



객체지향개발방법론 Practice #1

202211287 김태인

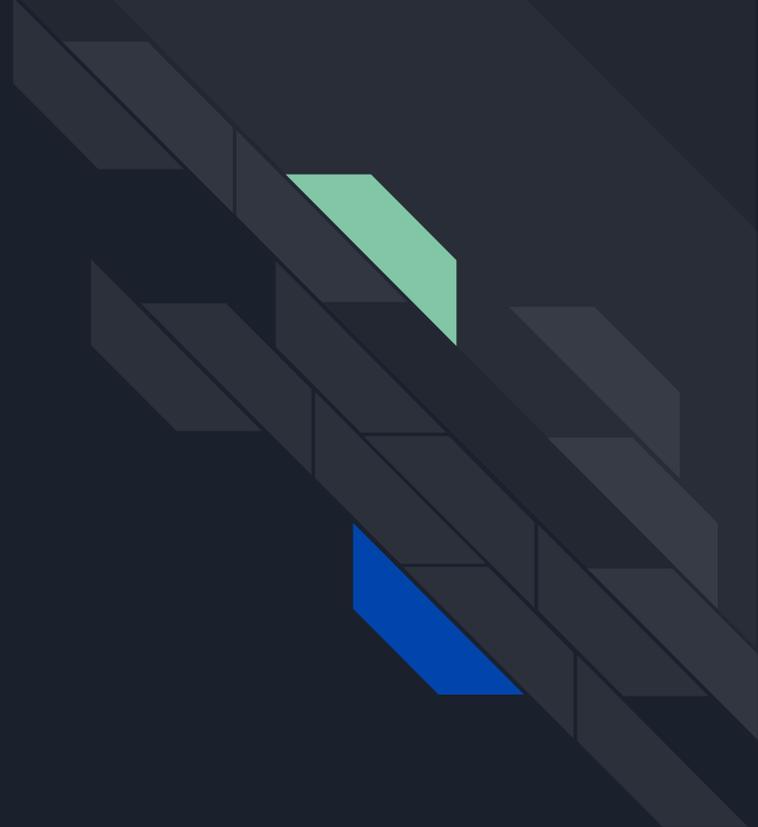
202311252 곽수호

202111368 정선민

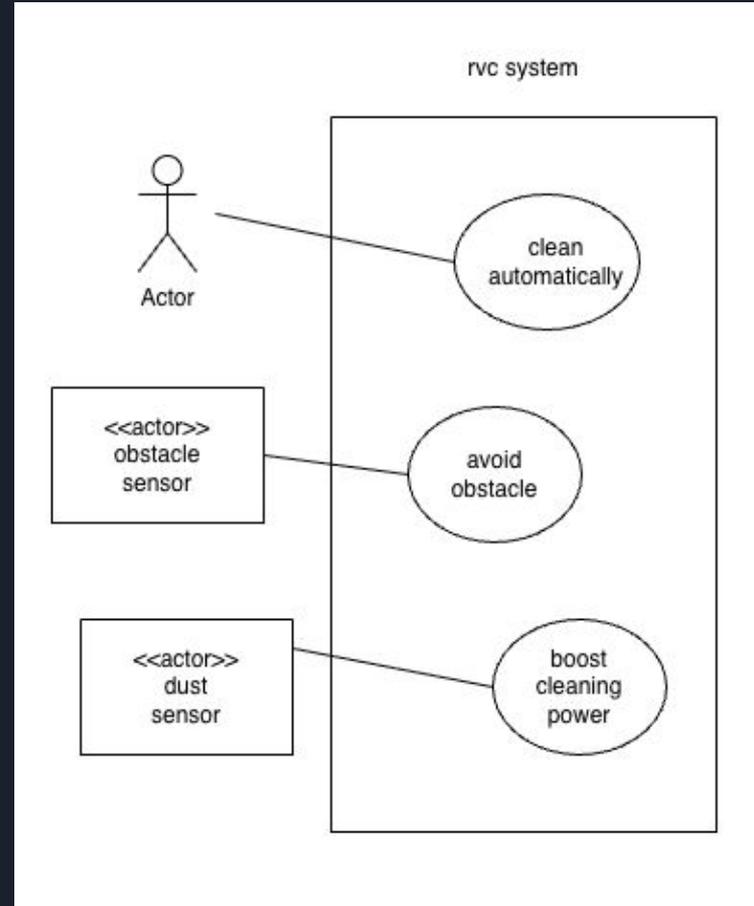
202211378 조성원

목차

1. FR + Use case
분석
2. NFR
3. CI/CD



usecase diagram





Use case

1 Use Case : 1. Clean Automatically

Actors : User

Description :

