

OOI

The RVC Control SW

6팀 정상훈, 정수혁, 하재아, 한지훈

| 목차

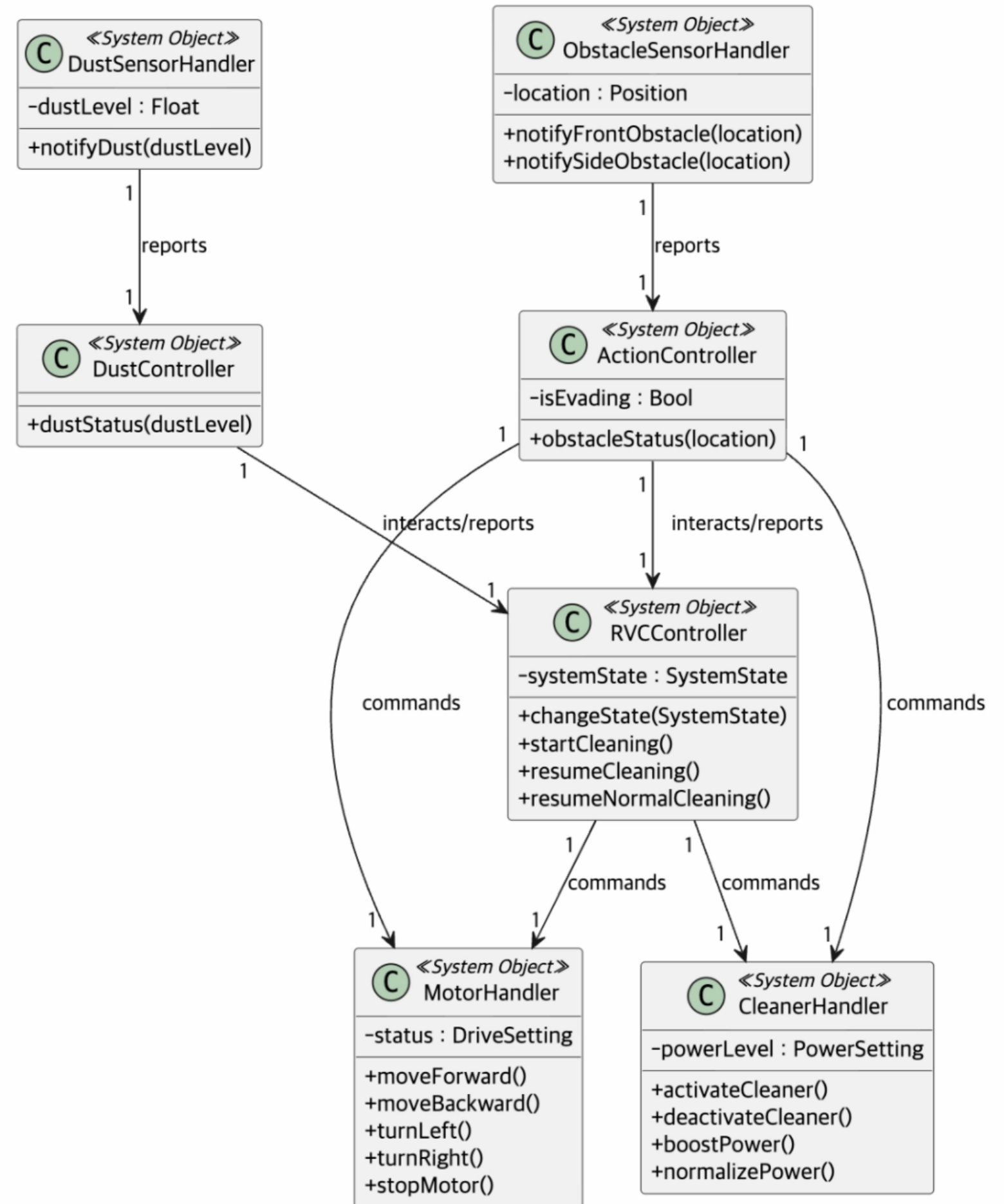
Chapter 0. 수정된 Class, Sequence Diagram

Chapter 1. PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

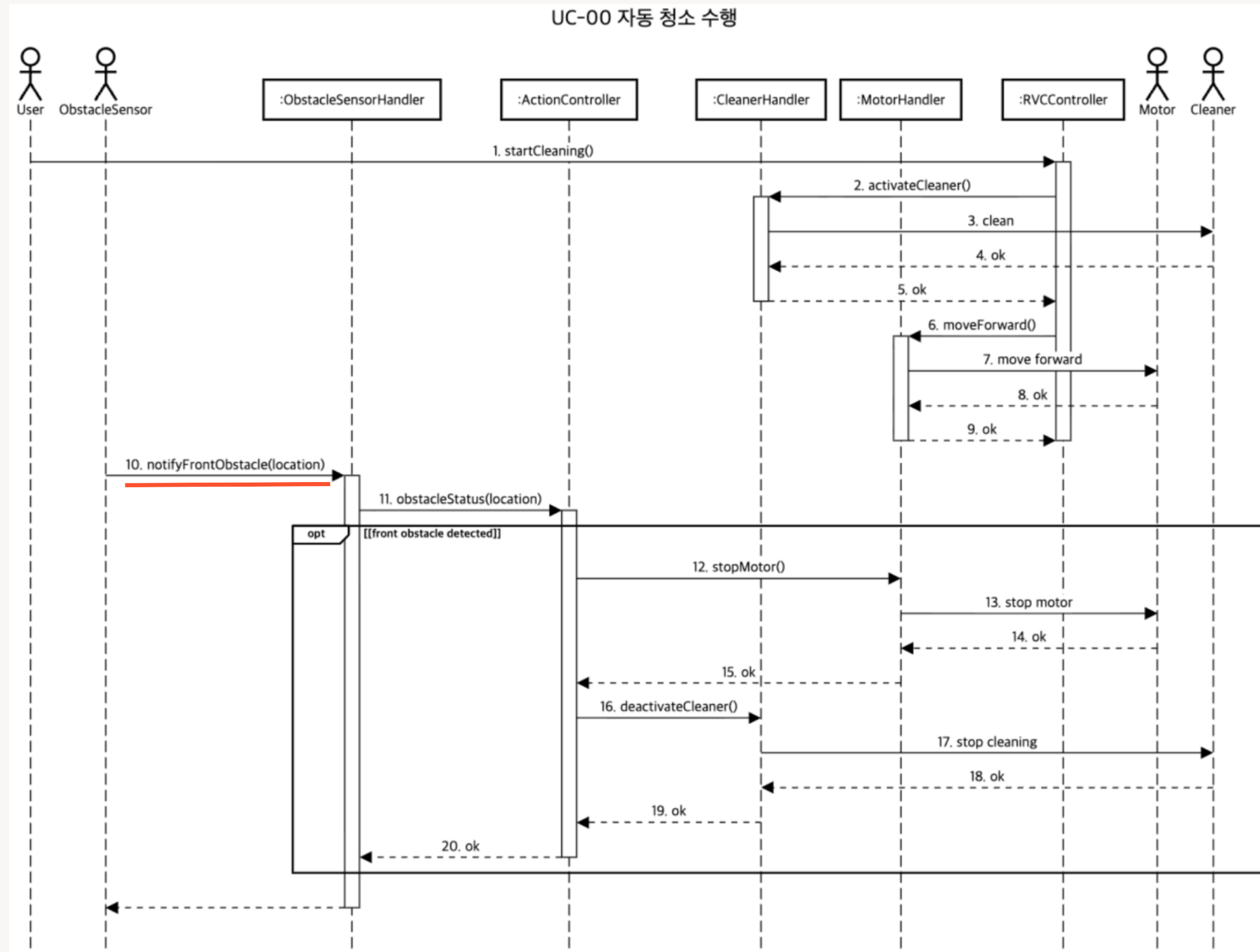
Chapter 2. System Test 수행 과정 및 결과

Chapter 3. System Code 정적 분석 결과

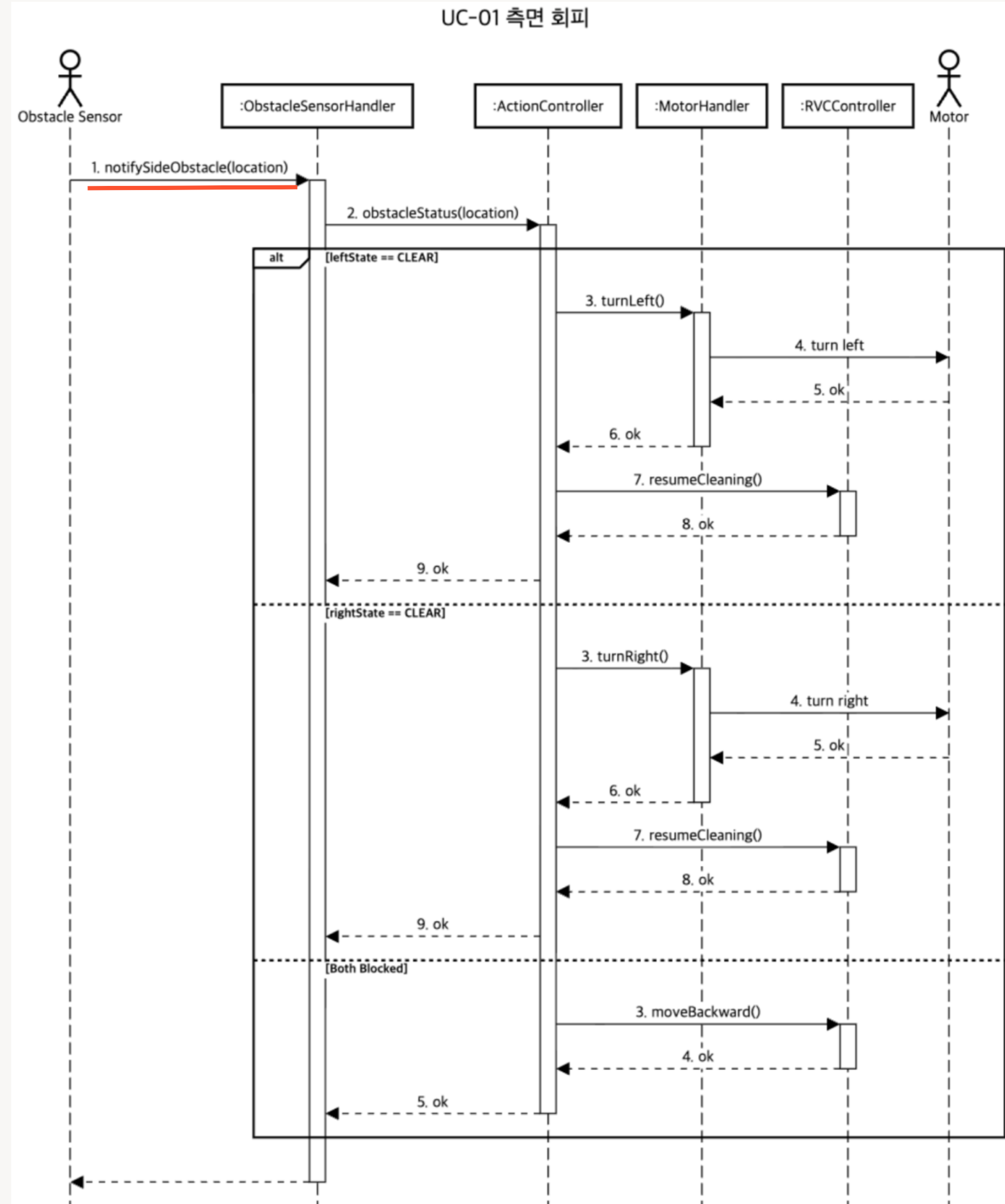
수정된 Class Diagram



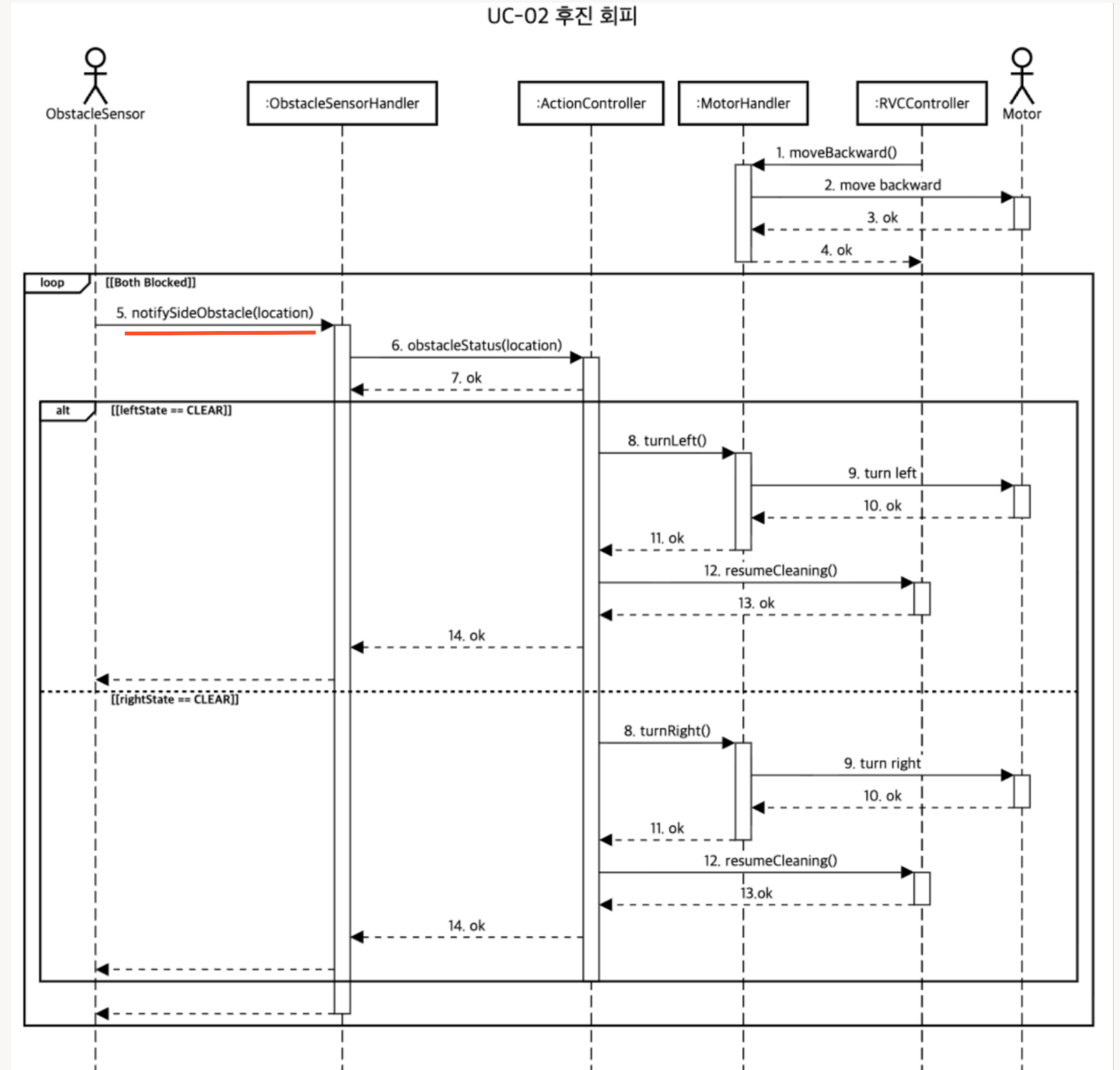
수정된 Sequence Diagram



수정된 Sequence Diagram

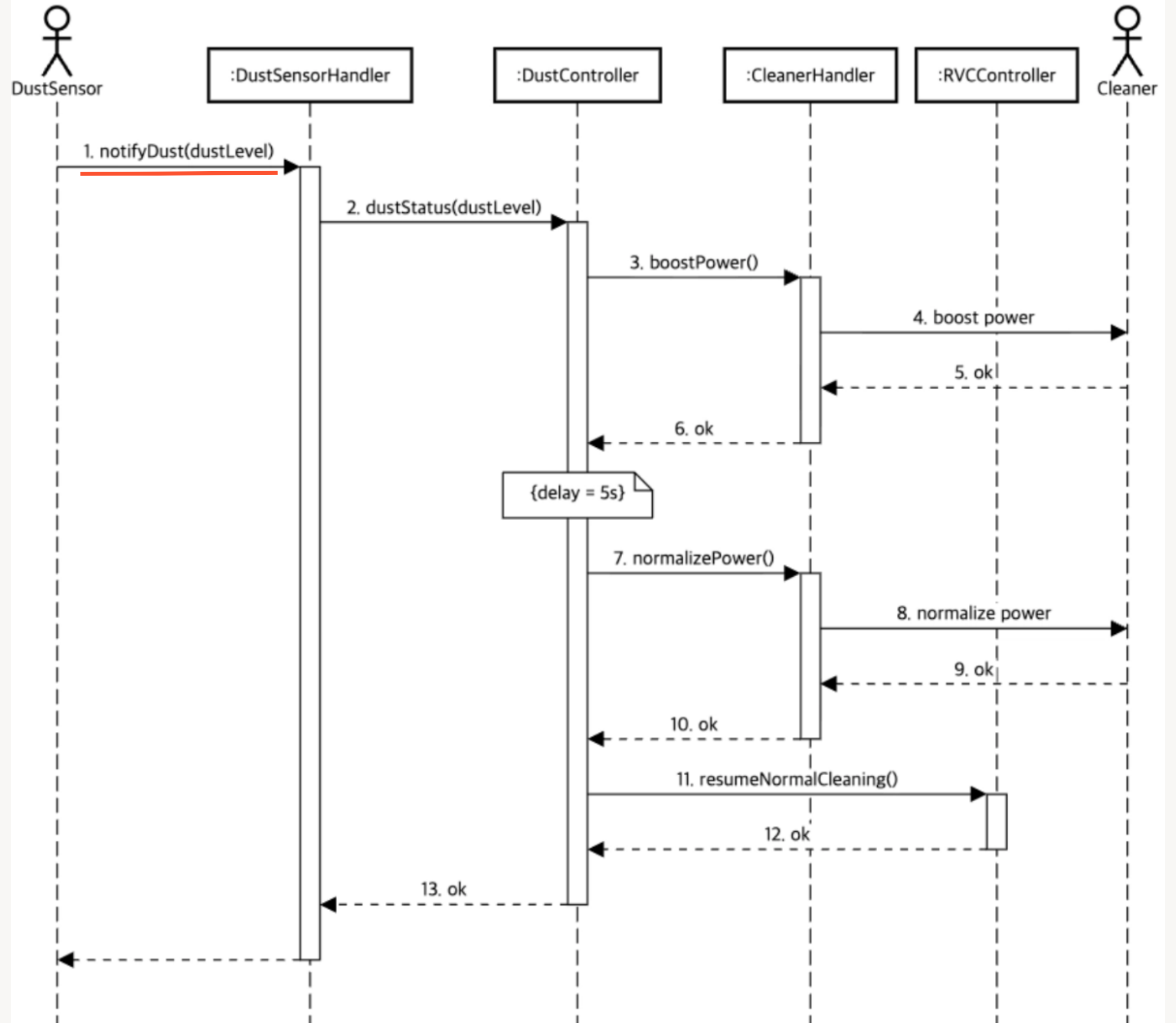


수정된 Sequence Diagram




수정된 Sequence Diagram

UC-03 집중 청소 수행



PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

 **Jae-ah** commented 4 days ago Collaborator ...

1. 개요
청소 로직의 핵심인 CleanerHandler와 MotorHandler의 초기 구현을 완료

Google Test(GTest)를 활용하여 각 핸들러의 동작을 검증하는 단위 테스트의 예시 작성

2. 주요 변경 사항
