ROS 2 5주차

17장 ROS 2 도구와 CLI 명령어

17.1 ROS 도구

17.1.1. CLI 기반 Command-Line Tools

- 명령어 기반의 툴로 로봇 액세 및 거의 모든 ROS 기능을 다룸
- 개발환경 및 빌드, 테스트 툴(colon)
- 데이터를 기록, 재생, 관리는 툴(ros2bag)
- 그 외

17.1.2 GUI 기분 RQt

- 그래픽 인터이스 개발을 위한 Qt 기반 프레임 워크 제공
- 노드와 그들 사이의 연결 정보 표시(rqt_graph)
- 속도 , 전압 등 시간이 지남에 따라 변화는 데이를 플로팅(rqt_plot)
- 그 외

17.1.3 Rviz

- 3차원 시각화툴
- 레이저, 카메 등의 센서 데이터를 시각화
- 로봇 외형과 계획된 동작을 표현

17.1.4 Gazebo

- 3차원 시뮬레이
- 물리 엔진을 탑재, 로봇, 센서, 환경 모델 등을 지원
- 타 시뮬레이터 대비 ROS와의 높은 호환성

17.3 ROS 2 CLI 사용법

```
$ ros2 [verbs] [sub-verbs] [options] [arguments]
```

```
$ ros2 [tab] [tab] [tab]
```

tab키를 누른 뒤 뒤에 이어서 사용할 수 있는 명령어를 하나 선정하여 입력

```
$ ros2 -h
$ ros2 node -h
$ ros2 node info -h
```

-h(—help) 옵션을 사용하면 간단한 사용법이 나옴

17.4 ROS 2 CLI 종류와 각 sub-verbs의 기능

17.4.1 ROS 2 실행 명령어

ros2cli + [verbs]	[arguments]	기능
ros2 run	〈package〉 〈executable〉	특정 패키지의 특정 노드 실행 (1개의 노드) * executable에 따라 복수 노드도 실행 가능
ros2 launch	〈package〉 〈launch-file〉	특정 패키지의 특정 런치 파일 실행 (0개~복수개의 노드)

```
$ ros2 run turtlesim turtlesim_node

$ ros2 launch demo_nodes_cpp talker_listener.launch.py
```

17.4.2 ROS 2 정보 명령어

ros2cli + [verbs]	[sub-verbs]	기능
ros2 pkg	create executables list prefix xml	새로운 ROS 2 패키지 생성 지정 패키지의 실행 파일 목록 출력 사용 가능한 패키지 목록 출력 지정 패키지의 저장 위치 출력 지정 패키지의 패키지 정보 파일(xml) 출력
ros2 node	info list	실행 중인 노드 중 지정한 노드의 정보 출력 실행 중인 모든 노드의 목록 출력
ros2 topic	bw delay echo find hz info list pub type	지정 토픽의 대역폭 측정 지정 토픽의 지연시간 측정 지정 토픽의 데이터 출력 지정 타입을 사용하는 토픽 이름 출력 지정 토픽의 주기 측정 지정 토픽의 정보 출력 사용 가능한 토픽 목록 출력 지정 토픽의 토픽 발행 지정 토픽의 토픽 타입 출력
ros2 service	call find list type	지정 서비스의 서비스 요청 전달 지정 서비스 타입의 서비스 출력 사용 가능한 서비스 목록 출력 지정 서비스의 타입 출력
ros2 action	info list send_goal	지정 액션의 정보 출력 사용 가능한 액션 목록 출력 지정 액션의 액션 목표 전송
ros2 interface	list package packages proto show	사용 가능한 모든 인터페이스 목록 출력 특정 패키지에서 사용 가능한 인터페이스 목록 출력 인터페이스 패키지들의 목록 출력 지정 패키지의 프로토타입 출력 지정 인터페이스의 데이터 형태 출력
ros2 param	delete describe dump get list set	지정 파라미터 삭제 지정 파라미터 정보 출력 지정 파라미터 저장 지정 파라미터 읽기 사용 가능한 파라미터 목록 출력 지정 파라미터 쓰기
ros2 bag	info play record	저장된 rosbag 정보 출력 rosbag 기록 rosbag 재생

