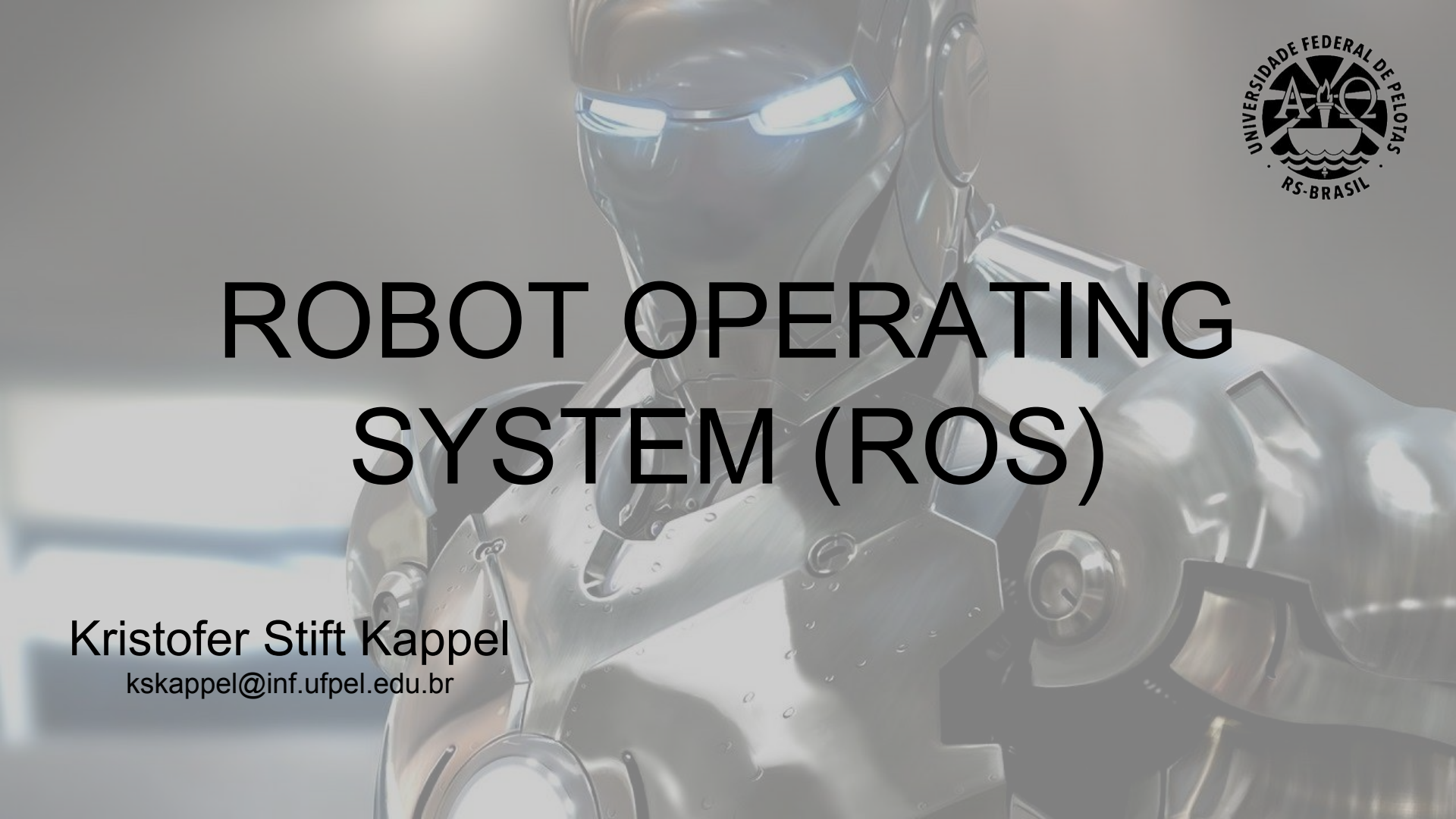


ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)

Kristofer Stift Kappel
kskappel@inf.ufpel.edu.br

Repositório

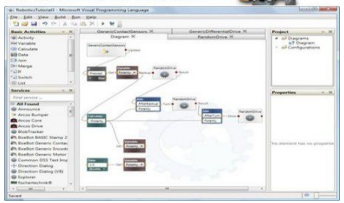
Introdução

ROS

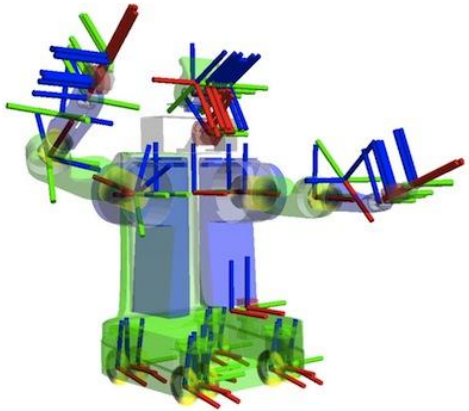
YARP

Carmen
Robot Navigation Toolkit

Microsoft®
Robotics
Developer
Studio 2008



Por que usar o ROS?



- ROS Topic
- ROS Bag
- ROS Service
- ROS Param

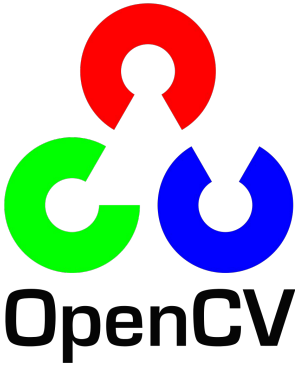
- Padronização
- TF
- URDF
- Github

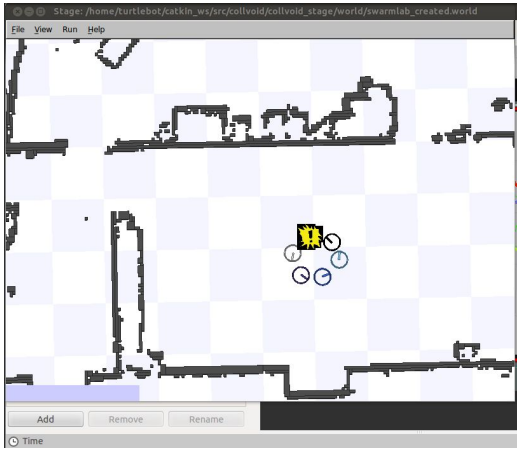
Por que usar o ROS?

- Reutilização de código

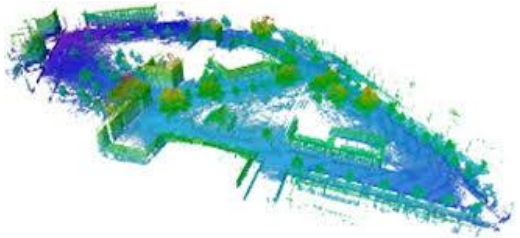
Por que usar o ROS?

- Várias bibliotecas e simuladores





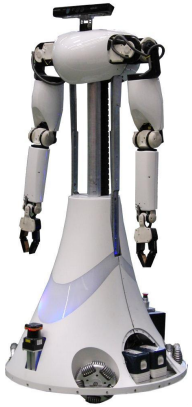
Eigen, KDL, ...



Por que usar o ROS?

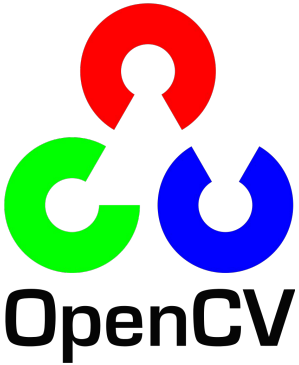
https://robots.ros.org/all/

- Robôs:

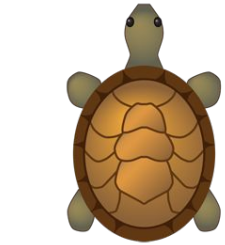


O que é o ROS?

- Meta-Operating System!