CleanerHandler: 흡입 모터 전원 제어 및 모드 변경 로직 구현

MotorHandler: 기본적인 모터 구동 설정 로직 추가

CMakeLists.txt: 타겟별 포함 경로 설정 및 GTest 의존성 전파 문제 해결


Unit Tests: CleanerHandlerTest를 통해 비공개 멤버(private) 상태 검증 완료


3. 기술적 해결 내용





프렌드 선언(Friendship) 상속 이슈: TEST_F에서 private 멤버 접근이 안 되던 문제를 징검다리 함수(Getter)를 통해 해결하여 캡슐화를 유지


열거형 클래스(Enum Class) 비교: PowerSetting 비교 시 발생하는 타입 불일치 에러를 명시적 참조로 수정


5. 테스트 결과 (Test Results)
로컬 환경에서 ./robot_tests 실행 시 3개 테스트 모두 PASSED 확인










 **Jae-ah** added 3 commits 4 days ago

-   feat: Implement Motor and Cleaner Handlers 925bdef
-   feat: implement Cleaner/Motor handlers and add unit tests ✖ 36a3b7f
-   fix: apply in-class initializers as suggested by SonarCloud ✖ 193c98c

 **Jae-ah** force-pushed the `feature/actuators-init` branch from `96e4aa4` to `193c98c` 4 days ago Compare

 **Jae-ah** added 3 commits 4 days ago

-   fix: sonarCloud ✖ 83e2faf
-   fix: sonarCloud2 ✖ 81b1627
-   fix: endl ✖ e232efd


 **sonarqubecloud** Bot commented 4 days ago ...


✖ Quality Gate failed

Failed conditions


- ✖ 0.0% Coverage on New Code** (required $\geq 80\%$)

[See analysis details on SonarQube Cloud](#)



 **sanghai02** reviewed 4 days ago View reviewed changes

- `> src/CleanerHandler.cpp` Show resolved
- `> src/MotorHandler.cpp` Show resolved
- `> src/CleanerHandler.cpp` Outdated Show resolved

 **Jae-ah** merged commit `13b003a` into `main` 4 days ago View details Revert

1 of 2 checks passed

PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

src/CleanerHandler.cpp Hide resolved

```
3 3
4 4 // 초기 상태: 꺼짐
5 - CleanerHandler::CleanerHandler() {};
5 + CleanerHandler::CleanerHandler() = default;
```

sanghai02 4 days ago ...