17.4.3 ROS 2 기능 보조 명령어

ros2cli + [verbs]	[sub-verbs] (options)	기능
ros2 extensions	(-a) (-v)	ros2cli의 extension 목록 출력
ros2 extension_points	(-a) (-v)	ros2cli의 extension point 목록 출력
ros2 daemon	start status stop	daemon 시작 daemon 상태 보기 daemon 정지
ros2 multicast	receive send	multicast 수신 multicast 전송
ros2 doctor	hello (-r) (-rf) (-iw)	ROS 설정 및 네트워크, 패키지 버전, rmw 미들웨어 등과 같은 잠재적 문제를 확인하는 도구
ros2 wtf	hello (-r) (-rf) (-iw)	doctor와 동일함 (ros2 doctor의 alias) (WTF: Where's The Fire)
ros2 lifecycle	get list nodes set	라이프사이클 정보 출력 지정 노드의 사용 가능한 상태천이 목록 출력 라이프사이클을 사용하는 노드 목록 출력 라이프사이클 상태 전환 트리거
ros2 component	list load standalone types unload	실행 중인 컨테이너와 컴포넌트 목록 출력 지정 컨테이너 노드의 특정 컴포넌트 실행 표준 컨테이너 노드로 특정 컴포넌트 실행 사용 가능한 컴포넌트들의 목록 출력 지정 컴포넌트의 실행 중지
ros2 security	create_key create_keystore create_permission generate_artifacts generate_policy list_keys	보안키 생성 보안키 저장소 생성 보안 허가 파일 생성 보안 정책 파일를 이용하여 보안키 및 보안 허가 파일 생성 보안 정책 파일(policy.xml) 생성 보안키 목록 출력

18장 ROS 2 GUI 개발을 위한 RQt

1. RQt 프레임 워크

- RQt
  - GUI 개발에 있어서 공통으로 필요한 부분들을 API 형태로 제공

    →ROS와 연동하는 GUI 툴을 쉽게 개발
  - RQt 플러그인 형태의 개발이 가능

    → 개발된 각 플러그인은 RQt에서 통합하여 사용
  - ROS + Qt로 Qt를 기반으로함
    - 크로스 플랫폼, 다양한 프로그래밍 언어 지원