- 사용자가 청소를 시작(ex. 시작버튼 누름, 모바일 구동)하면 Use case가 시작됨
- 시스템에서 일반 청소기능을 활성화하고 로봇에게 전진을 명령
- 시스템은 청소 과정 동안 센서 입력(장애물, 먼지)를 지속적으로 모니터링함
- 사용자가 청소를 중지하거나 시스템이 정지 조건에 도달하면 유스케이스가 종료됨.



Use case

2

Use Case : 2. Avoid Obstacle

Actors : Obstacle Sensor

Description :

- 청소 중 장애물 센서가 전방 장애물을 감지하면 이 유스케이스가 시작됨.
- 시스템은 로봇의 동작을 중지시킴
- 시스템은 장애물 위치에 따라 회피 기동(좌/우 회전)을 수행하며, 사방이 막힌 경우 후진 후 경로를 재설정함.
- 로봇이 장애물을 피해 전진 이동을 재개하면 유스케이스가 종료됨.



Use case

3

Use Case : 3. Boost Cleaning Power

Actors : Dust Sensor

Description :

- 청소 중 먼지 센서가 먼지를 감지하면 이 유스케이스가 시작됨.
- 시스템은 사전에 정의된 시간 동안 흡입력을 높여 집중 청소(Boost)를 수행함.
- 설정된 시간이 경과하면 시스템은 흡입력을 다시 일반 수준으로 되돌림.
- 흡입력이 정상화되거나, 장애물 감지 등으로 인해 (2. Avoid Obstacle)이 시작될 경우, 또는 사용자에게 의해 청소가 중단되면 유스케이스가 종료됨.



FR

Ref.#	Functional Requirements	Use-Case Number & Name	Category
R1.1	Start Process	1. Clean Automatically	Evident
R2.1	Go Straight Forward	1. Clean Automatically	Hidden
R3.1	Detect Obstacle	2. Avoid Obstacle	Hidden
R3.2.1.1	Turn Left	2. Avoid Obstacle	Hidden
R3.2.1.2	Turn Right	2. Avoid Obstacle	Hidden
R3.2.2	Move Backward	2. Avoid Obstacle	Hidden
R4.1	Power Up Cleaning	3. Boost Cleaning Power	Hidden
R5.1	Stop Process	1. Clean Automatically	Evident

FR

R1.1 Start Process	전원이 켜진 상태에서 전원을 사용자가 누르면 켜진다 전원이 켜지면 정지 상태로 obstacle 여부와 dust 정보를 감지한다.	R3.1 Detect Obstacle	전진 중 장애물이 전방에 있을 경우 모터랑 cleaner 을 끈다.
R2.2 Go Straight Forward	앞에 장애물이 없으면 전진하면서 청소를 한다.	R3.2.1.1 Turn Left	전진 중 장애물을 만났을 때 왼쪽에 장애물이 없으면 왼쪽으로 tick 만큼 돈다. 다시 전진하면서 청소를 시작한다.
R4.1 Power Up Cleaning	전진하면서 dust 센서가 true 면 cleaner 가 3초 powerup 이 되고, powerup 중 dust 센서가 true 일 때마다 다시 3초씩 재 카운트되고 시간이 다 되면 cleaner 가 일 반모드로 바뀐다.	R3.2.1.2 Turn Right	전진 중 장애물을 만났을 때 왼쪽에도 장애물이 있고 오른쪽에 장애물이 없을 때 오른쪽으로 tick 만큼 돈다. 다시 전진하면서 청소를 시작한다.
R5.1 Stop Process	켜진 상태에서 사용자가 전원을 누르면 모든 기능이 꺼진다.	R3.2.2 Move Backward	전진 중 장애물이 전방, 양측면에 모두 있을 때 양옆 중 한쪽이라도 장애물이 없을 때까지 후진하다가 멈춘다. 다시 전진하면서 청소를 시작한다.

