

ETERATION/CASE

Bu repo ROS2 platformunda C++ programlama dili kullanılarak publisher ve subscriber örneklerinin nasıl yazılması gerektiğini içerir.

Kullanılan yazılım ve donanım özellikleri:

Ubuntu 22.04

ROS2 Humble Distro.

CHECKPOINT-1

SSH Key Oluşturma

kullanılan linux işletim sistemli bilgisayarda öncelikle git işlemlerinin kolay yapılabilmesi için “ssh key” oluşturulması gerekmektedir:

** home dizini altında “ mkdir EterationCase “ komutu ile ilgili klasör oluşturulur ve “ cd EterationCase” komutu ile klasöre giriş yapılır. Daha sonra aşağıdaki adımlarla ssh key oluşturma işlemi gerçekleştirilir:

```
ssh-keygen
```

komut yazıldıktan sonra gelen sorulara enter tuşuna basarak cevap verilebilir. Daha sonra ssh key’in olduğu klasöre gitmek için aşağıdaki komut çalıştırılır.

```
cd ~/.ssh  
ls
```

bu dizin altında id-rsa ve id-rsd.pub adında iki adet dosya bulunmaktadır. id-rsa şifreyi id-rsa.pub ise kullanıcı adını içerisinde bulundurur. Cat komutu kullanılarak ssh key kopyalanır.

```
cat id-rsd.pub
```

ssh-key github da ayarlar sekmesinde ssh key ekleme bölümüne eklenir.

Public profile
Account
Appearance
Accessibility
Notifications

Access

Billing and plans
Emails
Password and authentication
Sessions
SSH and GPG keys
Organizations
Moderation

Code, planning, and automation
Repositories

SSH keys / Add new

Title

Key type
Authentication Key

Key
Begins with 'ssh-rsa', 'ecdsa-sha2-nistp256', 'ecdsa-sha2-nistp384', 'ecdsa-sha2-nistp521', 'ssh-ed25519', 'sk-ecdsa-sha2-nistp256@openssh.com', or 'sk-ssh-ed25519@openssh.com'

Add SSH key

Figür-1

Son adım olarak repo nun ssh linki kopyalanır ve istenilen dizine clone'lama işlemi aşağıdaki komut ile gerçekleştirilir.

```
git clone git@github.com:omr-web/EterationCase.git
```

Yeni Branch Oluşturma ve Kontrol Etme

```
git checkout -b feature/omer_cebeci_14042023  
git branch
```

```
omer@omer99:~/omr-web/EterationCase$ git branch  
* feature/omer_cebeci_14042023  
main
```

Figür-2

Paket Oluşturma:

```
mkdir src  
cd src
```

```
ros2 pkg create --build-type ament_cmake composiv_tryouts
```

Derleme türü, ROS2'nin kullandığı, ament_cmake olarak seçilmiştir.

CHECKPOINT-3-5-6-7

Paket İçinde Bulunacak Klasör ve Dosyaların Oluşturulması:

```
cd composiv_tryouts
mkdir include src launch
cd include
touch composiv_listener.h
touch composiv_talker.h
cd ..
cd src
touch composiv_listener.cpp
touch composiv_talker.cpp
cd ..
cd launch
touch composiv_tryout.launch.py
```

*Kodların içeriği repo da bulunduğu için readme dosyasına eklenmemiştir.

Cmake ve xml Dosyalarının Düzenlenmesi

```
cmake_minimum_required(VERSION 3.8)
project(composiv_tryouts)

if(CMAKE_COMPILER_IS_GNUCXX OR CMAKE_CXX_COMPILER_ID MATCHES "Clang")
  add_compile_options(-Wall -Wextra -Wpedantic)
endif()

include_directories(
  include
)

# find dependencies
find_package(ament_cmake REQUIRED)
find_package(rclcpp REQUIRED)
find_package(std_msgs REQUIRED)

add_executable(composiv_talker src/composiv_talker.cpp)
ament_target_dependencies(composiv_talker rclcpp std_msgs)

add_executable(composiv_listener src/composiv_listener.cpp)
ament_target_dependencies(composiv_listener rclcpp std_msgs)

install(TARGETS
  composiv_talker
  composiv_listener
  DESTINATION lib/${PROJECT_NAME})

install(
  DIRECTORY launch
```

```
DESTINATION share/${PROJECT_NAME})

ament_package()
```

