

ROS 기본 프로그래밍

ROBOTIS

Open Source Team

Yoonseok Pyo



[온라인강좌](#)

You Tube

Subscribe

교재

P. 156~202

Contents

- I. ROS 프로그래밍 전에 알아둬야 할 사항
- II. 퍼블리셔와 서브스크라이버 노드 작성 및 실행
- III. 서비스 서버와 클라이언트 노드 작성 및 실행
- IV. 액션 서버와 클라이언트 노드 작성 및 실행
- V. 파라미터 사용법
- VI. Roslaunch 사용법



온라인강좌

YouTube

Subscribe

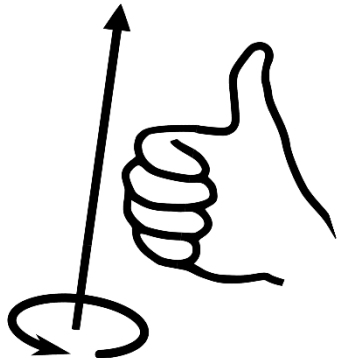
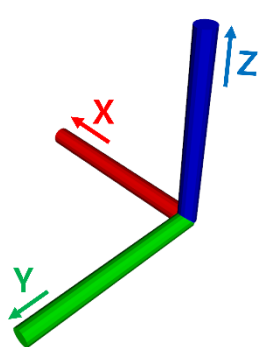
교재
P. 156~202

ROS 프로그래밍 전에 알아둬야 할 사항

ROS 프로그래밍 전에 알아둬야 할 사항

표준 단위

- SI 단위 사용



Quantity	Unit
angle	radian
frequency	hertz
force	newton
power	watt
voltage	volt

Quantity	Unit
length	meter
mass	kilogram
time	second
current	ampere
temperature	celsius

좌표 표현 방식

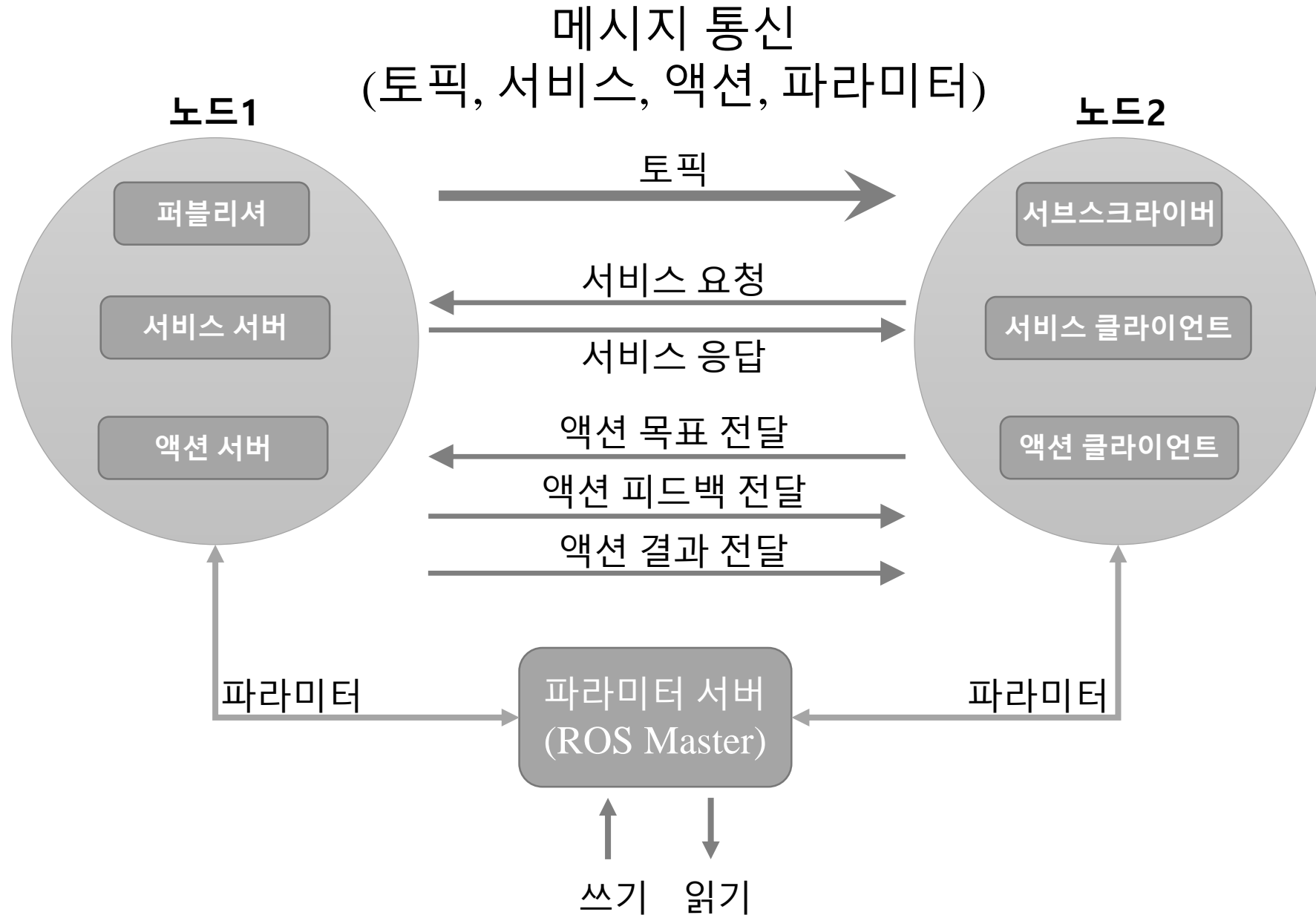
- x: forward, y: left, z: up
- 오른손 법칙

프로그래밍 규칙

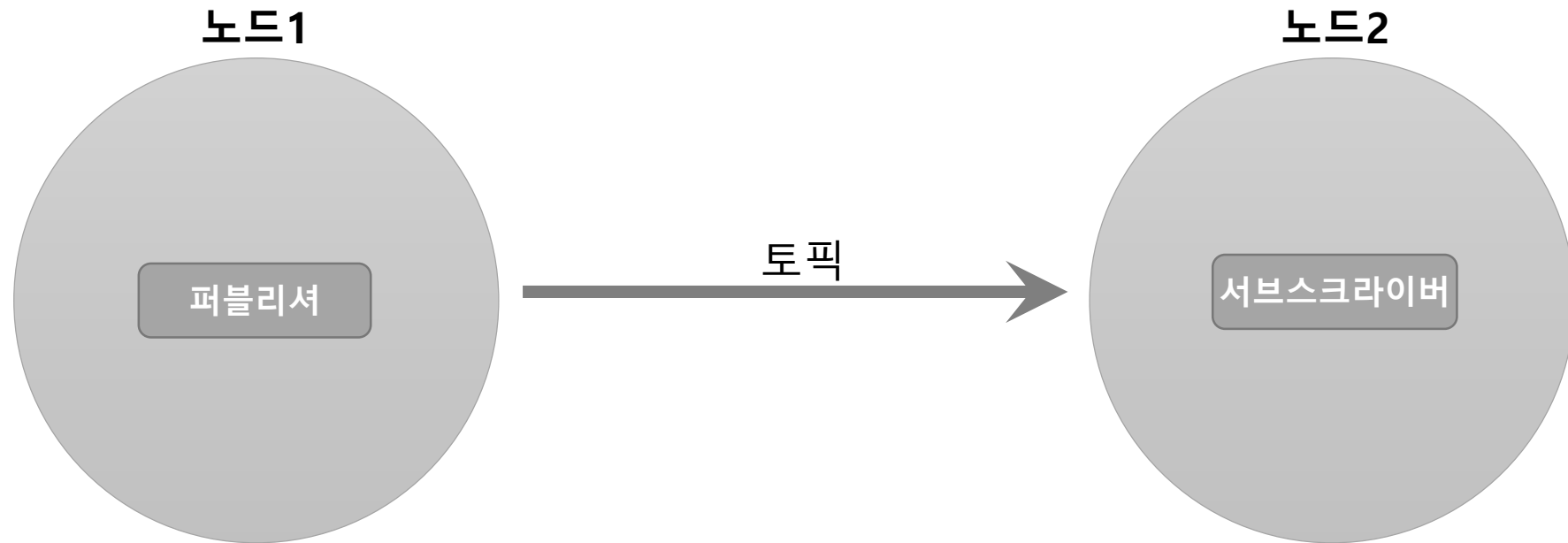
대상	명명 규칙	예제
패키지	under_scored	Ex) first_ros_package
토픽, 서비스	under_scored	Ex) raw_image
파일	under_scored	Ex) turtlebot3_fake.cpp
네임스페이스	under_scored	Ex) ros_awesome_package
변수	under_scored	Ex) string table_name;
타입	CamelCased	Ex) typedef int32_t PropertiesNumber;
클래스	CamelCased	Ex) class UrlTable
구조체	CamelCased	Ex) struct UrlTableProperties
열거형	CamelCased	Ex) enum ChoiceNumber
함수	camelCased	Ex) addTableEntry();
메소드	camelCased	Ex) void setNumEntries(int32_t num_entries)
상수	ALL CAPITALS	Ex) const uint8_t DAYS_IN_A_WEEK = 7;