NFR

Product Requirements #	Description
PR1. 반응 시간	장애물 감지 후 회피 동작 시작까지의 지연은 100ms 이하로 한다.
PR2. 상태 갱신 주기	센서 입력 및 상태 전이는 10ms 단위로 갱신한다.

Organizational Requirements #	Description
OR1. 제어 범위	하드웨어 세부 제어는 고려하지 않는다.
OR2. 사용 제어	사용자는 전원을 키거나 끄는 동작만 수행한다. 나머지 기능들은 RVC가 자동으로 수행한다
OR3. 언어 제약	코드는 C++로 작성한다
OR4. CI 서버	CI 서버로 Github Action을 사용한다
OR5. 테스트 자동화	Google test로 테스트를 자동화 한다
OR6. 정적 코드 분석	정적 코드 분석 도구로 SonarCloud , Cppcheck, Clang-tidy를 사용한다

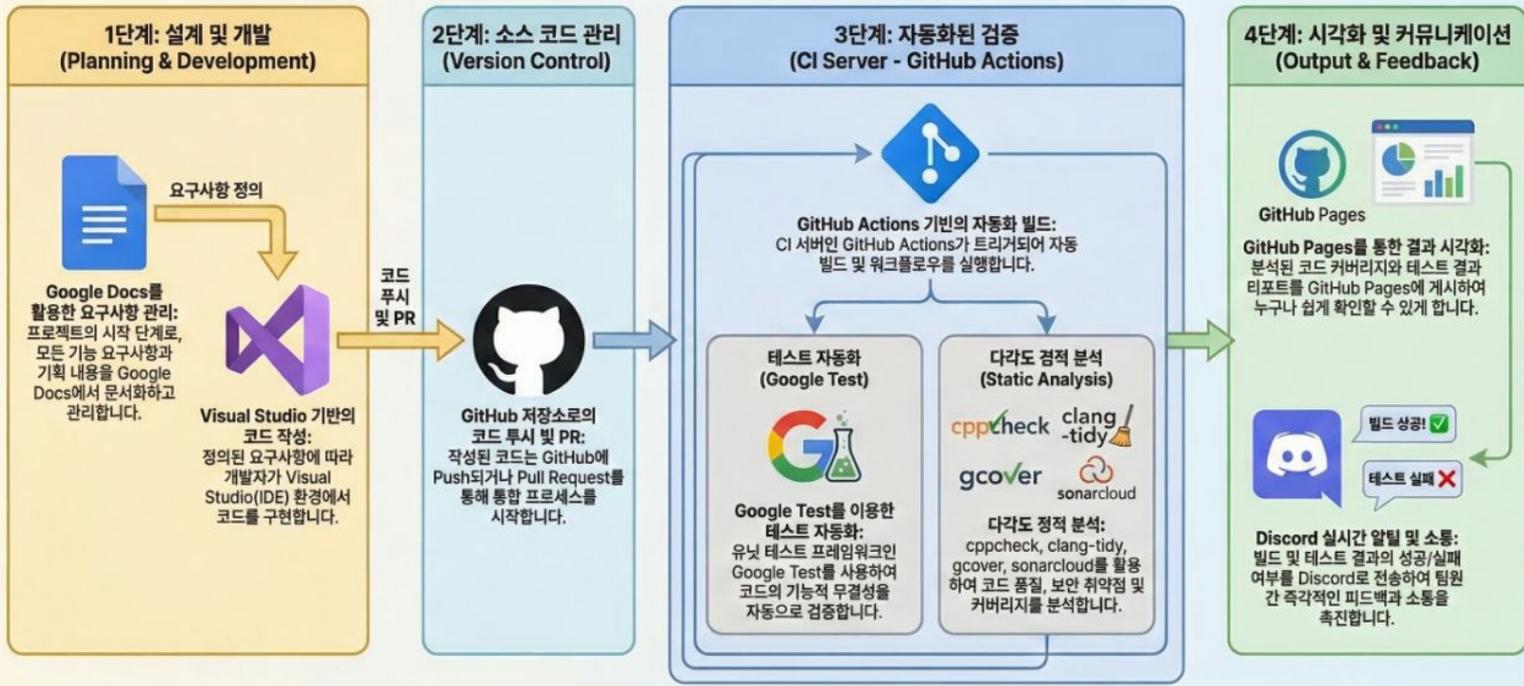


QA

Quality Attributes#	Description
QA1. 신뢰성 (Reliability)	모든 정상 입력 범위에서 상태 전이는 예측 가능해야 한다
QA2. 정확성 (Accuracy)	장애물 감지 및 먼지 감지 판정은 오차 $\pm 5\%$ 이내에서 동작해야 한다.