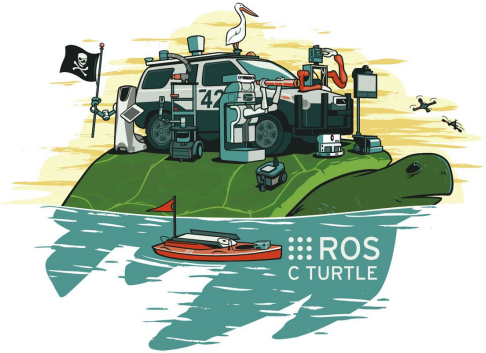


Distribuições do ROS



Box Turtle: 2010 - Ubuntu 8.04 (Hardy)

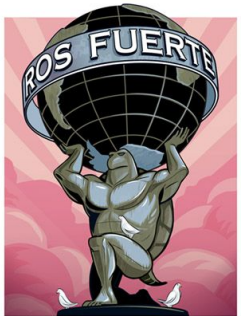
DiamondBack: 2011 - Ubuntu 10.04 (Lucid)



C Turtle: 2 de Agosto de 2010 - Ubuntu 9.04 (Jaunty)

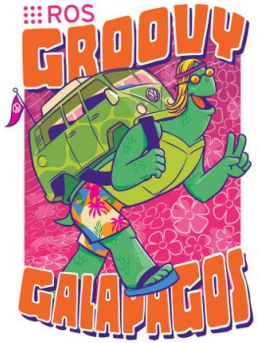
Electric Emys: 2011 - Ubuntu 10.04 (Lucid)

Distribuições do ROS

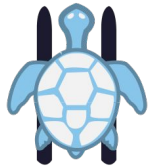


Fuerte Turtle: 2012 - Ubuntu
10.04, 11.10 e 12.04 (Lucid, Oneric e Precise)

Hydro Medusa: 2013 - Ubuntu 12.04 (Precise)



Groovy Galapagos: 2012 - Ubuntu 12.04 (Precise)



Indigo Igloo: 2014 - Ubuntu 14.04 (Trusty)

Distribuições do ROS

Jade Turtle: 2015 - Ubuntu 15.04 (Vivid)

Lunar Loggerhead: 2017 - Ubuntu 17.04 (Zesty)

Kinetic Kame: 2016 - Ubuntu 16.04 (Xenial)

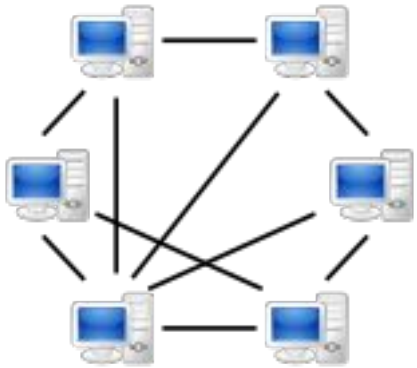
Melodic Morenia: 2018 - Ubuntu 18.04 (Bionic)

Workspace

```
workspace_folder/         -- WORKSPACE
  src/                    -- SOURCE SPACE
    CMakeLists.txt        -- The 'toplevel' CMake file
    package_1/
      CMakeLists.txt
      package.xml
      ...
    package_n/
      CMakeLists.txt
      package.xml
      ...
  build/                  -- BUILD SPACE
    CATKIN_IGNORE         -- Keeps catkin from walking this directory
  devel/                  -- DEVELOPMENT SPACE (set by CATKIN_DEVEL_PREFIX)
    bin/
    etc/
    include/
    lib/
    share/
    .catkin
    env.bash
    setup.bash
    setup.sh
    ...
  install/                -- INSTALL SPACE (set by CMAKE_INSTALL_PREFIX)
    bin/
    etc/
    include/
    lib/
    share/
    .catkin
    env.bash
    setup.bash
    setup.sh
    ...
```

Conceitos do ROS

- Grafo de computação:



