

ROS机器人教学实践 课程群设计与改进

电气与自动化工程学院机器人工程系

致谢



国际软件人才
培训基地（上海）



➤ 1 课程群定位

➤ 2 教学实践目的

➤ 3 教学实践内容设计

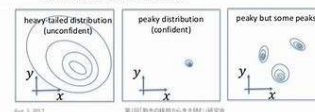
➤ 4 教学实践过程与方法设计

➤ 5 教学实践反思

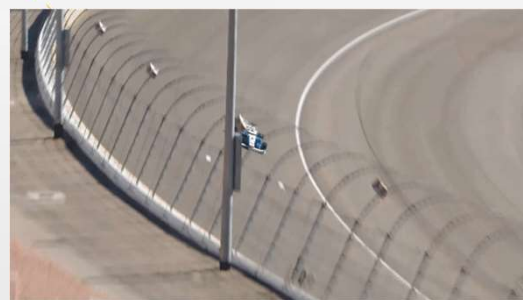
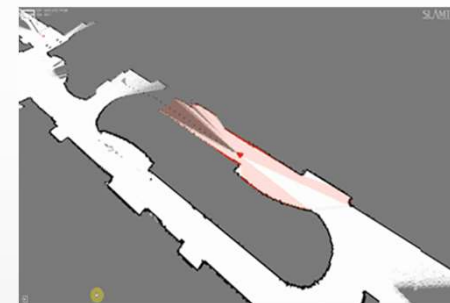
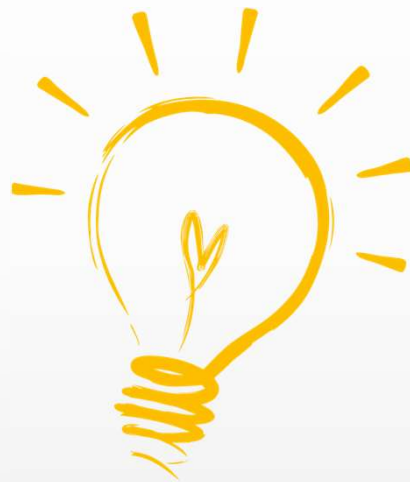


probability expression of knowledge

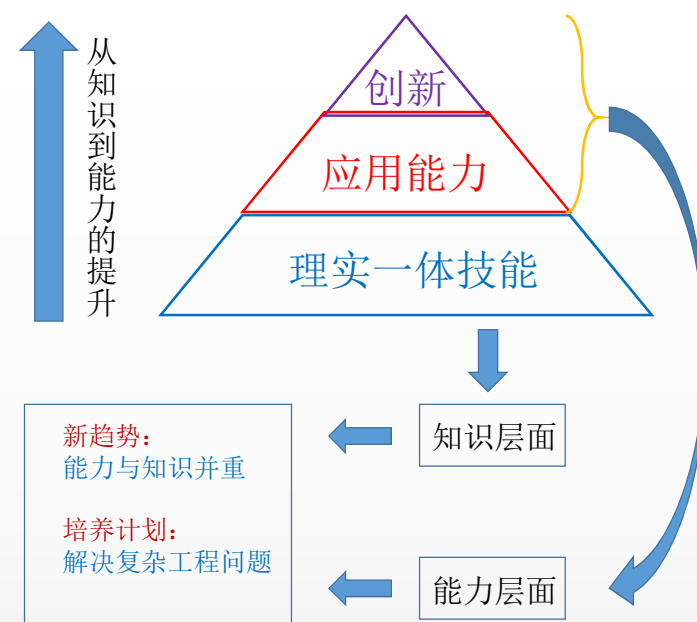
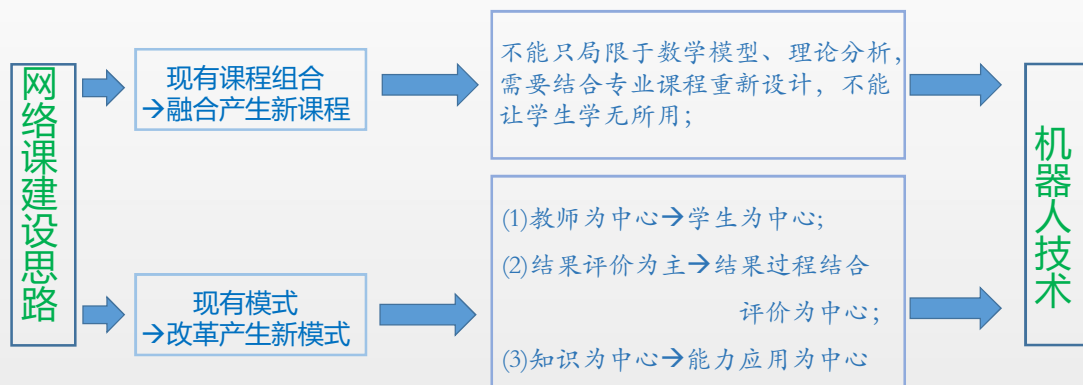
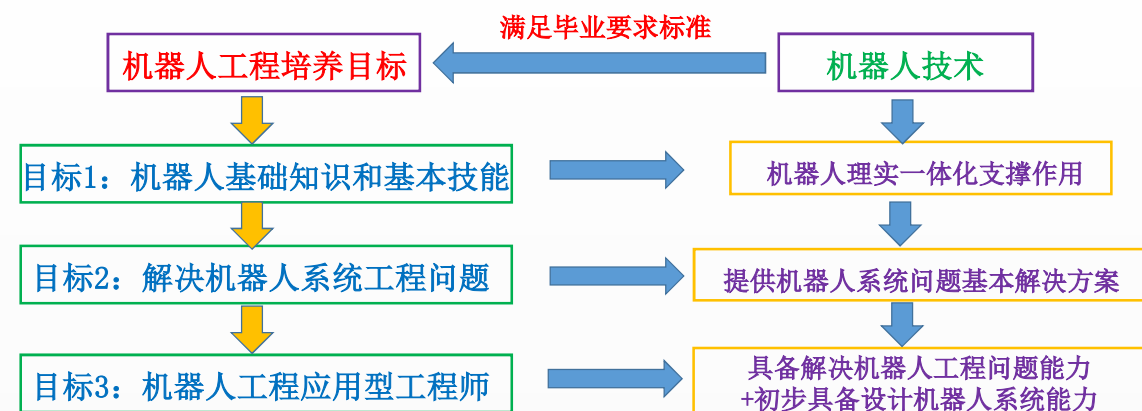
- state variables: $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$
 - $n = 3$: mobile robot self-localization
 - $n = 10^6$: SLAM (mapping)
 - The actual x is unknown.
- $bel(x)$: the belief of the robot about x
 - a probability density function



- Algorithm **Bayes_filter**($Bel(x), d$):
- $\eta = 0$
- If d is a **perceptual data item** z then
- For all x do
- $Bel'(x) = P(z | x) Bel(x)$
- $\eta = \eta + Bel'(x)$
- For all x do
- $Bel(x) = \eta^{-1} Bel'(x)$
- Else if d is an **action data item** u then
- For all x do
- $Bel'(x) = \int P(x | u, x') Bel(x') dx'$
- Return $Bel(x)$

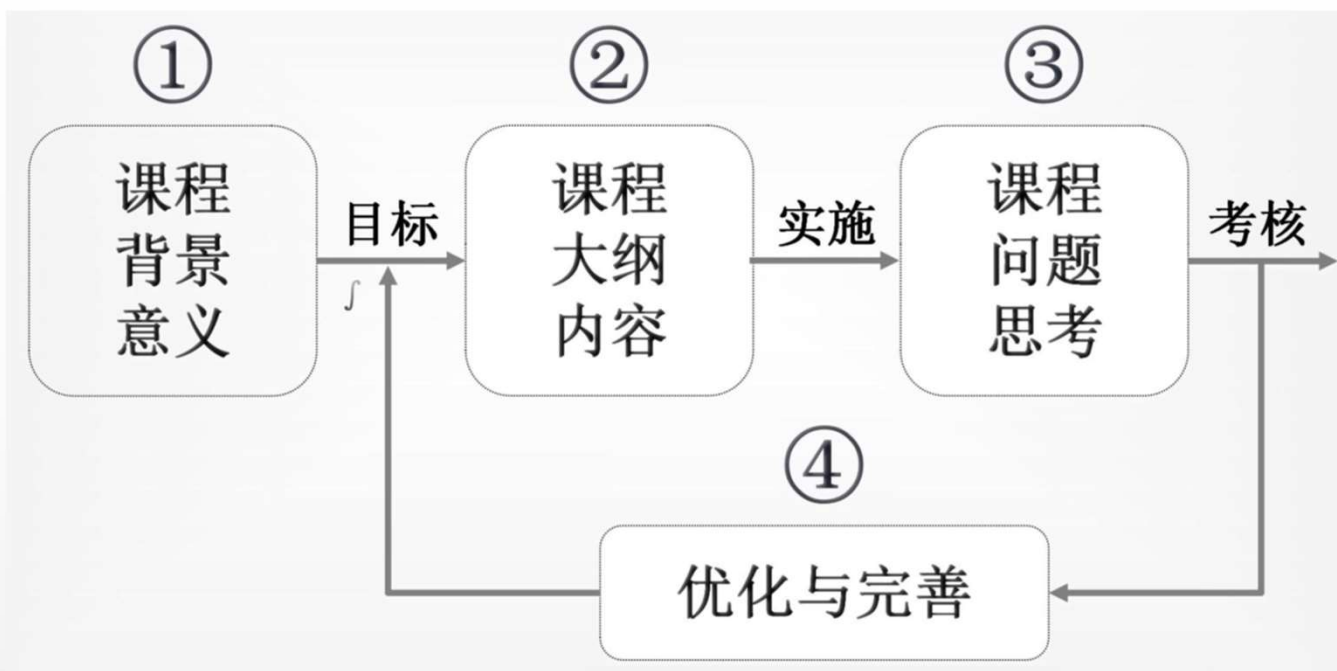


1 课程群定位



课程	教学目的	
机器人技术	基础	培养学生掌握机器人技术的理实能力（知识层面）
	提升	培养学生掌握解决已有机器人系统的能力（应用层面）
	研究	培养学生设计和开发机器人系统的能力（创新层面）

1 课程群定位



教学实践是一个不断完善和更新的动态过程，课程建设没有完成时只有进行时。

学年	学期	开课学院	教工号	姓名	多教师	性别	课程代码	课程名称
2015-2016	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1640023	现代控制理论
2015-2016	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1640023	现代控制理论
2015-2016	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1640023	现代控制理论
2016-2017	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2016-2017	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300115	电气专业工具软件应用
2016-2017	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300276	机器人系统设计与控制
2016-2017	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	专业工具软件
2016-2017	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1650020	单片机技术理论与实践
2017-2018	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2017-2018	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2017-2018	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300274	人机智能交互技术
2017-2018	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300276	机器人系统设计与控制
2017-2018	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300277	智能机器人技术综合实训
2017-2018	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	G1610035	ROS机器人高效编程
2017-2018	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	专业工具软件
2017-2018	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	专业工具软件
2018-2019	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2018-2019	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2018-2019	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300274	人机智能交互技术
2018-2019	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	智能机器人技术综合实训
2018-2019	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	现代控制理论
2019-2020	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300020	计算机控制技术
2019-2020	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300144	SLAM技术
2019-2020	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300147	机器人控制编程
2019-2020	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300147	机器人控制编程
2019-2020	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	G1610035	ROS机器人高效编程
2020-2021	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1630020	专业工具软件
2020-2021	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300098	单片机原理及接口技术
2020-2021	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300144	SLAM技术
2020-2021	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300181	机器人技术创新与实践
2020-2021	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A0720003	单片机原理与应用
2020-2021	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1620019	微机原理与接口技术
2020-2021	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	A1640023	现代控制理论
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300021	ROS机器人程序设计
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300021	ROS机器人程序设计
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300092	ROS机器人程序设计
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300092	ROS机器人程序设计
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300098	单片机原理及接口技术
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300098	单片机原理及接口技术
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300181	机器人技术创新与实践
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300182	机器人控制设计与编程
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300182	机器人控制设计与编程
2021-2022	2	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2015	男	16300248	项目设计创新训练I
2021-2022	1	电气与自动化工程学院	201500049	张瑞雷	2008	男	16300247	项目设计创新训练I

1 课程群定位



行业认可
应用广泛

需求导向
前沿引领
持续更新
多层规划
理实结合

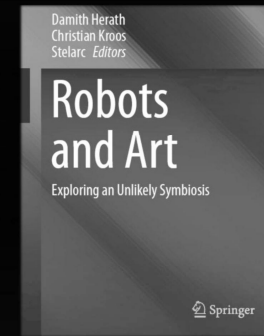
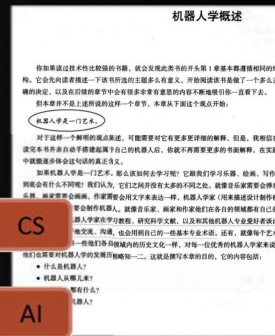


理论



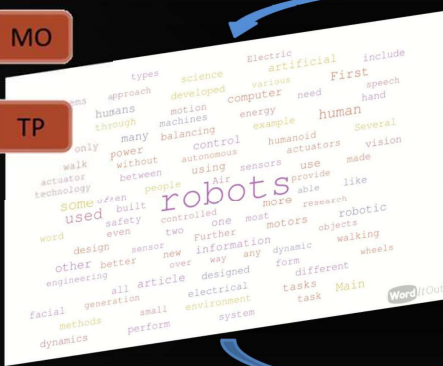
应用

机器人学是什么？专业？课程？方向？

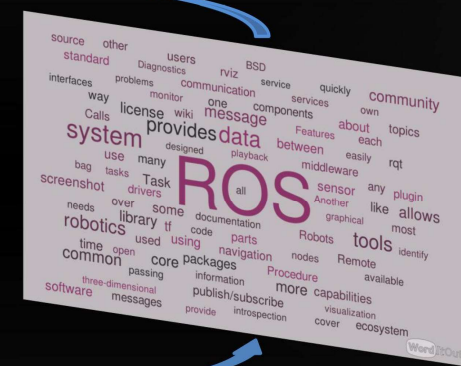


- CS
- AI
- VR
- MO
- TP

理论性、复杂性、系统性、应用型、艺术、交叉学科.....



