

VesiScan-Basic 코드 리뷰 현황 보고서

작성일: 2026-03-17 대상: VesiScan BASIC 펌웨어 전체 (nRF52840 + S140 SoftDevice) 기준 문서: CODE_REVIEW.pdf (2026-03-15) 현재 빌드: DEBUG_MINIMAL_BOOT=1, BLE_DEV_MODE=1

목차

- 삭제 대상: 미사용 하드웨어 드라이버
- 삭제 대상: 미사용 코드
- DEBUG_MINIMAL_BOOT 조건부 컴파일 정리
- Keil 프로젝트 파일 정리
- 버그 및 오류 수정
- 저전력 최적화
- 코드 품질 개선
- 작업 우선순위 요약

1. 삭제 대상: 미사용 하드웨어 드라이버

1.1 회로 기반 분석

변경 없음. VB0HW0100 회로 기준 IC 목록은 CODE_REVIEW.pdf 1.1절과 동일.

1.2 회로에 없는 IC의 드라이버 (삭제 대상)

| 파일 | IC/기능 | 판정 | 현재 상태 |
|-----------------|-----------------------|----|-------|
| ad5272_i2c.c/h | AD5272 디지털 포텐시오미터 | 삭제 | 완료 |
| ada2200_spi.c/h | ADA2200 동기 복조기 | 삭제 | 완료 |
| mcp4725_i2c.c/h | MCP4725 DAC | 삭제 | 완료 |
| mcp4725_adc.c/h | MCP4725 ADC 피드백 | 삭제 | 완료 |
| ir_i2c.c/h | IR LED 센서 (0x50~0x57) | 삭제 | 완료 |
| LED_Parse.c/h | LED ROM 파싱 | 삭제 | 완료 |

1.3 기능적으로 미사용인 드라이버 (삭제 대상)

| 파일 | 기능 | 판정 | 현재 상태 |
|----------------------------|-------------|----|-------|
| measurements.c/h | 레거시 측정 루프 | 삭제 | 완료 |
| measurements_20.c/h | 20-샘플 측정 변형 | 삭제 | 완료 |
| meas_pd_imm.c/h | 즉시 PD 측정 | 삭제 | 완료 |
| meas_pd_buff.c/h | 버퍼드 PD 측정 | 삭제 | 완료 |
| meas_pd_voltage_simple.c/h | 단순 전압 측정 | 삭제 | 완료 |

| 파일 | 기능 | 판정 | 현재 상태 |
|----------------------------|-----------|----|-------|
| meas_pd_voltage_half.c/h | 반파 전압 측정 | 삭제 | 완료 |
| meas_pd_voltage_full.c/h | 전파 전압 측정 | 삭제 | 완료 |
| meas_pd_voltage_custom.c/h | 커스텀 전압 측정 | 삭제 | 완료 |
| full_agc.c/h | 자동 이득 제어 | 삭제 | 완료 |
| debuf_print.h | 오타 파일 | 삭제 | 완료 |

1.4 삭제 시 의존성 영향

cmd_parse.h에서 제거할 include 목록:

| include | 현재 상태 |
|-------------------------------------|----------|
| #include "ir_i2c.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "ad5272_i2c.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "ada2200_spi.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "mcp4725_i2c.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "measurements.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "meas_pd_voltage_simple.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "meas_pd_voltage_half.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "meas_pd_voltage_full.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "full_agc.h" | 완료 (제거됨) |
| #include "meas_pd_imm.h" | 완료 (제거됨) |

1.5 cat_interface.c (EEPROM 드라이버) 삭제 분석

1.5.1 결론: EEPROM 삭제 완료, TWI는 i2c_manager.c로 통합

현재 상태: **완료** - jhChun 26.03.16

cat_interface.c 삭제(EEPROM/AES 코드 전체 삭제). TWI 인스턴스(m_twi) 및 초기화/해제 함수는 i2c_manager.c로 통합.