이것도 기본 생성자 본문 비워두지 말고 = default로 명확하게 하는 게 더 좋을 거 같은데?

Jae-ah 4 days ago Collaborator Author ...

아 오케이 보니까 이것도 소나클라우드에서 뭐라고 하네 바꿀게

src/MotorHandler.cpp Hide resolved

```
4 + // 초기 상태: 정지
5 + MotorHandler::MotorHandler() = default;
6 +
7 + void MotorHandler::moveForward() {
```

sanghai02 4 days ago ...

애네들도 std::endl 말고 "\n"으로 바꾸는 게 나아보이는데 어떨?? std::endl 성능 저하 이슈 조금 있지 않나

Jae-ah 4 days ago Collaborator Author ...

아 오케이 보니까 이것도 소나클라우드에서 뭐라고 하네 바꿀게

src/CleanerHandler.cpp Outdated Hide resolved

```
2 + #include <iostream>
3 +
4 + // 초기 상태: 꺼짐
5 + CleanerHandler::CleanerHandler() : powerLevel(PowerSetting::OFF) {}
```


sanghai02 4 days ago ...

생성자에서 powerLevel 초기화하는 거 이거 꼭 여기서 해야 하나?
inclass로 하는 게 더 나은 거 아닌가?

Jae-ah 4 days ago Collaborator Author ...

아 맞네 소나클라우드도 그게 더 안전하다고 바꾸라고 뭐라 하네 오케이수정해볼게

PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread


 **hhhh012** commented 3 days ago Collaborator ⋮


커버리지 옵션 활성화: CMakeLists.txt에 --coverage 플래그를 추가하여 컴파일 및 링크 단계에서 커버리지 데이터(.gcno, .gda)가 생성 되도록 설정







CI 워크플로우 연동: GitHub Actions에서 테스트 실행 후 gcov를 통해 리포트를 생성하고, SonarCloud가 이를 분석할 수 있도록 설정을 보완


환경 설정 최적화: 로컬 테스트 과정에서 발생하는 부산물(.gcov, .gcno, .gda)과 build/ 폴더가 Git 추적에서 제외되도록 .gitignore를 정비

로직 반영: ActionController 및 DustController에서 구현한 최신 제어 로직을 포함




 **hhhh012** added 3 commits 3 days ago


-   chore: add gcov coverage settings for SonarCloud ✖ [c260706](#)
-   fix: update gcov paths to fix 0% coverage issue ✖ [929bb8f](#)
-   fix: update gcov paths to fix 0% coverage issue ✔ [1e2a2fc](#)

 **hahahanjihun** reviewed 2 days ago View reviewed changes



> src/DustSensorHandler.h Outdated Show resolved

 **hahahanjihun** reviewed 2 days ago View reviewed changes

> src/ObstacleSensorHandler.cpp Show resolved

 **hahahanjihun** reviewed 2 days ago View reviewed changes

> src/ObstacleSensorHandler.h Outdated Show resolved

  fix: explicit modify ✔ [62be8e0](#)

 **sonarqubecloud** Bot commented 2 days ago ⋮

 **Quality Gate passed**

Issues

-  [1 New issue](#)
-  [0 Accepted issues](#)

Measures

-  [0 Security Hotspots](#)
-  [89.6% Coverage on New Code](#)
-  [0.0% Duplication on New Code](#)

[See analysis details on SonarQube Cloud](#)



 **hhhh012** merged commit **6d26e90** into `main` 2 days ago View details Revert

2 checks passed

PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

src/DustSensorHandler.h **Outdated** Hide resolved

```
9 + DustController* dustController; // 데이터를 전달할 두뇌 포인터
10 +
11 + public:
12 + DustSensorHandler(DustController* dc);
```

hahahanjihun 2 days ago Owner ...

파라미터 1개짜리 생성자가 implicit 변환 위험있어서 explicit 붙여야 될거같아.
explicit DustSensorHandler(DustController* dc); 이런식으로

hhhh012 2 days ago Collaborator Author ...

오케이 그렇게 수정해볼게

src/ObstacleSensorHandler.h **Outdated** Hide resolved

```
9 + ActionController* actionController; // 데이터를 전달할 두뇌 포인터
10 +
11 + public:
12 + ObstacleSensorHandler(ActionController* ac);
```

hahahanjihun 2 days ago Owner ...

이것도 마찬가지로 explicit 붙이면 될거같아

hhhh012 2 days ago Collaborator Author ...

잠만 이것도 똑같이 고쳐볼게

src/ObstacleSensorHandler.cpp Hide resolved

```
9 + actionController->obstacleStatus(location); // 판단을 위해 컨트롤러로 전달
10 + }
11 +
12 + void ObstacleSensorHandler::notifySideObstacle(Position loc) {
```

hahahanjihun 2 days ago Owner ...


```
void ObstacleSensorHandler::notifyFrontObstacle(Position loc) {
location = loc;
actionController->obstacleStatus(location);
}

void ObstacleSensorHandler::notifySideObstacle(Position loc) {
location = loc;
actionController->obstacleStatus(location);
}이게 둘이 완전 동일해서 code smell이 나
그래서 그냥 하나 삭제하는게 어떨?
```


hhhh012 2 days ago Collaborator Author ...


나도 코딩하면서 그 지점이 약간 이상하긴 했는데 일단 sd랑 클래스 다이어그램에 정의된 구조 따르고 이벤트 분리를 위해서 일단 그대로 가는 게 좋을 거 같은데??
















































PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread



 **hahahanjihun** commented [2 days ago](#) Owner ...

1. 시스템 테스트 케이스 추가
2. POS04 로직 수정
3. HTML 리포트 생성 기능을 포함한 CI 파이프라인 구현 (gh-pages)





 **hahahanjihun** and others added 16 commits [3 days ago](#)

  Add system test report	834f5e0
  Enable system test CI on hahahanjihun	 2db7add
  feat:system test 작성 및 코드 보완	 82e2349
  Resolve CMakeLists conflict	 3598d2c
  update system test and reports	 67f8f5e
  fix: add unit test main and update cmake	 bfb8988
  fix: build error	 542b7e8
  Fix: resolve linking errors in robot_tests	 734d44d
  Fix: build yml code	 cd3481a
  Fix: build yml code2	 62c4e08
  system test 4,8,10 changed	 420dafa
  positive 4 changed	 82c6c6b
  Fix: coverage	 01e356f
  Fix: coverage2	 13f411c
  Fix: coverage3	 2619f5e
  change test case name	 e7049f3



  **hahahanjihun** reviewed [18 hours ago](#) View reviewed changes

> `.github/workflows/cpp-build.yml` Show resolved




 **sonarqubecloud** Bot commented [18 hours ago](#) ...

 **Quality Gate passed**


Issues



-  [0 New issues](#)
-  [0 Accepted issues](#)

Measures



-  [0 Security Hotspots](#)
-  [100.0% Coverage on New Code](#)
-  [0.0% Duplication on New Code](#)

[See analysis details on SonarQube Cloud](#)





  **hahahanjihun** reviewed [18 hours ago](#) View reviewed changes

> `tests/system_test.cpp` Show resolved

  **Jae-ah** reviewed [18 hours ago](#) View reviewed changes


> `tests/system_test.cpp` Show resolved

  **Jae-ah** merged commit `a5483e2` into `main` [18 hours ago](#) View details Revert
3 checks passed


PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

▼ .github/workflows/cpp-build.yml Hide resolved


```
53 + # 7. 시스템 테스트 실행
54 + - name: Run System Test
45 55 run: |
46 - # build 폴더 내의 모든 오브젝트 파일(.o)에 대해 gcov 실행
```

 **hhhh012** 18 hours ago · edited Collaborator ...


yml 코드 고치면서 실수로 커버리지 관련 코드 뺀 거 같아서 다시 넣었어. 이제 소나클라우드 퀄리티 게이트 통과한다.