p2p

Conceitos do ROS

Master

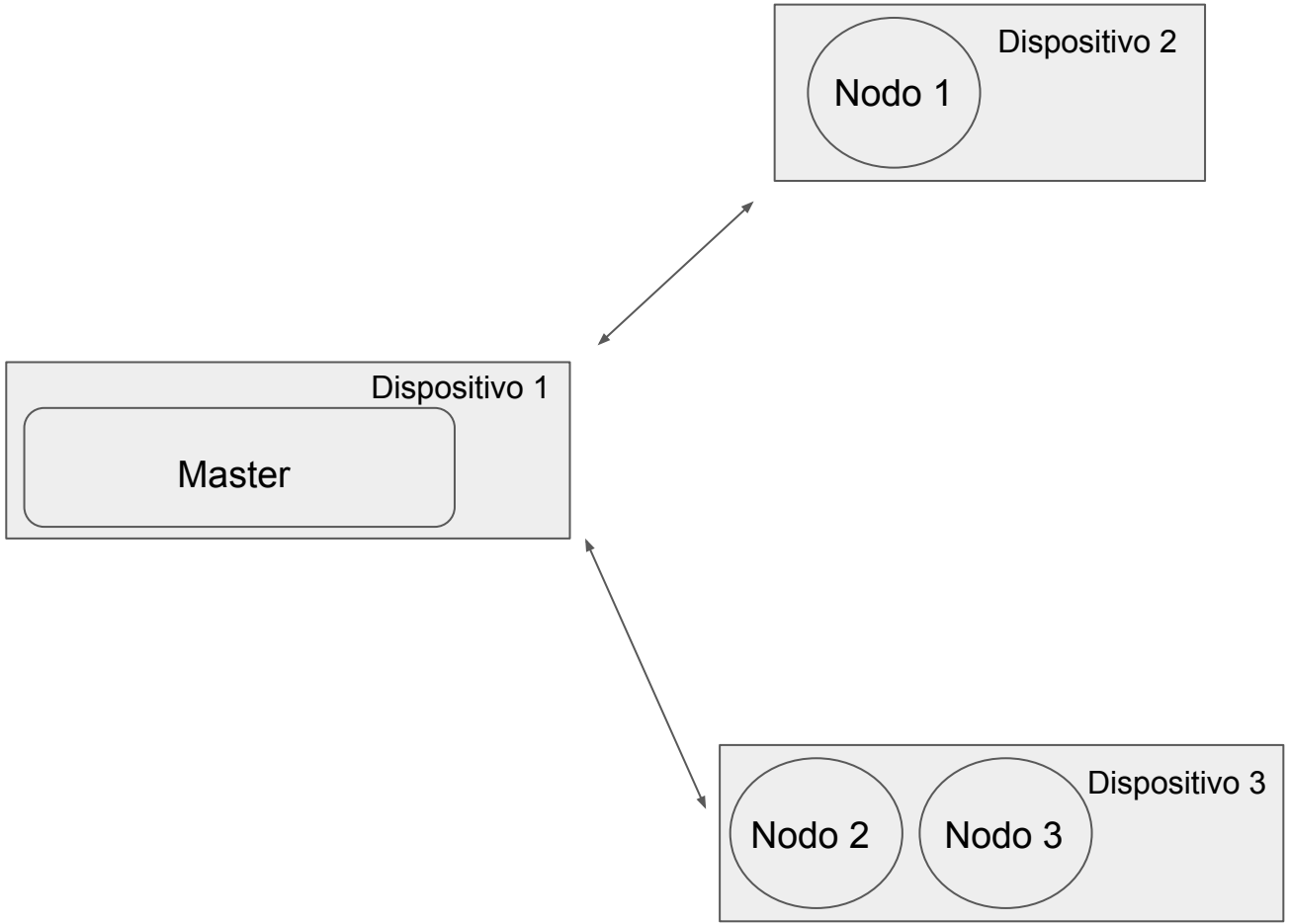
Node

Parâmetros

Tópicos

Serviços

Bags


Dispositivo 2
Nodo 1
Dispositivo 1
Master
Dispositivo 3
Nodo 2
Nodo 3

Conceitos do ROS

Master

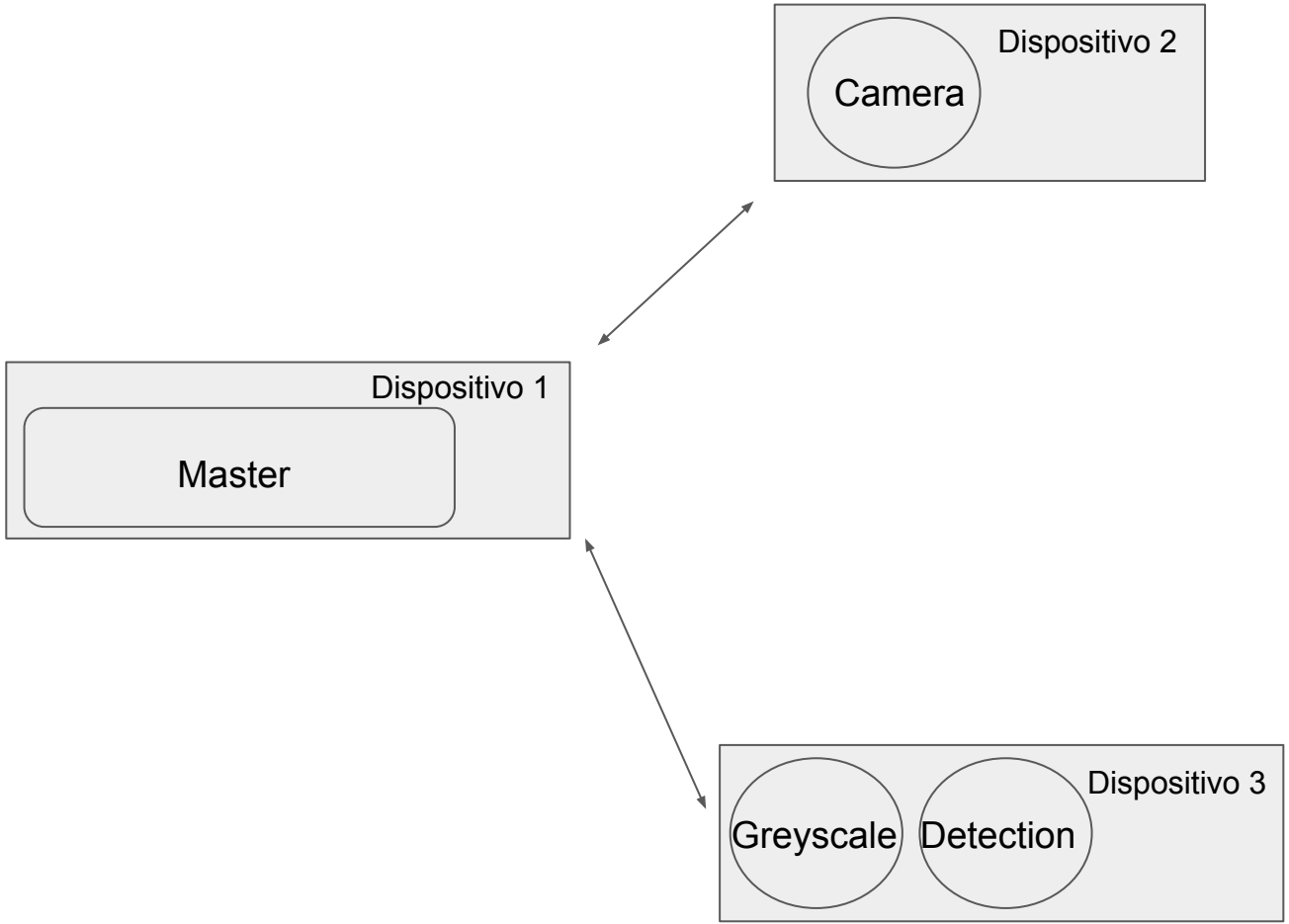
Node

Parâmetros

Tópicos

Serviços

Bags


Dispositivo 2
Camera
Dispositivo 1
Master
Dispositivo 3
Greyscale
Detection

Conceitos do ROS

Master

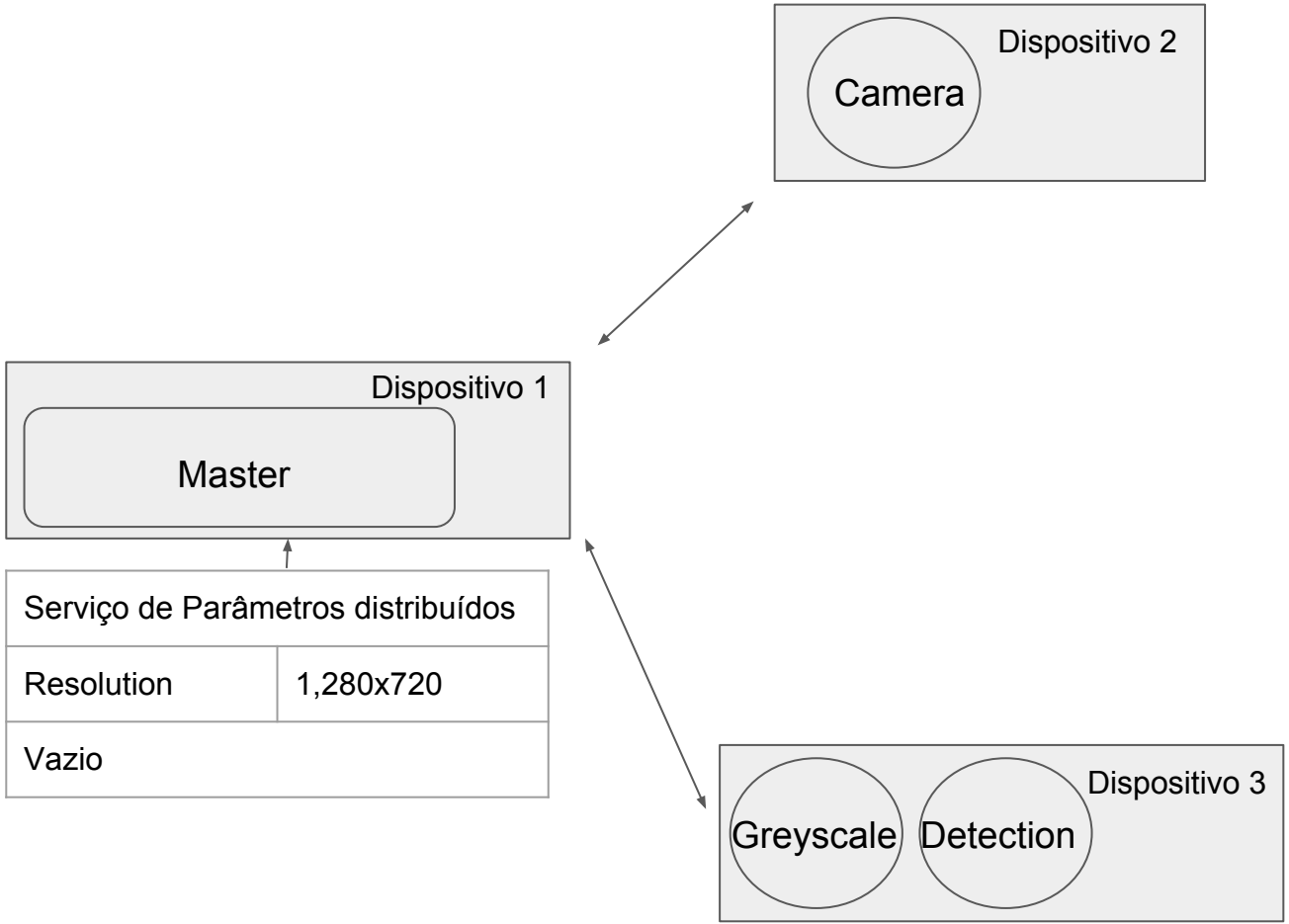
Node

Parâmetros

Tópicos

Serviços

Bags


Dispositivo 2
Camera
Dispositivo 1
Master
Serviço de Parâmetros distribuídos
Resolution
1,280x720
Vazio
Dispositivo 3
Greyscale
Detection