2. 실행 방법

1) RQt를 실행하여 메뉴에서 원하는 플러그인을 골라 실행

2) ros2 run 명령어 이용

```
$ ros2 run rqt_msg rqt_msg
```

3) 단축 명령어 이용

```
$ rqt_graph
```

```
$ rqt_topic
```

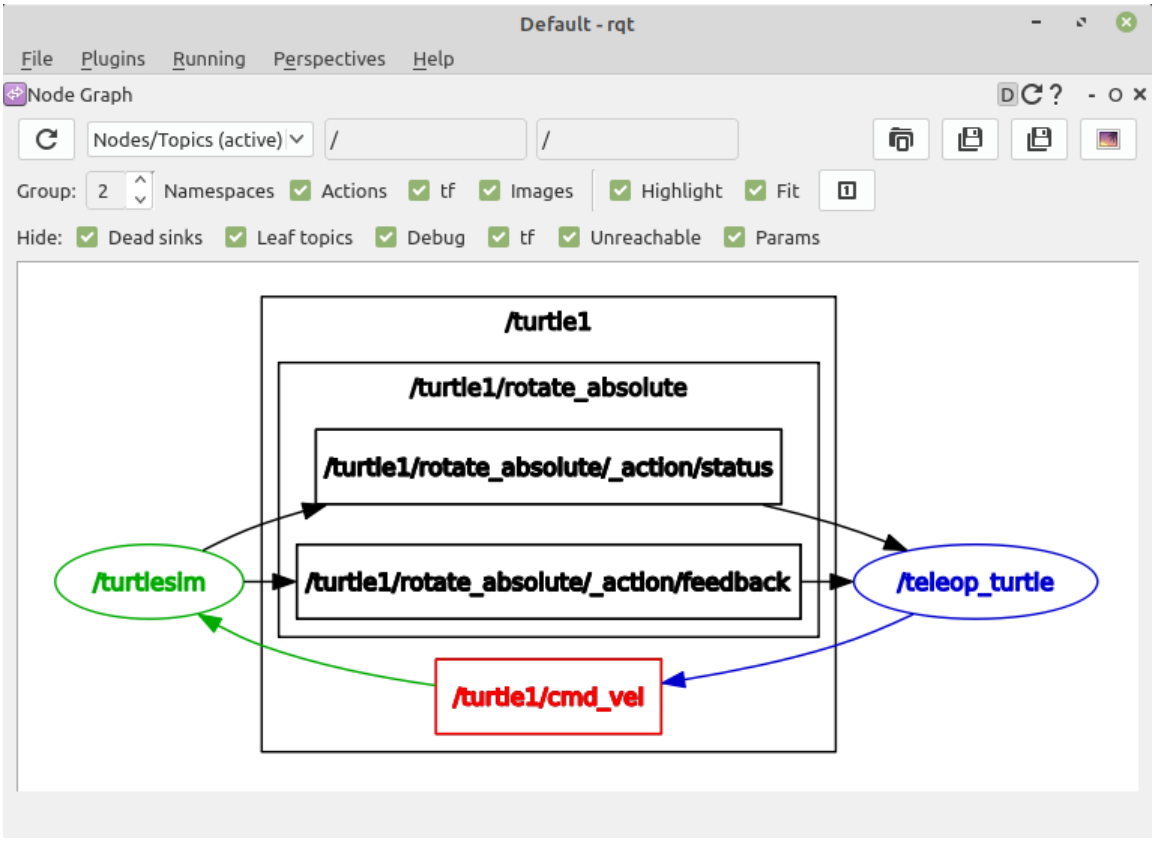
3. RQt 플러그인의 종류

- 액션
- 구성
- 내성
- 로깅
- 다양한 툴
- 로봇
- 로봇툴
- 서비스
- 토픽
- 시각화

4. 사용 예시

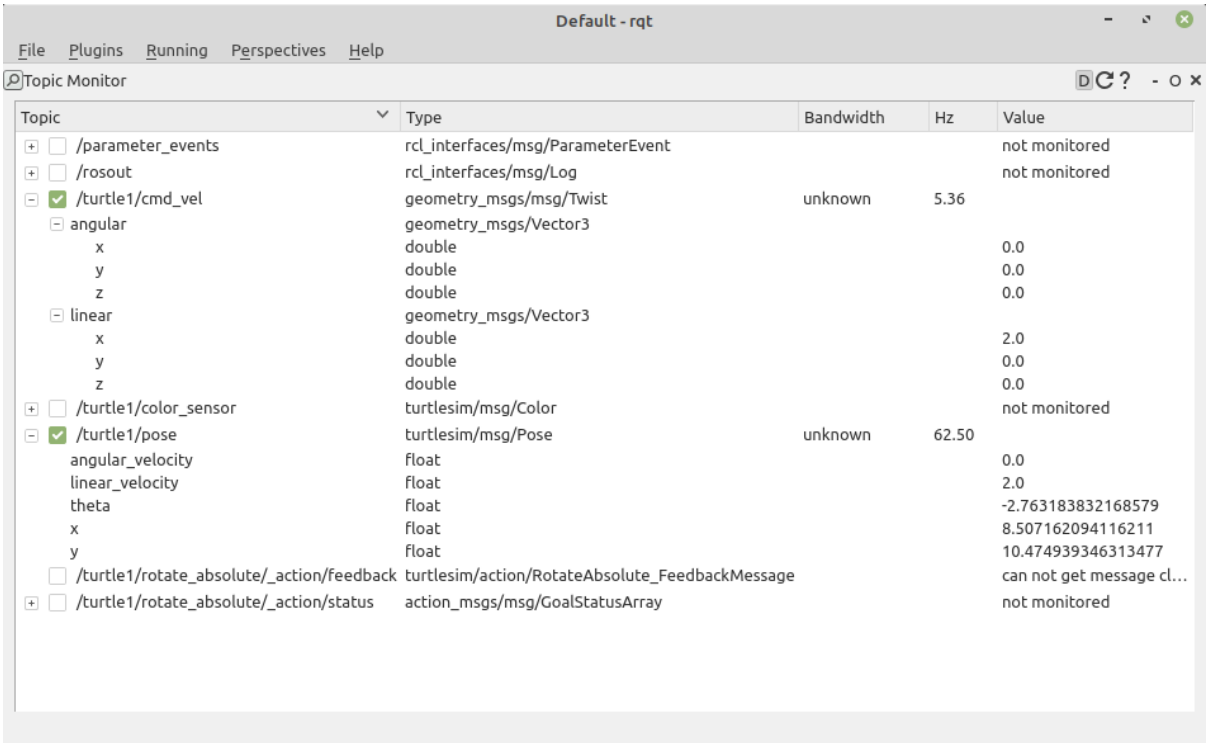
1) Node Graph

[Plugin] -> [Introspection] -> [Node Graph]



2) Topic Monitor

[Plugin] -> [Topics] -> [Topic Monitor]



3) Message Publisher :

[Plugin] -> [Topics] -> [Message Publisher]

`ros2 topic pub` 명령어의 GUI 버전

4) Message Type Browser

[Plugin] -> [Topics] -> [Message Type Browser]

특정 토픽의 타입을 확인하는 RQt 플러그인(‘ros2 interface’)

5) Service Caller

[Plugin] -> [Services] -> [Service Caller]