QA3. 안정성 (Stability)	1분 이상 지속 주행 시 센서 입력 누락이나 상태 오동작이 발생하지 않아야 한다.
QA4. 유지보수성 (Maintainability)	제어 알고리즘, 상태 전이 로직, 센서/모터 드라이버는 독립 모듈로 구성되어야 하며, 코드 수정 시 다른 모듈의 변경 없이 유지보수가 가능해야 한다.
QA5. 확장성 (Extensibility)	RVC는 센서 확장·변경이 가능하고, 특정 구역 반복 청소, 모바일 앱 연동, <u>머신러닝 기반 효율적 청소 기능 추가</u> 시 최소한의 코드 변경으로 확장 가능해야 한다
QA6. 가시성 (Visibility)	내부 상태(State), Sensor 값, Cleaner 모드 등은 디버깅 혹은 시뮬레이션 모드에서 실시간으로 출력되어야 한다.
QA7. 테스트 용이성 (Testability)	실제 하드웨어 없이도 시뮬레이션 입력을 통해 로직 검증이 가능해야 한다.
QA8. 안전성 (Safety)	모든 모터 제어 명령은 유효한 센서 입력을 전제로만 수행되며, 비정상 상태에서는 즉시 정지해야 한다.
QA9. 일관성 (Consistency)	동일 조건의 입력에 대해 항상 동일한 상태 전이 및 제어 결과가 나와야 한다.