Conceitos do ROS

Master

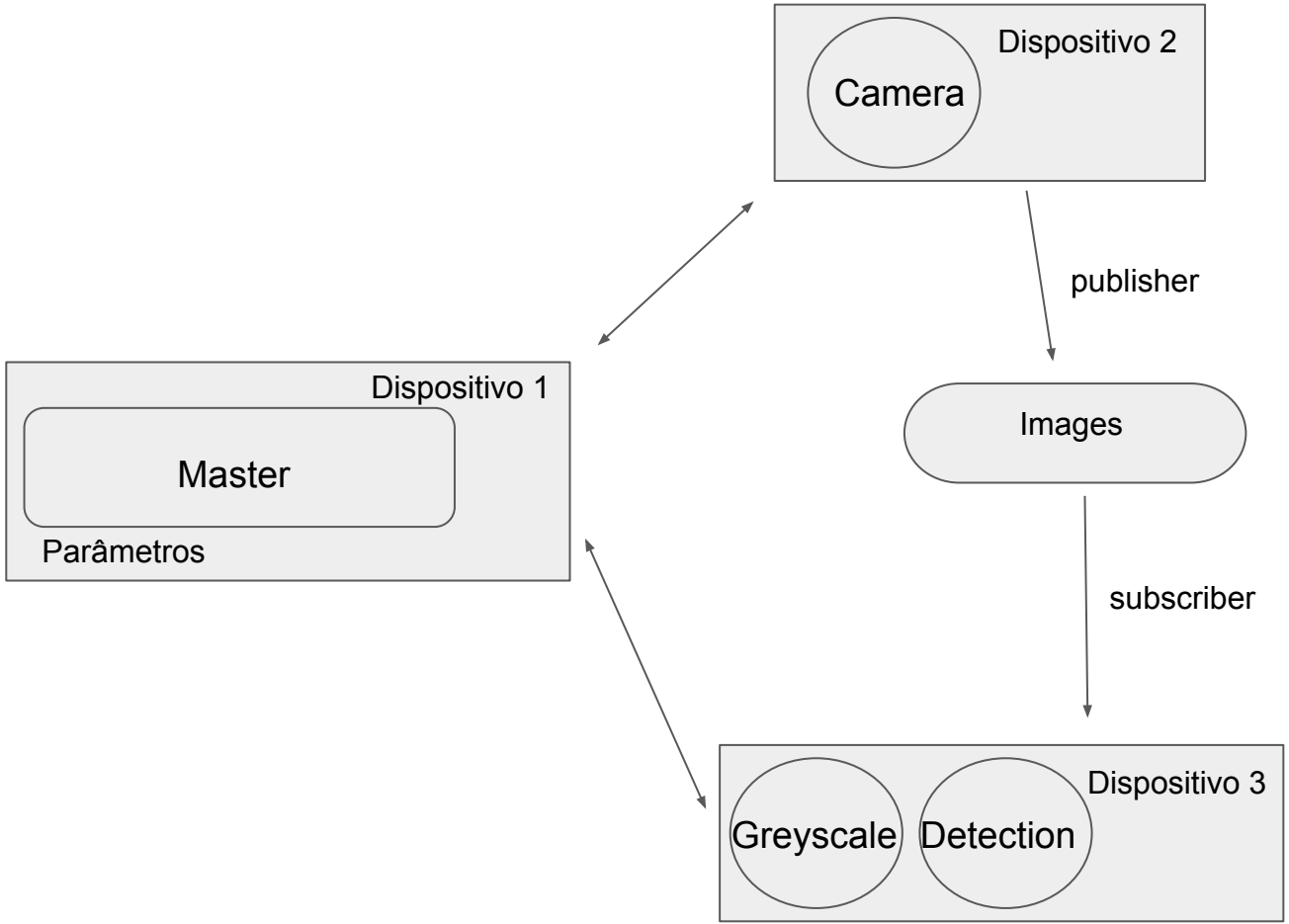
Node

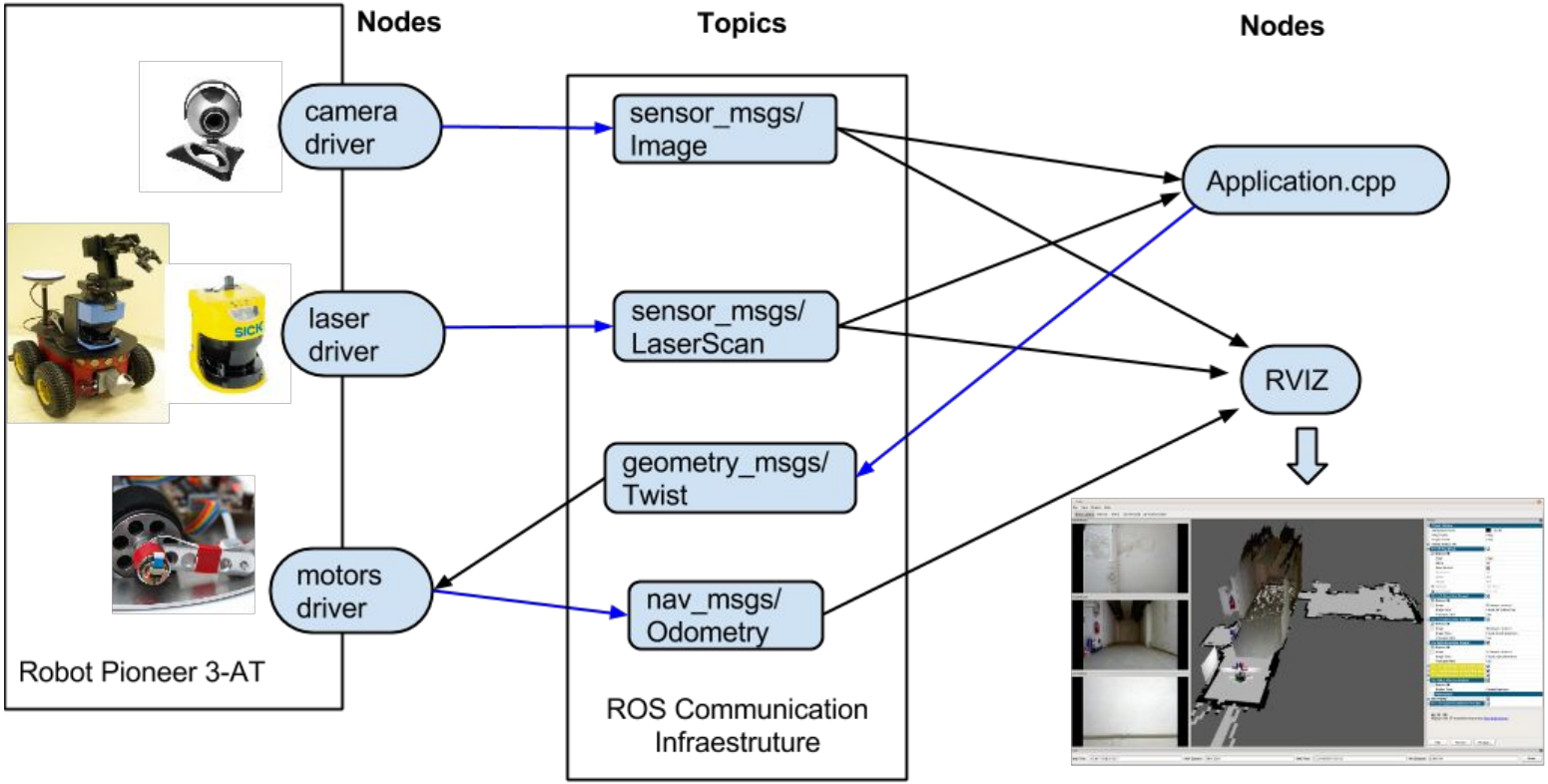
Parâmetros

Tópicos

Serviços

Bas


Dispositivo 2
Camera
publisher
Images
subscriber
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Dispositivo 3
Greyscale
Detection


Nodes
Topics
Nodes
camera driver
laser driver
motors driver
sensor_msgs/ Image
sensor_msgs/ LaserScan
geometry_msgs/ Twist
nav_msgs/ Odometry
Application.cpp
RVIZ
Robot Pioneer 3-AT
ROS Communication Infraestruture