机器人



ROS

1 课程群定位

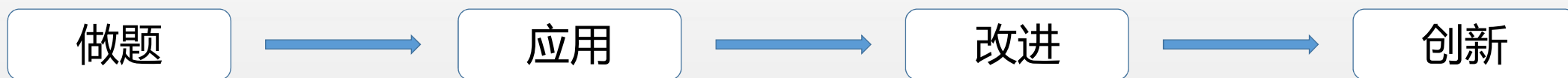
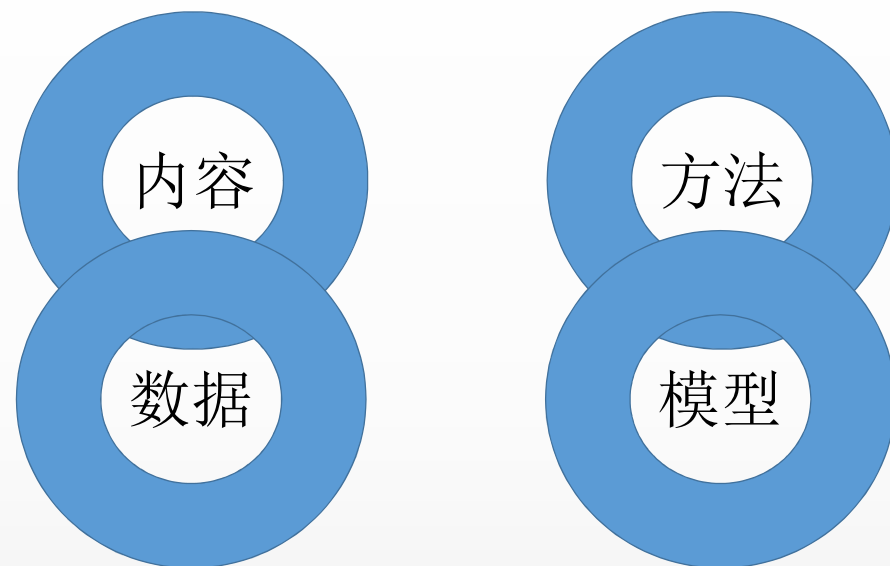
 <p>现代控制理论</p>	<p>现代控制理论</p> <p>浙江大学 王健全</p> <p>《现代控制理论》课程是电气工程、自动化、信息技术等相关学科的专业基础课程。本课程主要学习现代控制理论的建模、分析和...</p>	 <p>工业机器人调试</p>	<p>工业机器人调试 职业教育课程 国家精品</p> <p>南京工业职业技术大学 王晓勇、杨海波、李光雷、倪寿勇、洪晴、陈勇、庄俊东</p> <p>《工业机器人调试》主要面向机电一体化技术专业等非工业机器人技术专业开设的一门工业机器人应用课程。主要讲解工业机器人的基...</p>
 <p>现代控制理论基础</p>	<p>现代控制理论基础 国家精品</p> <p>西北工业大学 郭建国、赵斌、郭宗易</p> <p>控制理论作为最为活跃的学科之一，其设计思想已在各个学科领域得到了广泛应用，重要的发展阶段。在本课程中，西北工业大学郭建国教授带领团队将用形象生动的语...</p>	 <p>工业机器人现场编程</p>	<p>工业机器人现场编程 国家精品</p> <p>常州机电职业技术学院 陈小艳、王斌、林燕文、汪励</p> <p>工业机器人是当今最热门的技术领域之一，它为中国从制造大国向制造强国迈进提供核动力，掌握了工业机器人的应用的技术，将你的职业发展插上梦想的翅膀。还在等什么，...</p>
 <p>现代控制理论基础</p>	<p>现代控制理论基础</p> <p>南京理工大学 徐胜元、李银伢、张保勇、田杨、钱龙军、杜宝珠、马倩</p> <p>现代控制理论是自动控制理论的重要组成部分，是学习和掌握先进控制方法的基础制理论的局限，将一个系统分解为输入、输出和状态，在...</p> <p>764人参加 进行至第11周</p>	 <p>工业机器人实操与应用技巧</p>	<p>工业机器人实操与应用技巧 职业教育课程 国家精品</p> <p>北京电子科技职业学院 管小清、吕世霞、周国焯、冯志新</p> <p>《工业机器人实操与应用技巧》是工业机器人技术专业课程体系中的基础课程之一，是一门多学科的综合性的技术，它涉及自动控制、计算机、传感器、人工智能、电子技术和机...</p> <p>2604人参加 已结束</p>

很少有适合应用型本科学校的课程？

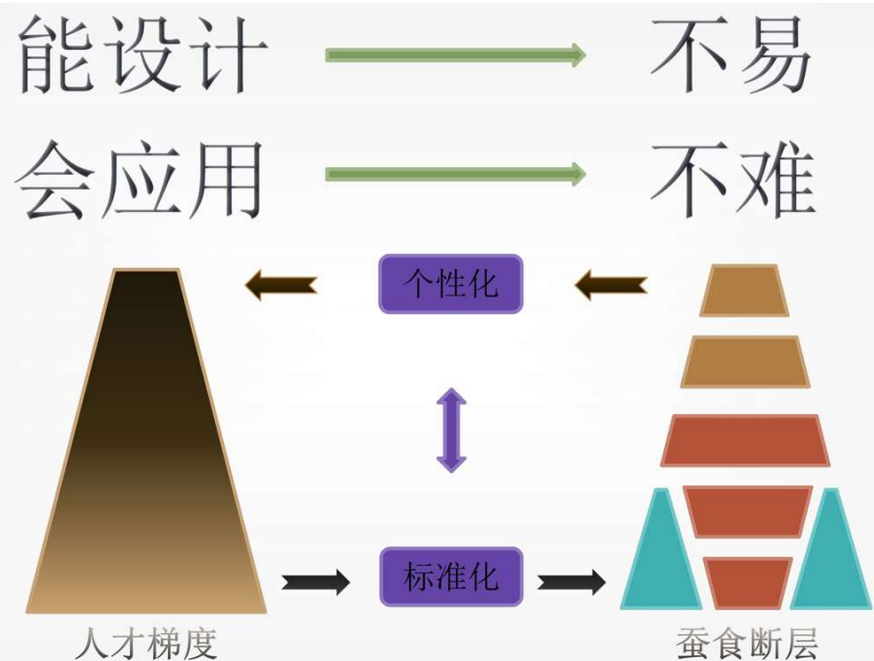
带着工具找问题，还是带着问题找工具

2 教学实践目的

- 从学习实践到研究创造的转变
- 从做题到解决实际问题的改变
- 从模仿到开发创意产品的蜕变



2 教学实践目的



宏观→微观

教师

主动性差
不预习
不复习
上课玩手机
.....

学生

理论枯燥
知识陈旧
无兴趣
不知如何用
.....

以践促学，两难自解

应用型本科：是2014年教育部提出将全国普通本科高等院校1200所学校中的600多所逐步向应用技术型大学转变。应用型本科注重培养适应生产建设的技术型人才，重能力，强实践，以实践课为主，将原理、科学规律等转化为工程设计或规划、决策，理论基础课程降低，专业课和实践教学占比增加。

2 教学实践目的

竞赛

欢迎大家进入机器人编程的奇妙世界

zhangrelay

协作



3 教学实践内容设计

选用·好教材

理论

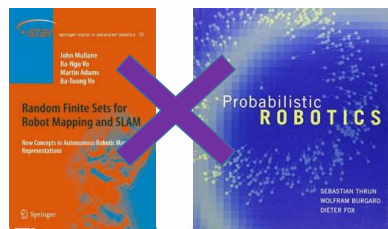
老师教为主，学生学为辅

仿真

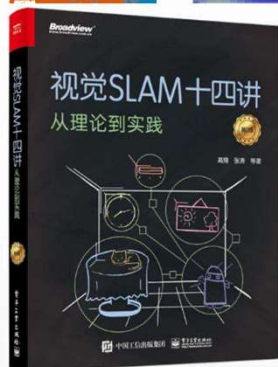
老师教为辅，学生学为主

应用

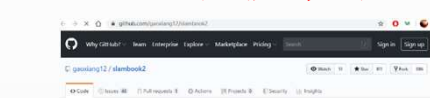
老师引导，学生自学互助



不是985，不是211，
是**应用型**



不是数学课，不是理论课，
是**基础工程技术课**

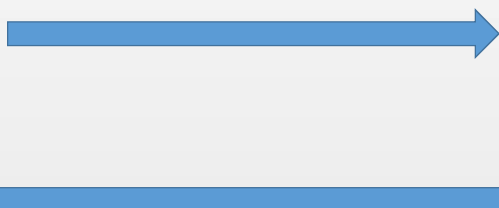
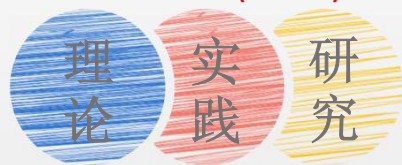


<https://github.com/gaoxiang12/机器人book2>



课程镜像(输入)

知识链(系统)



效果(输出)

论坛帖子内容摘要：

- 用户 160917203: 2020-02-26 09:01:35. 内容: 关于移动之星，扫描地图连续使用。
- 用户 160917228: 2020-02-26 08:29:53. 内容: 首先是要问题，发现于机器人的大小必定会有到达不到的地方，其次地图中的障碍物过于理想化，如果有干扰因素加入，该机器人是否能完成相应任务。
- 用户 160917127: 2020-02-25 22:52:39. 内容: 扫描地图机器人遇到自身盲区的时候，就不扫描相应位置进行扫描，比如房间死角等位置。
- 用户 160917119: 2020-02-25 22:40:14. 内容: 从上面可以看出机器人工作的环境属于家庭环境，是结构化环境。而机器人要进行三维的空闲运动，首先需要建立一个空环境。在slam中，固定的世界坐标系和机器人的坐标系，机器人坐标系随着机器人运动而改变，每个坐标系都有各自的坐标系产生。而这种坐标系的变化则是通过平移和旋转产生的。这种变化的计算可以用矩阵表示。同样，矩阵也可以用来表示机器人的位置，而在此基础上，还有旋转、缩放、位移等等，都是用单轴位刚体运动的工具。如何应用，SLAM过程就是不断的计算新的位姿和建立地图，其中的相机位姿就是我们提供的初始矩阵，而其中旋转矩阵以加多不确定因素导致误差的累积，这时候就需要数学推导出了算法的优化。
- 用户 160917120: 2020-02-25 10:24:36. 内容: 上述的数学算法基础，而想要将实际的物理世界引入到算法中，就需要一个关键的媒介——相机。科学研究告诉我们，人眼从外界获取信息量有70%来自视觉，视觉系统是机器人感知环境最基础的感知方式。基于模式识别、机器视觉的发展，基于视觉的机器人定位也成为研究热点。
- 用户 160917101: 2020-02-18 09:22:43. 内容: 双目立体视觉三维重建是基于视觉原理的，即左相机像面上的任一点只要在右相机像面上，上找到对应的匹配点，就可以确定出该点的三维信息，从而获取对应点的三维坐标。相机成像了真实的世界，是真实世界在成像平面上的投影。而在视觉中，外界是SLAM设计的目标，而最终的相机模型就是世界——相机——由一维化——二维。相机成像，就会造成了误差，接下来就是对误差进行修正了。如上图，我们可以发现这是一个不断扩大的误差范围，其中可以观察到机器人位姿与障碍物遮挡的，这涉及到对机器人基于初始位姿。

3 教学实践内容设计

葛振业 (160917203) +10 经验值

2020-02-26 09:01:35

家具移动之后,扫描的地图没法继续使用。

编辑标签

朱弘逸 (160917228) +10 经验值

2020-02-26 06:29:53

首先是高度问题,受限于机器人的大小必定会有那些达不到的地方,其次视频中的建模环境太过于理想化,如果有干扰因素的加入,该机器人是否能完成相应任务

编辑标签

张鹏 (160917127) +10 经验值

2020-02-25 22:52:39

当扫地机器人遇到比自身高度好的时候,就不能对相应位置进行清扫,比如茶几和沙发等位置。

编辑标签

王琪 (160917119) +10 经验值

2020-02-25 22:40:14

一是无法很好的处理移动中的物体,比如人或者宠物
二是只能在坡度变化很小的地面上进行

编辑标签

王逸凡 (160917120) +10 经验值

2020-02-25 10:24:36

了解还不够,没有发现

编辑标签

邓川平 (160917101) +10 经验值

2020-02-18 09:22:43

如果地板上有水,能识别吗?