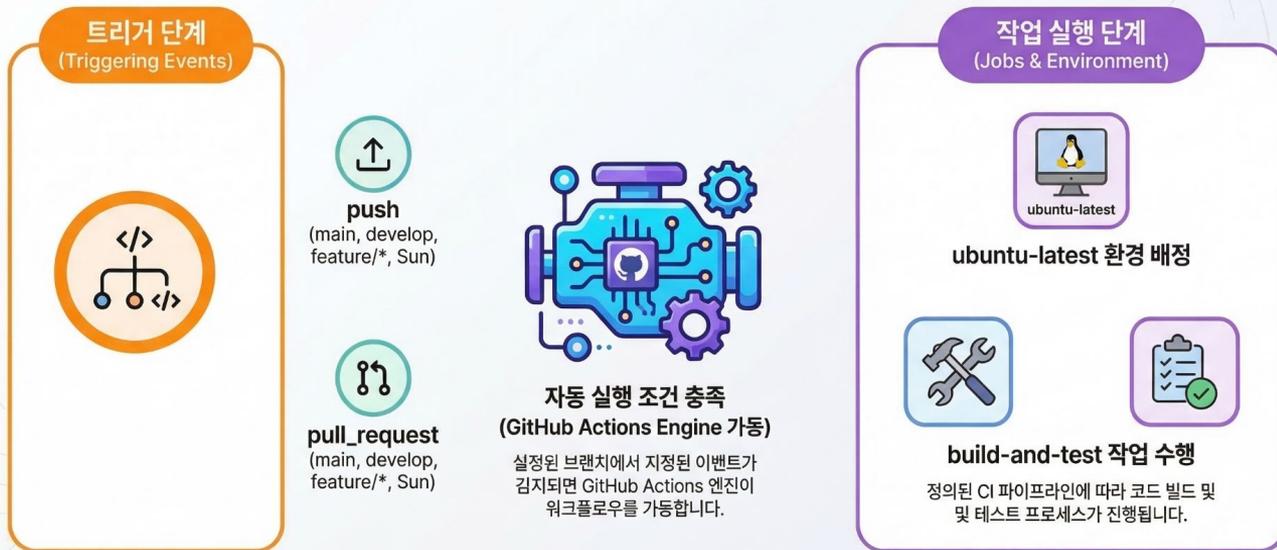
CI/CD 환경

개발 효율 극대화를 위한 현대적 CI/CD 아키텍처 가이드



CI - Github Action

GitHub Actions CI 워크플로우 자동화 흐름도





yml 스크립트

yml: 데이터를 표현하면서 사람이 읽기 쉽도록 구성되어 있는 마크업언어.

CI/CD환경에서 파이프라인을구성할 때 워크플로우, 즉 작업단계와 대상들을 정의해 놓는데 사용.

추가로 애플리케이션배포할 때 추가 구성요소들의버전제어, 리소스 제한 등을 한 파일에 모아 설정해서 템플릿으로 사용.

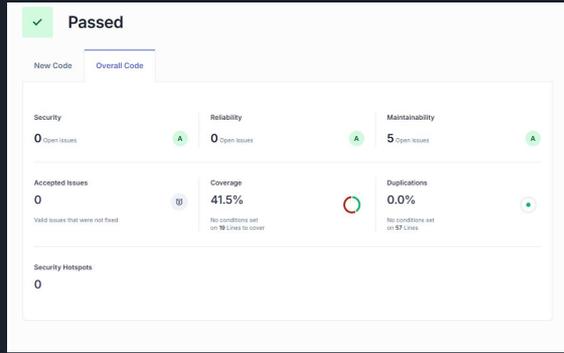
```
1 name: CI
2
3 on:
4   push:
5     branches: [ "main", "develop", "feature/*", "Sun", "bug_fix" ]
6     pull_request:
7
8 jobs:
9   build-and-test:
10    runs-on: ubuntu-latest
11
12    steps:
13      - name: Checkout
14        uses: actions/checkout@v4
15        with:
16          fetch-depth: 0 #소나클라우드 분석위한 깃 히스토리 가져오기
17
18      - name: Install build & analysis tools
19        run: |
20          sudo apt-get update
21          sudo apt-get install -y build-essential
22          sudo apt-get install -y cmake g++ clang-tidy cppcheck make lcov python3-pygments gcovr
23
24      - name: Configure
25        run: |
26          cmake -S . -B build \
27            -DENABLE_TESTS=ON \
28            -DCMAKE_BUILD_TYPE=Debug \
29            -DCMAKE_CXX_FLAGS="--coverage" \
30            -DCMAKE_EXE_LINKER_FLAGS="--coverage" \
31            -DCMAKE_C_COMPILER=/usr/bin/gcc \
32            -DCMAKE_CXX_COMPILER=/usr/bin/g++ \
33            -DCMAKE_C_COMPILER_LAUNCHER= \
34            -DCMAKE_CXX_COMPILER_LAUNCHER= \
35            -DCMAKE_EXPORT_COMPILE_COMMANDS=ON
36
```



워크플로우 순서

1. 빌드 - 컴파일이 되는지 확인
2. 동적 분석 테스트, 커버리지 확인 - 코드가 의도대로 동작하는가? (ctest 동적분석)
& 작성한 테스트 코드로 검사가 안된 부분이 있는가? (커버리지, lcov, gcov)
3. 정적분석 - 코드에서 텍스트 그 자체를 테스트함. 논리적 버그나 쓸데없거나 쓰이지 않는 코드가 있는지 확인함.
4. 소나클라우드 - 앞선 테스트들의 결과 자료들을 모아서 이 코드를 사용해도 되는지 판단함.