Python programlama dili yorumlanan bir dil iken C ve C++ dilleri derlenen dillerdir. Aynı zamanda C ve C++ dillerinde derleme işleminden sonra link leme (bağlama) işlemi de gerçekleştirilir. Makefile'lar bu derleme ve bağlama işlemlerinin nasıl gerçekleşeceğini belirler. Örneğin hangi derleyici kullanılacak, hangi paketler bağlanacak vb. Fakat her donanımın özellikleri farklı olduğu için Makefile yapısında farklı olacaktır bu durum programcı için bir zorluk olarak görülebilir. CMake dosyalarının amacı kullanılan donanım ve işletim sistemine göre Makefile dosyalarını oluşturmaktır.

Cmake dosyasında

- Cmake versiyonu belirtilmiştir.
- Kullanılacak derleyici türü belirtilmiştir.
- Derleme esnasında başlık dosyalarını bulmak için aranacak dizinler belirtilmiştir.
- Kullanılacak paketler belirtilmiştir.
- Çalıştırılabilir dosya haline getirilecek kaynak kodlar belirlenmiş ve gerekli paketler ile linkleme işlemi gerçekleştirilmiştir.
- Çalıştırılabilir dosyaların ve launch dosyasının adresleri run time için belirtilmiştir. (install komutu)

adımları uygulanmıştır.

```
<?xml version="1.0"?>
<?xml-model href="http://download.ros.org/schema/package_format3.xsd" schematypens="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"?>
<package format="3">
  <name>composiv_tryouts</name>
  <version>0.0.0</version>
  <description>TODO: Package description</description>
  <maintainer email="gtuomer@gmail.com">omer</maintainer>
  <license>TODO: License declaration</license>

  <buildtool_depend>ament_cmake</buildtool_depend>

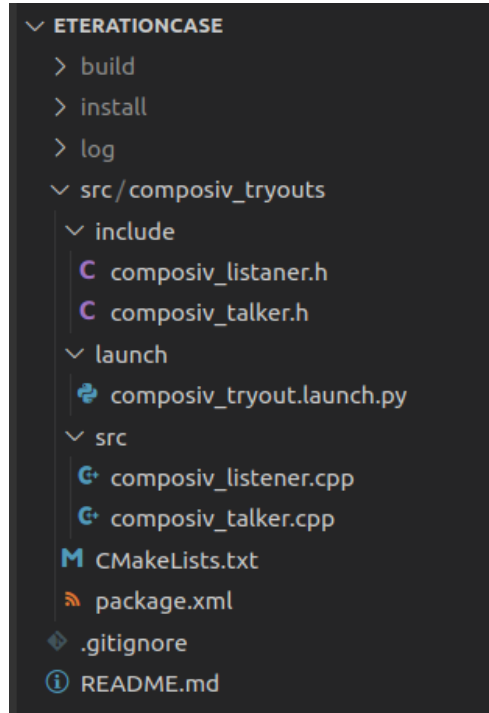
  <depend>roscpp</depend>
  <depend>std_msgs</depend>

  <test_depend>ament_lint_auto</test_depend>
  <test_depend>ament_lint_common</test_depend>

  <export>
    <build_type>ament_cmake</build_type>
  </export>
</package>
```

XML dosyasında 3. parti kütüphane olarak kullanılan bağımlılıklar belirtilmiştir.

Yapılan işlemler sonucunda dosya dizin yapısı Figür-3'te belirtildiği gibi olmalıdır:



Figür-3

paket oluşturma komutu çalıştırıldığında include dizini altında paket ismini taşıyan bir klasör oluşur. Geleneksel kullanım gereği başlık dosyaları bu klasör içinde oluşturulmak yerine direkt include klasörü altında oluşturulur. Paket ismini taşıyan klasör ise silinir.

Paketin Derlenmesi:

```
cd /home/omer/omr-web/EterationCase
colcon build
```

Paketin Çalıştırılması:

Düğümelerin “run” komutu ile çalıştırılması:

Bu çalıştırma şeklinde iki farklı terminal açılır.