▼ tests/system_test.cpp Hide resolved

 **Jae-ah** 18 hours ago Collaborator ...

커버리지도 100퍼 뜨고 난 이제 다 괜찮아 보이는데?? 다들 바쁘는데 고생했어



▼ tests/system_test.cpp Hide resolved

 **hhhh012** 18 hours ago Collaborator ...

Positive TC 4번 이름을 이렇게 적어도 되는 건가?? 약간 다른 식으로 적는 게 좋을 거 같은데 더 명확하게?



 **hahahanjihun** 18 hours ago Owner Author ...

후진 후 우회전이니까 이게 맞지 않나 어떻게 바뀌야 될 거 같은데?



 **hhhh012** 18 hours ago Collaborator ...

아아아 내가 순간 잘못 생각했다. 지금 상태가 맞는듯?



PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

Jae-ah commented 3 hours ago Collaborator

1. yml 파일 속 system test case 시각화 코드 수정
2. system test case 관련 방어 로직 변경 수정

Jae-ah added 2 commits 3 hours ago

- feat: system test case 수정 [77dde18](#)
- feat: system test case 및 yml 수정 [cc62842](#)

sanghai02 reviewed 3 hours ago View reviewed changes

sanghai02 left a comment Collaborator

각 코드에 대해서 comment 달아줬는데 다시 참고 좀

- `.github/workflows/cpp-build.yml` Outdated Show resolved
- `src/ActionController.cpp` Outdated Show resolved

Jae-ah added 2 commits 3 hours ago

- feat: action controller 수정 및 정적분석 리포트 코드 추가 [af31937](#)
- feat: 정적분석 리포트 코드 수정 [162cd6f](#)

Jae-ah force-pushed the `feat/system_code` branch from `8ba8eaf` to `5948334` 2 hours ago Compare

sanghai02 reviewed 2 hours ago View reviewed changes

- `.github/workflows/cpp-build.yml`

- 소나클라우드 커버리지 시각화 정상화 [8c4b252](#) Compare
- Jae-ah** force-pushed the `feat/system_code` branch from `5948334` to `8c4b252` 2 hours ago Compare
- Jae-ah** added 6 commits 2 hours ago
- 소나클라우드 커버리지 시각화 정상화2 [b95e4e1](#)
- 소나클라우드 커버리지 시각화 정상화3 [c37ebdf](#)
- 소나클라우드 커버리지 시각화 정상화4 [381409f](#)
- 소나클라우드 커버리지 시각화 정상화5 [b64d5d0](#)
- negative방어로직 수정 [7db3b78](#)
- cppcheck yml 변경 [13dceeb](#)

sonarqubecloud Bot commented 26 minutes ago

Quality Gate passed

Issues

- 0 New issues
- 0 Accepted issues

Measures

- 0 Security Hotspots
- 100.0% Coverage on New Code
- 0.0% Duplication on New Code

[See analysis details on SonarQube Cloud](#)

Jae-ah merged commit `d376b22` into `main` now View details Revert
2 checks passed

This branch has not been deployed
No deployments

Pull request successfully merged and closed
You're all set — the `feat/system_code` branch can be safely deleted. Delete branch

PR 코드 리뷰 및 처리 과정 Thread

github/workflows/cpp-build.yml Outdated Hide resolved

sanghai02 3 hours ago Collaborator ...

해당 방식으로 static analysis를 진행 시에 너무 방대한 로그가 찍혀 결과를 한 눈에 알아보기 힘들어서, 해당 사항 수정해야될 것 같은데.

```
--checkers-report=checkers-report.txt.
```

이런 식으로 수정하면 될 것 같음

😊

Jae-ah 3 hours ago Collaborator Author ...

아 나도 3000줄 나오는 거 보고 이거 좀 아니다 생각했는데. 이대로 고쳐볼게

😊

github/workflows/cpp-build.yml

sanghai02 2 hours ago ...

지금 보니까 뭔가 꼬여서 소나클라우드 커버리지 반영이 안 되고 있는 거 같음.
yml 파일 보니까 빌드 과정에서 충돌나는 거 같거든? 이거 확인한 번 해줄 수 있나?

😊

Jae-ah 2 hours ago Collaborator Author ...

아니 이거 내가 건드린 건가? 빌드가 왜 2번 들어있지 ㅋㅋㅋㅋ 고치고 한 번 다시 푸시해볼게

😊

Jae-ah 1 hour ago Collaborator Author ...

아 이게 보니까 [on New Code] 라고 되어 있잖아. 우리 소스 코드가 바뀐 게 없어서 검사를 안 하다 보니까 0.0로 뜨는 거라 정상적인 상황이야.

😊

src/ActionController.cpp Outdated Hide resolved

sanghai02 3 hours ago Collaborator ...

카톡에서도 말했듯이, 해당 부분 정상 상황인데 초기 구현하면서 잘못된 조건문이 아직 있는 것 같아서 해당 부분 아예 다 지워야 됨

😊

Jae-ah 3 hours ago Collaborator Author ...

아 맞다맞다. 이 부분 지워야 하는걸 까먹었다 바꿔올게

😊

System Test 수행 과정 및 결과 : gh-pages

RobotCleaner System Test Report

Total 30	PASS 30	FAIL 0	Success Rate 100.0%
--------------------	-------------------	------------------	-------------------------------

TC ID	Test Case	Result
TC-POS-01	UC-00 -> UC-01 좌측 회피 전체 흐름	PASS
TC-POS-02	UC-00 -> UC-03 고먼지 집중 청소	PASS
TC-POS-03	UC-00 -> UC-01 -> UC-02 모터 시퀀스(왼쪽)	PASS
TC-POS-04	UC-00 -> UC-01 -> UC-02 모터 시퀀스(왼쪽 막히고 오른쪽)	PASS
TC-POS-05	UC-03 -> UC-01 집중 청소 후 회피	PASS
TC-POS-06	2회 연속 전방 장애물 회피	PASS
TC-POS-07	UC-03 2회 연속 집중 청소	PASS
TC-POS-08	UC-00 -> UC-03 미진입 (저먼지 조건) 일반 청소 유지	PASS
TC-POS-09	UC-00 -> UC-03 -> UC-01 -> UC-02 전체 순차 수행	PASS
TC-POS-10	UC-00 -> UC-01 미진입 (좌우 장애물, 전방 개방) 직진 유지	PASS