SonarCloud



- 소스 코드를 분석하여 버그, 취약점, 코드 스멜을 탐지하고 시각화하는 SaaS 서비스.
 - GitHub와 연동하여 개발자가 코드를 GitHub에 Push하면 자동으로 분석을 수행하여, 코드 상태를 점검하는 역할을 함.
 - 본 프로젝트에서 코드 스멜 탐지용 Cppcheck (정적 분석: 안정성) Clang-Tidy (정적 분석: 품질 & 스타일)과 동적분석 커버리지 검사용 gcov (동적 분석: 테스트 완결성)를 사용함
- + 분석 도구들의 결과를 받아 시각화함



Static Analysis

Cppcheck:

- 실제 배경 환경을 반영하면서 프로젝트 핵심 코드만 분석
- **Warning:** 잠재적 오류나 위험 패턴 감지
- **Style:** 코드 품질 저하 요소, 코드 스멜 탐지
- **Performance:** 성능 비효율 가능성 탐지
- **Portability:** 플랫폼이 달라졌을 때 문제되는 코드 탐지
- + **SonarCloud 통합 및 리포트:** 분석 결과를 SonarCloud로 전송하여 대시보드에서 코드 스멜과 취약점을 시각화하고 이력 관리

Intentionality | Not clear

unused variable 'unused' ↔

Unused local variables should be removed [cpp:S1481](#)

Software qualities impacted: **Maintainability** 👇 **Low**

Open Not assigned Code Smell Minor

Tags

unused +

Line affected

L24

Effort

5 min

Introduced

59 minutes ago

Where is the issue?

Why is this an issue?

How can I fix it?

Activity

Open in IDE

src/main.cpp 

[See all issues in this file](#)

```
1 - #include <iostream>
2 - #include "rvc_controller.h"
3 -
4 - class TestScanner {
5 - public:
6 -     void Check_Status() { // snake_case + non-const -> Clang-Tidy*; %ÈxtçÖ
7 -         // 3. modernize-use-nullptr: NULL 'eXA nullptr »çzê ±çâd
8 -         int* ptr = NULL;
9 -
10 -        // 4. readability-identifier-naming: VariableCase (camelCase@%B çÖ)
11 -        int My_Local_Variable = 10;
12 -
13 -        if (ptr == NULL) {
14 -            std::cout << "Scanning..." << My_Local_Variable << std::endl;
15 -        }
16 -    }
17 - };
18 -
19 - int main() {
20 -     TestScanner scanner;
21 -     scanner.Check_Status();
22 -     RvcController c;
23 -     std::cout << "RVC Controller: " << c.next_action(false,false,false,false) << "\n";
24 -     int unused = 1; // cppcheck: unusedVariable - 'unused' is assigned a value that is never used.
25 -
26 -     return 0;
27 - }
```

unused variable 'unused'



Static Analysis

Clang-tidy:

- 컴파일러 수준의 정밀한 정적 분석을 통해 코드 표준화 및 자동 리팩토링 수행
- Bugprone : 논리적 오류 방지
- Modernize : 최신 표준 적용
- Readability : 명명 규칙 및 가독성 등 여러 설정들 존재
- + SonarCloud 통합 및 리포트 : 분석 결과를 SonarCloud로 전송하여 대시보드에서 코드 스멜과 취약점을 시각화하고 이력 관리

Use the "nullptr" literal. 

"nullptr" should be used to denote the null pointer [cpp:S4962](#)

Software qualities impacted: **Maintainability**  **High**

Open Not assigned Code Smell Critical

[Where is the issue?](#) [Why is this an issue?](#) [Activity](#) [More info](#)

Tags

bad-practice ... +

Line affected

L8

Effort

1 min

Introduced

1 hour ago

[Open in IDE](#)

src/main.cpp 

[See all issues in this file](#)

```

1 - #include <iostream>
2 - #include "rvc_controller.h"
3 -
4 - class TestScanner {
5 - public:
6 -     void Check_Status() { // snake_case + non-const -> Clang-Tidy*; %ÈËÏÇÒ
7 -         // 3. modernize-use-nullptr: NULL '%A nullptr' »ççè ïçâä
8 -         int* ptr = NULL;
9 -
10 -
11 -         // 4. readability-identifier-naming: VariableCase (camelCase)»%B ÇÒ)
12 -         int My_Local_Variable = 10;
13 -
14 -         if (ptr == NULL) {
15 -             std::cout << "Scanning..." << My_Local_Variable << std::endl;
16 -         }
17 -     };
18 -
19 -     int main() {
20 -         TestScanner scanner;
21 -         scanner.Check_Status();
22 -         RvcController c;
23 -         std::cout << "RVC Controller: " << c.next_action(false,false,false,false) << "\n";
24 -         int unused = 1; // cppcheck: unusedVariable - 'unused' is assigned a value that is never used.
25 -         return 0;
26 -     }

```

`int* ptr = NULL;`

Use the "nullptr" literal.