Bir terminal de publisher çalıştırılırken diğer terminal de ise subscriber düğümleri çalıştırılır. İlk adım olarak çalışma ortamının (workspace) bulunduğu dizine gidilir ve aşağıdaki komutlar her iki terminal için sırasıyla çalıştırılır:

```
. install/setup.bash
ros2 run composiv_tryouts composiv_talker
```

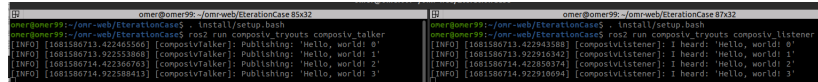
```
. install/setup.bash
ros2 run composiv_tryouts composiv_listener
```

Yukarıdaki kod bloklarında yazılan komutlar sırasıyla:

ROS2'ye ait bash dosyasını ve belirtilen pakette bulunan executable dosyayı çalıştırır.

```
ros2 run paket_adı executable_dosya_adı
```

Komutlar çalıştırıldığında terminal ekranında görünmesi gereken çıktılar Figür-4'teki gibidir.



```
ozer@ozer99:~/omr-web/IterationCase$ . install/setup.bash
ozer@ozer99:~/omr-web/IterationCase$ ros2 run composiv_tryouts composiv_talker
[INFO] [1681586713.422483568] [composivTalker]: Publishing: 'hello, world 0'
[INFO] [1681586713.922553868] [composivTalker]: Publishing: 'hello, world 1'
[INFO] [1681586714.42266763] [composivTalker]: Publishing: 'hello, world 2'
[INFO] [1681586714.92288413] [composivTalker]: Publishing: 'hello, world 3'

ozer@ozer99:~/omr-web/IterationCase$ . install/setup.bash
ozer@ozer99:~/omr-web/IterationCase$ ros2 run composiv_tryouts composiv_listener
[INFO] [1681586713.422483568] [composivListener]: I heard: 'hello, world 0'
[INFO] [1681586713.922553868] [composivListener]: I heard: 'hello, world 1'
[INFO] [1681586714.42266763] [composivListener]: I heard: 'hello, world 2'
[INFO] [1681586714.92288413] [composivListener]: I heard: 'hello, world 3'
```

Figür-4

Düğümelerin Launch Dosyası ile Çalıştırılması:

Paketlerin bulunduğu çalışma ortamının dizinine gidilir ve aşağıdaki komutlar sırasıyla çalıştırılır.

```
. install/setup.bash
ros2 launch composiv_tryouts composiv_tryout.launch.py
```

Komutlar doğru şekilde çalıştırıldığında ekranda gözlemlenmesi gereken çıktılar Figür-5'teki gibi olmalıdır.

```

omer@omer99:~/omr-web/EterationCase$ ros2 launch composiv_tryouts composiv_tryout.launch.py
[INFO] [launch]: All log files can be found below /home/omer/.ros/log/2023-04-15-23-08-00-509018-omer99-8932
[INFO] [launch]: Default logging verbosity is set to INFO
[INFO] [composiv_talker-1]: process started with pid [8933]
[INFO] [composiv_listener-2]: process started with pid [8935]
[composiv_talker-1] [INFO] [1681589281.512781696] [composivTalker]: Publishing: 'Hello, world! 960'
[composiv_listener-2] [INFO] [1681589281.513299202] [composivListener]: I heard: 'Hello, world! 960'
[composiv_talker-1] [INFO] [1681589282.013037296] [composivTalker]: Publishing: 'Hello, world! 961'
[composiv_listener-2] [INFO] [1681589282.013330613] [composivListener]: I heard: 'Hello, world! 961'
[composiv_talker-1] [INFO] [1681589282.513166725] [composivTalker]: Publishing: 'Hello, world! 962'