메시지 통신의 종류

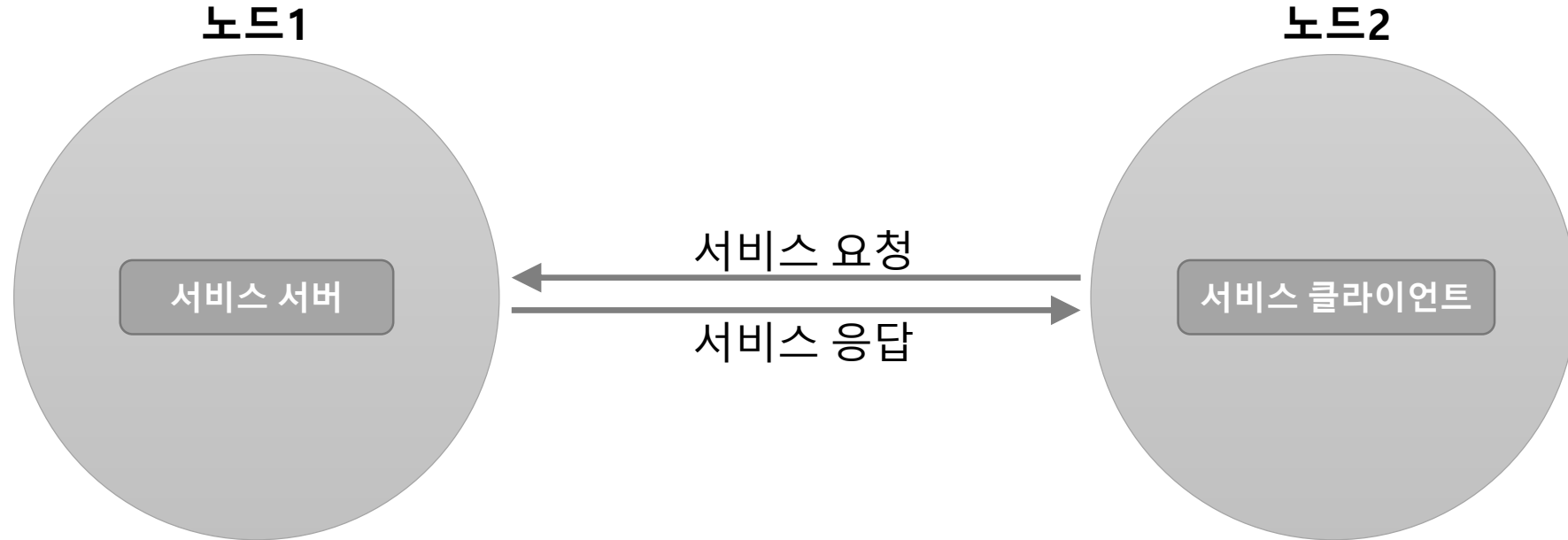
ROS 메시지 통신



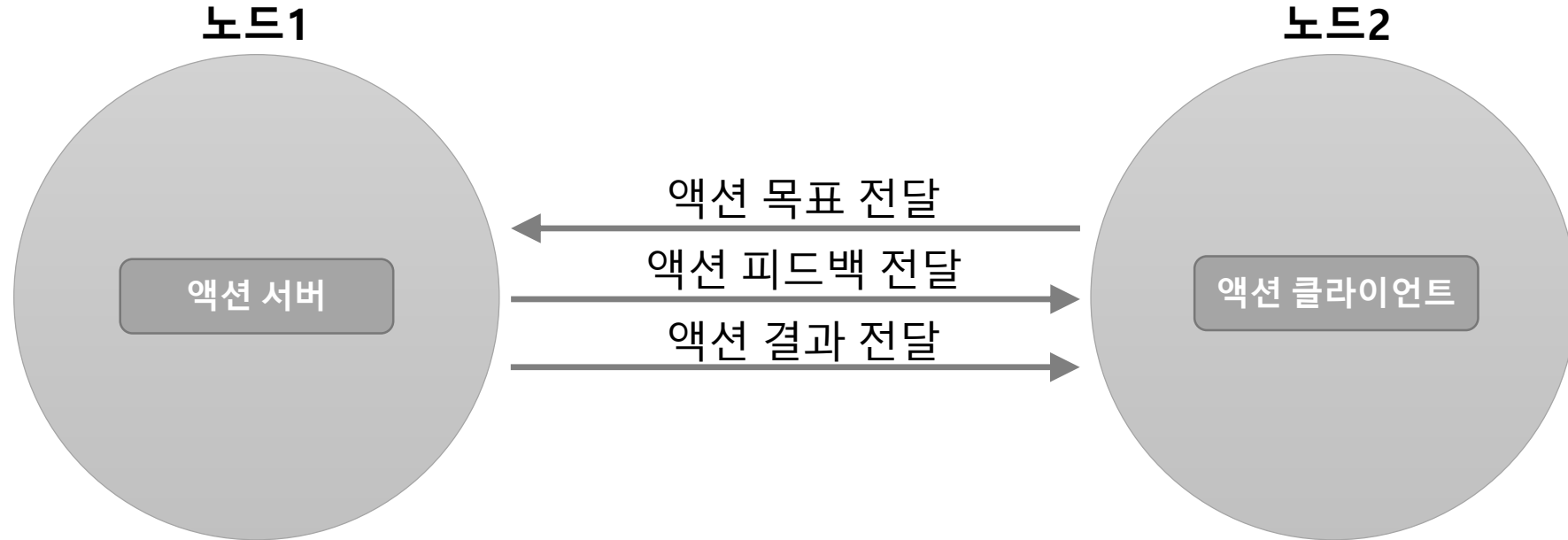
토픽(Topic)



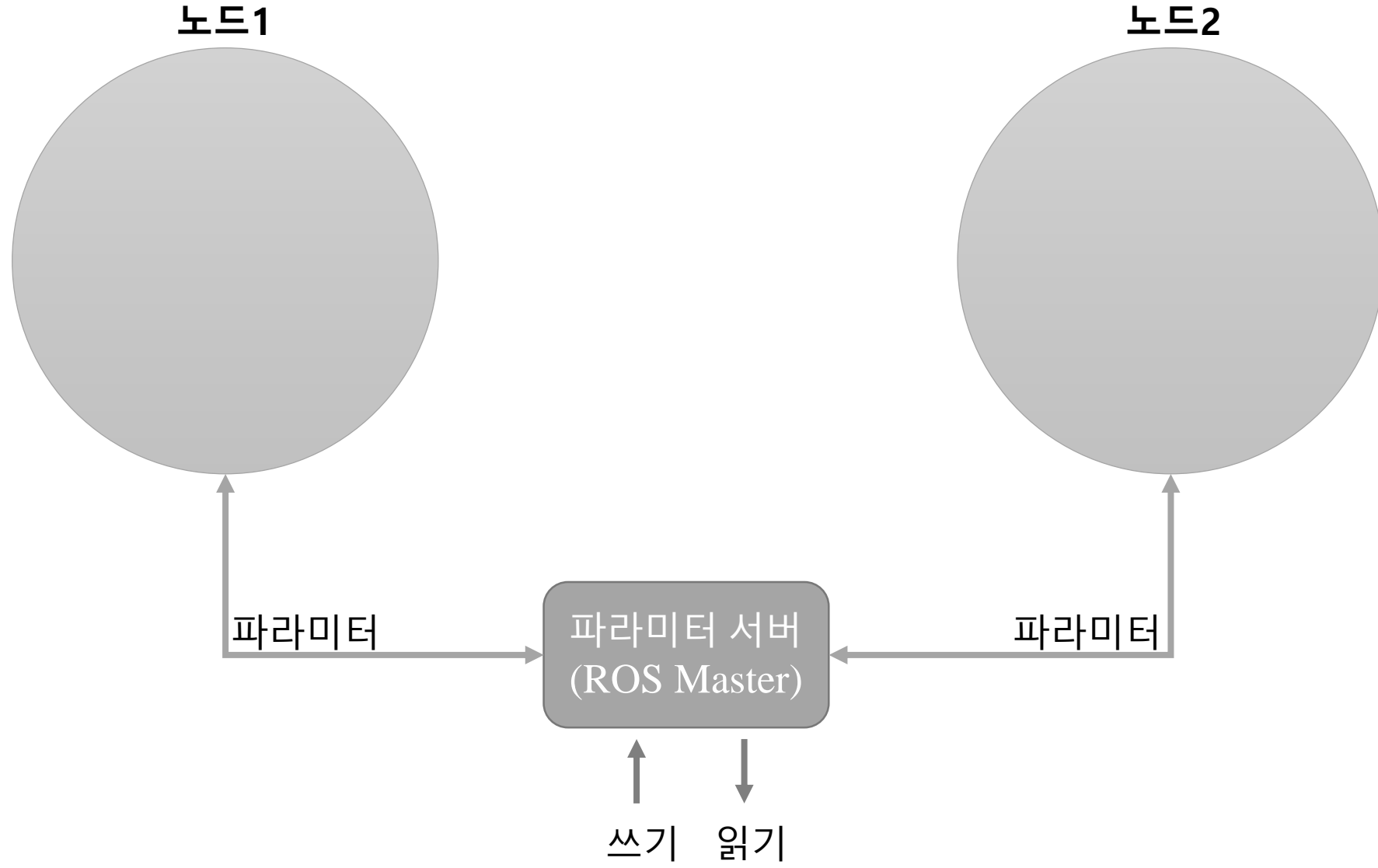
서비스(Service)



액션(Action)



매개변수(Parameter)



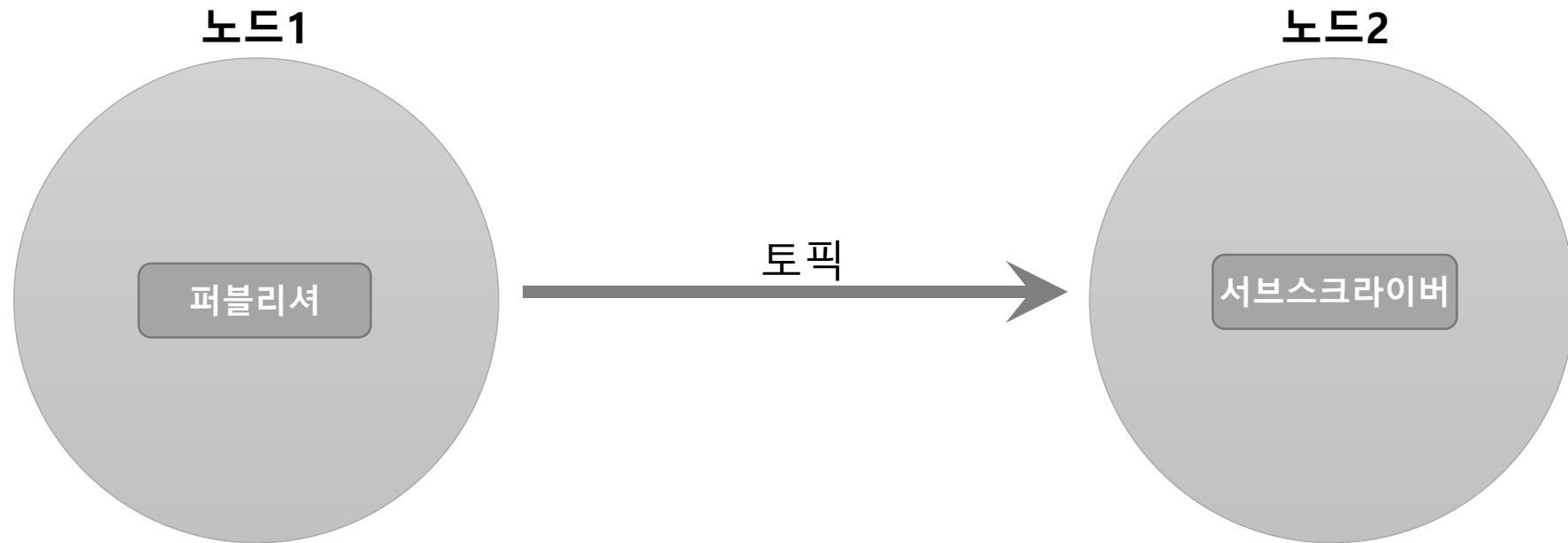
자~ 이번에는

Topic: 퍼블리셔, 서비스크라이버

Service: 서비스 서버, 서비스 클라이언트

작성성에 들어갑니다.

토픽(Topic)



Topic / Publisher / Subscriber

- ROS에서는 단방향 통신일때 'Topic' 이라는 메시지 통신을 사용한다. 이때 송신 측을 'Publisher', 수신 측을 'Subscriber'라고 부른다.