1.5.2 cat_interface.c가 제공하는 것

| 기능 | 판정 | 현재 상태 |
|-------------------|--------------------------------|-------|
| m_eeprom TWI 인스턴스 | i2c_manager.c로 이동, m_twi로 리네이밍 | 완료 |

| 기능 | 판정 | 현재 상태 |
|--|---|-------|
| eeeprom_initialize() / uninitialize() | i2c_manager.c로 이동, twi_initialize/uninitialize로 리네이밍 (static) | 완료 |
| eeeprom_read/write_byte/word/page/bytes | 삭제 | 완료 |
| eeeprom_read/write_uint16_array | 삭제 | 완료 |
| eeeprom_read/write_uint32 | 삭제 | 완료 |
| eeeprom_write_encrypted() / read_decrypted() | 삭제 | 완료 |
| encrypt_data() / decrypt_data() | 삭제 | 완료 |
| aes_key[16], aes_iv[16] | 삭제 | 완료 |

1.5.3 권장 작업

| # | 작업 | 현재 상태 |
|---|---|-------|
| 1 | TWI 인스턴스/init/uninit → i2c_manager.c로 통합 | 완료 |
| 2 | m_eeeprom → m_twi 리네이밍 | 완료 |
| 3 | EEPROM read/write 전체 삭제, AES 전체 삭제 | 완료 |
| 4 | cmd_parse.c EEPROM 호출 -> FDS 전환 | 완료 |
| 5 | main.c 버튼 롱프레스 리셋: EEPROM -> FDS | 완료 |
| 6 | power_control.c: cat_interface.h include 제거 | 완료 |

1.5.4 cmd_parse.c EEPROM -> FDS 전환 목록

| EEPROM 호출 | 위치 | FDS 대체 방법 | 현재 상태 |
|--|-------------|---|-------|
| eeeprom_init_values_read() | cmd_parse.c | 삭제 (FDS config_load 대체) | 완료 |
| eeeprom_write_byte(0x0070, m_pd_adc_cnt) | cmd_parse.c | m_config.pd_adc_cnt = val; config_save(); | 완료 |
| eeeprom_write_word(0x0080, m_pd_delay_us) | cmd_parse.c | m_config.pd_delay_us = val; config_save(); | 완료 |
| eeeprom_write_byte(0x0060, bond_data_delete) | cmd_parse.c | m_config.bond_data_delete = val; config_save(); | 완료 |
| eeeprom_write_byte(0x0065, m_reset_status) | cmd_parse.c | m_config.reset_status = val; config_save(); | 완료 |

| EEPROM 호출 | 위치 | FDS 대체 방법 | 현재 상태 |
|--|-------------|---|-------|
| eeeprom_write_encrypted(0x0020, passkey, 6) | cmd_parse.c | memcpy(m_config.static_passkey, val, 6); config_save(); | 완료 |
| eeeprom_read_decrypted(0x0020, passkey, 6) | cmd_parse.c | memcpy(buf, m_config.static_passkey, 6); | 완료 |
| eeeprom_write_uint32(0x0090, m_life_cycle) | cmd_parse.c | m_config.life_cycle = val; config_save(); (FDS 필드 추가 완료) | 완료 |
| eeeprom_read_uint32(0x0090, &m_life_cycle) | cmd_parse.c | m_life_cycle = m_config.life_cycle; | 완료 |
| eeeprom_write/read_uint16_array(0x0480, ...) | cmd_parse.c | AGC gain — HW 제거됨, 명령 비활성화 | 완료 |

2. 삭제 대상: 미사용 코드

2.1 AES 암호화 (cat_interface.c)

판정 변경: 전체 삭제

| 항목 | 위치 | 판정 | 현재 상태 |
|---------------------------|-----------------|----|-------|
| aes_key[16] 하드코딩 | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |
| aes_iv[16] (고정 IV = 0) | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |
| encrypt_data() | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |
| decrypt_data() | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |
| eeeprom_write_encrypted() | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |
| eeeprom_read_decrypted() | cat_interface.c | 삭제 | 완료 |

2.2 Serial Number / Passkey / HW Version 중복 선언 분석

| 데이터 | 전역 변수 (런타임) | FDS (내장 Flash) | EEPROM (외부, 제거됨) | 현재 상태 |
|---------------|---------------------|----------------------------|------------------|-----------------|
| Serial Number | SERIAL_NO[12] | m_config.serial_no[12] | addr 0x0030 | EEPROM 경로 삭제 완료 |
| Passkey | m_static_passkey[6] | m_config.static_passkey[6] | addr 0x0020 | EEPROM 경로 삭제 완료 |
| HW Version | HW_NO[12] | m_config.hw_no[12] | addr 0x0010 | HW_NO 미삭제 |

