

장난감 자동차의 비선형 제어 시스템 Nonlinear Control System for a RC Toy Car

고은상*, 이창우*
군산대학교*

Eunsang Ko*, Chang Woo Lee*
Kunsan National University*

요약

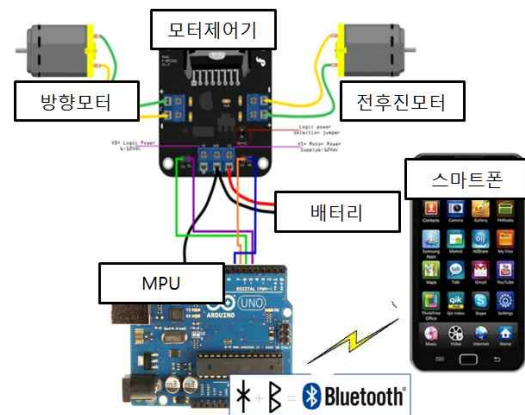
본 논문에서 우리는 장난감 자동차의 비선형 제어 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 무선 장난감 자동차에 안드로이드 모바일 플랫폼과 블루투스 통신모듈을 설치한다. 제안된 시스템은 스마트폰의 삼축가속도 센서를 이용한 제어와, 터치인터페이스에 의한 제어, 그리고 자치권을 가진 자율주행이 가능하다. 제안된 시스템을 이용하여 실험실에 설치된 차선을 자동으로 추적하는 시스템을 구현하였다. 향후 다중추적 자율시스템으로 확장을 계획하고 있다.

I. 서론

최근에 더 진보된 계산능력과 연결성을 가진 모바일 운영시스템이 내장된 스마트폰의 확산이 스마트폰으로 조정이 가능한 장난감 자동차와 같은 융합기술을 가능하게 해 왔다[1]. 이와 같은 맥락으로 무인 자동차에 대한 연구가 많은 관심을 끌고 있으며, 이는 지능형도로정보 시스템이나, 많은 연구자들이 스마트폰을 이용한 장난감 자동차 조종 방법을 취미로 개발했다[1-3]. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 제안된 시스템의 하드웨어적 구조와 소프트웨어적 제어구조에 대하여 설명한다. 3장에서는 실험결과와 기존의 방법과의 비교를 수행하며, 4장에서 결론과 향후과제에 대하여 언급한다.

II. 제안된 시스템

그림 1에서 보듯이 제안된 시스템을 만들기 위해 우리는 시장에서 구매한 무선조종 장난감 자동차를 분해하여 배터리 박스, 4 바퀴와 모터 두 개만을 제외하고 모두 제거한다. 기본 플랫폼이 완성되면 그림 1에서와 같이 마이크로 프로세서 유닛(MicroProcessor Unit, MPU), 이중 모터 제어기, 블루투스 모듈, 그리고 스마트폰을 기본 플랫폼에 장착한다. 그림1과 모터제어를 위한 샘플코드는 [3, 4] 참고문헌을 참조하였다.

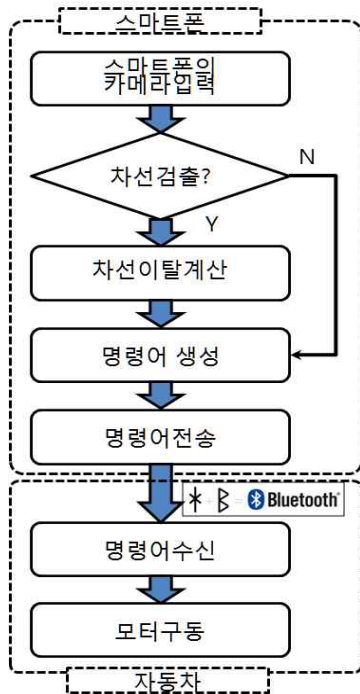


▶▶ 그림 1. 제안된 시스템 구조도의 구성부품

제안된 시스템의 MPU에는 EEPROM이 내장되어 있어 사용자가 작성한 저급수준의 프로그래밍이 가능하다. 스마트폰에서 처리된 결과에 따라 차량구동 명령어를 생성하고, 이를 MPU로 블루투스 통신을 통해 전송한다. 전송된 메시지에 따라 제어신호가 모터제어기로 전달된다. 자동으로 차선을 추적하는 시스템을 구현하기 위해 제안된 방법은 먼저 스마트폰의 카메라로부터 입력영상을 획득하고, 이 영상에서 차선을 검출한다. 차선을 검출하기 위한 방법은 흰색이 차선이라는 단순한 가정을 기반으로 OpenCV 라이브러리 함수를 사용한다[6].