1) 패키지 생성

```
$ cd ~/catkin_ws/src  
$ catkin_create_pkg ros_tutorials_topic message_generation std_msgs roscpp
```

```
$ cd ros_tutorials_topic  
$ ls  
include      → 헤더 파일 폴더  
src          → 소스 코드 폴더  
CMakeLists.txt → 빌드 설정 파일  
package.xml  → 패키지 설정 파일
```

Topic / Publisher / Subscriber

2) 패키지 설정 파일(package.xml) 수정

- ROS의 필수 설정 파일 중 하나인 package.xml은 패키지 정보를 담은 XML 파일로서 패키지 이름, 저작자, 라이선스, 의존성 패키지 등을 기술하고 있다.

```
$ gedit package.xml
```

```
<?xml version="1.0"?>
<package>
  <name>ros_tutorials_topic</name>
  <version>0.1.0</version>
  <description>ROS tutorial package to learn the topic</description>
  <license>Apache License 2.0</license>
  <author email="pyo@robotis.com">Yoonseok Pyo</author>
  <maintainer email="pyo@robotis.com">Yoonseok Pyo</maintainer>
  <url type="bugtracker">https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials/issues</url>
  <url type="repository">https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git</url>
  <url type="website">http://www.robotis.com</url>
```

Topic / Publisher / Subscriber

```
<buildtool_depend>catkin</buildtool_depend>
<build_depend>roscpp</build_depend>
<build_depend>std_msgs</build_depend>
<build_depend>message_generation</build_depend>
<run_depend>roscpp</run_depend>
<run_depend>std_msgs</run_depend>
<run_depend>message_runtime</run_depend>
<export></export>
</package>
```

Topic / Publisher / Subscriber

• Package Format v2

- package.xml의 태그는 2가지의 다른 버전의 포맷이 있다.
- 최근 제안된 package 포맷2는 기능적으로 더 많은 내용을 포함하고 있지만 이 강의에서는 호환성을 고려하여 package 포맷1을 기준으로 설명한다.
- Package Format v2에 대한 내용은 하기 링크 참조.
- <http://docs.ros.org/jade/api/catkin/html/howto/format2/index.html>

Topic / Publisher / Subscriber

3) 빌드 설정 파일(CMakeLists.txt) 수정

```
$ gedit CMakeLists.txt
```

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8.3)
project(ros_tutorials_topic)
```

```
## 캐킨 빌드를 할 때 요구되는 구성요소 패키지이다.
```

```
## 의존성 패키지로 message_generation, std_msgs, roscpp이며 이 패키지들이 존재하지 않으면 빌드 도중에 에러가 난다.
```

```
find_package(catkin REQUIRED COMPONENTS message_generation std_msgs roscpp)
```

```
## 메시지 선언: MsgTutorial.msg
```

```
add_message_files(FILES MsgTutorial.msg)
```

```
## 의존하는 메시지를 설정하는 옵션이다.
```

```
## std_msgs가 설치되어 있지 않다면 빌드 도중에 에러가 난다.
```

```
generate_messages(DEPENDENCIES std_msgs)
```

```
## 캐킨 패키지 옵션으로 라이브러리, 캐킨 빌드 의존성, 시스템 의존 패키지를 기술한다.
```

```
catkin_package(
```

```
  LIBRARIES ros_tutorials_topic
```

```
  CATKIN_DEPENDS std_msgs roscpp
```

```
)
```

Topic / Publisher / Subscriber

인클루드 디렉터리를 설정한다.

```
include_directories(${catkin_INCLUDE_DIRS})
```

topic_publisher 노드에 대한 빌드 옵션이다.

실행 파일, 타겟 링크 라이브러리, 추가 의존성 등을 설정한다.

```
add_executable(topic_publisher src/topic_publisher.cpp)
```

```
add_dependencies(topic_publisher ${${PROJECT_NAME}_EXPORTED_TARGETS}  
${catkin_EXPORTED_TARGETS})
```

```
target_link_libraries(topic_publisher ${catkin_LIBRARIES})
```

topic_subscriber 노드에 대한 빌드 옵션이다.

```
add_executable(topic_subscriber src/topic_subscriber.cpp)
```

```
add_dependencies(topic_subscriber ${${PROJECT_NAME}_EXPORTED_TARGETS}  
${catkin_EXPORTED_TARGETS})
```

```
target_link_libraries(topic_subscriber ${catkin_LIBRARIES})
```

Topic / Publisher / Subscriber

4) 메시지 파일 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 옵션을 넣었다.

```
add_message_files(FILES MsgTutorial.msg)
```

- 노드에서 사용할 메시지인 MsgTutorial.msg를 빌드할 때 포함하라는 이야기

\$ roscd ros_tutorials_topic	→ 패키지 폴더로 이동
\$ mkdir msg	→ 패키지에 msg라는 메시지 폴더를 신규 작성
\$ cd msg	→ 작성한 msg 폴더로 이동
\$ gedit MsgTutorial.msg	→ MsgTutorial.msg 파일 신규 작성 및 내용 수정

- Time (메시지 형식), stamp (메시지 이름)
- int32 (메시지 형식), data (메시지 이름)
- 메시지 타입은 time과 int32 이외에도 bool, int8, int16, float32, string, time, duration 등의 메시지 기본 타입과 ROS 에서 많이 사용되는 메시지를 모아놓은 common_msgs 등도 있다. 여기서는 간단한 예제를 만들어 보기 위한 것으로 time과 int32를 이용하였다. (부록C 및 <http://wiki.ros.org/msg> 를 참고 할 것!)

```
time stamp  
int32 data
```

Topic / Publisher / Subscriber

5) 퍼블리셔 노드 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 실행 파일을 생성하는 옵션을 주었다.

```
add_executable(topic_publisher src/topic_publisher.cpp)
```

- src 폴더의 topic_publisher.cpp라는 파일을 빌드하여 topic_publisher라는 실행 파일을 만들라는 이야기

```
$ roscd ros_tutorials_topic/src
```

→ 패키지의 소스 폴더인 src 폴더로 이동

```
$ gedit topic_publisher.cpp
```

→ 소스 파일 신규 작성 및 내용 수정

```
#include "ros/ros.h"
```

// ROS 기본 헤더파일

```
#include "ros_tutorials_topic/MsgTutorial.h" // MsgTutorial 메시지 파일 헤더(빌드 후 자동 생성됨)
```

```
int main(int argc, char **argv)
```

// 노드 메인 함수

```
{
```

```
  ros::init(argc, argv, "topic_publisher");
```

// 노드명 초기화

```
  ros::NodeHandle nh;
```

// ROS 시스템과 통신을 위한 노드 핸들 선언

Topic / Publisher / Subscriber

```
// 퍼블리셔 선언, ros_tutorials_topic 패키지의 MsgTutorial 메시지 파일을 이용한
// 퍼블리셔 ros_tutorial_pub 를 작성한다. 토픽명은 "ros_tutorial_msg" 이며,
// 퍼블리셔 큐(queue) 사이즈를 100개로 설정한다는 것이다
ros::Publisher ros_tutorial_pub = nh.advertise<ros_tutorials_topic::MsgTutorial>("ros_tutorial_msg", 100);

// 루프 주기를 설정한다. "10" 이라는 것은 10Hz를 말하는 것으로 0.1초 간격으로 반복된다
ros::Rate loop_rate(10);

// MsgTutorial 메시지 파일 형식으로 msg 라는 메시지를 선언
ros_tutorials_topic::MsgTutorial msg;

// 메시지에 사용될 변수 선언
int count = 0;
```

Topic / Publisher / Subscriber

```
while (ros::ok())
{
    msg.stamp = ros::Time::now();           // 현재 시간을 msg의 하위 stamp 메시지에 담는다
    msg.data = count;                       // count라는 변수 값을 msg의 하위 data 메시지에 담는다

    ROS_INFO("send msg = %d", msg.stamp.sec); // stamp.sec 메시지를 표시한다
    ROS_INFO("send msg = %d", msg.stamp.nsec); // stamp.nsec 메시지를 표시한다
    ROS_INFO("send msg = %d", msg.data);       // data 메시지를 표시한다

    ros_tutorial_pub.publish(msg);           // 메시지를 발행한다

    loop_rate.sleep();                       // 위에서 정한 루프 주기에 따라 슬립에 들어간다

    ++count;                                // count 변수 1씩 증가
}

return 0;
}
```

Topic / Publisher / Subscriber

6) 서브스크라이버 노드 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 실행 파일을 생성하는 옵션을 주었다.

```
add_executable(topic_subscriber src/topic_subscriber.cpp)
```

- 즉, topic_subscriber.cpp라는 파일을 빌드하여 topic_subscriber라는 실행 파일을 만들라는 이야기

```
$ roscd ros_tutorials_topic/src
```

→ 패키지의 소스 폴더인 src 폴더로 이동

```
$ gedit topic_subscriber.cpp
```

→ 소스 파일 신규 작성 및 내용 수정

```
#include "ros/ros.h"           // ROS 기본 헤더파일
#include "ros_tutorials_topic/MsgTutorial.h" // MsgTutorial 메시지 파일 헤더 (빌드 후 자동 생성됨)
// 메시지 콜백 함수로써, 밑에서 설정한 ros_tutorial_msg라는 이름의 토픽
// 메시지를 수신하였을 때 동작하는 함수이다
// 입력 메시지는 ros_tutorials_topic 패키지의 MsgTutorial 메시지를 받도록 되어있다
void msgCallback(const ros_tutorials_topic::MsgTutorial::ConstPtr& msg)
{
    ROS_INFO("recieve msg = %d", msg->stamp.sec); // stamp.sec 메시지를 표시한다
    ROS_INFO("recieve msg = %d", msg->stamp.nsec); // stamp.nsec 메시지를 표시한다
    ROS_INFO("recieve msg = %d", msg->data);       // data 메시지를 표시한다
}
```

Topic / Publisher / Subscriber

```
int main(int argc, char **argv)           // 노드 메인 함수
{
    ros::init(argc, argv, "topic_subscriber"); // 노드명 초기화

    ros::NodeHandle nh;                    // ROS 시스템과 통신을 위한 노드 핸들 선언

    // 서브스크라이버 선언, ros_tutorials_topic 패키지의 MsgTutorial 메시지 파일을 이용한
    // 서브스크라이버 ros_tutorial_sub 를 작성한다. 토픽명은 "ros_tutorial_msg" 이며,
    // 서브스크라이버 큐(queue) 사이즈를 100개로 설정한다는 것이다
    ros::Subscriber ros_tutorial_sub = nh.subscribe("ros_tutorial_msg", 100, msgCallback);

    // 콜백함수 호출을 위한 함수로써, 메시지가 수신되기를 대기,
    // 수신되었을 경우 콜백함수를 실행한다
    ros::spin();

    return 0;
}
```


Topic / Publisher / Subscriber

7) ROS 노드 빌드

- 다음 명령어로 ros_tutorials_topic 패키지의 메시지 파일, 퍼블리셔 노드, 서브스 크라이버 노드를 빌드하자.