Conceitos do ROS

Master

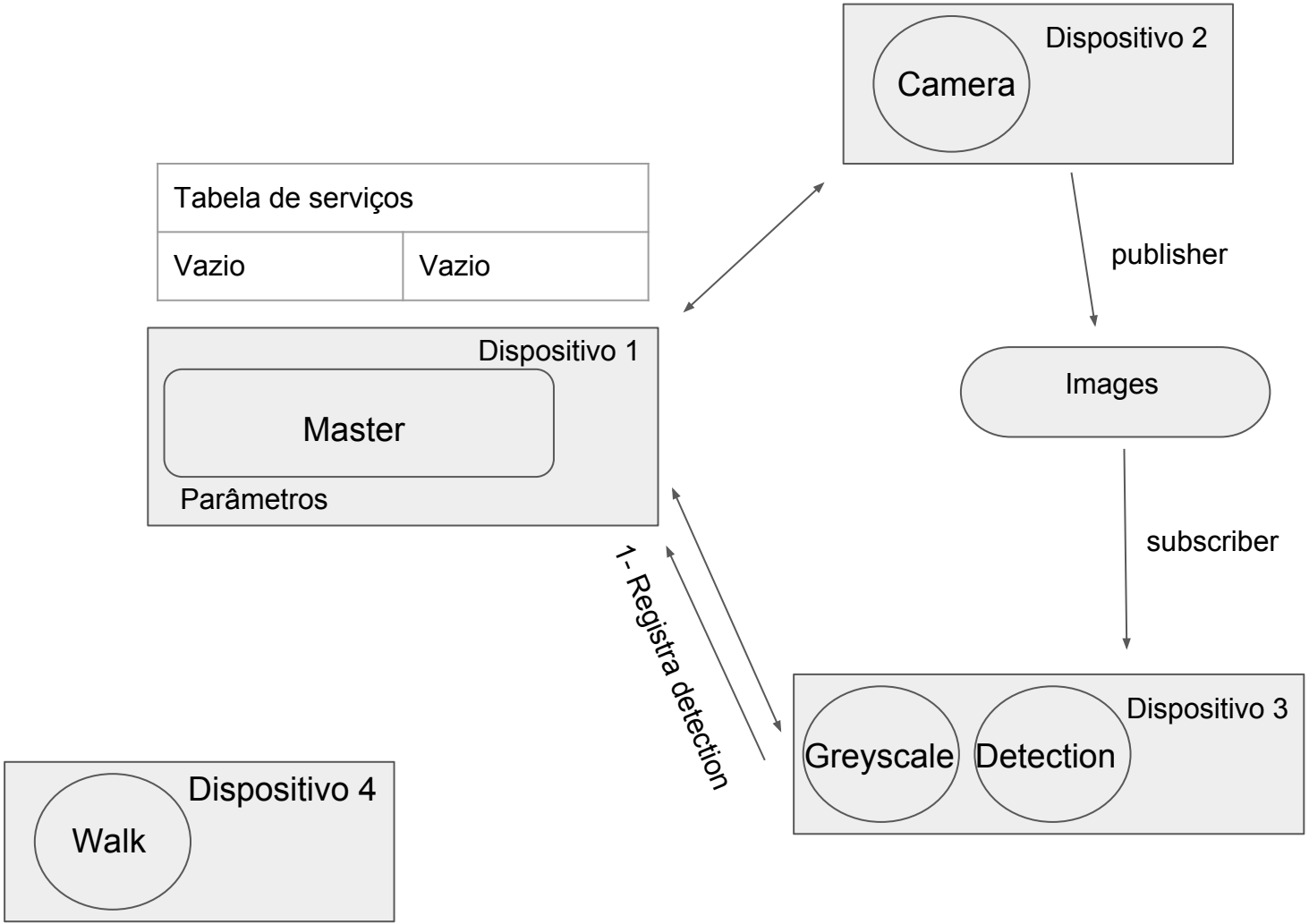
Node

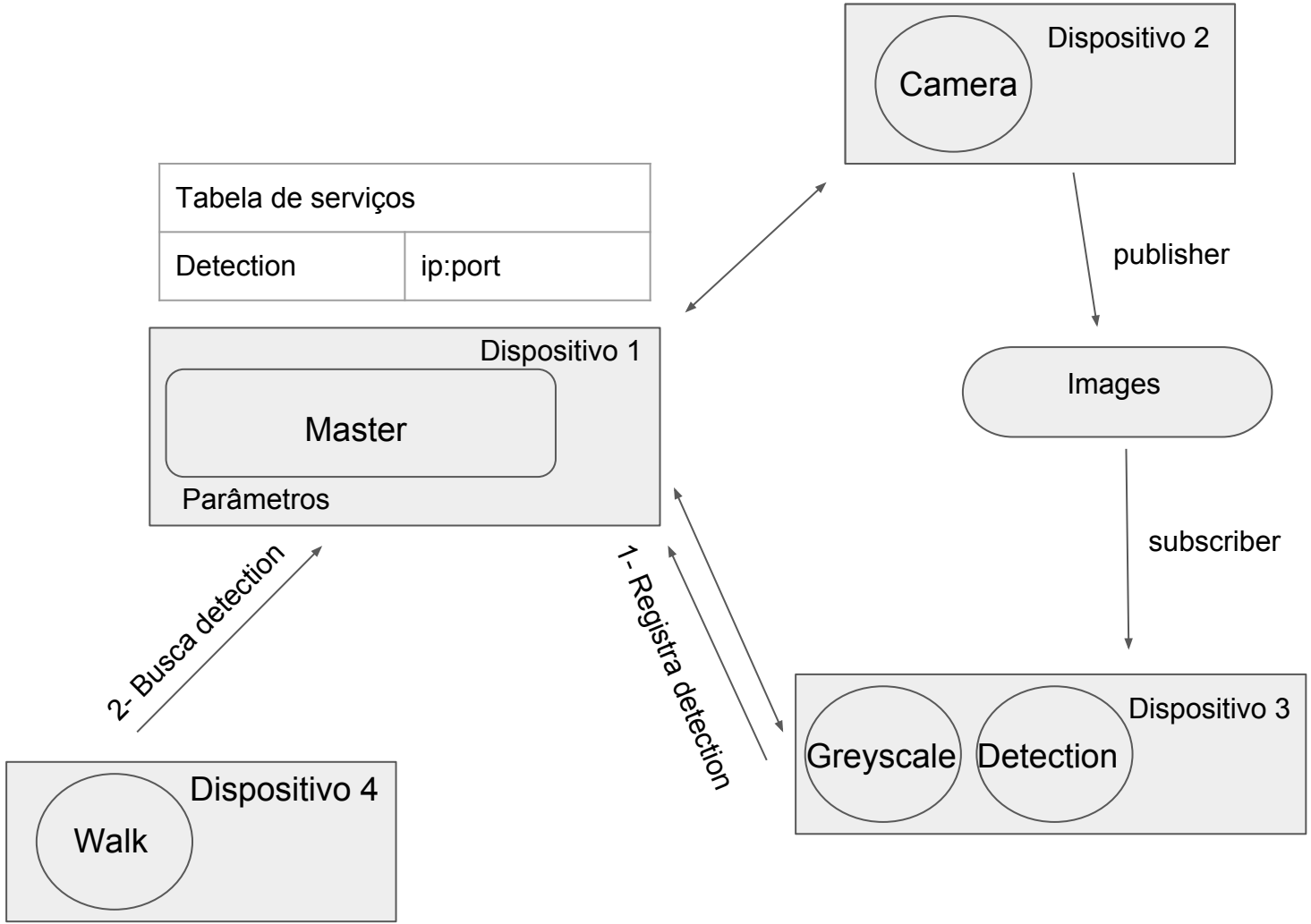
Parâmetros

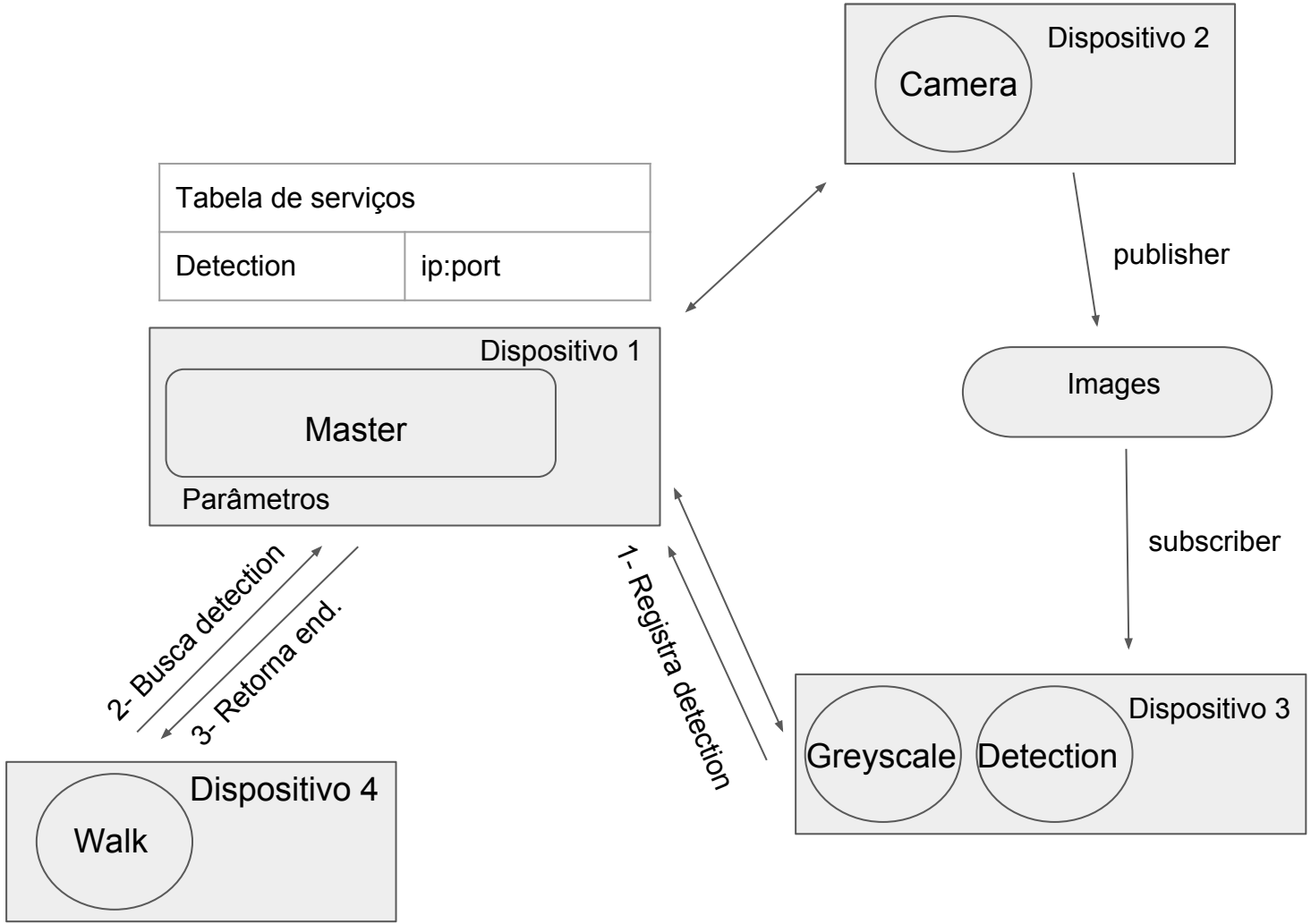
Tópicos

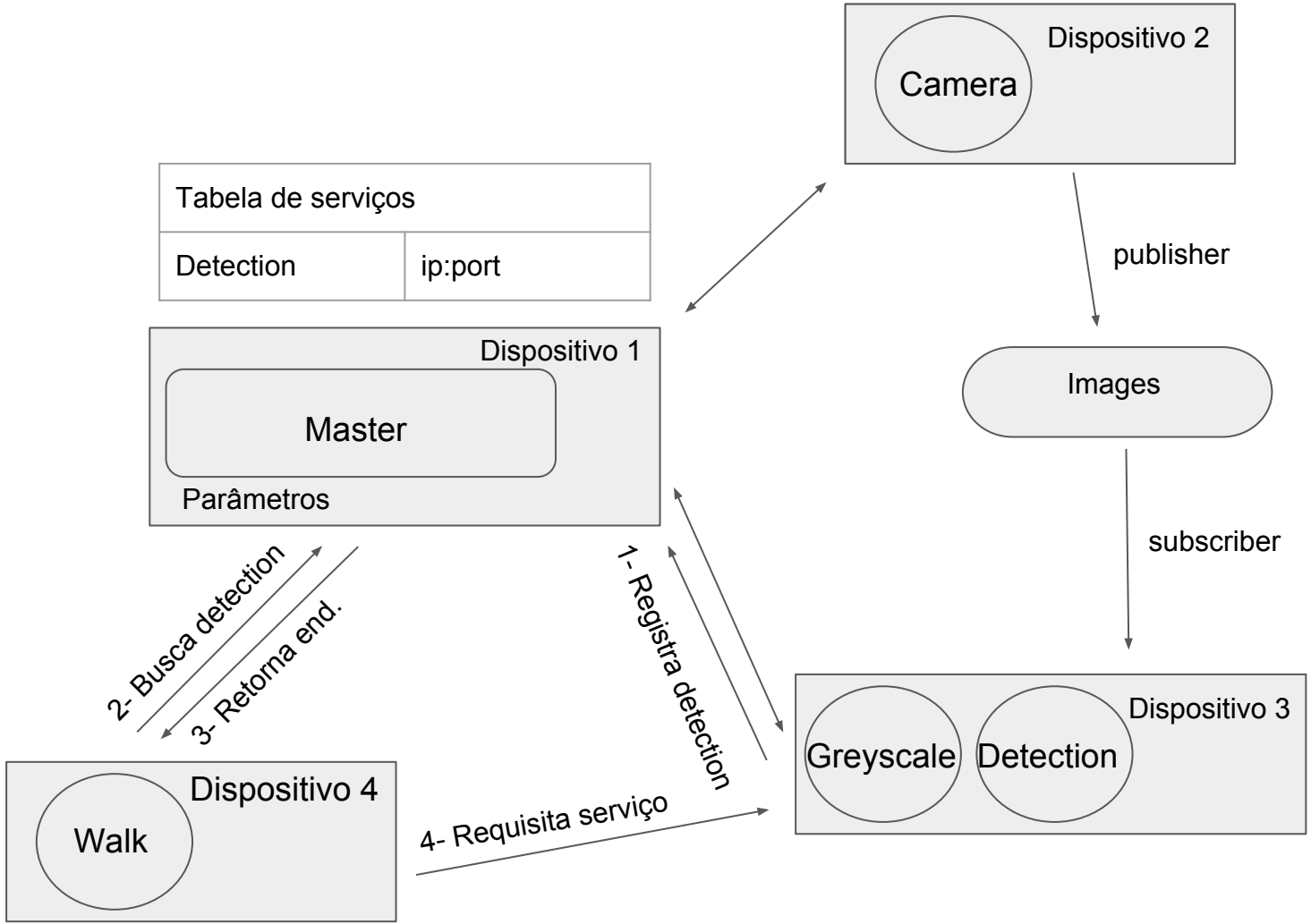
Serviços