이미지의 중앙부분을 ROI(Region-of-Interest, 관심의 대상이 되는 영역) 영역으로 설정하고, 그 영역 내에서 흰색 블랍(Blob)이 중앙에서 벗어난 정도를 계산한다. 검출된 블랍의 중심과 영상의 중심점 사이의 거리차를 계산하고, 그 차이가 미리 정의된 범위를 벗어나면 영상 내의 블랍의 위치를 조정하기 위해 방향 모터를 구동시킬 메시지를 전송한다. 조향모터가 방향을 조절하고, 전후진

모터는 전진과 후진을 조종한다. 이때 조절이 가능한 파라미터는 전류의 극성과 전류의 세기이다. 그림 2는 제안된 방법의 제어흐름도이다. 그림 2의 차선이 검출되었을 때는 차선이 영상의 중심으로부터 얼마나 벗어나 있는지를 계산하여 조향모터를 구동시킨다. 만일 차선이 검출되지 않았다면 차선의 추적을 정지하고, 다시 영상에서 차선이 검출될 때까지 후진 명령을 전달한다. 이 과정을 본 논문에서는 역추적(Backtracking)이라 칭한다.



▶▶ 그림 2. 차선추적 시스템의 흐름도

Ⅲ. 실험 결과

제안된 시스템은 실내 실험실 환경에서 실험하였다. 먼저 실험실 바닥에 너비 1.2m 인 검정색 배경을 설치하고 1.9cm의 흰색 실선을 설치한다. 인위적으로 설치한 트랙의 크기는 가로, 세로가 각각 4.5m, 3.35m 이다. 표 5에서는 제안된 시스템의 실험결과를 보여준다. 실험실 바닥에 설치된 차선을 따라 한 바퀴를 회전하는 동안 평균 67.8초가 소요되었고, 한번 후진 동작에 소요되는 시간은 평균 2.8초였다. 차선의 이탈로 인한 후진에서 소요된 시간이 대부분이었다. 비선형 모터의 제어이기 때문에 적당한 전류의 양을 계산하는 알고리즘의 구현이 요구되었다. 또한, 제안된 시스템은 검정바탕에 흰색영역을 차선이라 가정하고 수행하기 때문에 차선을 인식하는 과정이 요구된다. 표 5의 예외항목은 차선을 따라 추적하던 중에 새로이 출발시점에 전류의 세기가 전체시스템을 구동시킬 만큼 충분히 공급되지 않아 시스템이 정지하는 상태를 의미한다.

표 5. 제안된 시스템 실험결과

비교척도	평균
라운드/sec	67.8 초
역추적/round	7.8 회
후진시간/time	2.8 초
예외(정지)/round	0.49 회

Ⅳ. 결론 및 향후과제

본 논문에서 우리는 자율주행 장난감 자동차의 비선형 제어에 관한 문제를 다루었다. 특히, 무선 조종 장난감 자동차를 블루투스 통신이 가능한 스마트폰과의 연결을 통해 제어하였다. 제안된 시스템은 실험실 바닥에 인위적으로 설치한 흰색차선을 약 23cm/초의 속도로 추적하였다. 제안된 시스템은 무선조종 장난감 자동차의 현 시장에 새로운 비즈니스모델이 될 것이라 확신한다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone> for the definition of Smartphone.
- [2] S. Wasson, J. Kouns, S. Bruder, K. Wedeward and A. El-Osery, "Application of Radio Control Cars as Intelligent Unmanned Ground Vehicles with Collaborative and Independent Behavior," Proceedings of SPIE, Vol. 5422, Bellingham, WA, 2004.
- [3] <http://www.dfrobot.com/> for Dual Motor Controller programming sample code and instruction.
- [4] <http://www.arduino.cc/> for MPU programming sample code and instruction.