```
$ cd ~/catkin_ws          → catkin 폴더로 이동  
$ catkin_make             → catkin 빌드 실행
```

- [참고] 파일시스템

- ros_tutorials_topic 패키지의 **소스 코드 파일**: ~/catkin_ws/src/ros_tutorials_topic/src
- ros_tutorials_topic 패키지의 **메시지 파일**: ~/catkin_ws/src/ros_tutorials_topic/msg
- 빌드된 결과물은 /catkin_ws의 /build와 /devel 폴더에 각각 생성
 - /build 폴더에는 캐킨 빌드에서 사용된 **설정** 내용이 저장
 - /devel/lib/ros_tutorials_topic 폴더에는 **실행 파일**이 저장
 - /devel/include/ros_tutorials_topic 폴더에는 메시지 파일로부터 자동 생성된 **메시지 헤더 파일**이 저장

Topic / Publisher / Subscriber

8) 퍼블리셔 실행 [참고로 노드 실행에 앞서 roscore를 실행하는 것을 잊지 말자.]

- ROS 노드 실행 명령어인 rosrun을 이용하여, ros_tutorials_topic 패키지의 topic_publisher 노드를 구동하라는 명령어

```
$ rosrun ros_tutorials_topic topic_publisher
```

```
File Edit View Search Terminal Help
pyo@pyo ~ $ rosrun ros_tutorials_topic topic_publisher
[ INFO] [1499699973.660967562]: send msg = 1499699973
[ INFO] [1499699973.661016263]: send msg = 660910231
[ INFO] [1499699973.661026591]: send msg = 0
[ INFO] [1499699973.760999003]: send msg = 1499699973
[ INFO] [1499699973.761026640]: send msg = 760971041
[ INFO] [1499699973.761035687]: send msg = 1
[ INFO] [1499699973.861023149]: send msg = 1499699973
[ INFO] [1499699973.861052777]: send msg = 860995018
[ INFO] [1499699973.861061286]: send msg = 2
[ INFO] [1499699973.961021536]: send msg = 1499699973
[ INFO] [1499699973.961051473]: send msg = 960993409
[ INFO] [1499699973.961060450]: send msg = 3
[ INFO] [1499699974.061026451]: send msg = 1499699974
[ INFO] [1499699974.061070222]: send msg = 60993262
[ INFO] [1499699974.061080597]: send msg = 4
[ INFO] [1499699974.161000942]: send msg = 1499699974
[ INFO] [1499699974.161039542]: send msg = 160967676
[ INFO] [1499699974.161054694]: send msg = 5
[ INFO] [1499699974.261001301]: send msg = 1499699974
[ INFO] [1499699974.261039961]: send msg = 260968286
[ INFO] [1499699974.261054164]: send msg = 6
[ INFO] [1499699974.361024242]: send msg = 1499699974
[ INFO] [1499699974.361052420]: send msg = 360996035
```

Topic / Publisher / Subscriber

- [참고] rostopic

- rostopic 명령어를 이용하여 현재 ROS 네트워크에서 사용 중인 토픽 목록, 주기, 데이터 대역폭, 내용 확인 등이 가능하다.

```
$ rostopic list  
/ros_tutorial_msg  
/rosout  
/rosout_agg
```

```
$ rostopic echo /ros_tutorial_msg
```

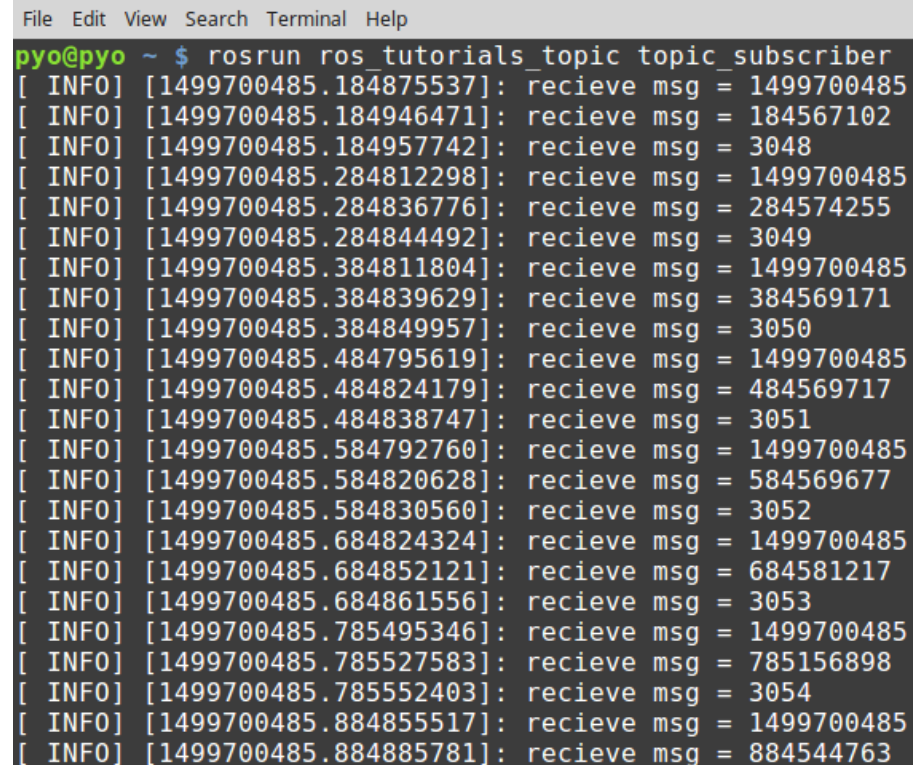
```
File Edit View Search Terminal Help  
pyo@pyo ~ $ rostopic echo /ros_tutorial_msg  
stamp:  
  secs: 1499700351  
  nsecs: 684514825  
data: 1713  
---  
stamp:  
  secs: 1499700351  
  nsecs: 784542724  
data: 1714  
---  
stamp:  
  secs: 1499700351  
  nsecs: 884544453  
data: 1715  
---  
stamp:  
  secs: 1499700351  
  nsecs: 984543934  
data: 1716  
---  
stamp:  
  secs: 1499700352  
  nsecs: 84543178
```

Topic / Publisher / Subscriber

9) 서브스크라이버 실행

- ROS 노드 실행 명령어인 `roslaunch`을 이용하여, `ros_tutorials_topic` 패키지의 `topic_subscriber` 노드를 구동하라는 명령어

```
$ roslaunch ros_tutorials_topic topic_subscriber
```

A terminal window with a menu bar (File, Edit, View, Search, Terminal, Help) and a title bar (pyo@pyo ~). The command `roslaunch ros_tutorials_topic topic_subscriber` has been executed. The output shows a series of INFO messages from the `topic_subscriber` node, each indicating a received message with a timestamp and a value. The values alternate between 1499700485 and 3048, 3049, 3051, 3052, 3053, 3054, and 884544763.

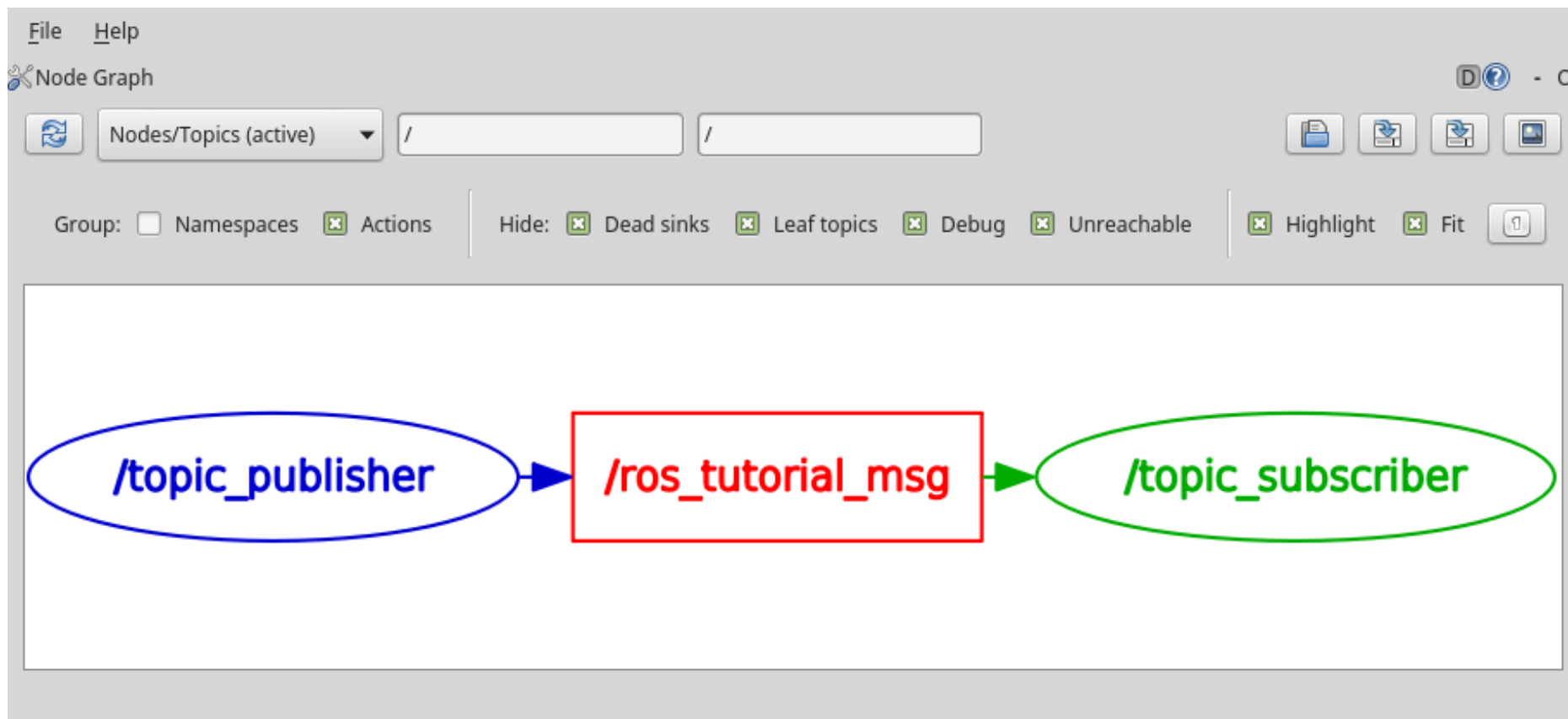
```
pyo@pyo ~ $ roslaunch ros_tutorials_topic topic_subscriber
[ INFO] [1499700485.184875537]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.184946471]: recieve msg = 184567102
[ INFO] [1499700485.184957742]: recieve msg = 3048
[ INFO] [1499700485.284812298]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.284836776]: recieve msg = 284574255
[ INFO] [1499700485.284844492]: recieve msg = 3049
[ INFO] [1499700485.384811804]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.384839629]: recieve msg = 384569171
[ INFO] [1499700485.384849957]: recieve msg = 3050
[ INFO] [1499700485.484795619]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.484824179]: recieve msg = 484569717
[ INFO] [1499700485.484838747]: recieve msg = 3051
[ INFO] [1499700485.584792760]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.584820628]: recieve msg = 584569677
[ INFO] [1499700485.584830560]: recieve msg = 3052
[ INFO] [1499700485.684824324]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.684852121]: recieve msg = 684581217
[ INFO] [1499700485.684861556]: recieve msg = 3053
[ INFO] [1499700485.785495346]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.785527583]: recieve msg = 785156898
[ INFO] [1499700485.785552403]: recieve msg = 3054
[ INFO] [1499700485.884855517]: recieve msg = 1499700485
[ INFO] [1499700485.884885781]: recieve msg = 884544763
```

Topic / Publisher / Subscriber

10) 실행된 노드들의 통신 상태 확인