周宇
160917130

从上图可以看出机器人工作的环境属于家庭环境,是稠密环境,而机器人想要进行三维的空间运动,首先需要建造一个空间环境。在slam中,固定的世界坐标和移动的机器人坐标系,机器人坐标系随着机器人运动而改变,每个时刻都有新的坐标系产生,而这种坐标系的变化则是通过平移和旋转产生的,这种变化的计算可以用矩阵表示,同样,矩阵也可以用来表示机器人的位姿。而在此基础上,还有角轴、欧拉角、四元数等,都是用来表征刚体运动的工具。如我们所知,SLAM的过程就是不断的估计相机的位姿和建立地图,其中的相机位姿就是我们所说的变换矩阵,而其中旋转矩阵队加法不封闭会导致算法的错误,这时候就需要李群来进行算法的封闭化。

上述的都是算法基础,而想要将现实的物理世界带入虚拟算法中,就要一个关键的媒介——相机。科学研究统计表明,人类从外界获得信息量约有75%来自视觉,视觉系统是机器人与人类感知环境最接近的探测方式。受益于模式识别、机器视觉的发展,基于视觉的机器人定位近年来成为研究热点。

基于视觉的定位主要分为单目视觉、双目视觉:

单目视觉无法直接得到目标的三维信息,只能通过移动获得环境中特征点的深度信息,适用于工作任务比较简单且深度信息要求不高的情况,如果利用目标物体的几何形状模型,在目标上取3个以上的特征点也能够获取目标的位置等信息,但定位精度不高。

双目立体视觉三维测量是基于视差原理的,即在左相机像面上的任意一点只要能在右相机像面上,上找到对应的匹配点,就可以确定出该点的三维信息,从而获取其对应点的三维坐标。相机记录了真实的世界,是真实世界在成像平面上的投影,而相机模型中,外参是SLAM估计的目标,而最终的相机模型就是世界——相机——归一平面化——像素,相机成像后,就会生成了图像,接下来就可以对图像进行处理了。如二图,我们可以发现这是一个不断扩张的增量地图,其中可以观察到机器人定位与建图是同步的,这就涉及到扫地机器人基于信标的定位。

信标定位原理在航海或航空中利用无线电基站发出的无线电波实现定位与导航的技术,对机器人室内定位而言是指,机器人通过各种传感器接收或观测环境中已知位置的信标,经过计算得出机器人与信标的相对位置,再代入已知的信标位置坐标,解出机器人的绝对坐标来实现定位。用于定位的信标需满足3个条件:

- (1) 信标的位置固定且信标的绝对坐标已知;
- (2) 信标具有主动特征,易于辨识;
- (3) 信标位置便于从各方向观测。

信标定位方式主要有三边测量和三角测量,三边测量是根据测量得到的机器人与信标的距离来确定移动机器人位置的方法,三边测量定位系统至少需要3个已知位置的发射器(或接收器),而接收器(或发射器)安装在移动机器人上。三角测量和三边测量的思路大体一致,通过测量移动机器人与信标之间的角度来进行定位。

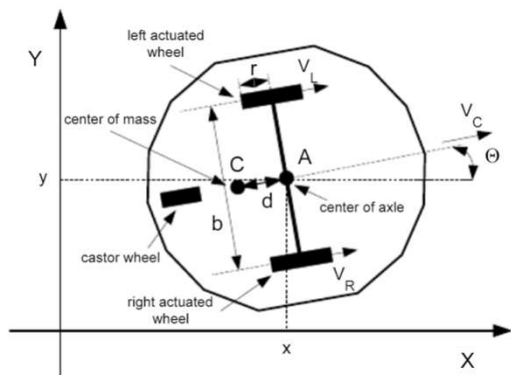
基于信标的定位系统依赖于一系列环境中已知特征的信标,并需要在移动机器人上安装传感器对信标进行观测。用于信标观测的传感器有很多种,比如超声波传感器、激光雷达、视觉传感器等,可以实时测量,没有累积误差,精度相对较高、稳定性好,提供快速、稳定、精确的绝对位置信息,但安装和维护信标花费很高。

[收起全文](#)

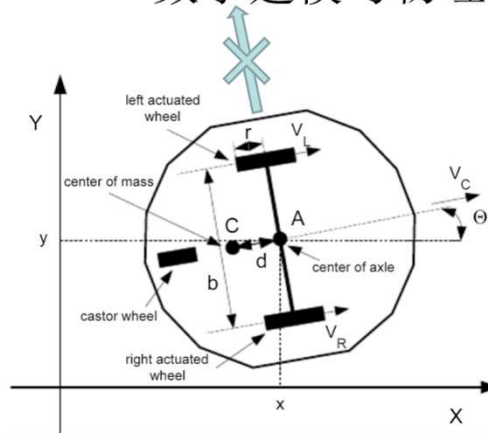
03月25日 18:48 提交

3 教学实践内容设计

数学建模与物理模型的关系



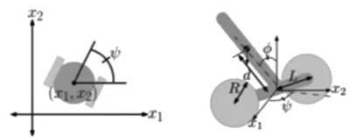
数学建模与物理模型的关系



$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r/2 & r/2 \\ 0 & 0 \\ -r/L & r/L \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_l \\ \omega_r \end{pmatrix}$$

这种类型的机器人可以横着走吗?

两轮差动自平衡机器人



$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2.16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 72.49 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -1.67 & -1.67 \\ 0 & 0 \\ 0.029 & -0.029 \\ 0 & 0 \\ -24.15 & -24.15 \end{bmatrix}$$

$$x = [v \ \omega \ \phi \ \dot{\phi}]^T, \quad u = [\tau_L \ \tau_R]^T$$

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2.16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 72.49 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -1.67 & -1.67 \\ 0.029 & -0.029 \\ 0 & 0 \\ -24.15 & -24.15 \end{bmatrix}$$

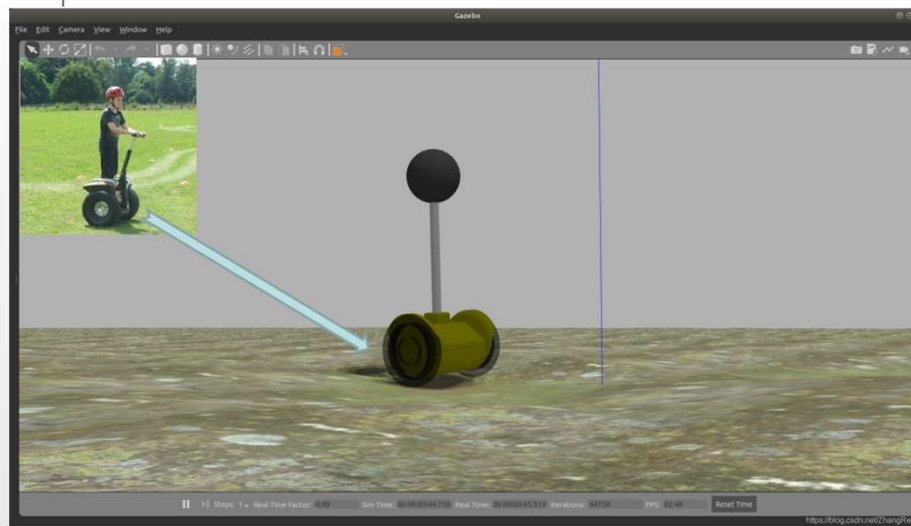
简化

线性化

$$3(m_w + m_b)\ddot{\phi} - m_b d \cos \phi \ddot{\phi} + m_b d \sin \phi (\dot{\phi}^2 + \dot{\psi}^2) = -\frac{1}{R}(\tau_L + \tau_R)$$

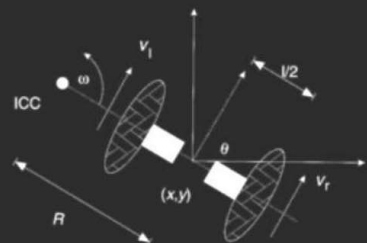
$$((3L^2 + \frac{1}{2R^2})m_w + m_b d^2 \sin^2 \phi + I_3)\ddot{\psi} + m_b d^2 \sin \phi \cos \phi \dot{\phi} \dot{\psi} = \frac{L}{R}(\tau_L - \tau_R)$$

$$m_b d \cos \phi \dot{\phi} + (-m_b d^2 - I_3)\dot{\phi} + m_b d^2 \sin \phi \cos \phi \dot{\phi}^2 + m_b g d \sin \phi = \tau_L + \tau_R$$

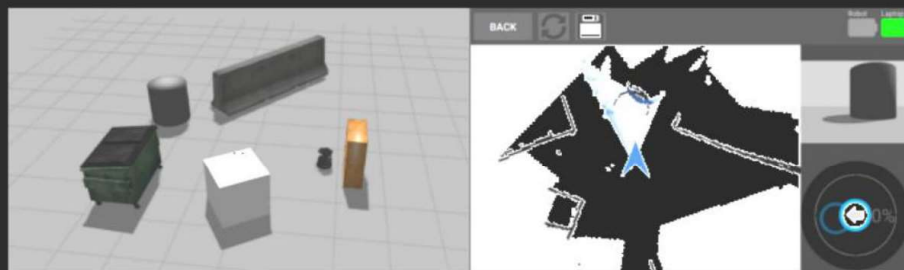


3 教学实践内容设计

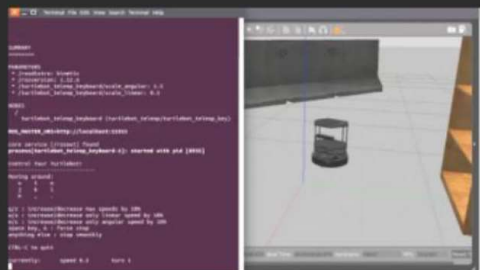
方法：突出思维能力训练



$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta/2 & \cos\theta/2 \\ \sin\theta/2 & \sin\theta/2 \\ 1/l & 1/l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_r \\ v_l \end{bmatrix}$$



```
// Apply multipliers:
const double ws = wheel_separation_multiplier_ * wheel_separation_;
const double wr = wheel_radius_multiplier_ * wheel_radius_;
// Compute wheels velocities:
const double vel_left = (curr_cmd.lin - curr_cmd.ang * ws / 2.0)/wr;
const double vel_right = (curr_cmd.lin + curr_cmd.ang * ws / 2.0)/wr;
// Set wheels velocities:
for (size_t i = 0; i < wheel_joints_size_; ++i)
{
    left_wheel_joints_[i].setCommand(vel_left);
    right_wheel_joints_[i].setCommand(vel_right);
}
```



Subscribed Topics
cmd_vel (geometry_msgs/Twist)
Velocity command.

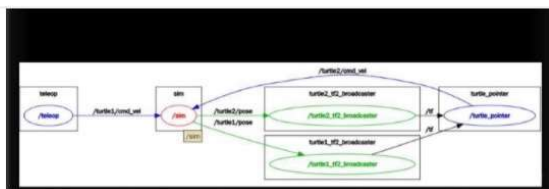
Published Topics
odom (nav_msgs/Odometry)
Odometry computed from the hardware feedback.
/tf (tf/tfMessage)
Transform from odom to base_footprint

认知：困难
(区别陌生与复杂)

参考文献：1. <http://wiki.ros.org/>
2. <https://github.com/>

3 教学实践内容设计

ROS机器人TF坐标变换



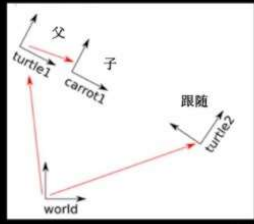
24

ROS暑期学校 EXBOT

添加新坐标

定义了一个新的frame名称为carrot1,它的父坐标是turtle1,距离它父坐标是在y轴 即在左侧2米左右。

那么 turtle2跟carrot1 保持什么样的位置关系?



The diagram shows a 2D coordinate system with 'world' as the origin. 'turtle1' is at the origin. 'carrot1' is to the left of 'turtle1'. 'turtle2' is to the right of 'turtle1'. Arrows indicate the relative positions and the '跟随' (follow) relationship.

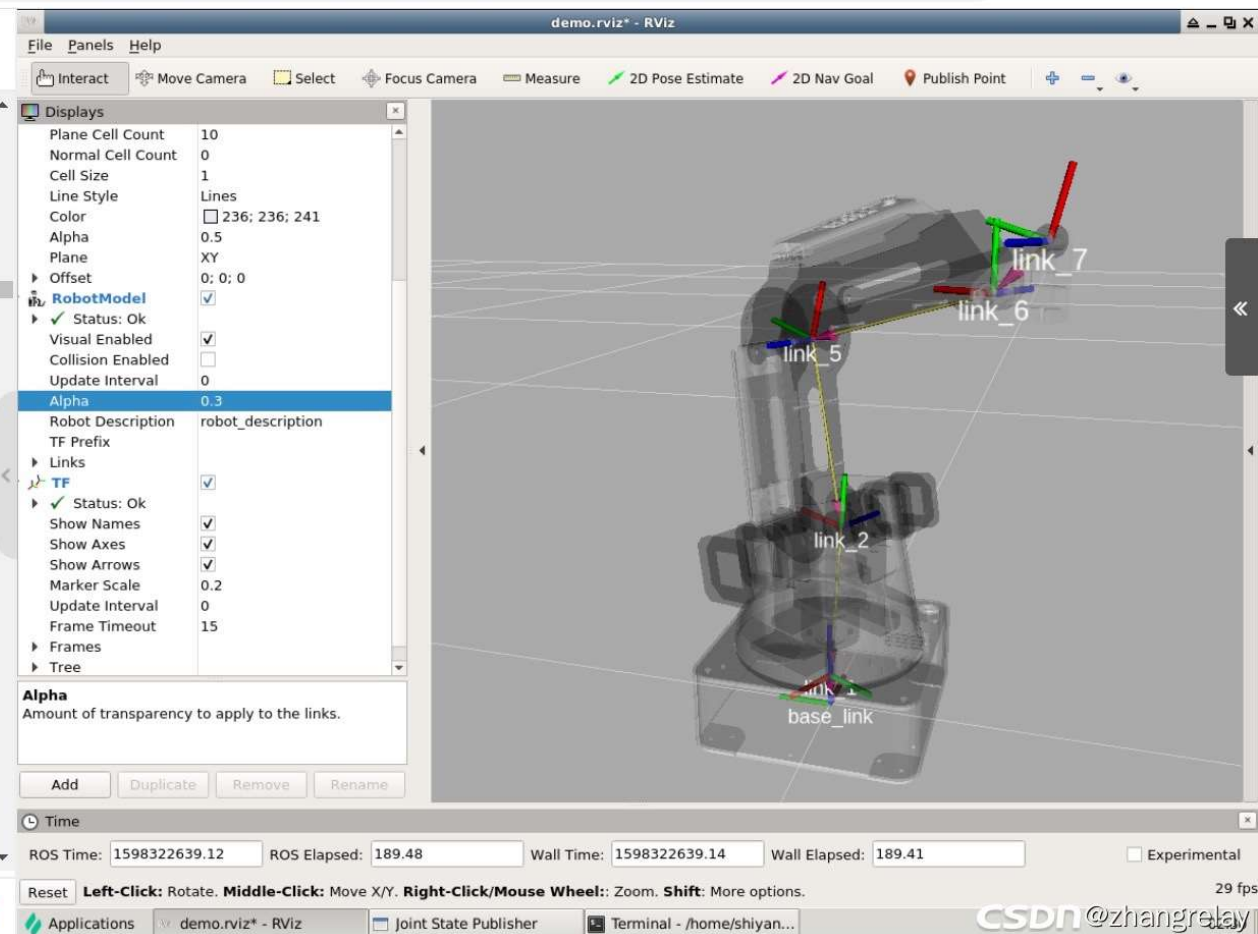
25

ROS暑期学校 EXBOT

添加新坐标—固定

将turtle2跟随turtle1改为跟随carrot1

完成学习



The RViz interface displays a 7-link robot model. The TF tree is visible in the left panel, showing the 'base_link' as the root, with 'link_1' through 'link_7' as children. The 'Alpha' value is set to 0.3. The right panel shows the robot model with coordinate frames for each link. The bottom panel shows ROS Time, ROS Elapsed, Wall Time, and Wall Elapsed.

