

아두이노 아키텍처 설계서

작성자: 황선준

아키텍처 설계서

1. 개요

목적

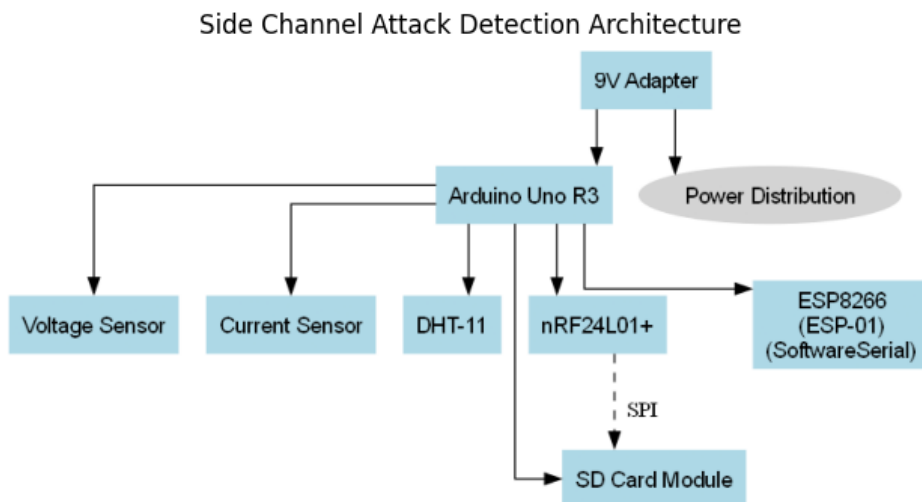
본 시스템은 암호 연산 중 발생하는 전력, 전압, 온도/습도, 그리고 간접적인 EMI(ESSI)를 측정하여 사이드 채널 공격 탐지를 목적으로 한다. 수집된 데이터는 SD 카드에 로컬 저장되고, ESP8266 모듈을 통해 원격 서버에 전송될 수 있다.

주요 구성 요소:

- 중앙 제어: Arduino Uno R3
- 센서: 전압 센서, 전류 센서, 온습도 센서 (DHT-11)
- 통신: nRF24L01+ (2.4GHz RF 모듈, RSSI 활용), ESP8266 (WiFi 모듈)
- 데이터 저장: SD 카드 리더 모듈
- 전원 공급: 9V 어댑터 (Arduino 전원), 별도 3.3V 레귤레이터 (nRF24L01+ 및 ESP8266 전원용)

2. 시스템 구성 및 다이어그램

2.1 시스템 구성도



3. 모듈별 상세 연결 및 역할

3.1 전압 센서 모듈 (0~25V)

- **역할:**
 - 암호 연산 중 전압 변화 및 부하 변동 측정
- **연결:**
 - **VCC:** Arduino의 5V
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **출력 (OUT):** Arduino의 아날로그 입력 A0
- **비고:**
 - 측정된 값은 전압 변화 패턴 분석에 활용

3.2 전류 센서 모듈 (5V 동작 20A)

- **역할:**
 - 암호 연산 시 전류 소비 패턴 및 미세한 부하 변동 측정
- **연결:**
 - **VCC:** Arduino의 5V
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **출력 (OUT):** Arduino의 아날로그 입력 A1
- **비고:**
 - 정확한 전류 측정을 위해 센서 매뉴얼에 따른 설치 필요

3.3 온습도 센서 (DHT-11)

- **역할:**
 - 실험실 환경의 온도 및 습도 기록
 - 센서 데이터 보정 및 환경 영향 분석용
- **연결:**
 - **VCC:** Arduino의 5V
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **데이터 핀:** Arduino의 디지털 핀 (예: D2)
 - **풀업 저항:** 필요 시 4.7~10kΩ 사용
- **비고:**
 - DHT 라이브러리를 이용하여 데이터 수집