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-01	CLEANING 중 startCleaning 중복 호출	PASS
TC-NEG-02	CLEANING 중 resumeCleaning 호출	PASS
TC-NEG-03	유효하지 않은 SystemState 변경 시도	PASS
TC-NEG-04	AVOIDING 중 startCleaning 호출	PASS
TC-NEG-05	동일한 상태로 changeState 호출	PASS
TC-NEG-06	FORWARD 중 정지 단계가 생략된 급격한 방향 전환	PASS
TC-NEG-07	회피 중 전방 장애물 재발생	PASS
TC-NEG-08	FORWARD 상태에서 moveForward 중복 호출	PASS
TC-NEG-09	BACKWARD 상태에서 moveBackward 중복 호출	PASS
TC-NEG-10	LEFT 상태에서 turnLeft 중복 호출	PASS
TC-NEG-11	RIGHT 상태에서 turnRight 중복 호출	PASS
TC-NEG-12	STOPPED 상태에서 stopMotor 중복 호출	PASS
TC-NEG-13	음수 DustLevel 입력	PASS
TC-NEG-14	매우 큰 DustLevel 입력	PASS
TC-NEG-15	OFF 상태에서 deactivateCleaner 호출	PASS
TC-NEG-16	NORMAL 상태에서 activateCleaner 중복 호출	PASS
TC-NEG-17	BOOST 상태에서 boostPower 중복 호출	PASS
TC-NEG-18	NORMAL 상태에서 normalizePower 중복 호출	PASS
TC-NEG-19	OFF 상태에서 normalizePower 호출	PASS
TC-NEG-20	OFF 상태에서 boostPower 호출	PASS

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-01

UC-00 -> UC-01 좌측 회피 전체 흐름

PASS

```
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작 ...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 왼쪽으로 회피 ...
[Motor] 좌회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-02

UC-00 -> UC-03 고먼지 집중 청소

PASS

```
[System] State 변경  
--- System: 자동 청소 시작 ---  
[Cleaner] 청소기 흡입 ON  
[Motor] 전진  
[System] State 변경  
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작.  
[Cleaner] 강력 흡입 모드  
[Cleaner] 일반 모드 복구  
[System] State 변경  
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-03

UC-00 -> UC-01 -> UC-02 모터 시퀀스(왼쪽)

PASS

```
[Positive Test - 03]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[ActionController] 왼쪽으로 회피...
[Motor] 좌회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-04

UC-00 -> UC-01 -> UC-02 모터 시퀀스(왼쪽 막히고 오른쪽)

PASS

```
[Positive Test - 04]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 오른쪽으로 회피...
[Motor] 우회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-05

UC-03 -> UC-01 집중 청소 후 회피

PASS

```
[Positive Test - 05]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] State 변경
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 일반 모드 복구
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 오른쪽으로 회피...
[Motor] 우회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-06

2회 연속 전방 장애물 회피

PASS

```
[Positive Test - 06]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 왼쪽으로 회피...
[Motor] 좌회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 오른쪽으로 회피...
[Motor] 우회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-07

UC-03 2회 연속 집중 청소

PASS

```
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] State 변경
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작.
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 일반 모드 복구
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
[System] State 변경
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작.
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 일반 모드 복구
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-08	UC-00 → UC-03 미진입 (저먼지 조건) 일반 청소 유지	PASS
TC-POS-10	UC-00 → UC-01 미진입 (좌우 장애물, 전방 개방) 직진 유지	PASS

```
[System] State 변경  
--- System: 자동 청소 시작 ---  
[Cleaner] 청소기 흡입 ON  
[Motor] 전진
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-POS-09

UC-00 -> UC-03 -> UC-01 -> UC-02 전체 순차 수행

PASS

```
[Positive Test - 09]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] State 변경
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 일반 모드 복구
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[ActionController] 왼쪽으로 회피...
[Motor] 좌회전
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 ---
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-01	CLEANING 중 startCleaning 중복 호출	PASS
TC-NEG-02	CLEANING 중 resumeCleaning 호출	PASS

```
[Negative Test - 01]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] 현재 이미 청소 중
```

```
RVCController::startCleaning()
```

```
if (systemState == SystemState::CLEANING) {
    std::cout << "[System] 현재 이미 청소 중\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 02]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] 현재 이미 청소 중
```

```
RVCController::resumeCleaning()
```

```
if (systemState == SystemState::CLEANING) {
    std::cout << "[System] 현재 이미 청소 중\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-03	유효하지 않은 SystemState 변경 시도	PASS
TC-NEG-04	AVOIDING 중 startCleaning 호출	PASS

```
[Negative Test - 03]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] 유효하지 않은 상태값 요청 거부
```

```
if (newState < SystemState::IDLE || newState > SystemState::BOOSTING) {
    std::cout << "[System] 유효하지 않은 상태값 요청 거부\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 04]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
[System] 현재 상태에서 청소 시작 불가
```

```
if (systemState == SystemState::AVOIDING) {
    std::cout << "[System] 현재 상태에서 청소 시작 불가\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-05	동일한 상태로 changeState 호출	PASS
TC-NEG-06	FORWARD 중 정지 단계가 생략된 급격한 방향 전환	PASS

```
[Negative Test - 05]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[System] 이미 동일한 상태
```

```
[Negative Test - 06]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Motor] 회전 가능한 상태가 아닙니다
[Motor] 회전 가능한 상태가 아닙니다
```

```
if (newState == systemState) {
    std::cout << "[System] 이미 동일한 상태\n";
    return;
}
```

```
if (status != DriveSetting::STOPPED) {
    if(status != DriveSetting::BACKWARD) {
        std::cout << "[Motor] 회전 가능한 상태가 아닙니다\n";
        return;
    }
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-07	회피 중 전방 장애물 재발생	PASS
TC-NEG-08	FORWARD 상태에서 moveForward 중복 호출	PASS

```
[Negative Test - 07]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작 ...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중 ...
[Motor] 후진
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중 ...
```

```
[Negative Test - 08]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Motor] 이미 전진 중입니다
```

```
if (status == DriveSetting::FORWARD) {
    std::cout << "[Motor] 이미 전진 중입니다\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-09	BACKWARD 상태에서 moveBackward 중복 호출	PASS
TC-NEG-10	LEFT 상태에서 turnLeft 중복 호출	PASS

```
[Negative Test - 09]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[ActionController] 전방 장애물 감지! 회피 시작...
[System] State 변경
[Motor] 정지
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[ActionController] 양쪽 모두가 막힘. 후진 중...
[Motor] 후진
```

```
if (status == DriveSetting::BACKWARD) {
    return;
}
```

```
[Negative Test - 10]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Motor] 정지
[Motor] 좌회전
[Motor] 이미 좌회전 중입니다
```

```
if (status == DriveSetting::LEFT) {
    std::cout << "[Motor] 이미 좌회전 중입니다\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-11	RIGHT 상태에서 turnRight 중복 호출	PASS
TC-NEG-12	STOPPED 상태에서 stopMotor 중복 호출	PASS

```
[Negative Test - 11]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Motor] 정지
[Motor] 우회전
[Motor] 이미 우회전 중입니다
```

```
if (status == DriveSetting::RIGHT) {
    std::cout << "[Motor] 이미 우회전 중입니다\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 12]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Motor] 정지
[Motor] 이미 정지 상태입니다
```

```
if (status == DriveSetting::STOPPED) {
    std::cout << "[Motor] 이미 정지 상태입니다\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-13	음수 DustLevel 입력	PASS
TC-NEG-14	매우 큰 DustLevel 입력	PASS

```
[Negative Test - 13]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[DustController] 유효하지 않은 먼지량 감지
```

