

人工智能与机器人技术



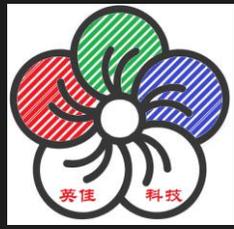
杨志军

英国密德萨斯大学
北京工业大学

高级讲师
兼职教授

TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD

TECH
TALK



内容

- 什么是人工智能（AI）？
- 什么是自然智能 - 人类大脑的主要功能
- 机器人 - 用人工智能模拟自然智能的一种方法
- 机器人在中学人工智能教学中的应用



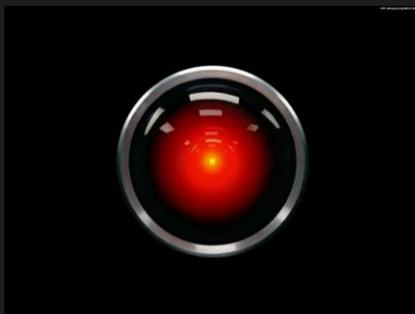
好莱坞影视剧中的AI



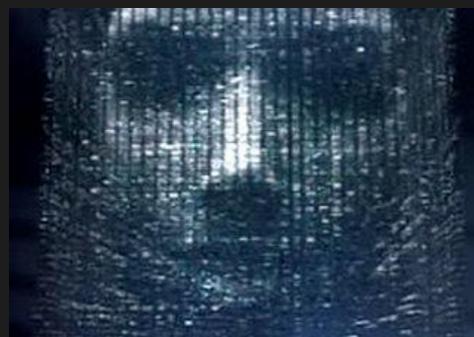
Deus Ex Machina
(Matrix)



Roy Batty
(Blade Runner)



HAL 9000
(2001, A Space
Odyssey)



V.I.K.I.
(I, Robot)



T800 / T850
(The Terminator)



所有你对人工智能的认知可能都是错的！



The Washington Post

SEE NEW PERSPECTIVES

Canon
SEE IMPOSSIBLE

LEARN MORE

The Switch

Everything you think you know about AI is wrong

By **Brian Fung** June 2

"What is not talked about much in the media is that AI is really a portfolio of technologies"



Guruduth Banavar,
Chief Science Office,
Cognitive Computing,
and VP, IBM Research



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD





究竟什么才是人工智能？

让我们先了解：什么是智能？

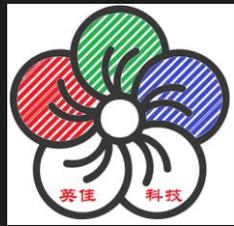
- 能够认知世界并基于记忆的推理（建立外部模型与推理）
- 和外部环境互动的能力（视觉、语言、行动、操作）
- 学习与适应环境的能力

由此，人工智能的目标是：

- 理解上述的智能特点，并能够建立模型将这些特点进行人工重现
- 设计、建立能够体现智能行为的系统

总之，我们期待人工智能实现能够模仿人类，甚至将来在某些方面超过人类的系统。





人工智能的范畴

- 智能代理者 (Intelligent Agent)
- 搜索 (Search)
- 游戏 (Games)
- 关系处理 (Constraints Processing)
- 知识表述和逻辑推理 (Representation & Reasoning)
- 学习 (Learn)
- 计划 (Planning)
- 不确定性 (Uncertainty)
- 自然语言处理 (Natural Language Processing)





人工智能 (AI) vs 神经网络 (Neural Networks)

同根同源
相互交织
共同发展



- 人工智能：符号主义 (Symbolism)、离散域描述 (状态机)
- 神经网络：连接主义 (Connectionism)、连续域描述 (动力系统)



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



人工智能简史



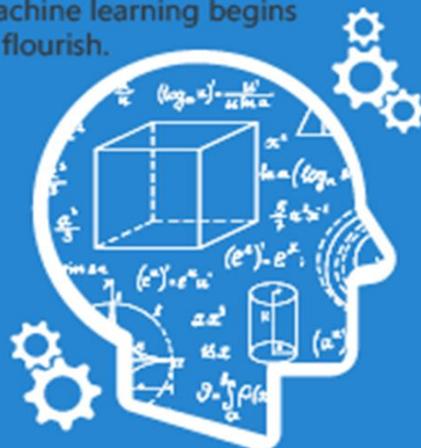
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Early artificial intelligence stirs excitement.



MACHINE LEARNING

Machine learning begins to flourish.



DEEP LEARNING

Deep learning breakthroughs drive AI boom.



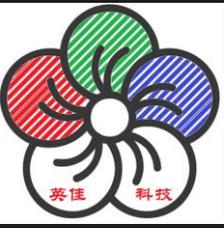
Since an early flush of optimism in the 1950's, smaller subsets of artificial intelligence - first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning - have created ever larger disruptions.



TECHNOLOGY SHAPES
THE WORLD

<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>





McCulloch and Pitts (1943)

可学习的神经元模型

Minsky (1951)

建立了第一个神经网络计算机

Dartmouth workshop (1956):

AI倡导者们的历史性会晤:

McCarthy, Minsky, Newell, Simon

“Artificial Intelligence” 诞生.