권장 작업 현황:

| # | 작업 | 현재 상태 |
|---|--|-------|
| 1 | EEPROM 경로 삭제 -> eeprom_init_values_read() 삭제 | 완료 |
| 2 | HW_NO[12] 삭제 -> m_config.hw_no 직접 사용 | 미완료 |
| 3 | SERIAL_NO, m_static_passkey 유지 (BLE 스택 필요) | 해당없음 |
| 4 | 데이터 흐름 단순화: FDS -> 전역변수 -> BLE 스택 | 미완료 |

2.3 미사용 전역 변수

| 변수 | 위치 | 판정 | 현재 상태 |
|----------------------------|-------------|----|----------------------|
| roles_str[] | main.c:189 | 삭제 | 미완료 |
| m_encrypted_text[16] | main.c:194 | 삭제 | 미완료 |
| m_encrypted_text2[16] | main.c:195 | 삭제 | 미완료 |
| m_decrypted_text[16] | main.c:196 | 삭제 | 미완료 |
| DEVICE_NAME | cmd_parse.c | 삭제 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| HW_NO[12] | cmd_parse.c | 삭제 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| AES_KEY_SIZE | main.c:154 | 삭제 | 미완료 |
| AES_BLOCK_SIZE | main.c:155 | 삭제 | 미완료 |
| suppress_unused_warnings() | main.c:239 | 삭제 | 미완료 |
| c_addr[6] | main.c:187 | 삭제 | 미완료 |
| led_pd_dac_v[LED_NUM] | 참조 다수 | 삭제 | 확인 필요 |

2.3.1 cmd_parse.c → parser.c 통합 현황

현재 구조: main.c → `dr_cmd_parser()` [parser.c] (cmd_parse.c 삭제 완료)

parser.c 명령어 테이블 (g_cmd_table)

| 태그 | 핸들러 | enabled | 기능 | 비고 |
|-------------------|---------|---------|-----------------------------|-------------|
| <code>cmd?</code> | Cmd_cmd | true | 핀 테스트 (sudo) | parser.c 신규 |
| <code>mpa?</code> | Cmd_mpa | true | Piezo 활성화 | parser.c 신규 |
| <code>mpb?</code> | Cmd_mpb | true | Piezo 비활성화 | parser.c 신규 |
| <code>mpc?</code> | Cmd_mpc | true | Piezo Cycles 제어 | parser.c 신규 |
| <code>mdc?</code> | Cmd_mdc | true | Piezo burst + Echo (12-bit) | parser.c 신규 |
| <code>mec?</code> | Cmd_mec | true | Piezo burst + Echo (16-bit) | parser.c 신규 |
| <code>maa?</code> | Cmd_maa | true | 8채널 전체 캡처 | parser.c 신규 |

| 태그 | 핸들러 | enabled | 기능 | 비고 |
|------|---------|---------|---------------------|-----------------|
| msp? | Cmd_msp | true | IMU 6축 raw data | parser.c 신규 |
| mwh? | Cmd_mwh | true | HW번호 쓰기 (FDS) | shz? 대체 |
| mws? | Cmd_mws | true | 시리얼번호 쓰기 (FDS) | ssz? 대체 |
| mrh? | Cmd_mrh | true | HW번호 읽기 (FDS) | siz? 대체 |
| mrs? | Cmd_mrs | true | 시리얼번호 읽기 (FDS) | srz? 대체 |
| mpz? | Cmd_mpz | true | 패스키 쓰기 (FDS) | 신규 추가 (spz? 대체) |
| mqz? | Cmd_mqz | true | 패스키 읽기 | 신규 추가 (sqz? 대체) |
| mxz? | Cmd_mxz | true | life_cycle 쓰기 (FDS) | 신규 추가 (sxz? 대체) |
| myz? | Cmd_myz | true | life_cycle 읽기 | 신규 추가 (syz? 대체) |
| mta? | Cmd_mta | true | 디바이스 상태 | sta? 리네이밍 |
| sta? | Cmd_sta | true | 디바이스 활성화/슬립 | 레거시 호환 |
| str? | Cmd_str | false | 디바이스 상태 읽기 | 미완성 (TODO) |
| mcj? | Cmd_mcj | true | PD-ADC 풀 측정 | parser.c 신규 |
| scj? | Cmd_mcj | true | mcj 호환 | 레거시 호환 |
| sej? | Cmd_sej | true | PD-ADC 측정 | 레거시 호환 |
| ssj? | Cmd_ssj | false | PD-ADC 측정 | 비활성 |
| msn? | Cmd_msn | true | 배터리 측정 | ssn? 리네이밍 |
| ssn? | Cmd_msn | true | 배터리 측정 | 레거시 호환 |
| spn? | Cmd_spn | false | 압력 센서 측정 | 비활성 |
| sso? | Cmd_sso | false | 온도 센서 측정 | 비활성 |
| ssp? | Cmd_ssp | true | 모션 센서 raw data | 레거시 호환 |
| ssq? | Cmd_ssq | false | 전원 OFF | 비활성 |
| ssr? | Cmd_ssr | false | 본딩 삭제+리셋 | 비활성 |
| sss? | Cmd_sss | false | 디바이스 리셋 | 비활성 |
| sst? | Cmd_sst | false | Ready 응답 | 비활성 |
| mfv? | Cmd_mfv | true | 펌웨어 버전 읽기 | ssv? 대체 |