Property	Value
Plane Cell Count	10
Normal Cell Count	0
Cell Size	1
Line Style	Lines
Color	236; 236; 241
Alpha	0.5
Plane	XY
Offset	0; 0; 0
RobotModel	<input checked="" type="checkbox"/>
Status	Ok
Visual Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
Collision Enabled	<input type="checkbox"/>
Update Interval	0
Alpha	0.3
Robot Description	robot_description
TF	<input checked="" type="checkbox"/>
Status	Ok
Show Names	<input checked="" type="checkbox"/>
Show Axes	<input checked="" type="checkbox"/>
Show Arrows	<input checked="" type="checkbox"/>
Marker Scale	0.2
Update Interval	0
Frame Timeout	15

3 教学实践内容设计

ROS2 课程云实践环境 蓝桥 - 蓝 × | ROS2 课程云实践环境 - 蓝桥 × | ROS2 课程云实践环境_蓝桥 - 蓝 × | ROS2 课程云实践环境 - ROS机 ×

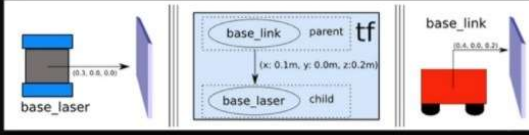
lanqiao.cn/courses/1635/learning/?id=45711

ROS机器人TF坐标变换

坐标转换

```
laser_point.point.x = 1.0;
laser_point.point.y = 0.2;
laser_point.point.z = 0.0; //激光数据, (1.0,0.2,0.0)

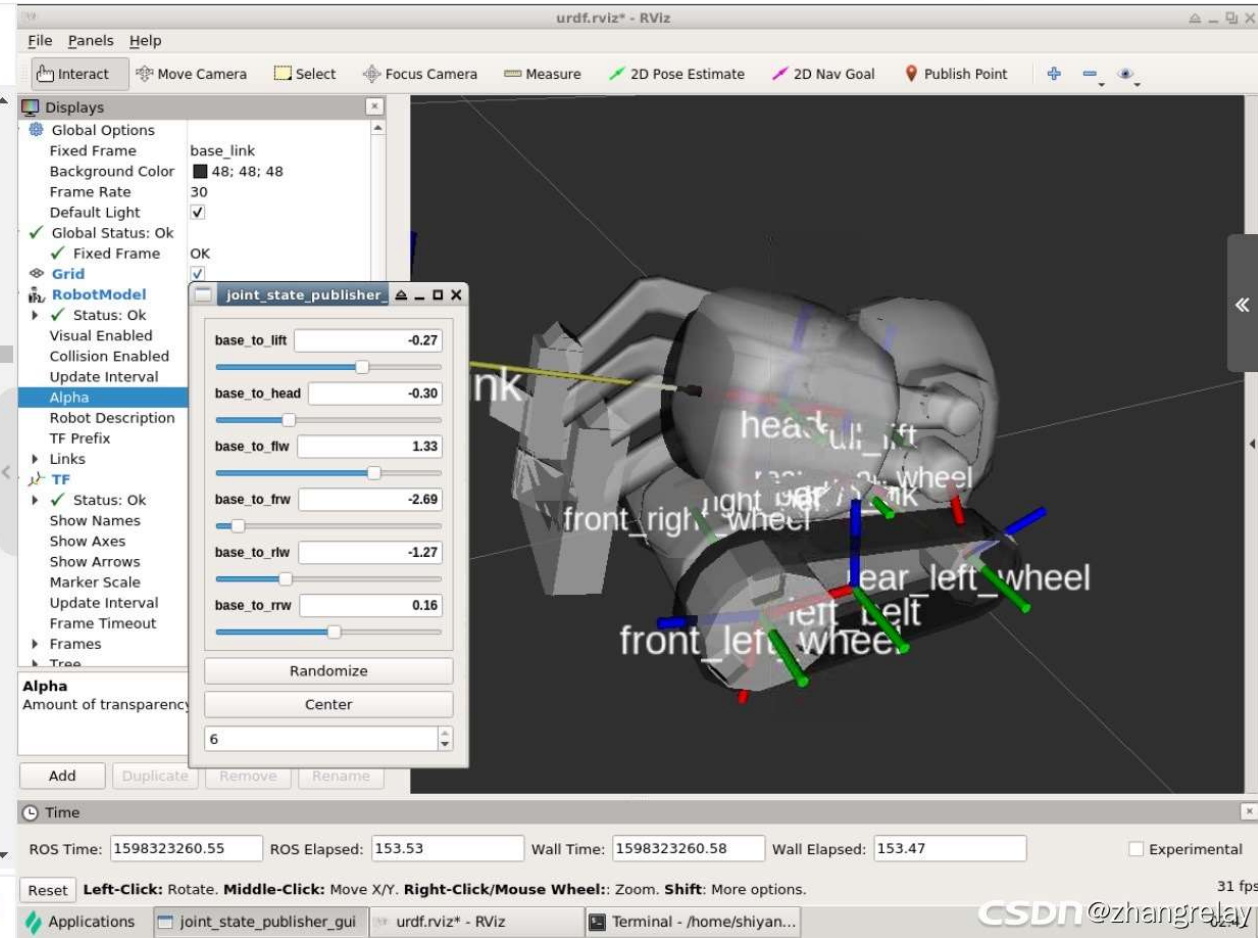
listener.transformPoint("base_link", laser_point, base_point);
//转换目标、来源、基点
//base_laser的数据转到base_link下
```



测试

```
shiyuanlou:~$ roslaunch robot_setup_tf_tutorial tf_listener [7:00:44]
[ INFO ] [1500246051.669897760]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246051.66
[ INFO ] [1500246052.673930028]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246052.67
[ INFO ] [1500246053.664544679]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246053.65
[ INFO ] [1500246054.665008775]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246054.66
[ INFO ] [1500246055.668946425]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246055.66
[ INFO ] [1500246056.668930747]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246056.66
[ INFO ] [1500246057.664408164]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
(1.10, 0.20, 0.20) at time 1500246057.65
[ INFO ] [1500246058.664951692]: base_laser: (1.00, 0.20, 0.00) ----> base_link:
```

完成学习



urdf.rviz* - RViz

Displays: Global Options, Fixed Frame: base_link, Background Color: 48; 48; 48, Frame Rate: 30, Default Light: checked, Global Status: Ok, Fixed Frame: OK, Grid: checked, RobotModel: checked, Visual Enabled: checked, Collision Enabled: checked, Update Interval: OK, Alpha: 6, Robot Description: TF Prefix, Links: TF: checked, Status: Ok, Show Names: checked, Show Axes: checked, Show Arrows: checked, Marker Scale: checked, Update Interval: checked, Frame Timeout: checked, Frames: Tree

joint_state_publisher GUI:

- base_to_lift: -0.27
- base_to_head: -0.30
- base_to_flw: 1.33
- base_to_frw: -2.69
- base_to_rlw: -1.27
- base_to_rrw: 0.16

Time: ROS Time: 1598323260.55, ROS Elapsed: 153.53, Wall Time: 1598323260.58, Wall Elapsed: 153.47

Reset Left-Click: Rotate. Middle-Click: Move X/Y. Right-Click/Mouse Wheel: Zoom. Shift: More options.

Applications: joint_state_publisher_gui, urdf.rviz* - RViz, Terminal - /home/shiyan...

31 fps

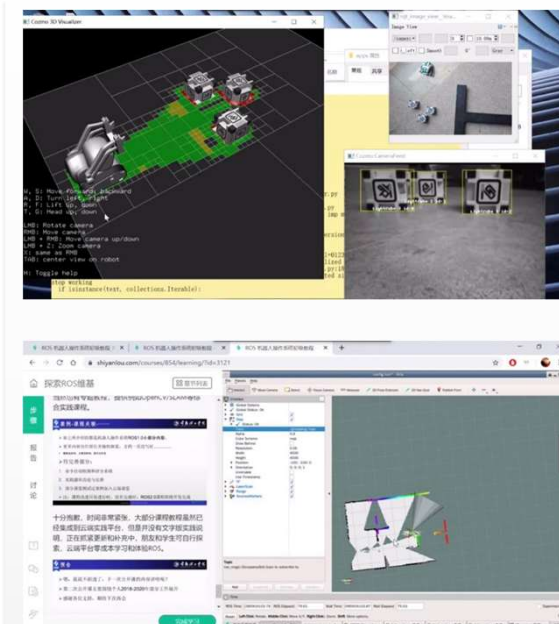
CSDN@zhangrelay

4 教学实践过程与方法设计

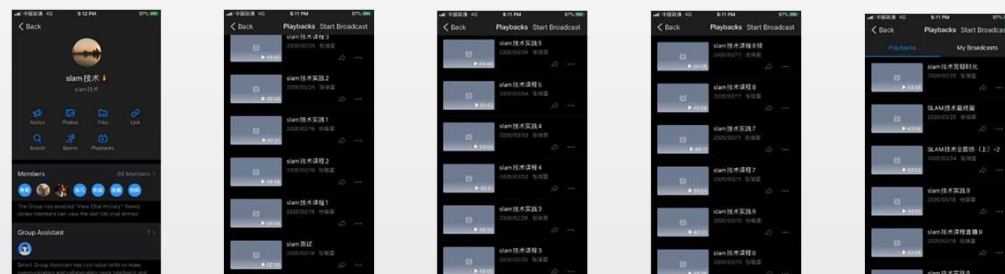


教 学 考 用

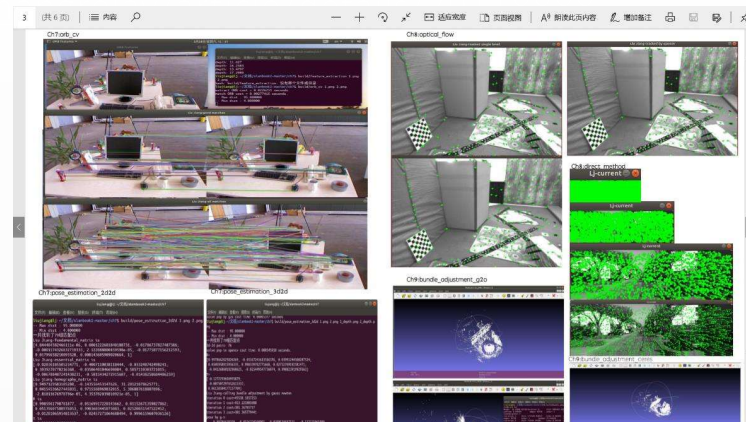
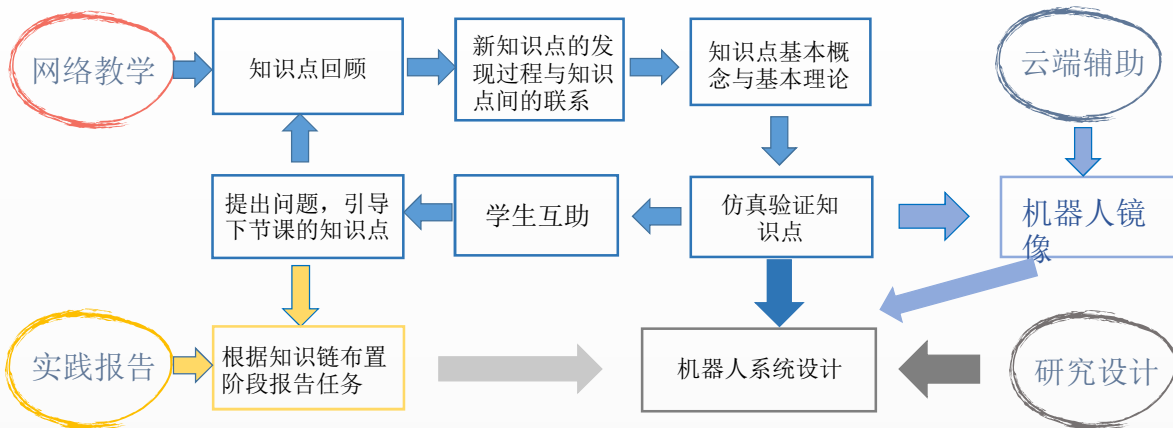
	课外阅读-选读机器人操作系统要考的关键因素.pdf	1.91 MB 2020-03-18 15:48:31 10 经验 59 人已查看
	8SLAM技术第八课直线法视觉里程计.pptx	4.77 MB 2020-03-10 16:53:07 10 经验 60 人已查看
	7SLAM技术第七课特征点法视觉里程计.pptx	2.06 MB 2020-03-10 16:51:16 10 经验 60 人已查看
	指南自管.pdf	287.44 KB 2020-03-09 15:57:58 10 经验 60 人已查看
	SLAM技术第五课相机与图像.pptx	2.02 MB 2020-03-03 16:44:39 10 经验 61 人已查看
	SLAM技术第三课三维空间刚体运动plus.pptx	832.93 KB 2020-03-03 16:44:34 10 经验 61 人已查看
	SLAM技术第六课非线性优化.pptx	710.04 KB 2020-03-03 16:44:31 10 经验 61 人已查看
	SLAM技术第三课三维空间刚体运动.pptx	659.92 KB 2020-02-27 06:33:11 10 经验 62 人已查看
	SLAM技术第二课初识SLAM.pptx	3.26 MB 2020-02-22 16:14:53 10 经验 63 人已查看
	SLAM技术第一课简介.pptx	2.12 MB 2020-02-22 16:14:49 10 经验 62 人已查看
	CMake Practice.pdf	264.27 KB 2020-02-20 10:30:56 2 经验 64 人已查看



