

Deepco-mini 통신 안정성 개선을 위한 설계 변경에 대한 의견 - 하이씨티 (정영중)

1. 개요

- 프로젝트명: 비전 기반 자율주행 교육용 자동차 (Deepco Mini) 개발
- 목적: 다수의 기기가 밀집된 교육 현장(교실, 전시장)에서의 WiFi 연결 끊김 및 영상 지연 문제 해결
- 핵심 변경 사항: 5GHz 대역 지원을 위한 전용 통신 모듈(BW16) 탑재 및 인터페이스 구조 변경

2. 현황 및 문제점

- 현재 구성: ESP32-S3 단독 구동 (2.4GHz WiFi 사용)
- 문제점:

- 주파수 혼선: 학교 교실 및 전시장에는 스마트폰, 노트북, 블루투스 기기 등 수많은 2.4GHz 장비가 혼재되어 있어 심각한 전파 간섭 발생.
- 연결 불안정: 주행 중 영상 스트리밍(MJPEG)이 멈추거나 제어 신호가 지연되는 현상 발생으로 원활한 교육 진행에 어려움 예상.
- 하드웨어 한계: 현재 사용 중인 ESP32-S3 칩셋은 하드웨어적으로 5GHz 대역을 지원하지 않음.

3. 기술적 해결 방안 (솔루션)

- 기존 메인 프로세서의 자산을 유지하면서, 통신 안정성을 획기적으로 높이는 **[Dual-Chip 구조]**를 제안합니다.
- 통신 모듈 추가: 가격 경쟁력과 성능이 입증된 **Realtek BW16 (RTL8720DN)** 모듈을 추가 탑재.
- 5GHz 대역 활용: 혼잡한 2.4GHz 대신 채널 간섭이 거의 없는 **5GHz 대역**을 사용하여 안정적인 "통신 전용 고속도로" 확보.
- 고속 인터페이스 적용: 메인 칩(ESP32-S3)과 통신 칩(BW16) 간 **3Mbps급 고속 UART** 연결을 통해 끊김 없는 실시간 영상 데이터 전송 구현.

4. 상세 변경 내역

A. 하드웨어 (Hardware)

- 현재 사용 중인 ESP32-S3-WROOM-1-N16R8 모듈의 사용가능한 잔여 GPIO핀을 고려하여 추가 설계
- 메인 컨트롤러: ESP32-S3 (영상 처리, 모터 제어, AI 로직 담당 / 기존 유지)
- 통신 컨트롤러: BW16 (5GHz WiFi 통신 전담 / 신규 추가)
- 핀맵 변경 사항 (Pinmap Revision):

구분	핀 이름	ESP32-S3 Pin	변경 내용	비고
통신	WiFi TX	GPIO 1	신규 할당	BW16 RX와 연결 (영상 데이터 송신)
통신	WiFi RX	GPIO 3	신규 할당	BW16 TX와 연결 (제어 신호 수신)
출력	Buzzer	GPIO 14	신규 할당	부팅 간섭 없는 안전한 핀 선정

B. 소프트웨어 (Firmware)

ESP32-S3: 기존 아두이노 기반 펌웨어를 유지하되, 통신 레이어를 WiFi 라이브러리에서 Serial 통신 방식으로 변경 (개발 리스크 최소화).

BW16: 안정성이 검증된 표준 펌웨어(AT Command 또는 Transparent Mode)를 사용하여 유지보수 용이성 확보.

5. 기대 효과 (Benefits)

1. 통신 안정성 **200% 이상 향상**: 5GHz 대역 사용으로 교실 내 30대 동시 접속 시에도 끊김 없는 주행 실습 가능.
2. 영상 품질 개선: 간섭 없는 대역폭 확보로 지연 시간(Latency) 감소 및 프레임 드랍 방지.
3. 개발 기간 단축: 복잡한 드라이버 개발(SPI/SDIO) 대신 익숙한 UART 방식을 채택하여 납기 준수 및 안정화 기간 단축.
4. 원가 절감: 고가의 5GHz 전용 SoC로 전체를 교체하는 대신, 저렴한 BW16 모듈을 추가하는 방식이므로 **가성비 최적화**.

6. 결론

ESP32-S3 + **BW16(Realtek)** 추가 구성

BW16 단가 예상 약 한화 5,000원 내외

보드 설계 이전에 현재 보드에 **BW16 devKit** 을 구성하여 사전 테스트 필요.

kit 수급 후 임시로 하드웨어 배선 납땜 연결 필요함.

예상 수급 일정 : 알리 익스프레스 기준 2월 말 (설 연휴 이후 예상), kit 수급 후 배선 연결 1일 소요

BW16 Kit 구매경로

https://ko.aliexpress.com/item/1005010535469269.html?spm=a2g0o.productlist.main.15.275cxBB5xBB5tP&algo_pvid=d7c9649c-9d9c-4097-9615-580f584f75e1&algo_exp_id=d7c9649c-9d9c-4097-9615-580f584f75e1-14&pdp_ext_f=%7B%22order%22%3A%221%22%2C%22eval%22%3A%221%22%2C%22fromPage%22%3A%22search%22%7D&pdp_npi=6%40dis%21KRW%2129350%2129350%21%21%21136.27%21136.27%21%40212a6e2917701830366723592e5ffb%2112000052736187461%21sea%21KR%21804961529%21X%211%210%21n_tag%3A-29919%3Bd%3A91e775ff%3Bm03_new_user%3A-29895&curPageLogUid=HTx7Qjog7zf3&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A%7Cx_object_id%3A1005010535469269%7C_p_origin_prod%3A