cmd_parse.c 레거시 명령어 → parser.c 이전 완료

| 태그 | 기능 | 비고 |
|------|--------|------------------------|
| spz? | 패스키 쓰기 | → parser.c mpz?로 대체 완료 |

| 태그 | 기능 | 비고 |
|------|-----------------|------------------------|
| sqz? | 패스키 읽기 | → parser.c mqz?로 대체 완료 |
| sxz? | life_cycle 쓰기 | → parser.c mxz?로 대체 완료 |
| syz? | life_cycle 읽기 | → parser.c myz?로 대체 완료 |
| sez? | AGC gain (stub) | cmd_parse.c와 함께 삭제 |
| sfz? | AGC gain (stub) | cmd_parse.c와 함께 삭제 |
| ssv? | 펌웨어 버전 | → parser.c mfv?로 대체됨 |
| ssz? | 시리얼번호 쓰기 | → parser.c mws?로 대체됨 |
| srz? | 시리얼번호 읽기 | → parser.c mrs?로 대체됨 |
| siz? | HW번호 읽기 | → parser.c mrh?로 대체됨 |
| shz? | HW번호 쓰기 | → parser.c mwh?로 대체됨 |

통합 작업 현황

| # | 작업 | 현재 상태 |
|---|--|----------------------|
| 1 | parser.c에 누락 명령어 추가 (mpz/mqz/mxz/myz) | 완료 |
| 2 | received_command_process() 래퍼를 main.c로 이동 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| 3 | 전역 변수 (SERIAL_NO, m_static_passkey 등) main.c로 이동 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| 4 | cmd_parse.h include 정리 (7개 파일) | 완료 (cmd_parse.h 삭제됨) |
| 5 | cmd_parse.c / cmd_parse.h 삭제 | 완료 |
| 6 | Keil 프로젝트 파일 업데이트 | 완료 |

2.4 주석 처리된 코드

| 위치 | 내용 | 판정 | 현재 상태 |
|---------------------|--|----|----------------------|
| main_timer.c:37-88 | FEATURE_DETAIL_VALUE_FULL 주석 블록 | 삭제 | 미완료 |
| cmd_parse.c:282-317 | serial_to_passkey_hash, test_eeeprom_page_rw | 삭제 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| cmd_parse.c:87-88 | pd_adc_half/full_a_start extern | 삭제 | 완료 (cmd_parse.c 삭제됨) |
| battery_saadc.c:22 | /// <code>#include "fstorage.h"</code> | 삭제 | 미완료 |

3. DEBUG_MINIMAL_BOOT 조건부 컴파일 정리

현재 DEBUG_MINIMAL_BOOT=1로 MINIMAL 모드만 사용. Full boot 경로는 실행되지 않음.

3.1 제거 대상 #if 블록

| 파일 | 블록 | 판정 | 현재 상태 |
|------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| main.c:280-281 | #if !DEBUG_MINIMAL_BOOT full_gpio_init() | 삭제 (함수 전체) | 미완료 |
| main.c:354-355 | #if !DEBUG_MINIMAL_BOOT load_eeprom_config() | 삭제 (함수 전체, EEPROM 제거 완료) | 완료 (함수 삭 제됨) |
| main.c:1437- 1439 | Full boot 경로 (ada2200_init, mcp4725_init 등) | 삭제 | 미완료 |
| main.c GPIO init 분기 | GPIO init 분기 | MINIMAL 코드만 유지 | 미완료 |
| power_control.c | Full boot power sequence | 삭제 (minimal 경로만 유지) | 미완료 |