课程综合采用云班课，钉钉直播，QQ群交流，云端实验平台和定制版实践镜像展开。每次钉钉直播的同时开设课程答疑讨论，同时还开展资料阅读，作业，头脑风暴和调研等活动。QQ群和答疑群努力引导学生互助，增强学生团队协作意识。云端实践平台，2017年完成制作，此部分课程中未作重点介绍，只提供给学生自主实践使用。



4 教学实践过程与方法设计



学生实践报告 (部分)

教学过程四环节的联系



学生互助 (部分)



学生研究设计 (部分)

4 教学实践过程与方法设计



ROS

单片机与微机原理类课程，融合IoT+Linux，无缝融合51→esp8266→esp32

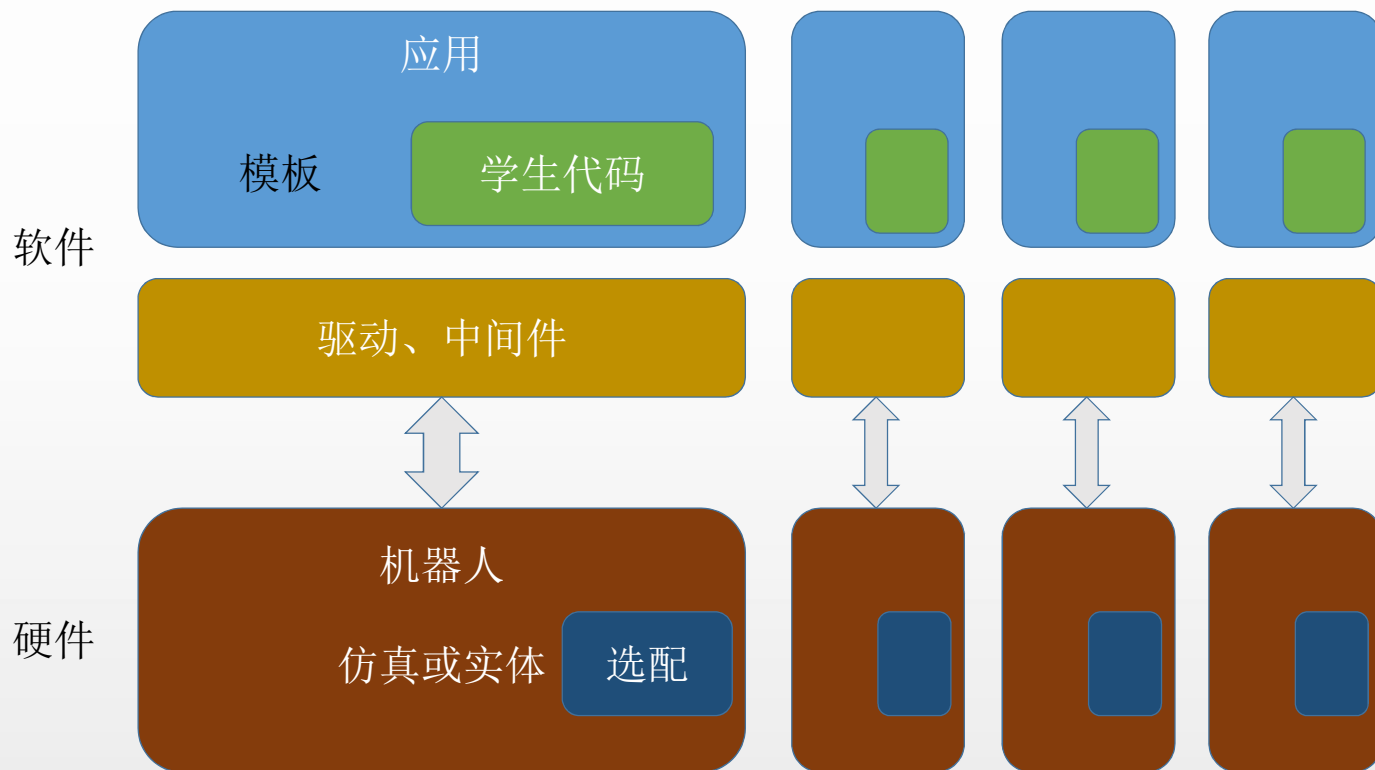
ROS 2

纯理论课程，如现代控制理论等，借助仿真工具补充平衡车案例完成设计

实践类课程，仿真与实验平台结合，每门课均有定制版全功能课程镜像，含课件、源码等

4 教学实践过程与方法设计

插入 → 专注课程而非竞赛，服务大多数学生



Linux

```
source /opt/ros/$ROS_DISTRO/local_setup.bash

# Retrieve the sources
cd /path/to/ros2_ws
git clone --recurse-submodules -b $ROS_DISTRO https://github.com/cyberbotics/webots_ros2.git src/webots_ros2

# Check dependencies
rosdep update
rosdep install --from-paths src --ignore-src --rosdistro $ROS_DISTRO

# Building packages
colcon build

# Source this workspace (careful when also sourcing others)
source install/local_setup.bash
```

Windows

```
C:\opt\ros\foxy\x64\setup.bat

# Retrieve the sources
cd /path/to/ros2_ws
git clone --recurse-submodules -b $ROS_DISTRO https://github.com/cyberbotics/webots_ros2.git src/webots_ros2

# Building packages
colcon build

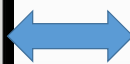
# Source this workspace (careful when also sourcing others)
call install\local_setup.bat
```

不采用

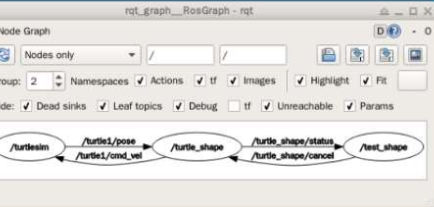
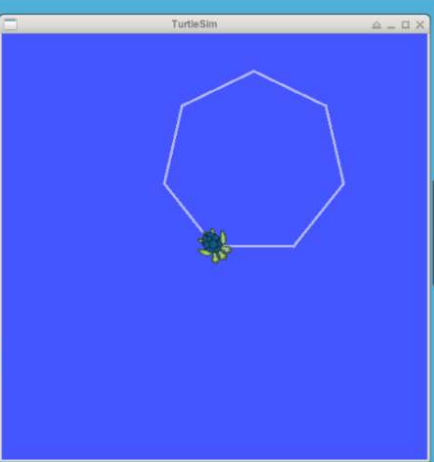
非ROS课，专注课程本身内容，充分利用ROS特色，完成实验调试案例。

案例-课程关联-C++编程

```
shape_client.cpp (~/.rosdemos_ws/src/common_tutorials/turtle_actionlib/src) - GVIM
文件(F) 编辑(E) 工具(T) 语法(S) 缓冲区(B) 窗口(W) 帮助(H)
1 #include <ros/ros.h>
2 #include <actionlib/client/simple_action_client.h>
3 #include <actionlib/client/terminal_state.h>
4 #include <turtle_actionlib/ShapeAction.h>
5
6 int main (int argc, char **argv)
7
8   ros::init(argc, argv, "test_shape");
9
10  // create the action client
11  // true causes the client to spin it's own thread
12  actionlib::SimpleActionClient<turtle_actionlib::ShapeAction> ac("turtle_shape", true);
13
14  ROS_INFO("Waiting for action server to start.");
15  // wait for the action server to start
16  ac.waitForServer(); //will wait for infinite time
17
18  ROS_INFO("Action server started, sending goal.");
19  // send a goal to the action
20  turtle_actionlib::ShapeGoal goal;
21  goal.edges = 7;
22  goal.radius = 2.4;
23  ac.sendGoal(goal);
24
25  //wait for the action to return
26  bool finished_before_timeout = ac.waitForResult(ros::Duration(40.0));
27
28  if (finished_before_timeout)
29  {
30    actionlib::SimpleClientGoalState state = ac.getState();
31    ROS_INFO("Action finished: %s", state.toString().c_str());
32  }
33  else
34    ROS_INFO("Action did not finish before the time out.");
35
36  //exit
37  return 0;
38
shape_client.cpp [utf-8] 20,1 全部
```



```
Terminal 终端: rosrun turtle_actionlib shape_server
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 终端(T) 标签(L) 帮助(H)
< rosrun turtle_a... x rosrun turtle_a... x rqt_graph x roscore http://... x
[ 81%] Linking CXX executable /home/shiyanlou/rosdemos_ws/devel/lib/t...
nlib/shape_client
[ 81%] Built target shape_client
[ 82%] Built target custom_callback_processing
[ 83%] Built target listener_threaded_spin
[ 84%] Built target parameters
[ 85%] Built target listener_with_userdata
[ 86%] Built target babbler
[ 86%] Built target node_handle_namespaces
[ 86%] Built target listener_multiple
[ 87%] Built target listener_class
[ 87%] Built target listener_async_spin
[ 87%] Built target add_two_ints_server_class
[ 88%] Built target timers
[ 89%] Built target anonymous_listener
[ 90%] Built target listener_unreliable
[ 91%] Built target add_two_ints_client
[ 92%] Built target listener
[ 92%] Built target notify_connect
[ 92%] Built target talker
[ 92%] Built target listener_with_tracked_object
[ 93%] Built target add_two_ints_server
[ 94%] Built target mimic
[ 95%] Built target draw_square
[ 96%] Built target turtle_teleop_key
[ 98%] Built target turtlesim_node
[100%] Built target polygon_loader
[100%] Built target pluginlib_tutorials
shiyanlou@rosdemos_ws/ $ source devel/setup.zsh
shiyanlou@rosdemos_ws/ $ rosrun turtle_actionlib shape_server
[ INFO] [1585814964.922901167]: /turtle_shape: Succeeded
```



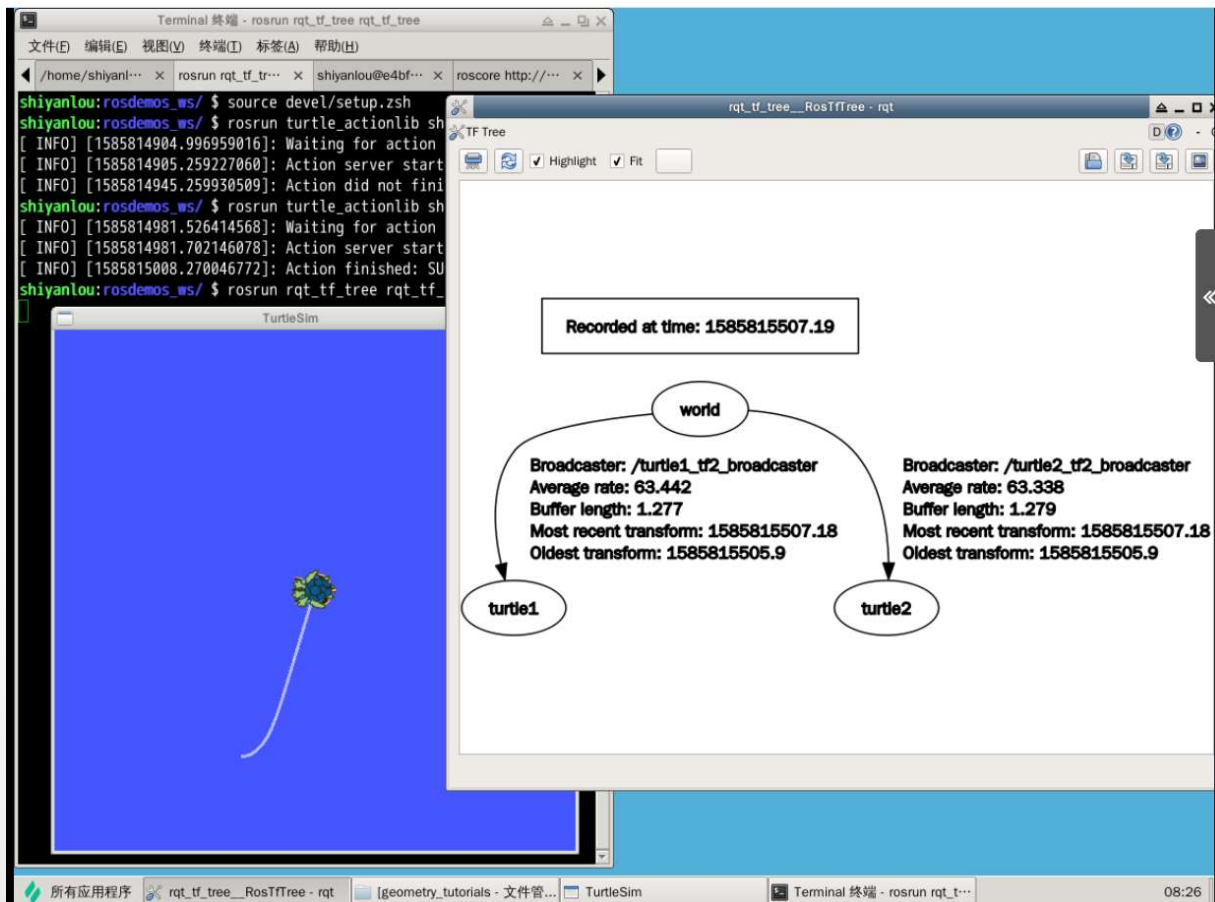
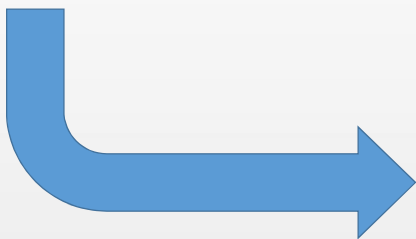
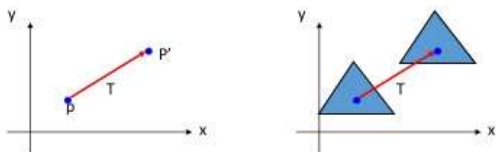
案例-课程关联-坐标变换

Translation

Translation transformation

$$x' = x + t_x \quad y' = y + t_y$$

- Translation vector or shift vector $T = (t_x, t_y)$
- Rigid-body transformation
- Moves objects without deformation



```
shiyanolou:rostdemos_ws/ $ source devel/setup.zsh
shiyanolou:rostdemos_ws/ $ rosrn turtle_actionlib sh
[ INFO] [1585814904.996959016]: Waiting for action
[ INFO] [1585814905.259227060]: Action server start
[ INFO] [1585814945.259930509]: Action did not fini
shiyanolou:rostdemos_ws/ $ rosrn turtle_actionlib sh
[ INFO] [1585814981.526414568]: Waiting for action
[ INFO] [1585814981.702146078]: Action server start
[ INFO] [1585815008.270046772]: Action finished: SU
shiyanolou:rostdemos_ws/ $ rosrn rqt_tf_tree rqt_tf_
```