```
$ rqt_graph
```

```
$ rqt [플러그인(Plugins)] → [인트로스펙션(Introspection)] → [노드 그래프(Node Graph)]
```



소스코드

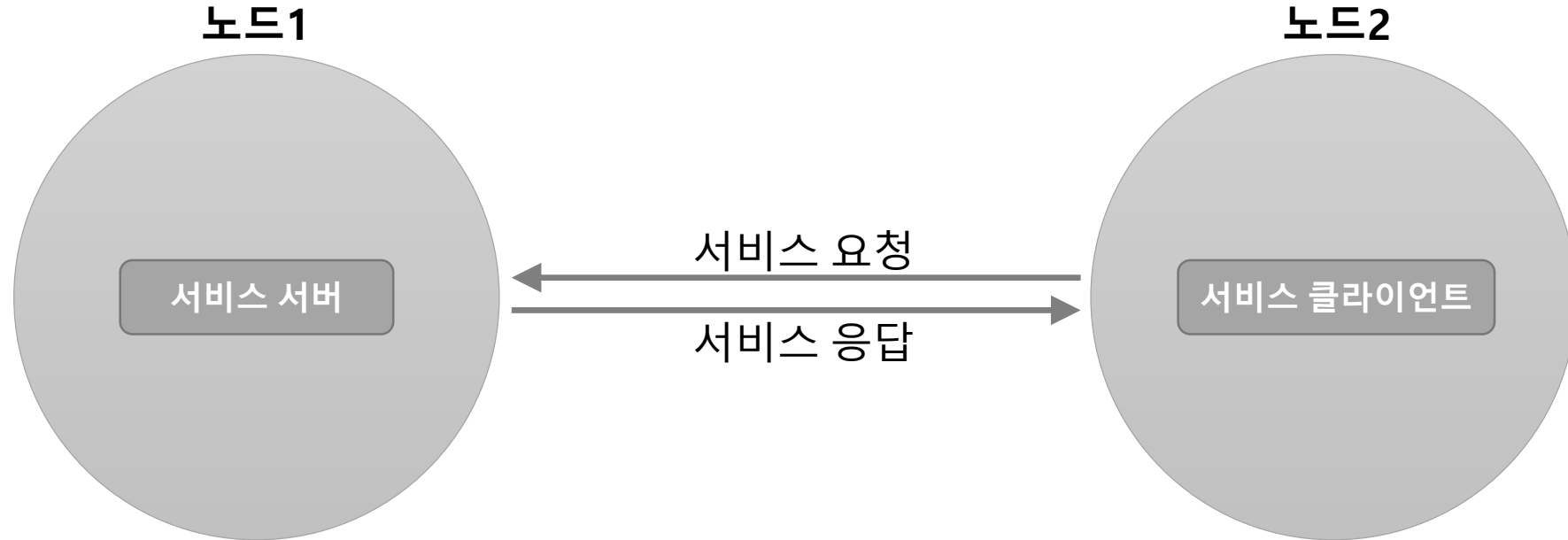
- 토픽에서 사용되는 퍼블리셔와 서브스크라이버 노드를 작성하고 이를 실행해서 노드 간 토픽 통신 방법을 알아보았다. 관련 소스는 하기의 github 주소에서 확인할 수 있다.
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials/tree/master/ros_tutorials_topic
- 바로 적용해보고 싶다면 catkin_ws/src 폴더에서 다음 명령어로 소스 코드를 클론한 후 빌드를 실행하면 된다. 그 뒤 topic_publisher 및 topic_subscriber 노드를 실행하면 된다.

```
$ cd ~/catkin_ws/src
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git
$ cd ~/catkin_ws
$ catkin_make
```

```
$ rosruncatkin_ws/src/ros_tutorials/topic/topic_publisher
```

```
$ rosruncatkin_ws/src/ros_tutorials/topic/topic_subscriber
```

서비스(Service)



Service / Service server / Service client

- 서비스는 요청(request)이 있을 때만 응답(response)하는 서비스 서버(service server)와 요청하고 응답받는 서비스 클라이언트(service client)로 나뉜다. 서비스는 토픽과는 달리 일회성 메시지 통신이다. 따라서 서비스의 요청과 응답이 완료되면 연결된 두 노드는 접속이 끊긴다.
- 이러한 서비스는 로봇에 특정 동작을 수행하도록 요청할 때에 명령어로서 많이 사용된다. 혹은 특정 조건에 따라 이벤트를 발생해야 할 노드에 사용된다. 또한, 일회성 통신 방식이라서 네트워크에 부하가 적기 때문에 토픽을 대체하는 수단으로도 사용되는 등 매우 유용한 통신수단이다.
- 이번 강의에서는 간단한 서비스 파일을 작성해보고, 서비스 서버(server) 노드와 서비스 클라이언트(client) 노드를 작성하고 실행하는 것을 목적으로 한다.

Service / Service server / Service client

- ROS에서는 양방향 통신이 필요할때 '**Service**' 이라는 메시지 통신을 사용한다. 이때 요청(request)이 있을 때만 응답(response)하는 '**서비스 서버(service server)**'와 요청하고 응답 받는 '**서비스 클라이언트(service client)**'로 나뉜다.

1) 패키지 생성

```
$ cd ~/catkin_ws/src  
$ catkin_create_pkg ros_tutorials_service message_generation std_msgs roscpp
```

```
$ cd ros_tutorials_service  
$ ls  
include          → 헤더 파일 폴더  
src              → 소스 코드 폴더  
CMakeLists.txt   → 빌드 설정 파일  
package.xml      → 패키지 설정 파일
```

Service / Service server / Service client

2) 패키지 설정 파일(package.xml) 수정

- ROS의 필수 설정 파일 중 하나인 package.xml은 패키지 정보를 담은 XML 파일로서 패키지 이름, 저작자, 라이선스, 의존성 패키지 등을 기술하고 있다.

```
$ gedit package.xml
```

```
<?xml version="1.0"?>
<package>
  <name>ros_tutorials_service</name>
  <version>0.1.0</version>
  <description>ROS tutorial package to learn the service</description>
  <license>Apache License 2.0</license>
  <author email="pyo@robotis.com">Yoonseok Pyo</author>
  <maintainer email="pyo@robotis.com">Yoonseok Pyo</maintainer>
  <url type="bugtracker">https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials/issues</url>
  <url type="repository">https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git</url>
  <url type="website">http://www.robotis.com</url>
```

Service / Service server / Service client

```
<buildtool_depend>catkin</buildtool_depend>
<build_depend>roscpp</build_depend>
<build_depend>std_msgs</build_depend>
<build_depend>message_generation</build_depend>
<run_depend>roscpp</run_depend>
<run_depend>std_msgs</run_depend>
<run_depend>message_runtime</run_depend>
<export></export>
</package>
```

Service / Service server / Service client

3) 빌드 설정 파일(CMakeLists.txt) 수정

```
$ gedit CMakeLists.txt
```

```
cmake_minimum_required(VERSION 2.8.3)
project(ros_tutorials_service)
```

```
## 캐킨 빌드를 할 때 요구되는 구성요소 패키지이다.
```

```
## 의존성 패키지로 message_generation, std_msgs, roscpp이며 이 패키지들이 존재하지 않으면 빌드 도중에 에러가 난다.
```

```
find_package(catkin REQUIRED COMPONENTS message_generation std_msgs roscpp)
```

```
## 서비스 선언: SrvTutorial.srv
```

```
add_service_files(FILES SrvTutorial.srv)
```

```
## 의존하는 메시지를 설정하는 옵션이다.
```

```
## std_msgs가 설치되어 있지 않다면 빌드 도중에 에러가 난다.
```

```
generate_messages(DEPENDENCIES std_msgs)
```

```
## 캐킨 패키지 옵션으로 라이브러리, 캐킨 빌드 의존성, 시스템 의존 패키지를 기술한다.
```

```
catkin_package(
  LIBRARIES ros_tutorials_service
  CATKIN_DEPENDS std_msgs roscpp
)
```

Service / Service server / Service client

인클루드 디렉터리를 설정한다.

```
include_directories(${catkin_INCLUDE_DIRS})
```

service_server 노드에 대한 빌드 옵션이다.

실행 파일, 타겟 링크 라이브러리, 추가 의존성 등을 설정한다.

```
add_executable(service_server src/service_server.cpp)
```

```
add_dependencies(service_server ${${PROJECT_NAME}_EXPORTED_TARGETS}  
${catkin_EXPORTED_TARGETS})
```

```
target_link_libraries(service_server ${catkin_LIBRARIES})
```

service_client 노드에 대한 빌드 옵션이다.

```
add_executable(service_client src/service_client.cpp)
```

```
add_dependencies(service_client ${${PROJECT_NAME}_EXPORTED_TARGETS}  
${catkin_EXPORTED_TARGETS})
```

```
target_link_libraries(service_client ${catkin_LIBRARIES})
```

Service / Service server / Service client

4) 서비스 파일 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 옵션을 넣었다.

```
add_service_files(FILE SrvTutorial.srv)
```

- 노드에서 사용할 메시지인 SrvTutorial.srv를 빌드할 때 포함하라는 이야기

```
$ roscd ros_tutorials_service    → 패키지 폴더로 이동
$ mkdir srv                      → 패키지에 srv라는 서비스 폴더를 신규 작성
$ cd srv                        → 작성한 srv 폴더로 이동
$ gedit SrvTutorial.srv         → SrvTutorial.srv 파일 신규 작성 및 내용 수정
```

- int64 (메시지 형식), a, b (서비스 요청: request), result (서비스 응답: response),
'---' (요청과 응답을 구분하는 구분자)

```
int64 a
int64 b
---
int64 result
```

Service / Service server / Service client

5) 서비스 서버 노드 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 실행 파일을 생성하는 옵션을 주었다.

```
add_executable(service_server src/service_server.cpp)
```

- src 폴더의 service_server.cpp라는 파일을 빌드하여 service_server라는 실행 파일을 만들라는 이야기

```
$ roscd ros_tutorials_service/src
```

→ 패키지의 소스 폴더인 src 폴더로 이동

```
$ gedit service_server.cpp
```

→ 소스 파일 신규 작성 및 내용 수정

```
#include "ros/ros.h"
```

// ROS 기본 헤더 파일

```
#include "ros_tutorials_service/SrvTutorial.h" // SrvTutorial 서비스 파일 헤더 (빌드후 자동 생성됨)
```

Service / Service server / Service client

```
// 서비스 요청이 있을 경우, 아래의 처리를 수행한다
// 서비스 요청은 req, 서비스 응답은 res로 설정하였다
bool calculation(ros_tutorials_service::SrvTutorial::Request &req,
                 ros_tutorials_service::SrvTutorial::Response &res)
{
    // 서비스 요청시 받은 a와 b 값을 더하여 서비스 응답 값에 저장한다
    res.result = req.a + req.b;

    // 서비스 요청에 사용된 a, b 값의 표시 및 서비스 응답에 해당되는 result 값을 출력한다
    ROS_INFO("request: x=%ld, y=%ld", (long int)req.a, (long int)req.b);
    ROS_INFO("sending back response: %ld", (long int)res.result);

    return true;
}
```


Service / Service server / Service client

```
int main(int argc, char **argv)           // 노드 메인 함수
{
    ros::init(argc, argv, "service_server"); // 노드명 초기화
    ros::NodeHandle nh;                     // 노드 핸들 선언

    // 서비스 서버 선언, ros_tutorials_service 패키지의 SrvTutorial 서비스를 이용한
    // 서비스 서버 ros_tutorials_service_server를 선언한다
    // 서비스명은 ros_tutorial_srv이며 서비스 요청이 있을 때,
    // calculation라는 함수를 실행하라는 설정이다
    ros::ServiceServer ros_tutorials_service_server = nh.advertiseService("ros_tutorial_srv", calculation);

    ROS_INFO("ready srv server!");

    ros::spin(); // 서비스 요청을 대기한다

    return 0;
}
```

Service / Service server / Service client

6) 서비스 클라이언트 노드 작성

- 앞서 CMakeLists.txt 파일에 다음과 같은 실행 파일을 생성하는 옵션을 주었다.