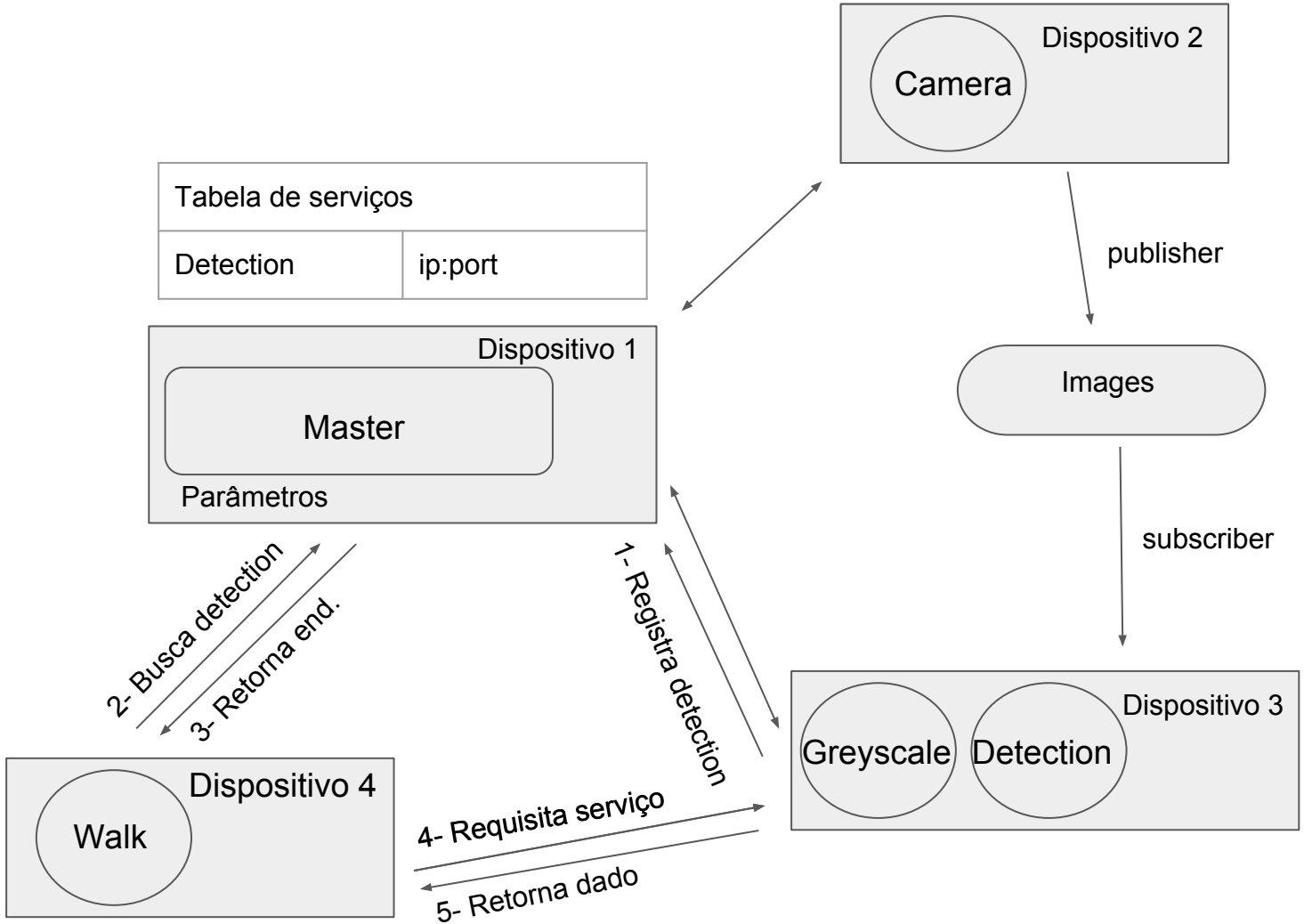
Bags


Dispositivo 2
Camera
Tabela de serviços
Vazio
Vazio
publisher
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Images
subscriber
1- Registra detection
Dispositivo 3
Greyscale
Detection
Dispositivo 4
Walk