```
if (dustLevel < 0.0f) {
    std::cout << "[DustController] 유효하지 않은 먼지량 감지\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 14]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[DustController] 감지된 먼지량이 너무 큼니다. 최대값으로 처리
[System] State 변경
[DustController] 먼지 감지! 집중 청소 시작.
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 일반 모드 복구
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 복귀 (집중 청소 종료) ---
```

```
if (dustLevel > 100.0f) {
    std::cout << "[DustController] 감지된 먼지량이 너무 큼니다. 최대값으로 처리\n";
    dustLevel = 100.0f;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-15	OFF 상태에서 deactivateCleaner 호출	PASS
TC-NEG-16	NORMAL 상태에서 activateCleaner 중복 호출	PASS

```
[Negative Test - 15]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[Cleaner] 이미 OFF 상태입니다
```

```
if (powerLevel == PowerSetting::OFF) {
    std::cout << "[Cleaner] 이미 OFF 상태입니다\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 16]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 이미 NORMAL 상태입니다
```

```
if (powerLevel == PowerSetting::NORMAL) {
    std::cout << "[Cleaner] 이미 NORMAL 상태입니다\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-17	BOOST 상태에서 boostPower 중복 호출	PASS
TC-NEG-18	NORMAL 상태에서 normalizePower 중복 호출	PASS

```
[Negative Test - 17]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 강력 흡입 모드
[Cleaner] 이미 BOOST 상태입니다
```

```
if (powerLevel == PowerSetting::BOOST) {
    std::cout << "[Cleaner] 이미 BOOST 상태입니다\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 18]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 이미 NORMAL 상태입니다
```

```
if (powerLevel == PowerSetting::NORMAL) {
    std::cout << "[Cleaner] 이미 NORMAL 상태입니다\n";
    return;
}
```

System Test 수행 과정 및 결과

TC-NEG-19	OFF 상태에서 normalizePower 호출	PASS
TC-NEG-20	OFF 상태에서 boostPower 호출	PASS

```
[Negative Test - 19]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[Cleaner] 비활성 상태에서 전력 조절 불가
```

CleanerHandler::normalizePower()

```
if (powerLevel == PowerSetting::OFF) {
    std::cout << "[Cleaner] 비활성 상태에서 전력 조절 불가\n";
    return;
}
```

```
[Negative Test - 20]
[System] State 변경
--- System: 자동 청소 시작 ---
[Cleaner] 청소기 흡입 ON
[Motor] 전진
[Cleaner] 청소기 흡입 OFF
[Cleaner] 비활성 상태에서 전력 조절 불가
```

CleanerHandler::boostPower()

```
if (powerLevel == PowerSetting::OFF) {
    std::cout << "[Cleaner] 비활성 상태에서 전력 조절 불가\n";
    return;
}
```

System Code 정적 분석 결과 : clang-tidy