```
add_executable(service_client src/service_client.cpp)
```

- src 폴더의 service_client.cpp라는 파일을 빌드하여 service_client라는 실행 파일을 만들라는 이야기

```
$ roscd ros_tutorials_service/src
```

→ 패키지의 소스 폴더인 src 폴더로 이동

```
$ gedit service_client.cpp
```

→ 소스 파일 신규 작성 및 내용 수정

```
#include "ros/ros.h"
```

// ROS 기본 헤더 파일

```
#include "ros_tutorials_service/SrvTutorial.h" // SrvTutorial 서비스 파일 헤더 (빌드후 자동 생성됨)
```

```
#include <cstdlib>
```

// atoi 함수 사용을 위한 라이브러리

Service / Service server / Service client

```
int main(int argc, char **argv)           // 노드 메인 함수
{
    ros::init(argc, argv, "service_client"); // 노드명 초기화

    if (argc != 3)                         // 입력값 오류 처리
    {
        ROS_INFO("cmd : rosrn ros_tutorials_service service_client arg0 arg1");
        ROS_INFO("arg0: double number, arg1: double number");
        return 1;
    }

    ros::NodeHandle nh;                    // ROS 시스템과 통신을 위한 노드 핸들 선언

    // 서비스 클라이언트 선언, ros_tutorials_service 패키지의 SrvTutorial 서비스 파일을 이용한
    // 서비스 클라이언트 ros_tutorials_service_client를 선언한다
    // 서비스명은 "ros_tutorial_srv"이다
    ros::ServiceClient ros_tutorials_service_client =
    nh.serviceClient<ros_tutorials_service::SrvTutorial>("ros_tutorial_srv");
```

Service / Service server / Service client

// srv라는 이름으로 SrvTutorial 서비스 파일을 이용하는 서비스를 선언한다

```
ros_tutorials_service::SrvTutorial srv;
```

// 서비스 요청 값으로 노드가 실행될 때 입력으로 사용된 매개변수를 각각의 a, b에 저장한다

```
srv.request.a = atoll(argv[1]);
```

```
srv.request.b = atoll(argv[2]);
```

// 서비스를 요청하고, 요청이 받아들여졌을 경우, 응답 값을 표시한다

```
if (ros_tutorials_service_client.call(srv))
```

```
{
```

```
    ROS_INFO("send srv, srv.Request.a and b: %ld, %ld", (long int)srv.request.a, (long int)srv.request.b);
```

```
    ROS_INFO("receive srv, srv.Response.result: %ld", (long int)srv.response.result);
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    ROS_ERROR("Failed to call service ros_tutorial_srv");
```

```
    return 1;
```

```
}
```

```
return 0;
```

```
}
```

Service / Service server / Service client

7) ROS 노드 빌드

- 다음 명령어로 ros_tutorials_service 패키지의 서비스 파일, 서비스 서버 노드와 클라이언트 노드를 빌드한다.

```
$ cd ~/catkin_ws && catkin_make → catkin 폴더로 이동 후 catkin 빌드 실행
```

- [참고] 파일시스템

- ros_tutorials_service 패키지의 **소스 코드 파일**: ~/catkin_ws/src/ros_tutorials_service/src
- ros_tutorials_service 패키지의 **메시지 파일**: ~/catkin_ws/src/ros_tutorials_service/msg
- 빌드된 결과물은 /catkin_ws의 /build와 /devel 폴더에 각각 생성
 - /build 폴더에는 캐킨 빌드에서 사용된 **설정** 내용이 저장
 - /devel/lib/ros_tutorials_service 폴더에는 **실행 파일**이 저장
 - /devel/include/ros_tutorials_service 폴더에는 메시지 파일로부터 자동 생성된 **메시지 헤더 파일**이 저장

Service / Service server / Service client

8) 서비스 서버 실행

[참고로 노드 실행에 앞서 roscore를 실행하는 것을 잊지 말자.]

- 서비스 서버는 서비스 요청이 있기 전까지 아무런 처리를 하지 않고 기다리도록 프로그래밍하였다. 그러므로 다음 명령어를 실행하면 서비스 서버는 서비스 요청을 기다린다.

```
$ rosrn ros_tutorials_service service_server  
[INFO] [1495726541.268629564]: ready srv server!
```

Service / Service server / Service client

9) 서비스 클라이언트 실행

- 서비스 서버를 실행했으면 이어서 다음 명령어로 서비스 클라이언트를 실행한다.

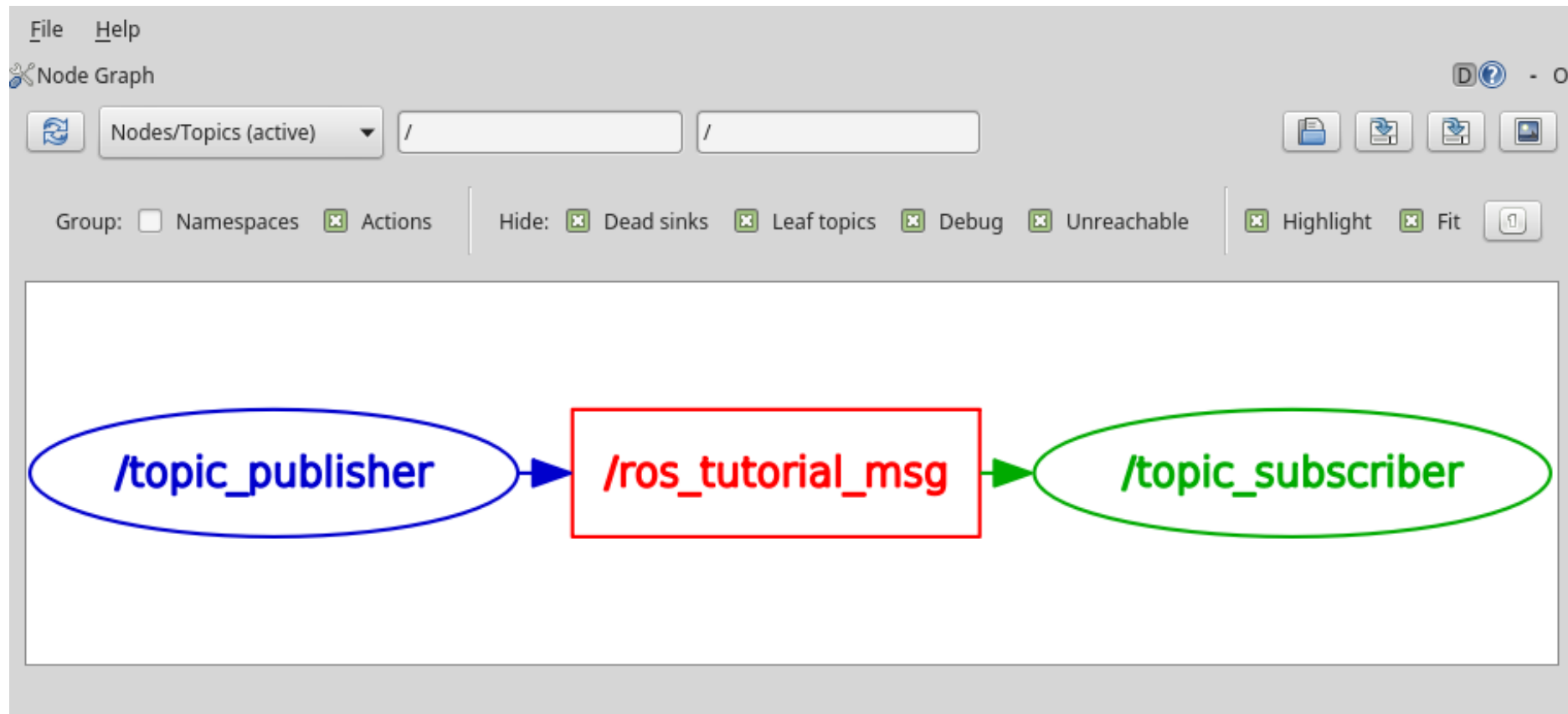
```
$ roslaunch ros_tutorials_service service_client 2 3  
[INFO] [1495726543.277216401]: send srv, srv.Request.a and b: 2, 3  
[INFO] [1495726543.277258018]: receive srv, srv.Response.result: 5
```

- 서비스 클라이언트를 실행하면서 입력해준 실행 매개변수 2와 3을 서비스 요청 값으로 전송하도록 프로그래밍하였다.
- 2와 3은 각각 a, b 값으로 서비스를 요청하게 되고, 결과값으로 둘의 합인 5를 응답값으로 전송 받았다.
- 여기서는 단순히 실행 매개변수로 이를 이용하였으나, 실제 활용에서는 명령어로 대체해도 되고, 계산되어야 할 값, 트리거용 변수 등을 서비스 요청 값으로 사용할 수도 있다.

Service / Service server / Service client

[참고] rqt_graph

- 서비스는 아래 그림의 토픽과는 달리 일회성이므로 rqt_graph 등에서 확인할 수 없다.



Service / Service server / Service client

[참고] rosservice call 명령어 사용 방법

- 서비스 요청은 서비스 클라이언트 노드를 실행하는 방법도 있지만 "rosservice call"이라는 명령어나 rqt의 ServiceCaller를 이용하는 방법도 있다.
- 그 중 우선, rosservice call를 사용하는 방법에 대해서 알아보자.

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 10 2  
result: 12
```

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 5 15  
result: 20
```

Service / Service server / Service client

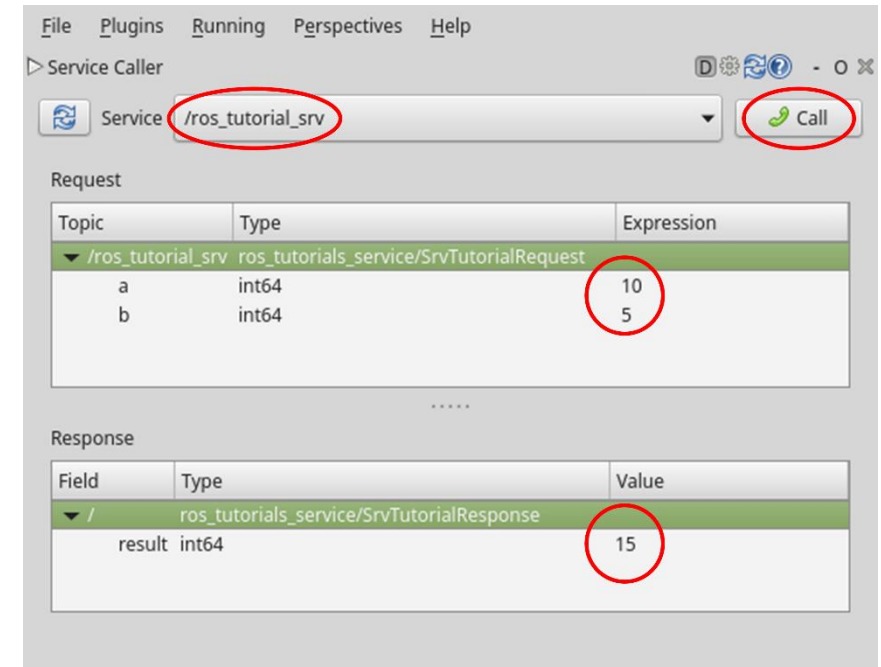
[참고] GUI 도구인 Service Caller 사용 방법

- ROS의 GUI 도구인 rqt를 실행하자.

\$ rqt

- rqt 프로그램의 메뉴에서 [플러그인(Plugins)] → [서비스(Service)] → [Service Caller]를 선택하면 다음과 같은 화면이 나온다.

- (1) servic에 /ros_tutorial_srv 입력
- (2) a = 10, b = 5 입력
- (3) Call 버튼을 누른다.
- (4) Result에 15라는 값이 표시된다.



한 가지 더!!!

- 하나의 노드는 복수의 퍼블리셔, 서브스크라이버, 서비스 서버, 서비스 클라이언트 역할도 할 수 있다!
- 마음껏 요리해 보세요~ ^^