Use the "nullptr" literal.



Dynamic Analysis

Gcov:

- 실제 배경 환경을 반영하면서 프로젝트 핵심 코드만 분석
- **Line Coverage** : 각 코드 행이 실행되었는지 확인.
- **Function Coverage** : 어떤 함수가 호출되었는지 확인.
- **Branch Coverage** : if나 switch문에서 true 케이스와 false 케이스가 각각 실행되었는지 확인.
- + **GitHub Pages & SonarCloud 시각화** : lcov를 통해 생성된 HTML 리포트를 GitHub Pages에 게시하거나, gcovr를 통해 XML로 변환 후 SonarCloud 대시보드에서 소스 코드별 합격/불합격 구간을 시각화.



Coverage 94.4%

New code: last 90 days

```
1  ...   #include "rvc_controller.h"
2  ...
3  ...   const char* RvcController::next_action(bool front_obstacle,
4  ...                                     bool left_obstacle,
5  ...                                     bool right_obstacle,
6  ...                                     bool dust_detected) const
7  ...   {
8  ...
9  ...     if (dust_detected) {
10 ...         return "BOOST_CLEANING";
11 ...     }
12 ...
13 ...     if (front_obstacle && left_obstacle && right_obstacle) {
14 ...         return "REVERSE_THEN_TURN";
15 ...     }
16 ...
17 ...     if (front_obstacle) {
18 ...         return "STOP_AND_AVOID_TURN";
19 ...     }
20 ...     return "GO_STRAIGHT";
21 ... }
```



Test automation - Google test

- GoogleTest를 외부에서 가져와서 테스트 실행 파일을 만들
- 테스트 코드가 프로젝트 본체와 GTest를 쓰게 연결
- 테스트를 자동 인식해서 CTest에 등록

장점:

1. 테스트 자동화가 쉬움 (GitHub Actions에서 자동 실행)
2. FetchContent로 GTest를 알아서 가져오므로 팀원이 설치 X
3. 유지보수가 새 테스트를 추가해도 자동으로 등록해줘서 편함



Test automation - Google test

C++ TestMate

- ✔ GoesStraightWhenNoObstacleNoDust RvcControllerTest < rvc_tests
- ✔ BoostCleaningWhenDustDetected RvcControllerTest < rvc_tests
- ✔ StopAndAvoidWhenFrontObstacle RvcControllerTest < rvc_tests
- ✔ ReverseThenTurnWhenAllSidesBlocked RvcControllerTest < rvc_tests

- VS Code의 C++ TestMate 확장을 통해 테스트를 더 쉽게 관리

디스코드와 연동하여 빠른 결과 공유



Discord Webhook 알림

GitHub Actions의 워크플로 실행 상태(성공, 실패 등)를 Discord 채널로 실시간 전송하는 자동화 도구

GitHub 사이트에 일일이 들어가지 않아도, 평소 협업 도구인 Discord에서 즉시 빌드 결과를 확인 가능

GitHub pages

Coverage Report

[새 탭에서 열기](#)

LCOV - code coverage report

Current view: [top level](#)
Test: [coverage.info](#)
Test Date: 2026-03-18 14:59:48

	Coverage	Total	Hit
Lines:	100.0 %	8	8
Functions:	100.0 %	1	1

Directory	Line Coverage ↕			Function Coverage ↕		
	Rate	Total	Hit	Rate	Total	Hit
src	100.0 %	8	8	100.0 %	1	1

Generated by: [LCOV version 2.0-1](#)

Cppcheck report - [project name]

[error](#) [warning](#) [portability](#) [performance](#) [style](#) [information](#) | [cppcheck](#) [clang-tidy](#) |

File: Filter:

[Defect summary](#)

Toggle all

Show # Defect ID

0 total

[Statistics](#)

Line	Id	CWE	Severity	Message
------	----	-----	----------	---------



감사합니
다.