```
132 /home/runner/work/RobotCleaner/RobotCleaner/tests/test_negative.cpp:41:23: warning: The value '999' provided to the cast expression is not in the valid range of values for 'SystemState' [clang-analyzer-optin.core.EnumCastOutOfRange]
133   41 |     t.rvc.changeState(static_cast<SystemState>(999));
134     |     ^~~~~~
135 /home/runner/work/RobotCleaner/RobotCleaner/tests/./src/Types.h:4:12: note: enum declared here
136   4 | enum class SystemState{
137     | ~~~~~
138   5 |     IDLE,      // 대기 상태
139     | ~~~~~
140   6 |     CLEANING, // 청소 중
141     | ~~~~~
142   7 |     AVOIDING, // 회피 중
143     | ~~~~~
144   8 |     BOOSTING  // 강화 청소 중
145     | ~~~~~
146   9 | };
147    | ~
148 /home/runner/work/RobotCleaner/RobotCleaner/tests/test_negative.cpp:41:23: note: The value '999' provided to the cast expression is not in the valid range of values for 'SystemState'
149   41 |     t.rvc.changeState(static_cast<SystemState>(999));
150     |     ^~~~~~
151 1 warning generated.
```

위치 : tests/test_negative.cpp:41:23

경고명 : clang-analyzer-optin.core.EnumCastOutOfRange

내용 : SystemState라는 열거형에 정의되지 않은 값 '999'를 강제로 캐스팅해서
changeState 함수에 전달 중

Chapter 3.

System Code 정적 분석 결과 : cppcheck (검사 항목 리스트)

2815	=== Checkers Report Detail ===	2856	Yes	CheckClass::checkMissingOverride	2897	Yes	CheckFunctions::memsetZeroBytes	2938	Yes	CheckOther::checkSignOfUnsignedVariable	2979	Yes	CheckStl::string_c_str
2816	Critical errors	2857	Yes	CheckClass::checkSelfInitialization	2898	Yes	CheckFunctions::returnLocalStdMove	2939	Yes	CheckOther::checkSuspiciousCaseInSwitch	2980	Yes	CheckStl::useStlAlgorithm
2817	-----	2858	Yes	CheckClass::checkThisUseAfterFree	2899	Yes	CheckFunctions::useStandardLibrary	2940	Yes	CheckOther::checkSuspiciousSemicolon	2981	Yes	CheckStl::uselessCalls
2818	There was critical errors (syntaxError, unknownMacro)	2859	No	CheckClass::checkUnsafeClassRefMember	2900	Yes	CheckIO::checkCoutCerrMisusage	2941	Yes	CheckOther::checkUnreachableCode	2982	Yes	CheckString::checkAlwaysTrueOrFalseStringCompare
2819	All checking is skipped for a file with such error	2860	Yes	CheckClass::checkUselessOverride	2901	Yes	CheckIO::checkFileUsage	2942	Yes	CheckOther::checkUnusedLabel	2983	Yes	CheckString::checkIncorrectStringCompare
2820		2861	Yes	CheckClass::checkVirtualFunctionCallInConstructor	2902	Yes	CheckIO::checkWrongPrintfScanfArguments	2943	Yes	CheckOther::checkVarFuncNullUB	2984	Yes	CheckString::checkSuspiciousStringCompare
2821		2862	Yes	CheckClass::initializationListUsage	2903	Yes	CheckLeakAutoVar::check	2944	Yes	CheckOther::checkVariableScope	2985	Yes	CheckString::overlappingStrcmp
2822	Open source checkers	2863	Yes	CheckClass::initializerListOrder	2904	Yes	CheckMemoryLeakInClass::check	2945	Yes	CheckOther::checkZeroDivision	2986	Yes	CheckString::sprintfOverlappingData
2823	-----	2864	Yes	CheckClass::operatorEqRetRefThis	2905	Yes	CheckMemoryLeakInFunction::checkReallocUsage	2946	Yes	CheckOther::clarifyCalculation	2987	Yes	CheckString::strPlusChar
2824	Yes	2865	Yes	CheckClass::operatorEqToSelf	2906	Yes	CheckMemoryLeakNoVar::check	2947	Yes	CheckOther::clarifyStatement	2988	Yes	CheckString::stringLiteralWrite
2825	Yes	2866	Yes	CheckClass::privateFunctions	2907	Yes	CheckMemoryLeakStructMember::check	2948	Yes	CheckOther::invalidPointerCast	2989	Yes	CheckType::checkFloatToIntegerOverflow
2826	Yes	2867	Yes	CheckClass::thisSubtraction	2908	Yes	CheckNullPointer::analyseWholeProgram	2949	Yes	CheckOther::redundantBitwiseOperationInSwitch	2990	Yes	CheckType::checkIntegerOverflow
2827	Yes	2868	Yes	CheckClass::virtualDestructor	2909	Yes	CheckNullPointer::arithmetic	2950	Yes	CheckOther::warningOldStylePointerCast	2991	Yes	CheckType::checkLongCast
2828	Yes	2869	Yes	CheckCondition::alwaysTrueFalse	2910	Yes	CheckNullPointer::nullConstantDereference	2951	Yes	CheckPostfixOperator::postfixOperator	2992	Yes	CheckType::checkSignConversion
2829	Yes	2870	Yes	CheckCondition::assignIf	2911	Yes	CheckNullPointer::nullPointer	2952	Yes	CheckSizeof::checkSizeofForArrayParameter	2993	Yes	CheckType::checkTooBigBitwiseShift
2830	Yes	2871	Yes	CheckCondition::checkAssignmentInCondition	2912	Yes	CheckOther::checkAccessOfMovedVariable	2953	Yes	CheckSizeof::checkSizeofForNumericParameter	2994	Yes	CheckUninitVar::check
2831	Yes	2872	Yes	CheckCondition::checkBadBitmaskCheck	2913	Yes	CheckOther::checkCastIntToCharAndBack	2954	Yes	CheckSizeof::checkSizeofForPointerSize	2995	Yes	CheckUninitVar::valueFlowUninit
2832	Yes	2873	No	CheckCondition::checkCompareValueOutOfTypeRange	2914	Yes	CheckOther::checkCharVariable	2955	Yes	CheckSizeof::sizeofCalculation	2996	Yes	CheckUnusedFunctions::analyseWholeProgram
2833	Yes	2874	Yes	CheckCondition::checkDuplicateConditionalAssign	2915	Yes	CheckOther::checkComparePointers	2956	Yes	CheckSizeof::sizeofFunction	2997	Yes	CheckUnusedVar::checkFunctionVariableUsage
2834	Yes	2875	Yes	CheckCondition::checkIncorrectLogicOperator	2916	Yes	CheckOther::checkComparisonFunctionIsAlwaysTrueOrFalse	2957	Yes	CheckSizeof::sizeofVoid	2998	Yes	CheckUnusedVar::checkStructMemberUsage
2835	Yes	2876	Yes	CheckCondition::checkInvalidTestForOverflow	2917	Yes	CheckOther::checkConstPointer	2958	Yes	CheckSizeof::sizeofsizeof	2999	Yes	CheckVaarg::va_list_usage
2836	Yes	2877	Yes	CheckCondition::checkModuloAlwaysTrueFalse	2918	Yes	CheckOther::checkDuplicateBranch	2959	Yes	CheckSizeof::suspiciousSizeofCalculation	3000	Yes	CheckVaarg::va_start_argument
2837	Yes	2878	Yes	CheckCondition::checkPointerAdditionResultNotNull	2919	Yes	CheckOther::checkDuplicateExpression	2960	Yes	CheckStl::checkDereferenceInvalidIterator			
2838	Yes	2879	Yes	CheckCondition::clarifyCondition	2920	Yes	CheckOther::checkEvaluationOrder	2961	Yes	CheckStl::checkDereferenceInvalidIterator2			
2839	Yes	2880	Yes	CheckCondition::comparison	2921	Yes	CheckOther::checkFuncArgNamesDifferent	2962	Yes	CheckStl::checkFindInsert			
2840	Yes	2881	Yes	CheckCondition::duplicateCondition	2922	Yes	CheckOther::checkIncompleteArrayFill	2963	Yes	CheckStl::checkMutexes			
2841	Yes	2882	Yes	CheckCondition::multiCondition	2923	Yes	CheckOther::checkIncompleteStatement	2964	Yes	CheckStl::erase			
2842	Yes	2883	Yes	CheckCondition::multiCondition2	2924	No	CheckOther::checkInterlockedDecrement	2965	Yes	CheckStl::if_find			
2843	Yes	2884	Yes	CheckExceptionSafety::checkCatchExceptionByValue	2925	Yes	CheckOther::checkInvalidFree	2966	Yes	CheckStl::invalidContainer			
2844	Yes	2885	Yes	CheckExceptionSafety::checkRethrowCopy	2926	Yes	CheckOther::checkKnownArgument	2967	Yes	CheckStl::iterators			
2845	Yes	2886	Yes	CheckExceptionSafety::deallocThrow	2927	Yes	CheckOther::checkKnownPointerToBool	2968	Yes	CheckStl::knownEmptyContainer			
2846	Yes	2887	Yes	CheckExceptionSafety::destructors	2928	Yes	CheckOther::checkMisusedScopedObject	2969	Yes	CheckStl::mismatchingContainerIterator			
2847	Yes	2888	Yes	CheckExceptionSafety::nothrowThrows	2929	Yes	CheckOther::checkModuloOfOne	2970	Yes	CheckStl::mismatchingContainers			
2848	Yes	2889	Yes	CheckExceptionSafety::rethrowNoCurrentException	2930	Yes	CheckOther::checkNaNInArithmeticExpression	2971	Yes	CheckStl::missingComparison			
2849	Yes	2890	Yes	CheckExceptionSafety::unhandledExceptionSpecification	2931	Yes	CheckOther::checkNegativeBitwiseShift	2972	Yes	CheckStl::negativeIndex			
2850	Yes	2891	Yes	CheckFunctions::checkIgnoredReturnValue	2932	Yes	CheckOther::checkOverlappingWrite	2973	Yes	CheckStl::outOfBounds			
2851	Yes	2892	Yes	CheckFunctions::checkMathFunctions	2933	Yes	CheckOther::checkPassByReference	2974	Yes	CheckStl::outOfBoundsIndexExpression			
2852	Yes	2893	Yes	CheckFunctions::checkMissingReturn	2934	Yes	CheckOther::checkRedundantAssignment	2975	Yes	CheckStl::redundantCondition			
2853	Yes	2894	Yes	CheckFunctions::checkProhibitedFunctions	2935	Yes	CheckOther::checkRedundantCopy	2976	No	CheckStl::size			
2854	Yes	2895	Yes	CheckFunctions::invalidFunctionUsage	2936	Yes	CheckOther::checkRedundantPointerOp	2977	Yes	CheckStl::stlBoundaries			
2855	Yes	2896	Yes	CheckFunctions::memsetInvalid2ndParam	2937	Yes	CheckOther::checkShadowVariables	2978	Yes	CheckStl::stlOutOfBounds			

System Code 정적 분석 결과 : cppcheck (src)

```
[src/CleanerHandler.cpp:60]: (style) The function 'getPowerLevel' is never used.  
[src/DustSensorHandler.cpp:7]: (style) The function 'notifyDust' is never used.  
[src/MotorHandler.cpp:65]: (style) The function 'getStatus' is never used.  
[src/ObstacleSensorHandler.cpp:7]: (style) The function 'notifyFrontObstacle' is never used.  
[src/ObstacleSensorHandler.cpp:12]: (style) The function 'notifySideObstacle' is never used.  
[src/RVCController.cpp:26]: (style) The function 'getSystemState' is never used.  
[src/RVCController.cpp:33]: (style) The function 'startCleaning' is never used.
```

경고명 : The function XXX is never used

내용 : 프로젝트 내 핵심 로직인 RVCController, MotorHandler, SensorHandler 등에서 정의된 총 7개의 멤버 함수가 호출되지 않고 있음

→ 각각의 함수들은 System Operation 및 Test 전용 함수이기 때문에 문제가 없음

감사합니다

THANK YOU