```
ros::NodeHandle nh;  
  
ros::Publisher topic_publisher = nh.advertise<ros_tutorials::MsgTutorial>("ros_tutorial_msg", 100);  
ros::Subscriber topic_subscriber = nh.subscribe("ros_tutorial_msg", 100, msgCallback);  
ros::ServiceServer service_server = nh.advertiseService("ros_tutorial_srv", calculation);  
ros::ServiceClient service_client = nh.serviceClient<ros_tutorials::SrvTutorial>("ros_tutorial_srv");
```

소스코드

- 서비스 서버와 클라이언트 노드를 작성하고 이를 실행해보면서 노드 간 서비스 통신 방법에 대해 알아보았다. 관련 소스는 하기의 GitHub 주소에서 확인할 수 있다.
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials/tree/master/ros_tutorials_service
- 바로 적용해보고 싶다면 catkin_ws/src 폴더에서 다음 명령어로 소스 코드를 클론한 후 빌드를 실행하면 된다. 그 뒤 service_server 및 service_client 노드를 실행하면 된다.

```
$ cd ~/catkin_ws/src
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git
$ cd ~/catkin_ws
$ catkin_make
```

```
$ rosrn ros_tutorials_service service_server
```

```
$ rosrn ros_tutorials_service service_client
```

파라미터

Parameter

1) 파라미터를 활용한 노드 작성

- 이전 강의에서는 작성한 서비스 서버와 클라이언트 노드에서 service_server.cpp 소스를 수정하여 서비스 요청으로 입력된 a와 b를 단순히 덧셈하는 것이 아니라, 사칙연산을 할 수 있도록 파라미터를 활용해 볼 것이다.
- 다음 순서대로 service_server.cpp 소스를 수정해보자.

```
$ roscd ros_tutorials_service/src      → 패키지의 소스 코드 폴더인 src 폴더로 이동
$ gedit service_server.cpp             → 소스 파일 내용 수정
```

```
#include "ros/ros.h"                // ROS 기본 헤더파일
#include "ros_tutorials_service/SrvTutorial.h" // SrvTutorial 서비스 파일 헤더 (빌드 후 자동 생성됨)

#define PLUS          1  // 덧셈
#define MINUS         2  // 빼기
#define MULTIPLICATION 3  // 곱하기
#define DIVISION       4  // 나누기

int g_operator = PLUS;
```

Parameter

```
// 서비스 요청이 있을 경우, 아래의 처리를 수행한다  
// 서비스 요청은 req, 서비스 응답은 res로 설정하였다
```

```
bool calculation(ros_tutorials_service::SrvTutorial::Request &req,  
                 ros_tutorials_service::SrvTutorial::Response &res)  
{  
    // 서비스 요청시 받은 a와 b 값을 파라미터 값에 따라 연산자를 달리한다.  
    // 계산한 후 서비스 응답 값에 저장한다  
    switch(g_operator)  
    {  
        case PLUS:  
            res.result = req.a + req.b; break;  
        case MINUS:  
            res.result = req.a - req.b; break;  
        case MULTIPLICATION:  
            res.result = req.a * req.b; break;
```

Parameter

```
case DIVISION:
    if(req.b == 0){
        res.result = 0; break;
    }
    else{
        res.result = req.a / req.b; break;
    }
default:
    res.result = req.a + req.b; break;
}
```

// 서비스 요청에 사용된 a, b값의 표시 및 서비스 응답에 해당되는 result 값을 출력한다

```
ROS_INFO("request: x=%ld, y=%ld", (long int)req.a, (long int)req.b);
ROS_INFO("sending back response: [%ld]", (long int)res.result);
```

```
return true;
}
```


Parameter

```
int main(int argc, char **argv)           // 노드 메인 함수
{
    ros::init(argc, argv, "service_server"); // 노드명 초기화

    ros::NodeHandle nh;                    // ROS 시스템과 통신을 위한 노드 핸들 선언

    nh.setParam("calculation_method", PLUS); // 매개변수 초기설정

    // 서비스 서버 선언, ros_tutorials_service 패키지의 SrvTutorial 서비스 파일을 이용한
    // 서비스 서버 service_server를 작성한다. 서비스명은 "ros_tutorial_srv"이며,
    // 서비스 요청이 있을 때, calculation라는 함수를 실행하라는 설정이다.
    ros::ServiceServer ros_tutorial_service_server = nh.advertiseService("ros_tutorial_srv", calculation);

    ROS_INFO("ready srv server!");
```

Parameter

```
ros::Rate r(10); // 10 hz

while (1)
{
    nh.getParam("calculation_method", g_operator); // 연산자를 매개변수로부터 받은 값으로 변경한다
    ros::spinOnce(); // 콜백함수 처리루틴
    r.sleep(); // 루틴 반복을 위한 sleep 처리
}

return 0;
}
```

- 파라미터 관련하여 설정(setParam) 및 읽기(getParam) 사용법에 주목 할 것!

[참고] 파라미터로 사용 가능 형태

- 파라미터는 integers, floats, boolean, string, dictionaries, list 등으로 설정할 수 있다.
- 간단히 예를 들자면, 1은 integer, 1.0은 floats, "Internet of Things"은 string, true는 boolean, [1,2,3]은 integers의 list, a: b, c: d는 dictionary이다.

Parameter

2) 노드 빌드 및 실행

```
$ cd ~/catkin_ws && catkin_make
```

```
$ rosrun ros_tutorials_service service_server  
[INFO] [1495767130.149512649]: ready srv server!
```

3) 매개변수 목록 보기

- "rosparam list" 명령어로 현재 ROS 네트워크에 사용된 파라미터의 목록을 확인할 수 있다. /calculation_method가 우리가 사용한 파라미터이다.

```
$ rosparam list  
/calculation_method  
/roscdistro  
/rosversion  
/run_id
```

Parameter

4) 파라미터 사용 예

- 다음 명령어대로 파라미터를 설정하여, 매번 같은 서비스 요청을 하여 서비스 처리가 달라짐을 확인해보자.
- ROS에서 파라미터는 노드 외부로부터 노드의 흐름이나 설정, 처리 등을 바꿀 수 있다. 매우 유용한 기능이므로 지금 당장 쓰지 않더라도 꼭 알아두도록 하자.

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 10 5  
result: 15
```

→ 사칙연산의 변수 a, b 입력
→ 디폴트 사칙연산인 덧셈 결과값

```
$ rosparam set /calculation_method 2
```

→ 뺄셈

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 10 5  
result: 5
```

```
$ rosparam set /calculation_method 3
```

→ 곱셈

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 10 5  
result: 50
```

```
$ rosparam set /calculation_method 4
```

→ 나눗셈

```
$ rosservice call /ros_tutorial_srv 10 5  
result: 2
```

소스코드

- 기존에 작성해둔 서비스 서버를 수정하여 파라미터를 사용하는 방법에 대해 알아보았다.
- 관련 소스는 기존에 작성해둔 서비스 소스 코드와 구별짓기 위하여 `ros_tutorials_parameter` 패키지라 이름을 바꾸어 작성해두었고 하기의 github 주소에서 확인할 수 있다.
- https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials/tree/master/ros_tutorials_parameter
- 바로 적용해보고 싶다면 `catkin_ws/src` 폴더에서 다음 명령어로 소스 코드를 클론한 후 빌드를 실행하면 된다. 그 뒤 `service_server` 및 `service_client` 노드를 실행하면 된다.

```
$ cd ~/catkin_ws/src
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git
$ cd ~/catkin_ws
$ catkin_make
```

```
$ rosrn ros_tutorials_parameter service_server_with_parameter
```

```
$ rosrn ros_tutorials_parameter service_client_with_parameter 2 3
```

roslaunch

roslaunch 사용법

- `roslaunch`이 하나의 노드를 실행하는 명령어이다.
- `roslaunch`는 하나 이상의 정해진 노드를 실행시킬 수 있다.
- 그 밖의 기능으로 노드를 실행할 때 패키지의 매개변수나 노드 이름 변경, 노드 네임스페이스 설정, `ROS_ROOT` 및 `ROS_PACKAGE_PATH` 설정, 환경 변수 변경 등의 옵션을 붙일 수 있는 ROS 명령어이다.
- `roslaunch`는 `'*.launch'`라는 파일을 사용하여 실행 노드를 설정하는데 이는 XML 기반이며, 태그별 옵션을 제공한다.
- 실행 명령어는 "`roslaunch [패키지명] [roslaunch 파일]`"이다.

roslaunch 사용법

1) roslaunch의 활용

- 이전에 작성한 topic_publisher와 topic_subscriber 노드의 이름을 바꾸어서 실행해 보자. 이름만 바꾸면 의미가 없으니, 퍼블리쉬 노드와 서브스크라이버 노드를 각각 두 개씩 구동하여 서로 별도의 메시지 통신을 해보자.
- 우선, *.launch 파일을 작성하자. roslaunch에 사용되는 파일은 *.launch라는 파일명을 가지며 해당 패키지 폴더에 launch라는 폴더를 생성하고 그 폴더 안에 넣어야 한다. 다음 명령어대로 폴더를 생성하고 union.launch라는 새 파일을 생성해보자.

```
$ roscd ros_tutorials_topic  
$ mkdir launch  
$ cd launch  
$ gedit union.launch
```


roslaunch 사용법

```
<launch>
  <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_publisher" name="topic_publisher1"/>
  <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_subscriber" name="topic_subscriber1"/>
  <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_publisher" name="topic_publisher2"/>
  <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_subscriber" name="topic_subscriber2"/>
</launch>
```

- **<launch>** 태그 안에는 roslaunch 명령어로 노드를 실행할 때 필요한 태그들이 기술된다. **<node>**는 roslaunch로 실행할 노드를 기술하게 된다. 옵션으로는 pkg, type, name이 있다.
 - **pkg** 패키지의 이름
 - **type** 실제 실행할 노드의 이름(노드명)
 - **name** 위 type에 해당하는 노드가 실행될 때 붙여지는 이름(실행명), 일반적으로 type과 같게 설정하지만 필요에 따라 실행할 때 이름을 변경하도록 설정할 수 있다.