Dispositivo 2
Camera
Tabela de serviços
Detection
ip:port
publisher
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Images
subscriber
2- Busca detection
1- Registra detection
Dispositivo 3
Greyscale
Detection
Dispositivo 4
Walk


Dispositivo 2
Camera
Tabela de serviços
Detection
ip:port
publisher
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Images
subscriber
2- Busca detection
3- Retorna end.
1- Registra detection
Dispositivo 3
Greyscale
Detection
Dispositivo 4
Walk


Dispositivo 2
Camera
Tabela de serviços
Detection
ip:port
publisher
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Images
subscriber
2- Busca detection
3- Retorna end.
1- Registra detection
Dispositivo 3
Greyscale
Detection
Dispositivo 4
Walk
4- Requisita serviço


Dispositivo 2
Camera
Tabela de serviços
Detection
ip:port
publisher
Dispositivo 1
Master
Parâmetros
Images
subscriber
2- Busca detection
3- Retorna end.
1- Registra detection
Dispositivo 3
Greyscale
Detection
Dispositivo 4
Walk
4- Requisita serviço
5- Retorna dado

Conceitos do ROS

Master

Node

Parâmetros

Tópicos

Serviços

Bags

Instalando o ROS

sudo sh -c 'echo "deb http://packages.ros.org/ros/ubuntu $(lsb_release -sc) main" > /etc/apt/sources.list.d/ros-latest.list'

sudo apt-key adv --keyserver hkp://ha.pool.sks-keyservers.net:80 --recv-key 421C365BD9FF1F717815A3895523BAEEB01FA116

sudo apt-get update

sudo apt-get install ros-kinetic-desktop-full

echo "source /opt/ros/kinetic/setup.bash" >> ~/.bashrc

source ~/.bashrc

Mãos à obra

Inicie o Master!

$ roscore

Abra um novo terminal e verifique os nodos que estão em execução:

$ rosnode list

Mãos à obra

- Brincando com o turtlesim:

Execute o turtlesim:

$ rosrun turtlesim turtlesim_node

Abra um novo terminal e verifique os nodos que estão em execução:

$ rosnode list

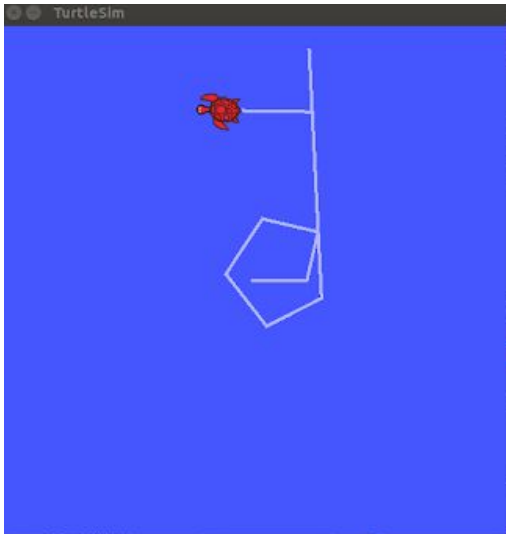
Mãos à obra

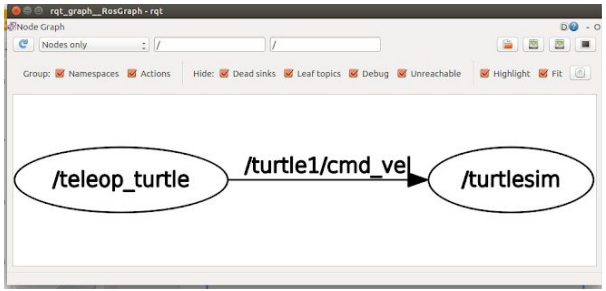
Agora controle a tartaruga! Em um novo terminal digite:

$ rosrun turtlesim turtle_teleop_key

É possível também ver a arquitetura do ROS digitando:

$ rosrun rqt_graph rqt_graph





Mãos à obra

Para ver o que está sendo publicado no tópico /turtle1/cmd_vel, digitem:

$ rostopic echo /turtle1/cmd_vel

Para ver o tipo da mensagem que está sendo publicada é necessário digitar:

$ rostopic type /turtle1/cmd_vel

Para descobrir os tipos que constituem as mensagens digitem:

$ rosmsg show geometry_msgs/Twist

Mãos à obra

Para ver o que está sendo publicado no tópico /turtle1/cmd_vel, digitem:

$ rostopic echo /turtle1/cmd_vel

Para ver o tipo da mensagem que está sendo publicada é necessário digitar:

$ rostopic type /turtle1/cmd_vel

Para descobrir os tipos que constituem as mensagens digitem:

$ rosmsg show geometry_msgs/Twist

Mãos à obra

- Publicando mensagens:

  rostopic pub [tópico] [tipo da mensagem] [mensagem]

$ rostopic pub /turtle1/cmd_vel geometry_msgs/Twist --’[2.0, 0.0, 0.0]’ ‘[0.0, 0.0, 1.8]’

$ rostopic pub -1 /turtle1/cmd_vel geometry_msgs/Twist --’[2.0, 0.0, 0.0]’ ‘[0.0, 0.0, 1.8]’

$ rostopic pub /turtle1/cmd_vel geometry_msgs/Twist -r 1 --’[2.0, 0.0, 0.0]’ ‘[0.0, 0.0, 1.8]’

Mãos à obra

Para medir a frequência de publicação das mensagens basta digitar:

$ rostopic hz /turtle1/pose

Para plotar os dados de um tópico:

$ rosrun rqt_plot rqt_plot

Mãos à obra

- Trabalhando com serviços!

Para listar os serviços disponíveis:

$ rosservice list

Para descobrir o tipo de um serviço:

$ rosservice type /clear

Para chamar um serviço basta digitar rosservice call [serviço][argumentos]

$ rosservice call /clear

Mãos à obra

- Chamando as tartarugas ninjas!

Descubra o tipo do serviço:

$ rosservice type /spawn | rossrv show

Mate a tartaruga existente :(

$ rosservice call /kill turtle1

Mãos à obra

Agora adicione as novas tartarugas!

rosservice call /spawn 4 5 0.0 “Donatelo”

rosservice call /spawn 6 5 3.0 “Michelangelo”

rosservice call /spawn 5 4 1.5 “Leonardo”

rosservice call /spawn 5 6 4.7 “Rafael”

Para controlar a nova tartaruga:

rosrun turtlesim turtle_teleop_key /turtle1/cmd_vel:=*Nome da turtle*/cmd_vel

Mãos à obra

- Trabalhando com parâmetros

Para listar os parâmetros:

$ rosparam list

Consultando parâmetro:

$ rosparam get [nome do parâmetro] (se deixar vazio consulta todos ao mesmo tempo)

Alterando parâmetros

$ rosparam set [nome do parâmetro]

Mãos à obra

Consulte o componente verde da cor de fundo do turtlesim:

$ rosparam get /background_g

Altere a cor de fundo do simulador

$ rosparam set /background_r 150

Para atualizar digite:

$ rosservice call /clear

Mãos à obra

- Revisão:

roscore - Inicia o master;

rosrun - Executa um nodo;

rosnode - Funções relacionadas a nodos;

rosservice - Funções relacionadas a serviços;

rostopic - Funções relacionadas a tópicos;

rosparam - Funções relacionadas a parâmetros;

Mãos à obra

- Workspace:

$ mkdir -p ~/catkin_ws/src && cd ~/catkin_ws/src

Criando o workspace:

$ catkin_init_workspace

Compilando o workspace:

$ cd ..