3.3 DEBUG_MINIMAL_BOOT 제거 시 함께 정리

| 항목 | 현재 상태 |
|---|---------------|
| #define DEBUG_MINIMAL_BOOT 1 삭제 (main.c:96) | 미완료 (여전히 활성화) |
| 모든 #if 조건 제거, MINIMAL 코드만 유지 | 미완료 |
| BLE_DEV_MODE define 유지 | 해당없음 |

4. Keil 프로젝트 파일 정리

4.1 삭제할 소스 참조 (uvprojx)

현재 상태: **정리 불필요**

ble_app_bladder_patch_s140.uvprojx 확인 결과, 아래 삭제 대상 파일들은 이미 프로젝트에 등록되어 있지 않음:

- ad5272_i2c.c, ada2200_spi.c, mcp4725_i2c.c, mcp4725_adc.c
- ir_i2c.c, LED_Parse.c, measurements.c, measurements_20.c
- full_agc.c, meas_pd_voltage_custom.c, cat_interface.c

uvprojx 수정 작업 없음.

5. 버그 및 오류 수정

5.1 심각도 높음 (HIGH)

B1: BLE TX 큐 풀 시 APP_ERROR_CHECK로 인한 시스템 먹통 현상

파일: main.c (구 binary_tx_handler)

현재 상태: **완료**

- `binary_tx_handler()` 함수 본체 삭제
- 모든 호출처를 `dr_binary_tx_safe()`로 교체 완료

- parser.c (17곳)
- battery_saadc.c (2곳)
- app_raw.c (2곳)
- tmp235_q1.c (1곳)
- cmd_parse.c (22곳) → 이후 cmd_parse.c 삭제됨
- main.h 선언 제거, dr_util.c/dr_adc121s051.c의 옛날 extern 선언 제거
- `dr_binary_tx_safe()`는 NRF_ERROR_RESOURCES 시 최대 100회 재시도 후 패킷 드롭, 연결 에러 시 graceful 리턴
- `data_tx_handler()`의 APP_ERROR_CHECK도 DBG_PRINTF로 교체 — 예상치 못한 에러 시에도 패킷 드롭 후 정상 동작 유지

B2: nrf_delay_ms(10) 블로킹 대기 (BLE TX)

파일: main.c:1221-1228

현재 상태: 완료

조건문 로직이 정상 수정됨. NRF_ERROR_RESOURCES가 아닌 경우에만 delay 실행.

B3: extern + 초기화 동시 사용

파일: cmd_parse.c (삭제됨)

현재 상태: 완료

`extern int8_t pd_adc_counts[4] = {8, 16, 24, 32};` 선언이 제거됨. 이후 cmd_parse.c 삭제.

B4: memset/memcpy 버퍼 크기 불일치 및 매직 넘버

파일: main.c config_apply_to_globals()

현재 상태: 완료

- memset 오버런 수정: 하드코딩 16 → `sizeof(SERIAL_NO)`, `PASSKEY_LENGTH` 사용
- memcpy 매직 넘버 수정: 하드코딩 12 → `sizeof(m_config.hw_no)`, `sizeof(m_config.serial_no)`, `sizeof(SERIAL_NO)` 등으로 교체
- m_static_passkey memset/memcpy: `PASSKEY_LENGTH` define 활용

스택/힙 오버플로우로 인한 메모리 손상 가능성이 있는 심각한 버그.

B5: maa? 명령 err=2 (MAA_NUM_SAMPLES 초과)

파일: parser.c, dr_adc121s051.c

현재 상태: 완료 — jhChun 26.03.17

MAA_NUM_SAMPLES(140)이 DR_ADC_ECHO_SAMPLES_MAX(100)보다 커서 `maa_async_start()`에서 무조건 DR_ADC_ERR_INVALID_PARAM(err=2) 반환. MAA_NUM_SAMPLES를 100으로 변경하여 해결.