roslaunch 사용법

- roslaunch 파일을 작성하였으면 다음처럼 union.launch를 실행하자.

```
$ roslaunch ros_tutorials_topic union.launch --screen
```

- [참고] roslaunch 사용시에 상태 출력 방법
 - roslaunch 명령어로여럿의 노드가 실행될 때는 실행되는 노드들의 출력(info, error 등)이 터미널 스크린에 표시되지 않아 디버깅하기 어렵게 된다. 이때에 --screen 옵션을 추가해주면 해당 터미널에 실행되는 모든 노드들의 출력들이 터미널 스크린에 표시된다.

roslaunch 사용법

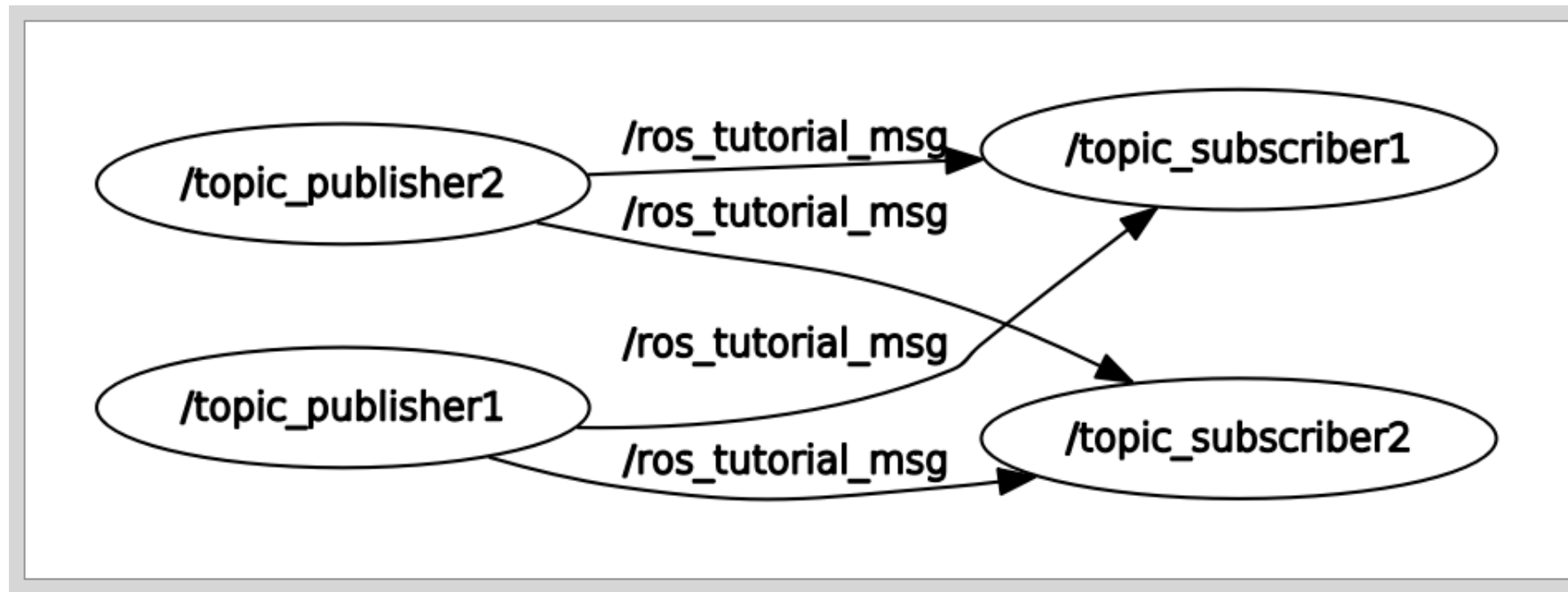
- 실행 결과?

```
$ rosnodet list
/topic_publisher1
/topic_publisher2
/topic_subscriber1
/topic_subscriber2
/rosout
```

- 결과적으로 topic_publisher 노드가 topic_publisher1과 topic_publisher2로 이름이 바뀌어 두 개의 노드가 실행되었다.
- topic_subscriber 노드도 topic_subscriber1과 topic_subscriber2로 이름이 바뀌어 실행되었다.

roslaunch 사용법

- 문제는 "퍼블리쉬 노드와 서브스크라이버 노드를 각각 두 개씩 구동하여 서로 별도의 메시지 통신하게 한다"는 처음 의도와는 다르게 rqt_graph를 통해 보면 서로의 메시지를 모두 서브스크라이브하고 있다는 것이다.
- 이는 단순히 실행되는 노드의 이름만을 변경해주었을 뿐 사용되는 메시지의 이름을 바꿔주지 않았기 때문이다.
- 이 문제를 다른 roslaunch 네임스페이스 태그를 사용하여 해결해보자.



roslaunch 사용법

- union.launch을 수정하자.

```
$ roscd ros_tutorials_service/launch
```

```
$ gedit union.launch
```

```
<launch>
  <group ns="ns1">
    <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_publisher" name="topic_publisher"/>
    <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_subscriber" name="topic_subscriber"/>
  </group>
  <group ns="ns2">
    <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_publisher" name="topic_publisher"/>
    <node pkg="ros_tutorials_topic" type="topic_subscriber" name="topic_subscriber"/>
  </group>
</launch>
```

roslaunch 사용법

- 변경 후의 실행된 노드들의 모습



roslaunch 사용법

2) launch 태그

<launch>	roslaunch 구문의 시작과 끝을 가리킨다.
<node>	노드 실행에 대한 태그이다. 패키지, 노드명, 실행명을 변경할 수 있다.
<machine>	노드를 실행하는 PC의 이름, address, ros-root, ros-package-path 등을 설정할 수 있다.
<include>	다른 패키지나 같은 패키지에 속해 있는 다른 launch를 불러와 하나의 launch파일처럼 실행할 수 있다.
<remap>	노드 이름, 토픽 이름 등의 노드에서 사용 중인 ROS 변수의 이름을 변경할 수 있다.
<env>	경로, IP 등의 환경 변수를 설정한다. (거의 안쓰임)
<param>	매개변수 이름, 타입, 값 등을 설정한다
<rosparam>	rosparam 명령어 처럼 load, dump, delete 등 매개변수 정보의 확인 및 수정한다.
<group>	실행되는 노드를 그룹화할 때 사용한다.
<test>	노드를 테스트할 때 사용한다. <node>와 비슷하지만 테스트에 사용할 수 있는 옵션들이 추가되어 있다.
<arg>	launch 파일 내에 변수를 정의할 수 있어서 아래와 같이 실행할 때 매개변수를 변경 시킬 수도 있다.

```
<launch>
  <arg name="update_period" default="10" />
  <param name="timing" value="$(arg update_period)"/>
</launch>
```

```
roslaunch my_package my_package.launch update_period:=30
```

이번 강좌의 리포지토리

- Example 리포지토리
 - https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials
- 웹에서 바로 보거나 다운로드도 가능하지만 바로 적용해 보고 싶다면 다음 명령어로 리포지토리를 복사하여 빌드하면 된다.

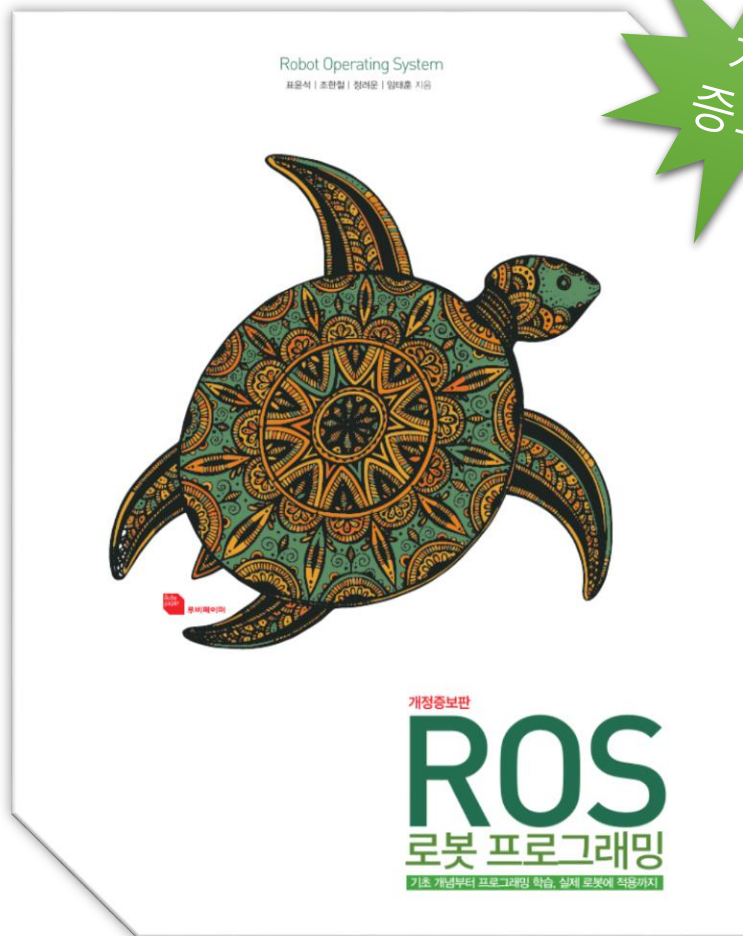
```
$ cd ~/catkin_ws/src
$ git clone https://github.com/ROBOTIS-GIT/ros_tutorials.git
$ cd ~/catkin_ws
$ catkin_make
```


이제 ROS 초보랑은 Bye Bye~!

질문 대환영!

* 온라인 상의 질문이라면
오로카 및 로열로즈를 이용해주세요!

여기서! 광고 하나 나가요~



✓ Direct Link

국내 유일! 최초! ROS 참고서!
ROS 공식 플랫폼 **TurtleBot3** 개발팀이
직접 저술한 바이블급 ROS 책

여기서! 광고 둘 나가요~

TURTLEBOT3

인공지능(AI) 연구의 시작, ROS 교육용 공식 로봇 플랫폼

터틀봇3는 ROS기반의 저가형 모바일 로봇으로
교육, 연구, 제품개발, 취미 등 다양한 분야에서 활용 할 수 있습니다.

✓ Direct Link



• Collaboration with  

여기서! 광고 셋 나가요~



- ✓ • 오로카
- www.oroqa.org
- 오픈 로보틱스 지향
- 풀뿌리 로봇공학의 저변 활성화
- 공개 강좌, 세미나, 프로젝트 진행

- ✓ • 로봇공학을 위한 열린 모임 (KOS-ROBOT)
- www.facebook.com/groups/KoreanRobotics
- 로봇공학 통합 커뮤니티 지향
- 일반인과 전문가가 어울러지는 한마당
- 로봇공학 소식 공유
- 연구자 간의 협력

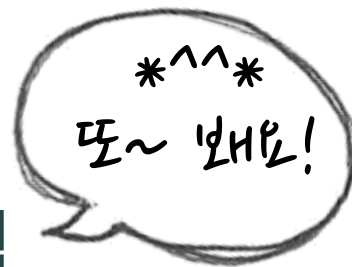
혼자 하기엔 답답하시다고요?

커뮤니티에서 함께 해요~

끝.

표윤석

Yoonseok Pyo
pyo@robotis.com
www.robotpilot.net



www.facebook.com/yoonseok.pyo