$ catkin_make

Mãos à obra

- Pacotes

Acesse a pasta:

$ cd ~/catkin_ws/src

Execute o script para a criação:

#catkin_create_pkg <Nome do Pacote> [Dependências]

$ catkin_create_pkg sacomp std_msgs rospy roscpp

Para compilar:

cd ~/catkin_ws && catkin_make

Mãos à obra

- Launch

Para executar digite roslaunch [nome do pacote][nome do arquivo.launch]

```
<launch>
        <node pkg="turtlesim" name="simulador" type="turtlesim_node"/> <!--abre turtlesim-->

        <node pkg="rostopic" name="publisher" type="rostopic"
                args="pub /turtle1/cmd_vel geometry_msgs/Twist -r 1 -- '[2.0, 0.0, 0.0]' '[0.0, 0.0, -1.8]'"/>
        <!--publica no tópico-->

        <node pkg="rosservice" name="tinta" type="rosservice" args="call /turtle1/set_pen 112 112 112 10
0"/>  <!--troca a cor da tinta-->

</launch>
```

Mãos à obra

- Launch

```
<launch>
	<node pkg="turtlesim" name="simulador" type="turtlesim_node"/> <!--abre turtlesim-->

	<node pkg="rosservice" name="mataTurtle" type="rosservice" args="call /kill turtle1"/>  <!--mata a turtle existente-->

	<!--cria as tartarugas ninja-->
	<node pkg="rosservice" name="mike" type="rosservice" args="call /spawn 4 5 0.0 Michelangelo "/>
	<node pkg="rosservice" name="rapha" type="rosservice" args="call /spawn 5 6 4.7 Rafael "/>
	<node pkg="rosservice" name="donnie" type="rosservice" args="call /spawn 6 5 3.2 Donatelo "/>
	<node pkg="rosservice" name="leo" type="rosservice" args="call /spawn 5 4 1.5 Leonardo "/>


</launch>
```

Mãos à obra

- Launch

```
<launch>
	<group ns="turtlesim1">
		<node pkg="turtlesim" name="sim" type="turtlesim_node"/>
	</group>
	<group ns="turtlesim2">
		<node pkg="turtlesim" name="sim" type="turtlesim_node"/>
	</group>

	<node pkg="turtlesim" name="mimic" type="mimic">
		<remap from="input" to="turtlesim1/turtle1"/>
		<remap from="output" to="turtlesim2/turtle1"/>
	</node>

</launch>
```

Para controlar a turtle: rosrun turtlesim turtle_teleop_key turtle1/cmd_vel:=/turtlesim1/turtle1/cmd_vel

Código Publisher/Subscriber C++

```
#include "ros/ros.h"
#include "std_msgs/String.h"
#include <sstream>

int main(int argc, char **argv)
{
  ros::init(argc, argv, "talker");
  ros::NodeHandle n;
  ros::Publisher chatter_pub = n.advertise<std_msgs::String>("chatter", 1000);
  ros::Rate loop_rate(10);
  int count = 0;
  while (ros::ok())
  {
    std_msgs::String msg;
    std::stringstream ss;
    ss << "hello world " << count;
    msg.data = ss.str();
    ROS_INFO("%s", msg.data.c_str());
    chatter_pub.publish(msg);
    ros::spinOnce();
    loop_rate.sleep();
    ++count;
  }
  return 0;
}
```

Código Publisher/Subscriber C++

```
#include "ros/ros.h"
#include "std_msgs/String.h"
void chatterCallback(const std_msgs::String::ConstPtr& msg)
{
  ROS_INFO("I heard: [%s]", msg->data.c_str());
}
int main(int argc, char **argv)
{
  ros::init(argc, argv, "listener");
  ros::NodeHandle n;
  ros::Subscriber sub = n.subscribe("chatter", 1000, chatterCallback);
  ros::spin();
  return 0;
}
```

Mãos à obra

Para pode chamar o talker e o listener de qualquer lugar é só adicionar no CMakeLists do pacote.

Adicionar os nodos no cmake:

- add_executable(talker_node src/talker.cpp)
- add_executable(listener_node src/listener.cpp)

Adicionar também as dependências padrões:

- target_link_libraries(talker_node ${catkin_LIBRARIES})
- target_link_libraries(listener_node ${catkin_LIBRARIES})

Compilar novamente: $ cd ~/catkin_ws , $ catkin_make

Mãos à obra

Para executar os nodos no pacote.

Terminal 1:

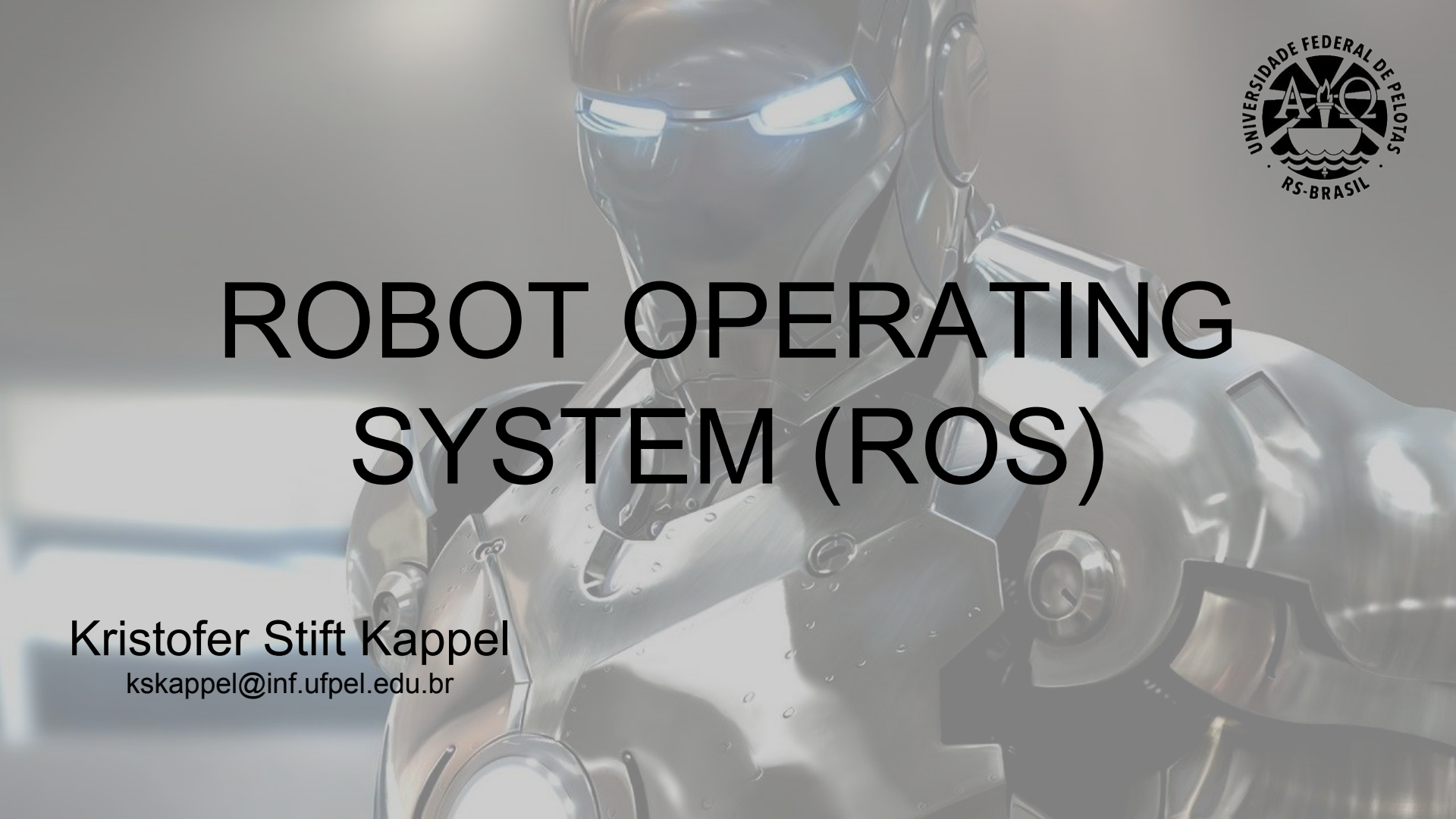
$ roscore

Terminal 2:

$ rosrun sacomp talker_node

Terminal 3:

$ rosrun sacomp listener_node



ROBOT OPERATING SYSTEM (ROS)

Kristofer Stift Kappel
kskappel@inf.ufpel.edu.br