B5-2: mec/maa 명령 시 Piezo 전원 미관리

파일: parser.c, dr_adc121s051.c

현재 상태: **완료** — jhChun 26.03.17

- mec?, maa? 수신 시 `dr_piezo_is_power_on()` 확인 후 꺼져있으면 자동 `dr_piezo_system_init()` (Active)
- mec: 응답 송신 후 즉시 `dr_piezo_power_off()` (Sleep)
- maa: 비동기 완료 콜백에서 `dr_piezo_power_off()` (Sleep)
- `dr_piezo_is_power_on()` 함수 신규 추가 (dr_piezo.c/h)

B5-3: Cmd_mpa dr_piezo_power_on() 중복 호출

파일: parser.c

현재 상태: **완료** — jhChun 26.03.17

`dr_piezo_power_on()` + `dr_piezo_system_init()` 둘 다 호출하고 있었으나, `dr_piezo_system_init()` 내부에 이미 `dr_piezo_power_on()`이 포함되어 있어 중복 제거.

5.2 심각도 중간 (MEDIUM)

B6: battery_event_handler에서 floating-point 연산

파일: battery_saadc.c:167

현재 상태: **미완료**

여전히 부동소수점 연산 사용 중:

```
batt_lvl_in_milli_volt_1 = (batt_lvl_in_milli_volt_0) *1.42;
```

수정 필요:

```
batt_lvl_in_milli_volt_1 = (batt_lvl_in_milli_volt_0 * 142) / 100;
```

B7: main_timer 단발 모드 문제

현재 상태: **해당없음** (의도적 설계로 판단)

B8: processing_start_tick 미사용

파일: cmd_parse.c:57

현재 상태: **완료** (cmd_parse.c 삭제됨)

B9: config_load() goto 기반 흐름

파일: fstorage.c:157-261

현재 상태: **미완료**

`goto cfg_load_start` 패턴이 여전히 존재. 3개의 `goto` 문과 2개의 레이블로 복잡한 흐름 유지 중. FDS 초기화 실패 시 무한 루프 가능성 여전.

5.3 심각도 낮음 (LOW)

B11: debug_print.h 파일명 오타

현재 상태: **완료** (파일 삭제)

B12: 함수 중복 선언

파일: main.h:44-54

현재 상태: **미완료**

static 함수 프로토타입 6개가 헤더에 여전히 선언됨:

- `advertising_start` (FEATURE_SECURE_CONNECTION 내)
- `t_power_off_timeout_handler`
- `power_control_handler`
- `main_s`
- `PM_s`
- `main_routine_handler`

B13: LED_ALLOFF, PD_ALLOFF 매크로 정의 위치

현재 상태: 확인 필요

6. 저전력 최적화

6.1 현재 전력 구조 분석

변경 없음. CODE_REVIEW.pdf 6.1절과 동일.

6.2 개선 항목

P1: UART 비활성화 (가장 큰 절약 -- 예상 ~1mA 절감)

파일: main.c:1427

현재 상태: **미완료**

`uart_init()`이 무조건 호출됨. `#if BLE_DEV_MODE` 조건으로 감싸져 있지 않음.

수정 필요:

```
#if BLE_DEV_MODE
    uart_init();
```

```
#endif
```

P2: SEGGER RTT 비활성화 (프로덕션)

파일: debug_print.h

현재 상태: **미완료**

ENABLE_PRINTF가 1로 하드코딩되어 있음. BLE_DEV_MODE와 연동되지 않음.

수정 필요:

```
#if BLE_DEV_MODE
    #define ENABLE_PRINTF 1
#else
    #define ENABLE_PRINTF 0
#endif
```

P3: 배터리 타이머 주기 최적화

파일: battery_saadc.c:48

현재 상태: **미완료**

BATTERY_LOOP_INTERVAL = 5000ms 고정. 동적 조절 로직 없음.

P4: IMU 타이머 조건부 시작

파일: main.c BLE 이벤트 핸들러

현재 상태: **미완료**

BLE_GAP_EVT_CONNECTED/DISCONNECTED 핸들러에 IMU 타이머 start/stop 로직 없음. BLE 미연결 시에도 IMU를 읽을 수 있는 상태.

P5: main_loop() 타이머 폴링 효율화

현재 상태: **미완료**

플래그 기반 폴링 패턴 그대로 유지 중.