3.4 nRF24L01+ RF 통신 모듈

- **역할:**
 - 무선 데이터 송수신 및 RSSI 값을 통한 간접 EMI 측정
- **연결 (SPI 인터페이스):**
 - **VCC:** Arduino의 3.3V (전압 레귤레이터 권장)
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **SCK:** Arduino 핀 13
 - **MOSI:** Arduino 핀 11
 - **MISO:** Arduino 핀 12
 - **CE:** Arduino의 디지털 핀 (예: D7)
 - **CSN:** Arduino의 디지털 핀 (예: D8)
- **비고:**
 - RSSI 데이터는 추가 소프트웨어 설정 또는 레지스터 직접 읽기를 통해 활용

3.5 ESP8266 (ESP-01) WiFi 모듈

- **역할:**
 - 센서 데이터 및 암호 연산 결과의 원격 전송 (클라우드 또는 서버)
- **연결:**
 - **VCC:** 3.3V (전압 레벨 변환 필수)
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **TX/RX:** 소프트웨어 시리얼을 통해 Arduino의 디지털 핀 (예: D9, D10)과 연결 (레벨 시프터 사용 권장)
- **비고:**
 - AT 명령어를 통한 통신 설정 가능

3.6 SD 카드 리더 모듈

- **역할:**
 - 측정된 데이터 및 암호 연산 이벤트 데이터를 로컬 저장
- **연결 (SPI 인터페이스):**
 - **VCC:** Arduino의 5V
 - **GND:** Arduino의 GND
 - **SCK:** Arduino 핀 13
 - **MOSI:** Arduino 핀 11
 - **MISO:** Arduino 핀 12
 - **CS:** 별도 디지털 핀 (예: D4)
- **비고:**
 - SD 라이브러리를 사용하여 파일 기록 및 데이터 로깅

4. 전원 및 배선 관리

- **전원 분배:**

- 9V 어댑터를 통해 Arduino에 전원을 공급하고, Arduino의 5V 및 3.3V 레일을 사용하여 각 모듈에 맞게 전원 분배
- nRF24L01+와 ESP8266은 3.3V 전원 사용이 필요하므로, 별도의 전압 레귤레이터 또는 레벨 시프터를 고려

- **배선:**

- 브레드보드와 점퍼 케이블을 사용하여 모듈 간 깔끔하게 연결
- 모든 모듈은 공통 GND를 사용하여 전압 기준을 맞춤
- SPI 버스 (MOSI, MISO, SCK)는 nRF24L01+와 SD 카드 리더 모듈이 공유하며, 각기 다른 CS 핀을 통해 독립 제어

5. 통신 및 데이터 로깅 흐름

- **통신:**

- nRF24L01+는 무선으로 데이터를 송수신하며, RSSI 측정을 통한 간접 EMI 데이터를 확보
- ESP8266은 수집된 데이터를 원격 서버 또는 클라우드에 전송

- **데이터 저장:**

- SD 카드 리더 모듈을 통해 실험 중 측정된 센서 데이터를 로컬 파일로 저장
- 암호 연산 이벤트(트리거 신호, 실행 시간 등)와 센서 데이터의 동기화를 통해 통합 데이터셋 구성

6. 테스트 및 검증 계획

1. 모듈별 개별 테스트:

- 각 센서(전압, 전류, DHT-11)의 기능을 단독 테스트하여 데이터가 정상적으로 읽히는지 확인
- nRF24L01+와 ESP8266의 기본 무선 통신 기능 및 SD 카드 기록 기능 테스트

2. SPI 통신 테스트:

- SD 카드와 nRF24L01+가 SPI 버스를 공유하는 상황에서, 충돌 없이 올바르게 작동하는지 확인

3. 전체 시스템 통합 테스트:

- 모든 모듈을 통합 후, 암호 연산 이벤트에 따른 센서 데이터 기록, 무선 통신, 원격 전송이 정상적으로 이루어지는지 점검
- 데이터 동기화 및 로깅 파일 확인