```

Figür-5

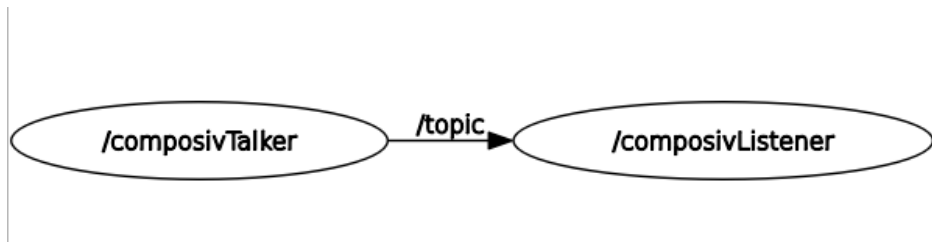
ROS2 de oluşturulan topic ve node'lar aşağıdaki komutlar ile listelenebilir

```

ros2 topic list
ros2 node list

```

Aynı zamanda ROS2 kurulumu ile gelen rqt programı sayesinde node ve topic'ler grafiksel olarak da gözlemlenebilir:



Figür-6

CHECKPOINT-4

Yazılan publisher ve subscriber kodları doğru çalışması subscriber kodunda yazılan callback fonksiyonunun çağrılıp çağrılmadığına bakılarak kontrol edilebilir. Bunun için callback fonksiyonunun içerisine ROS2'nin bilgilendirme için sunmuş olduğu RCLCPP_INFO fonksiyonu kullanılmıştır. Figür-4 ve Figür-5 incelenirse callback fonksiyonunun çalıştığı gözlemlenir. Aynı zamanda rqt kullanılarak Node'ların ve Topic'lerin durumu incelenebilir. Figür-6'ya bakılarak bu durum yorumlanabilir. Aşağıdaki komutlar ile yayınlanan topic in mesaj içeriği, türü ve çalışma frekansı hakkında bilgi alınabilir.

```

ros2 topic echo topic
ros2 topic info /topic
ros2 topic hz /topic

```

CHECKPOINT-9

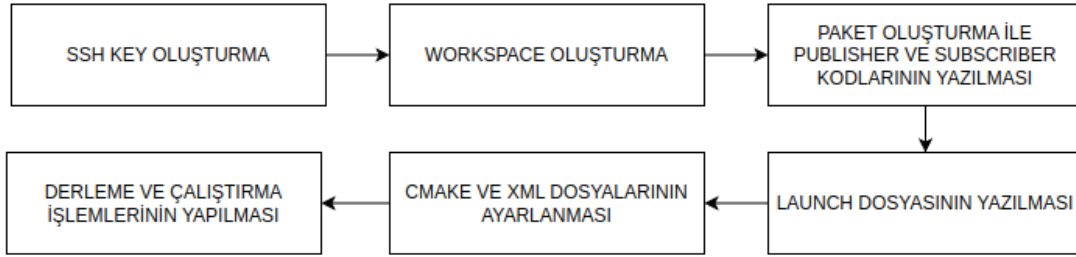
yazılan bütün kodlar github da bulunan ilgili repo ya aşağıdaki komutlar kullanılarak gönderilir.

```
git add .  
git commit -m "publisher_subscriber"  
git push origin feature/omer_cebeci_14042023
```

Yukarıda belirtilen işlemler yapılmadan önce aşağıdaki komut ile bulunulan branch kontrol edilebilir.

```
git branch
```

Yukarıda gerçekleştirilen işlemler Blokiyagram-1'de özetlenmiştir.