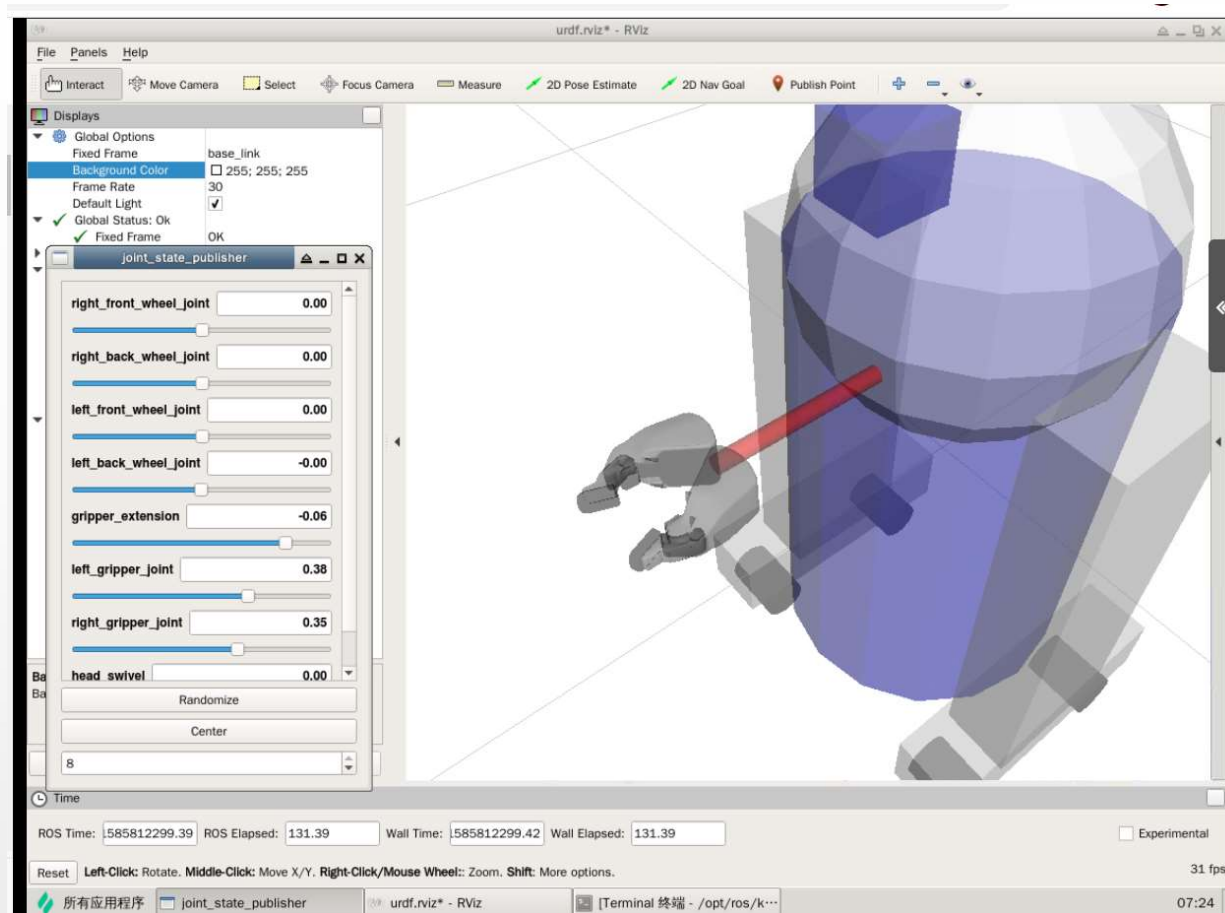
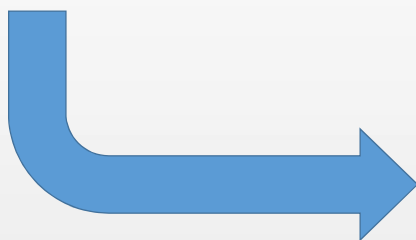
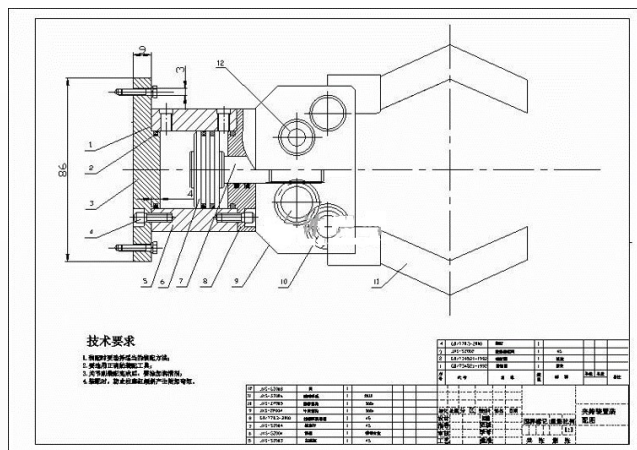
Recorded at time: 1585815507.19

```
graph TD
    world((world)) --> turtle1((turtle1))
    world --> turtle2((turtle2))
    style turtle1 fill:#fff,stroke:#000
    style turtle2 fill:#fff,stroke:#000
```

Broadcaster: /turtle1_tf2_broadcaster
Average rate: 63.442
Buffer length: 1.277
Most recent transform: 1585815507.18
Oldest transform: 1585815505.9

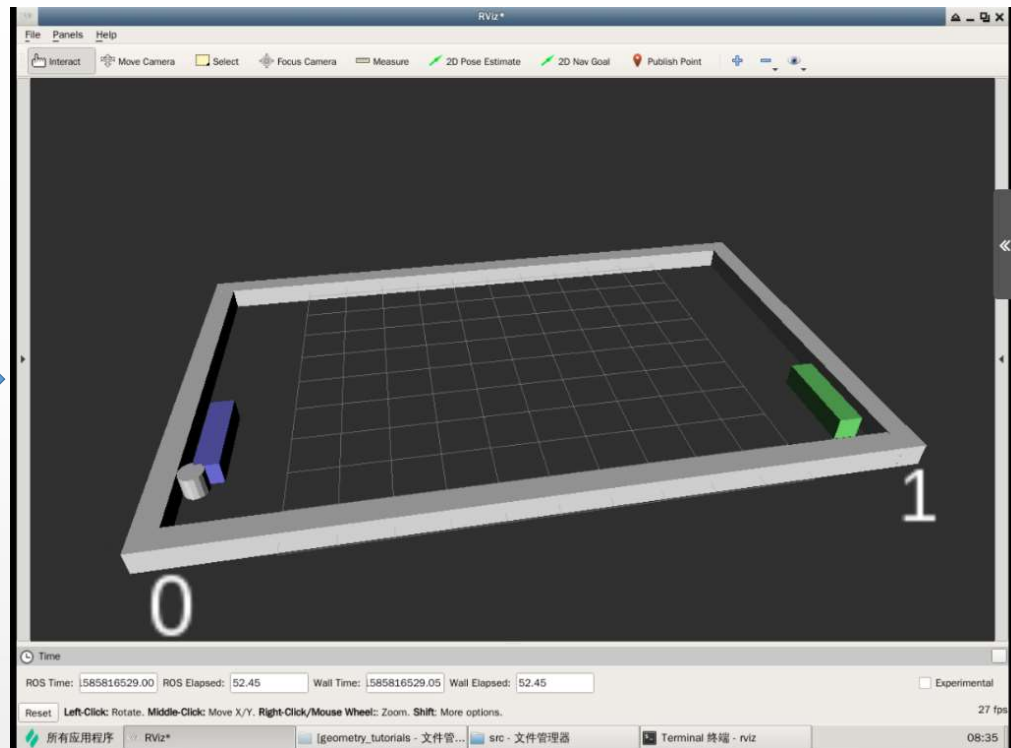
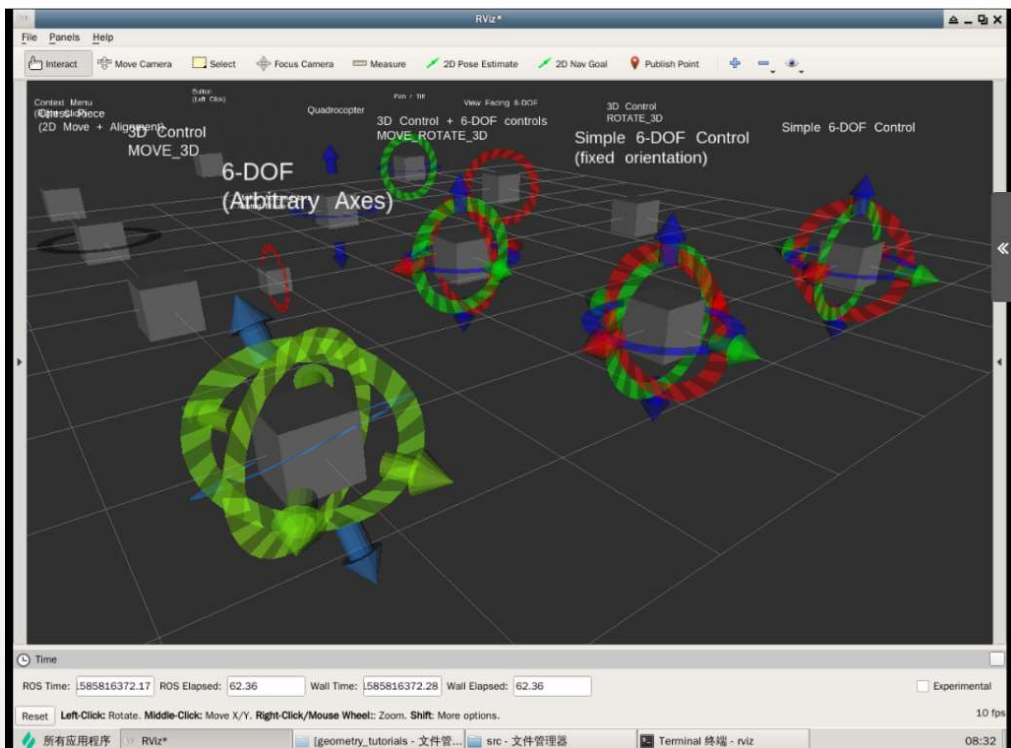
Broadcaster: /turtle2_tf2_broadcaster
Average rate: 63.338
Buffer length: 1.279
Most recent transform: 1585815507.18
Oldest transform: 1585815505.9

