으로써 이러한 모빌리티의 성능을 극대화하는데 핵심적인 역할을 한다. 본 과제에서 구현한 전체적인 시스템의 구성은 [Fig.1]과 같다.

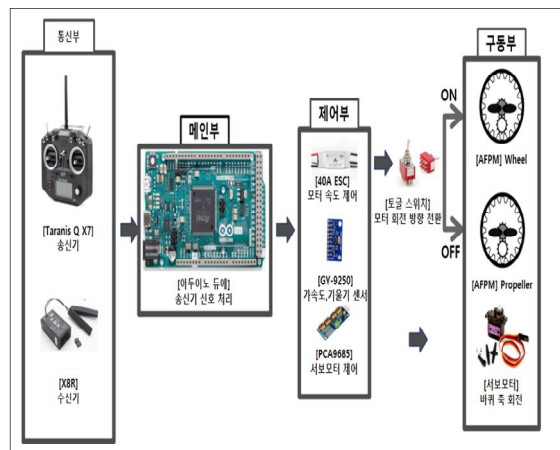


Fig. 1. Diagram of Electric Vehicle - Drone Transforming Mobility with AFPM

## II. Design and Implementation

### 1. Implementation of Electric Vehicle-Drone Transforming Mobility with AFPM

시스템의 전체 회로도에는 [Fig.2]와 같으며, 메인부, 제어부, 구동부로 나누어져 있고 외부 전원을 사용하기 때문에 Li-Po 배터리 11.1V, 7.4V를 사용하였다. 11.1V의 전원을 사용하는 회로구성을 살펴보면, AFPM 구동부와 메인부, 수신부가 해당 전원을 사용하며 메인부에 사용되는 이두이노의 정격 전압은 3~5V이기 때문에 11.1V를 5V로 강압하기 위해서 LM 2596 5V 레귤레이터를 연결한다. 메인부와 AFPM 구동부 사이에는 각 모터 당 ESC가 연결되어 모터속도를 제어한다. X8R 수신기는 메인부와 I2C 통신 방법으로 연결되어 무선 송신기와 신호를 주고 받으며 자이로 센서는 기울기 값을 메인부에 전달하여 PID제어에 필요한 데이터를 제공한다. 서보 모터 제어부의 PCA 9685 서보 모터 드라이버는 메인부로부터 5V전원을 입력받고 7.4V 배터리의 전원을 다수의 서보 모터 SG90s를 구동하는데 필요한 전원으로 제공한다.

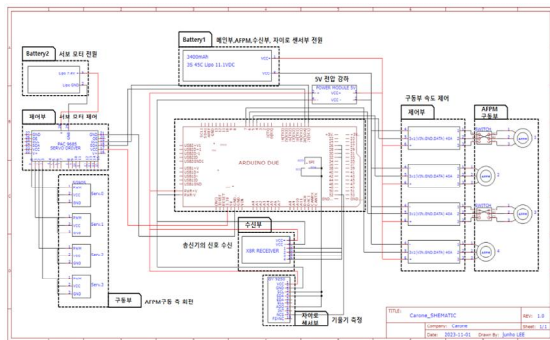


Fig. 2. Circuit Diagram

### 2. Flow Chart for Electric Vehicle-Drone Transforming Mobility with AFPM

본 과제 프로그램의 흐름은 다음과 같다. 전원이 입력되어 프로그램이 시작되면 자이로 센서를 초기화 하고 수신기와 메인부 간 통신 방식과 서보 모터 드라이버와 메인부 간 통신 방식을 설정하고 I2C 통신 주소를 각각 할당한다. 서보 모터와 송신기가 인터페이스 되어 송신기의 버튼을 조작하면 서보 모터가 90도 회전하고 송신기의 PWM 신호가 입력되면 메인부는 스로틀 값을 ESC에 전달하고 자이로 센서로부터 받은 기울기, 가속도 값을 받아 PID 제어 알고리즘 계산을 통해 모터 속도를 업데이트하여 드론의 비행 안정성을 향상시킨다. PWM신호가 0이 되어 구동부가 동작하지 않으면 주행-비행 모드 중 원하는 모드를 선택할 수 있다. 주행 모드일 때에는 서보 모터가 원래대로(0도) 돌아오며 비행 제어 알고리즘을 거치지 않고 PWM 신호로 모터의 회전 속도만 조절한다. PWM 입력이 0일 때 모드를 선택하지 않으면 프로그램을 종료한다.

### 3. Implementation

자체 제작한 AFPM[Fig.2]과 Wheel-prop Assy'를 서보모터로 그 축을 회전 시켜 주행-비행 모드를 선택하고 주행 모드일 때에는 모터의 회전방향이 모두 같으며 비행 모드 일 때는 비행 안정성을 위하여 1,3번 모터는 CW, 2,4번 모터는 CCW로 스위치를 조작하여 회전 방향을 변경한다. Wheel-prop Assy'의 구성은 [Fig 3]과 같다.

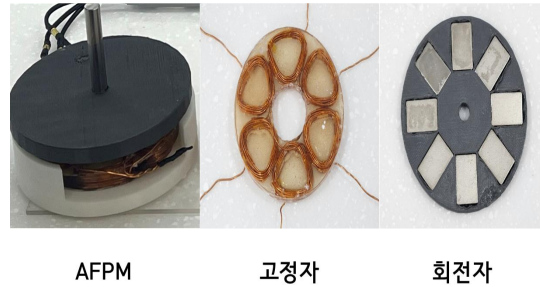


Fig. 2. AFPM과 내부 고정자 및 회전자



Fig. 3. Wheel-prop Assy'

## III. Conclusions

본 연구는 드론과 전기차가 통합된 새로운 형태의 모빌리티를 제안한다. 비행-주행의 역할을 모두 수행하기 위해 AFPM을 적용하였으며 PID제어 알고리즘을 적용하여 비행 안정성을 높였다. 이 모빌리티는 수송, 탐색 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

## REFERENCES

[1] Hyoung-Gil Kim, Jeong-Sik Kong, Young-Taek Seo, and Chul-Soo Oh, "Development of a hybrid wheelchairs by using AFPM motor," Korean. Inst. Elect. Eng. Conference, pp. 908-910, 2004.