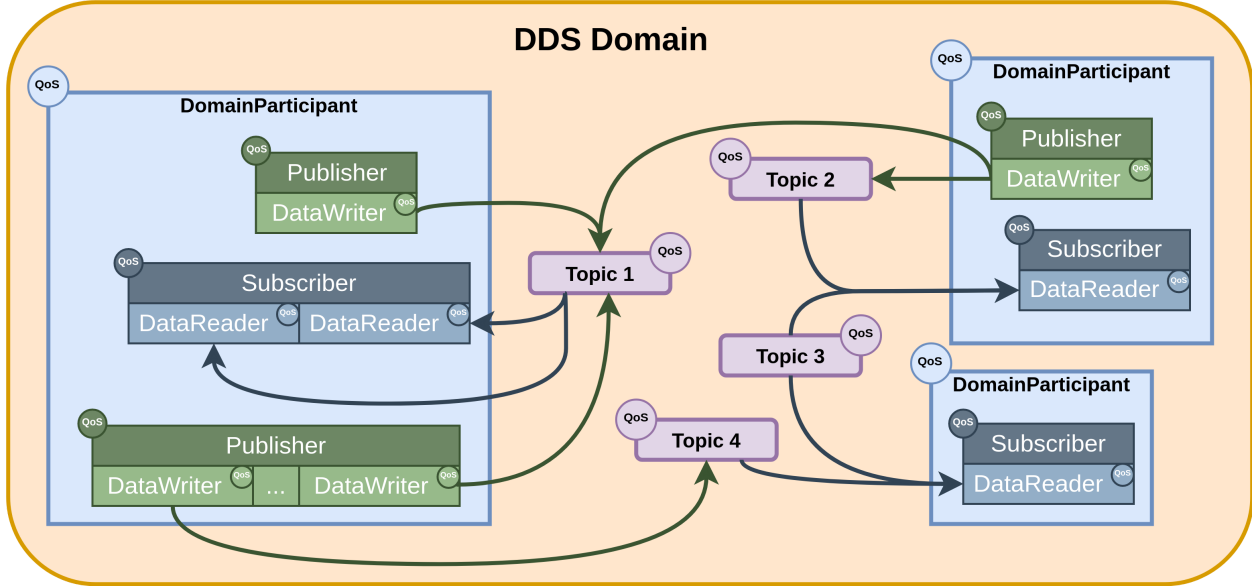
Blokiyagram-1

GENEL BİLGİLER

ROS2'nin ROS1'e göre avantajları:

- Master-slave kavramı ROS2'de bulunmamaktadır. O yüzden ağdan çıkan bir cihazın olması diğer cihazların çalışmasını etkilemez.
- ROS1 akademik çalışmaların kullanılmasında tercih edilen bir platform durumundadır. Kullanıcıya verilecek son ürün tasarımı için uygun bir platform değildir. Fakat ROS2 tamamiyle piyasa için oluşturulmuş bir yapıya sahiptir.
- ROS2 master olmadan sağladığı bu haberleşme sistemini DDS (Data Distribution Service) ara katmanı sayesinde gerçekleştirmiştir. DDS veri taban merkezli bir haberleşme sistemidir. (Data-genric). API ve haberleşme semantiği arasında bağlantı kurar bu da aslında data sağlayıcı (publisher) ve data alıcı (subscriber) arasında haberleşmeyi sağlar. DDS kullanıcılara global bir alan sunar. Kullanıcılar bu alana veri yayımlayabilir veya abone olup veriyi alır. Aynı global alana sadece aynı domain ve ağ da bulunan

kullanıcılar erişebilir. Ağ üzerinden haberleşmeyi sağlayan protokol RTPS dir. (Real-Time Publish Subscribe). Bu protokol, TCP/UDP/IP gibi aktarımlar üzerinden yayıncı-abone iletişimi sağlar ve farklı DDS uygulamaları arasında uyumluluğu garanti eder. DDS ara katmanı ve haberleşme ağı Figür-7’de verilmiştir [2].



Figür-7 [2]

DDS domain'i içerisinde bulunan her bir kullanıcı DomainParticipant olarak tanımlanır. Global alana veri yayınlayan DomainParticipant Publisher, veriyi global alandan okuyan DomainParticipant Subscriber olarak adlandırılır. Bir DomainParticipant hem publisher hem de subscriber olabilir.

ROS Kullanımının Avantajları

- Aynı ağda bulunan iki cihazın DDS ara katmanı sayesinde kesintisiz haberleşebilmesi
- Farklı işlevleri yerine getiren kodların ROS yapısı gereği kolayca farklı paketler halinde yazılması ve bu paketlerin eş zamanlı olarak bir arda çalıştırılabilmesi
- Farklı paketlerin farklı programlama dilleri ile yazılabilmesi
- Bir çok farklı programlar ile kolayca haberleşme sağlayabilmesi MATLAB,GAZEBO vs.

KAYNAKLAR

[1] ROS2 Humble Documentation

<https://docs.ros.org/en/humble/index.html>

[2] DDS Middleware

<https://fast-dds.docs.eprosima.com/en/latest/fastdds/ros2/ros2.html>