案例-课程关联-机械制图

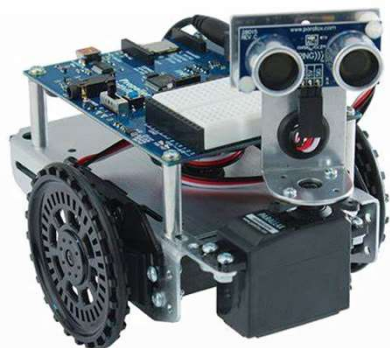


roslaunch urdf_tutorial display.launch model:=urdf/08-macroed.urdf.xacro

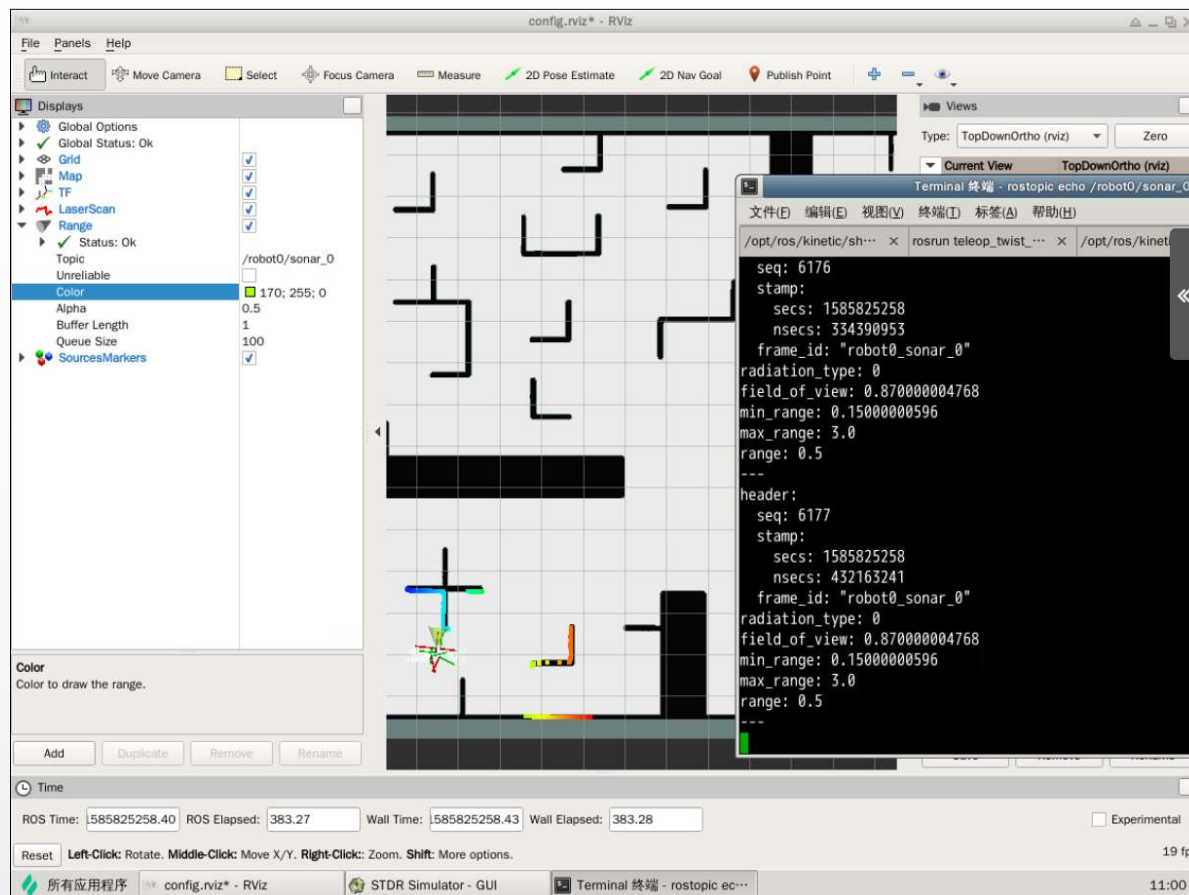
案例-课程关联-人机交互



案例-课程关联-传感器技术

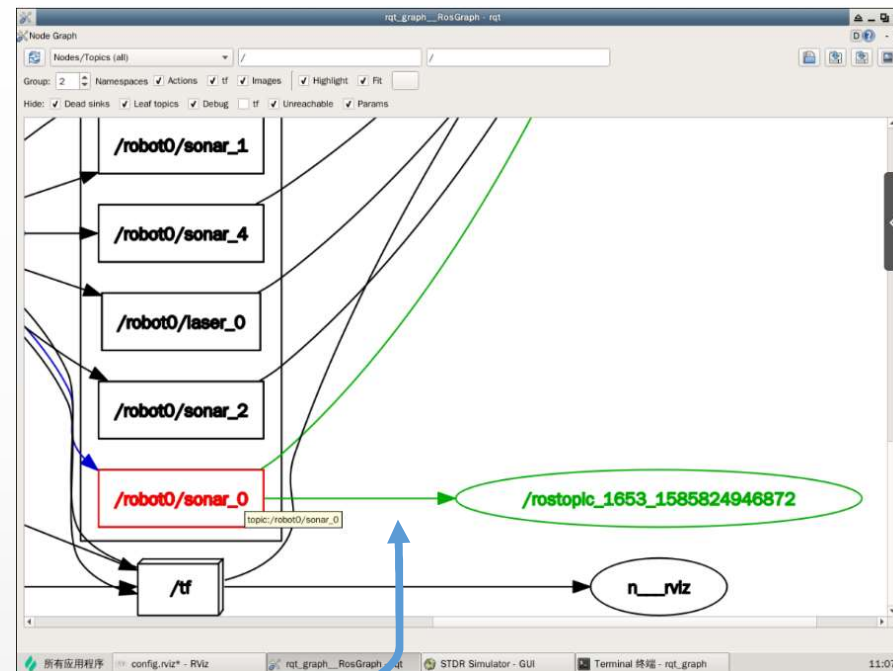
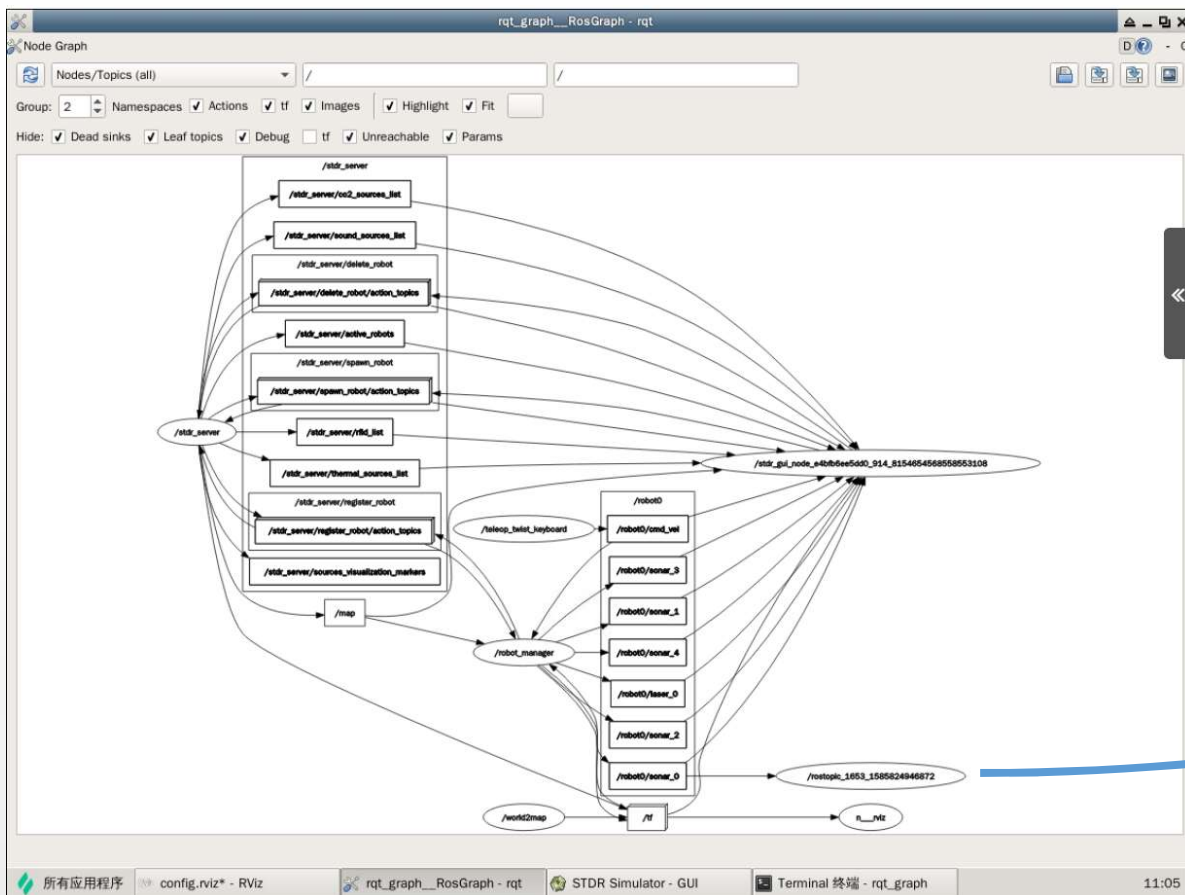


传感器仿真
数据显示
数据可视化



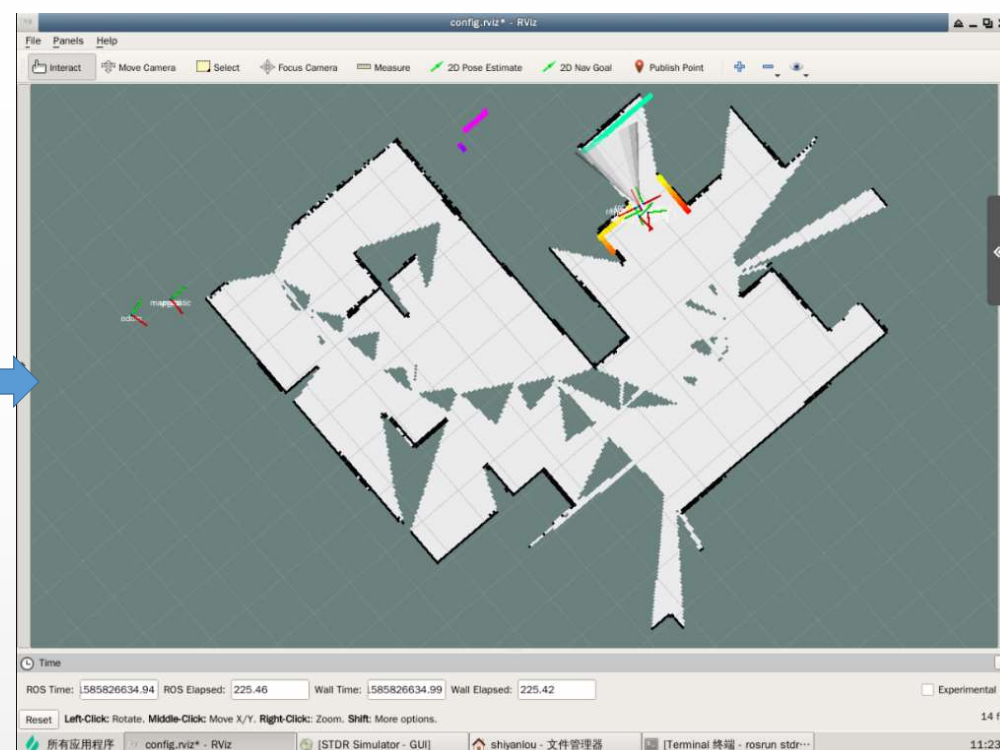
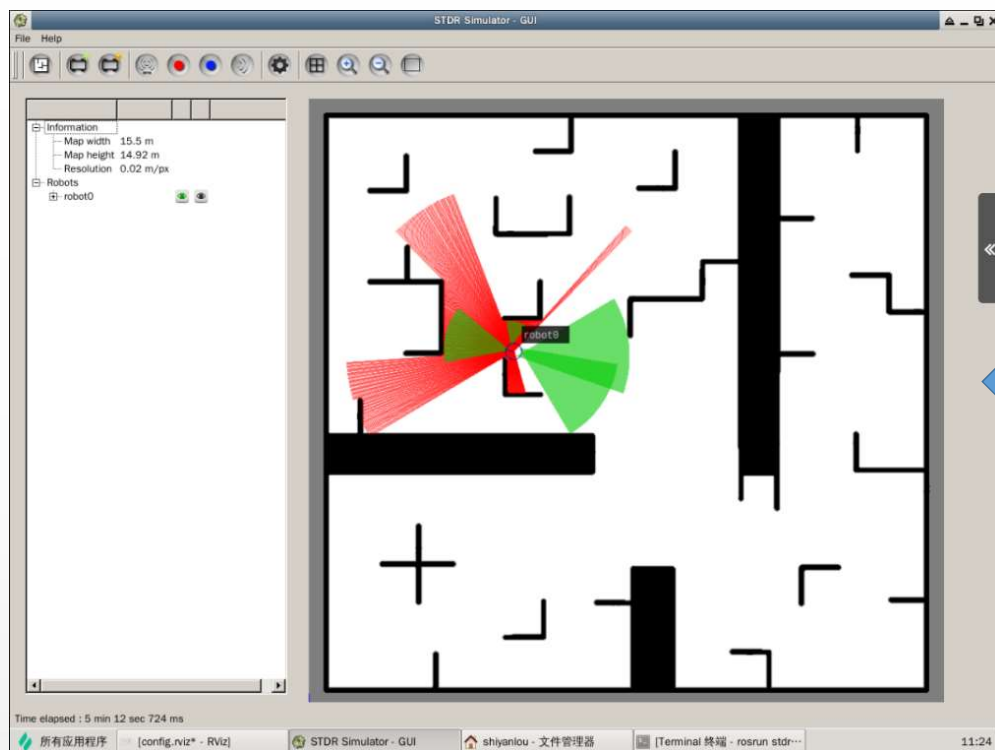
```
roslaunch stdr_launchers server_with_map_and_gui_plus_robot.launch
roslaunch stdr_launchers rviz.launch
roslaunch teleop_twist_keyboard teleop_twist_keyboard.py cmd_vel:=robot0/cmd_vel
```

案例-课程关联-机器人软件系统



数据传输

案例-课程关联-SLAM



哈哈，卡住啦，为什么呢？？？

```
roslaunch stdr_launchers server_with_map_and_gui_plus_robot.launch
roslaunch gmapping slam_gmapping scan:=/robot0/laser_0_base_frame:=/robot0 map:=/gmapping/map
roslaunch stdr_launchers stdr_obstacle_avoidance robot0 laser_0
roslaunch stdr_launchers rviz.launch
roslaunch teleop_twist_keyboard teleop_twist_keyboard.py cmd_vel:=robot0/cmd_vel
```

案例-课程关联-坐标变换

第一种（全局坐标系）：

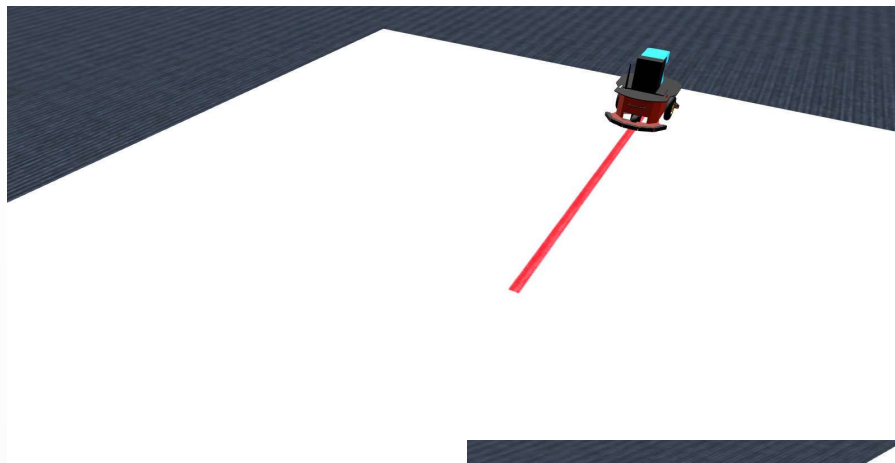
$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & 0 \\ \sin\theta & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v \\ \omega \end{pmatrix}$$