실행 중인 서비스 서버에 접속하여 서비스를 요청(`ros2 service call`)

6) Parameter Reconfigure

[Plugin] -> [Configuration] -> [Dynamic Reconfigure]

노드들에서 제공하는 파라미터 값을 확인하고 변경할 수 있는 RQt 플러그인(`ros2 param`)

7) Plot

[Plugin] -> [Visualization] -> [Plot]

Plot 플러그인은 2차원 데이터 플롯 기능을 갖춘 RQt 플러그인으로 2차원 데이터의 도식화

8) Image View

[Plugin] -> [Visualization] -> [Image View]

Image View 플러그인은 카메라의 영상 데이터를 확인할 수 있는 RQt 플러그

9) Console

[Plugin] -> [Logging] -> [Console]

노드들에서 발생되는 정보(Info), 경고(Warning), 에러(Error) 등의 `rosout` 데이터를 확인할 수 있는 RQt 플러그인

19장 ROS 2의 표준 단위

19.1 ROS 2의 표준 단위의 필요성

단위의 불일치는 사용자 간의 불편을 겪게 하고 치명적인 소프트웨어 버그로 이어질 수 있음

→ ROS 커뮤니티서 표준 단위에 관한 규칙 세움

19.2 ROS 2의 표준 단위

SI 유도 단위 : SI 단위와 국제 단위계의 7개 기본 단위를 조합

SI 단위를 사용함으로써 단위 인한 잘못된 사용이나 버그, 불필요한 변환 연산을 줄일 수 있음

물리량	단위 (SI unit)	물리량	단위 (SI derived unit)
length (길이)	meter (m)	angle (평면각)	radian (rad)
mass (질량)	kilogram (kg)	frequency (주파수)	hertz (Hz)
time (시간)	second (s)	force (힘)	newton (N)
current (전류)	ampere (A)	power (일률)	watt (W)
		voltage (전압)	volt (V)
		temperature (온도)	celsius (°C)
		magnetism (자기장)	tesla (T)

19.3 ROS 2의 표준 단위 사용

REP-103 에서 표준 단위 지정

20장 ROS 2의 좌표 표현

20.1 ROS 2의 좌표 표현 통일의 필요성

서로 다른 좌표 표현 방식을 사용할 경우 발생하는 좌표계 불일치를 사전에 막기 위한 규정

로봇의 기본 좌표계 : x forward, y left, z up ↔ 컴퓨터 비전 : z forward, x right, y down

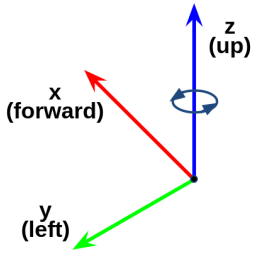
20.2 좌표 표현의 기본 규칙

ROS 커뮤니티에서는 모든 좌표계를 오른손 법칙에 따라 표현

회전각 : rad

20.3 ROS 2의 좌표 표현의 축 방향 규칙

1. 기본 3축



   R, G, B = X , Y, Z

2. ENU(east north up) 좌표

   지리적 위치의 단거리 데카르트 표현의 경우 사용

   실내 로봇 대신 비교적 큰 맵을 다루는 로봇에서 사용하는 좌표

3. 접미사 프레임 사용

   '_optical' 접미사와 '_ned' 접미사, 필요시 좌표 변환을 통해 사용

   - _optical 접미사

     z forward, x right, y down을 사용할 경우 카메라 센서의 메시지에 '_optical' 접미사를 붙여 구분

     z forward, x right, y down의 카메라 좌표계와 x forward, y left, z up의 로봇 좌표계 간의 TF가 필요

   - _ned 접미사

     실외에서 동작하는 시스템

     NED(north east down) 좌표계 사용

20.4 ROS 2의 좌표 표현의 회전 표현 규칙

1. 쿼터니언 (quaternion)

- 간결한 표현방식으로 가장 널리 사용됨 (x, y, z, w)
- 특이점 없음 (No singularities)

2. 회전 매트릭스 (rotation matrix)

- 특이점 없음 (No singularities)

3. 고정축 roll, pitch, yaw (fixed axis roll, pitch, yaw about X, Y, Z axes respectively)

- 각속도에 사용

4) 오일러 각도 yaw, pitch, roll (euler angles yaw, pitch, and roll about Z, Y, X axes respectively)

- 전역 좌표계에서 회전이 발생하기 때문에 한 축의 회전이 다른 축의 회전과 겹체는 문제(일명 짐벌락)로 인해 사용을 권장하지 않음