P6: NRF_LOG 비활성화 고려

현재 상태: **미완료** (확인 필요)

6.3 예상 절감 효과

최적화

예상 절감

난이도

현재 상태

| 최적화 | 예상 절감 | 난이도 | 현재 상태 |
|---------------------|---------------|-----|-------|
| P1: UART 비활성화 | ~1mA | 쉬움 | 미완료 |
| P2: RTT 비활성화 | ~0.1-0.5mA | 쉬움 | 미완료 |
| P4: IMU 타이머 조건부 시작 | ~41uA (미연결 시) | 쉬움 | 미완료 |
| P3: 배터리 타이머 동적 | ~5uA | 보통 | 미완료 |
| P5-A: 단발->직접호출 | 응답 개선 | 쉬움 | 미완료 |
| P5-B: app_scheduler | 코드 품질 + 확장성 | 보통 | 미완료 |
| P5-C: IMU FIFO+인터럽트 | 연속측정 시 ~50uA | 어려움 | 미완료 |
| P6: NRF_LOG 비활성화 | ~10uA | 쉬움 | 미완료 |

7. 코드 품질 개선

7.1 구조 개선

| # | 항목 | 현재 상태 |
|----|--|--------------|
| Q1 | main.h에서 static 함수 선언 제거 | 미완료 (6개 잔존) |
| Q2 | cat_interface.c -> i2c_manager.c로 TWI 통합 | 완료 |
| Q3 | extern 변수 과다 사용 | 미완료 (30개 이상) |
| Q4 | main_timer.c main_loop() 플래그 기반 폴링 | 미완료 |
| Q5 | 매직 넘버 제거 | 미완료 |

7.2 코딩 스타일

변경 없음. CODE_REVIEW.pdf 7.2절과 동일.

8. 작업 우선순위 요약

즉시 수정 (안전/안정성)

| # | 항목 | 심각도 | 현재 상태 |
|---|--|----------|-------|
| 1 | B4: memset/memcpy 버퍼 크기 불일치 및 매직 넘버 | CRITICAL | 완료 |
| 2 | B1: BLE TX 큐 풀 시 시스템 먹통 (binary_tx_handler → dr_binary_tx_safe 교체) | HIGH | 완료 |
| 3 | B2: BLE TX 에러 핸들링 로직 반전 | HIGH | 완료 |
| 4 | B3: extern + 초기화 동시 사용 | HIGH | 완료 |
| 5 | B5: maa? err=2 (MAA_NUM_SAMPLES > DR_ADC_ECHO_SAMPLES_MAX) | HIGH | 완료 |
| 6 | B5-2: mec/maa Piezo 자동 전원 관리 | MEDIUM | 완료 |

| # | 항목 | 심각도 | 현재 상태 |
|---|---------------------------------------|-----|-------|
| 7 | B5-3: Cmd_mpa dr_piezo_power_on 중복 호출 | LOW | 완료 |

1차 정리 (미사용 코드/EEPROM 삭제)

| # | 항목 | 현재 상태 |
|----|--|-------|
| 5 | 미사용 HW 드라이버 삭제 (1.2절) | 완료 |
| 6 | cat_interface.c EEPROM 기능 삭제 + TWI를 i2c_manager.c로 통합 (1.5절) | 완료 |
| 7 | cmd_parse.c EEPROM 호출 -> FDS 전환 (1.5.4절) | 완료 |
| 8 | cmd_parse.c → parser.c 통합 (2.3.1절) | 완료 |
| 9 | 미사용 전역변수 + HW_NO 삭제 (2.2-2.3절) | 미완료 |
| 10 | DEBUG_MINIMAL_BOOT 조건 제거 (3절) | 미완료 |
| 11 | Keil uvprojx 소스 참조 제거 (4절) | 확인 필요 |
| 12 | 주석 처리된 코드 삭제 (2.4절) | 미완료 |

2차 정리 (저전력 최적화)

| # | 항목 | 예상 절감 | 현재 상태 |
|----|----------------------------------|------------|-------|
| 12 | P1: UART 비활성화 | ~1mA | 미완료 |
| 13 | P2: RTT 비활성화 | ~0.1-0.5mA | 미완료 |
| 14 | P4: IMU 타이머 BLE 연결 시에만 동작 | ~41uA | 미완료 |
| 15 | P5-A: main_loop 단발 이벤트 직접 호출로 전환 | 응답 개선 | 미완료 |
| 16 | P5-B: app_scheduler 도입 (선택) | 코드 품질 | 미완료 |
| 17 | P3: 배터리 타이머 동적 조절 | ~5uA | 미완료 |

3차 정리 (코드 품질)

| # | 항목 | 현재 상태 |
|----|---------------------------|-------|
| 18 | Q1: main.h static 함수 제거 | 미완료 |
| 19 | Q5: 매직 넘버 define화 | 미완료 |
| 20 | B9: config_load() goto 제거 | 미완료 |