第二种（机器人坐标系）：

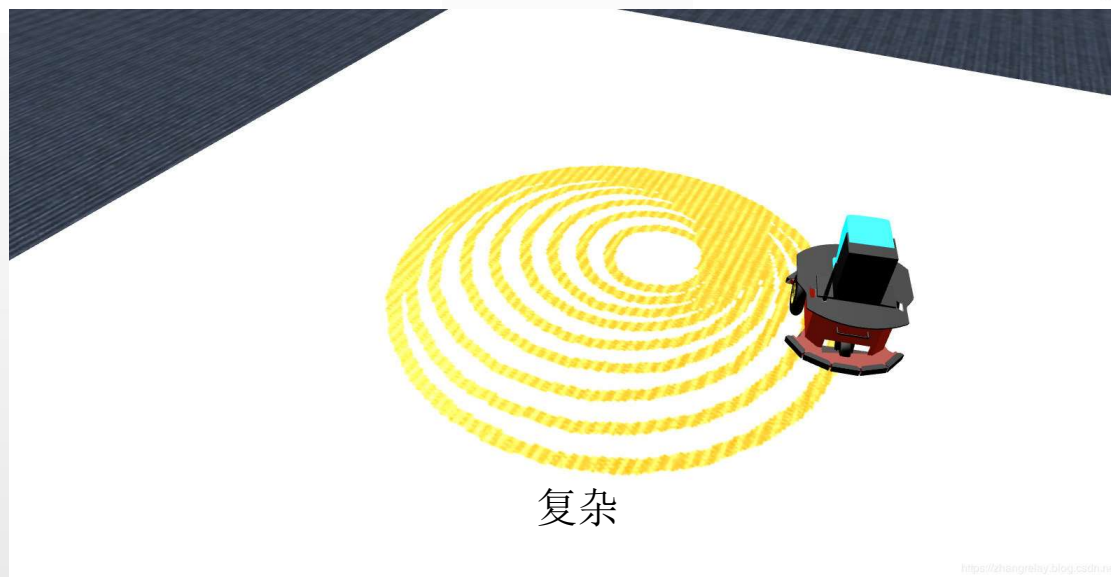
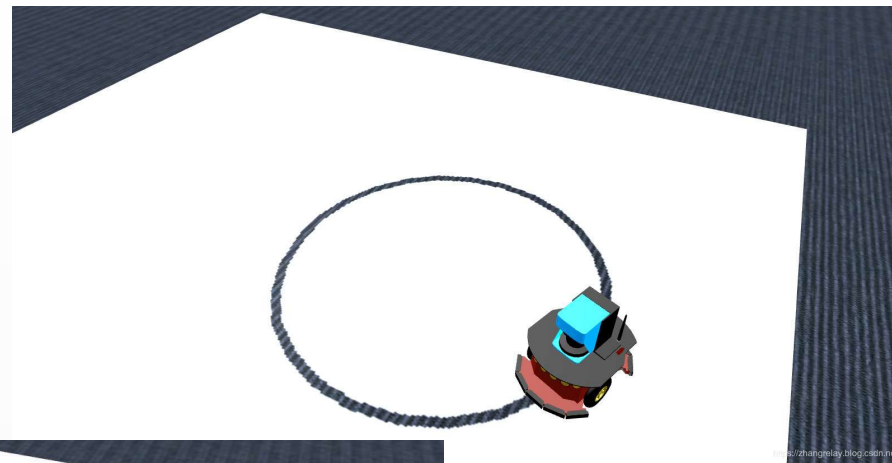
$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r/2 & r/2 \\ 0 & 0 \\ -r/L & r/L \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_l \\ \omega_r \end{pmatrix}$$



案例-课程关联-轨迹规划



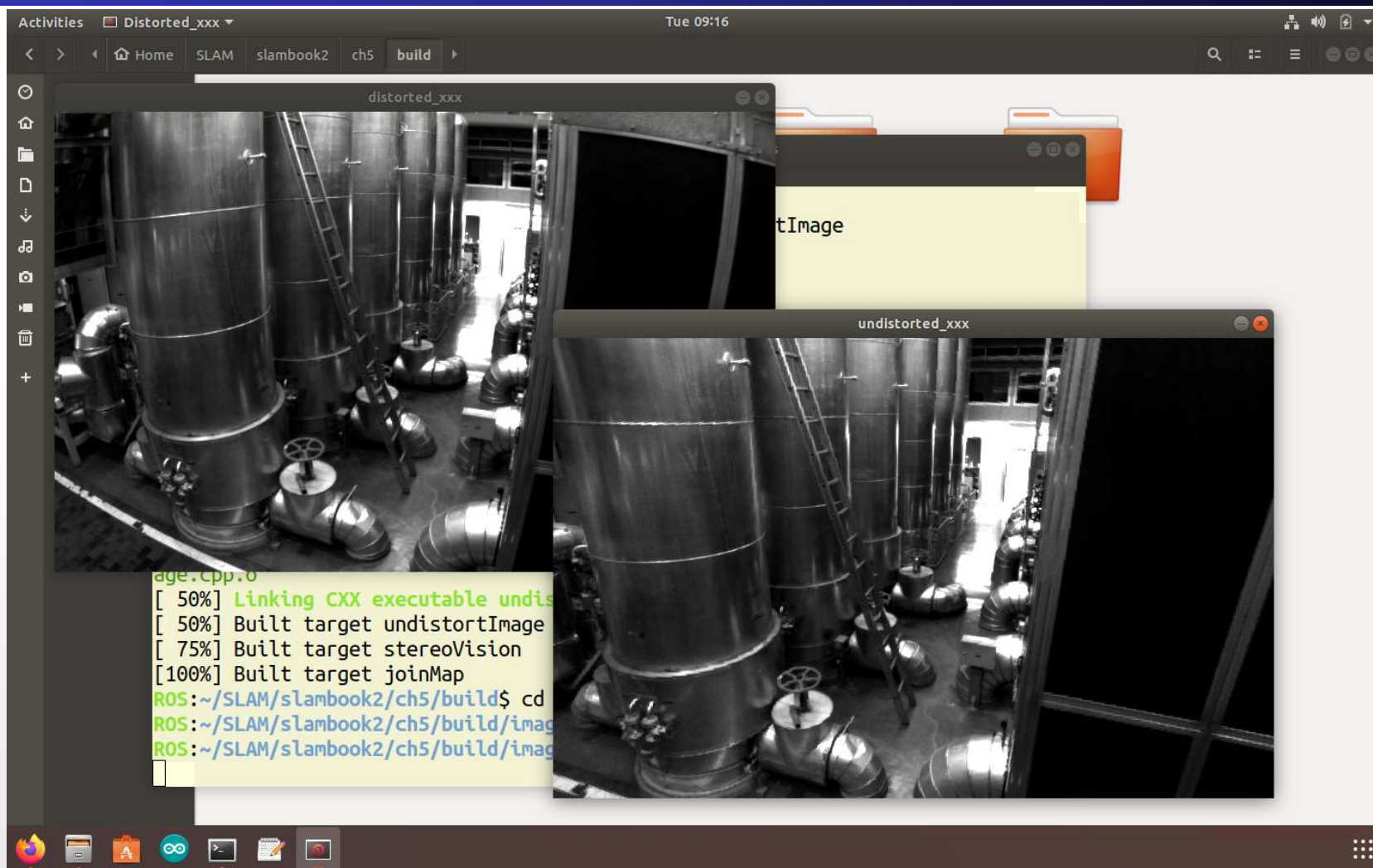
简单



复杂

案例-课程关联-图像技术

修正前



修正后

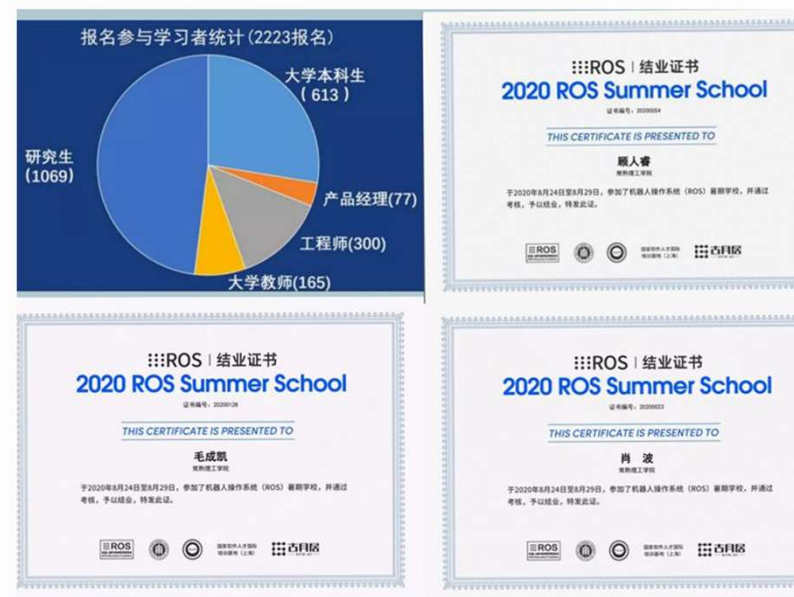
案例



电气学院学生参加2020中国机器人操作系统 (ROS) 暑期学校顺利结业

2020年09月10日10时33分 阅读: 1481

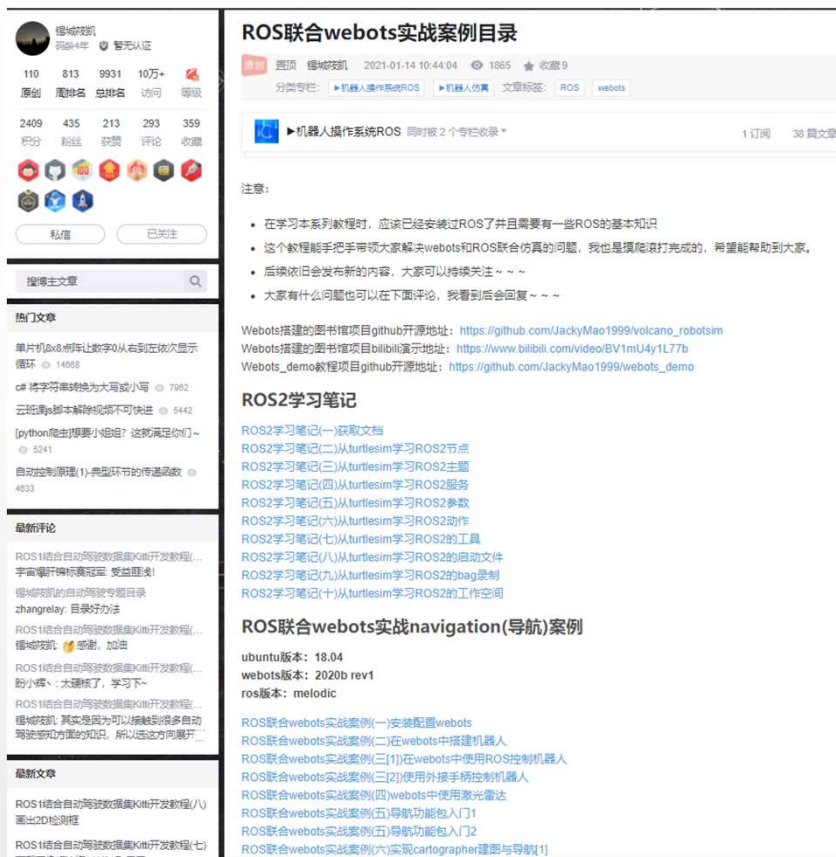
供稿单位 / 电气与自动化工程学院



近日，电气与自动化工程学院机器人工程专业的三位同学获得了2020年中国机器人操作系统 (ROS) 暑期学校结业证书。

中国机器人操作系统 (ROS) 暑期学校是2015年由机器人操作系统 (ROS) 教育基金会、国家软件人才国际培训基地 (上海)、软硬件协同设计技术与应用教育部工程研究中心发起，被ROS开源基金会誉为除了ROSCon之外的规模最大、参与人

学生参与到课程和教材建设中



耀城炫凯
2021-01-14 10:44:04 · 1865 · 收藏9

分类专栏: ▶ 机器人操作系统的ROS | ▶ 机器人仿真 | 文章标签: ROS | webots

▶ 机器人操作系统ROS 同时被 2 个专栏收录 * 1 订阅 36 篇文章

注意:

- 在学习本系列教程时,应该已经安装过ROS了并且需要有一些ROS的基本知识
- 这个教程能手把手带领大家解决webots和ROS联合仿真的问题,我也是摸爬滚打完成的,希望能帮助到大家。
- 后续依旧会发布新的内容,大家可以持续关注~~~
- 大家有什么问题也可以在下面评论,我看到后会回复~~~

Webots搭建的图书馆项目github开源地址: https://github.com/JackyMao1999/volcano_robotsim
Webots搭建的图书馆项目bilibili演示地址: <https://www.bilibili.com/video/BV1mU4y1L77b>
Webots_demo教程项目github开源地址: https://github.com/JackyMao1999/webots_demo

ROS2学习笔记

- ROS2学习笔记(一)获取文档
- ROS2学习笔记(二)从turtlesim学习ROS2节点
- ROS2学习笔记(三)从turtlesim学习ROS2主题
- ROS2学习笔记(四)从turtlesim学习ROS2服务
- ROS2学习笔记(五)从turtlesim学习ROS2参数
- ROS2学习笔记(六)从turtlesim学习ROS2动作
- ROS2学习笔记(七)从turtlesim学习ROS2的工具
- ROS2学习笔记(八)从turtlesim学习ROS2的启动文件
- ROS2学习笔记(九)从turtlesim学习ROS2的bag录制
- ROS2学习笔记(十)从turtlesim学习ROS2的工作空间

ROS联合webots实战navigation(导航)案例

ubuntu版本: 18.04
webots版本: 2020b rev1
ros版本: melodic

- ROS联合webots实战案例(一)安装配置webots
- ROS联合webots实战案例(二)在webots中搭建机器人
- ROS联合webots实战案例(三[1])在webots中使用ROS控制机器人
- ROS联合webots实战案例(三[2])使用外接手柄控制机器人
- ROS联合webots实战案例(四)webots中使用激光雷达
- ROS联合webots实战案例(五)导航功能包入门1
- ROS联合webots实战案例(五)导航功能包入门2
- ROS联合webots实战案例(六)实现cartographer建图与导航[1]

ROS 机器人编程实践

Hands-On ROS for Robotics Programming

[西班牙] 伯纳多·朗奎洛·贾蓬 (Bernardo Ronquillo Japon) 著

张瑞雷 李静 顾人睿 刘锦涛 译

 机械工业出版社
China Machine Press

5 教学实践反思



- 课程也有生命力，不改革会被淘汰，改的慢也会被淘汰；
- 课程不是孤立的，课程间是联系的；
- 让学生会用，而不是会做题，能力和知识同样重要。

► 在课程制作中，还发现一些问题：

- 如手机端看网页和电脑端看网课？

整体而言，手机端网络学习效果差一些。

- 如现有网课形式丰富但内容干货多吗？

从文字到图片到视频，讲述一个知识点需要的流量越来越多，形式越来越丰富，但是核心内容增加了吗

- 如一段长直播如何选取部分知识点呢？

这就是短视频火的原因之一吧，方便检索和推荐，降低时间成本。

感谢支持
未完成，还在努力中.....

特别感谢