1952-1969

GPS- Newell and Simon

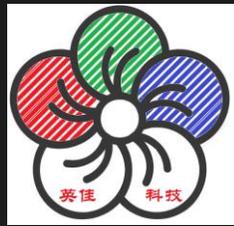
Geometry theorem prover - Gelernter (1959)

Samuel Checkers that learns (1952)

McCarthy - Lisp (1958)

1962- the perceptron (Rosenblatt)





人工智能简史(续)

1966-1974 人工智能的沉寂期

计算能力跟不上

1969-1979 基于知识的系统兴起

专家系统:

Dendral: 推导分子结构

Mycin: 分析诊断血液感染情况

Prospector: 推荐搜索找矿钻孔位置

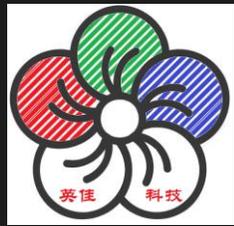
1980-1988: AI 成为产业

1986-present: 神经网络回归

目前:

AI 成为一门科学: HMMs, planning, belief network





人工智能里程碑

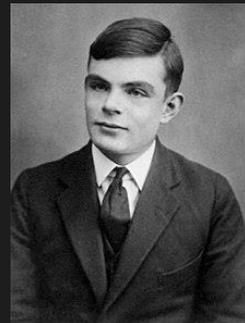
- 1943** McCulloch & Pitts: 大脑的二进制电路模型
- 1950** Turing's "Computing Machinery and Intelligence"
- 1956** Dartmouth 夏季头脑风暴: "Artificial Intelligence" 诞生
- 1952—69** 人工智能兴盛期
- 1950s** 早期AI算法, 包括 Samuel's checkers program, Newell & Simon's Logic Theorist (GPS), Gelernter's Geometry Engine
- 1965** Robinson's 逻辑推理的完全算法
- 1966—73** AI 领域发现了算法的计算复杂性理论
此时神经网络的研究几乎被遗忘
- 1969—79** 基于知识系统的研发
- 1980--** AI 成为一个产业
- 1986--** 神经网络重获欢迎
- 1987--** AI 成为一个学科门类
- 1995--** 智能代理 (intelligent agents) 大量出现



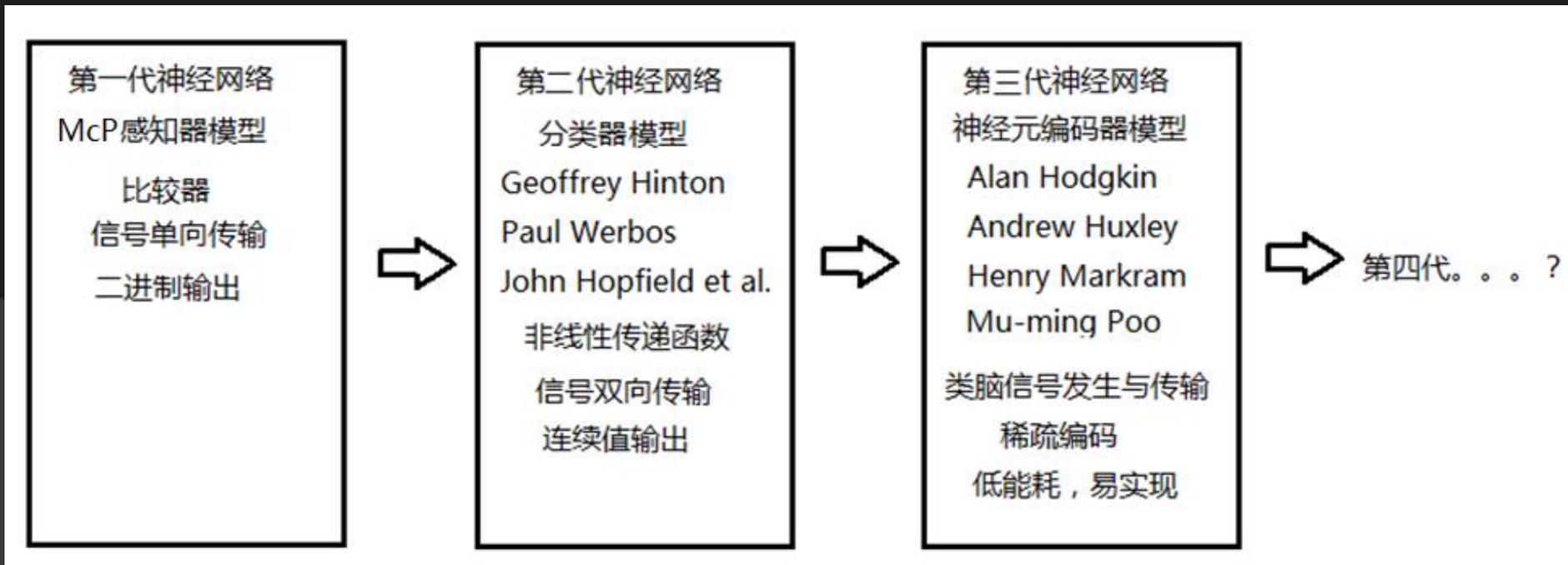
神经网络的发展



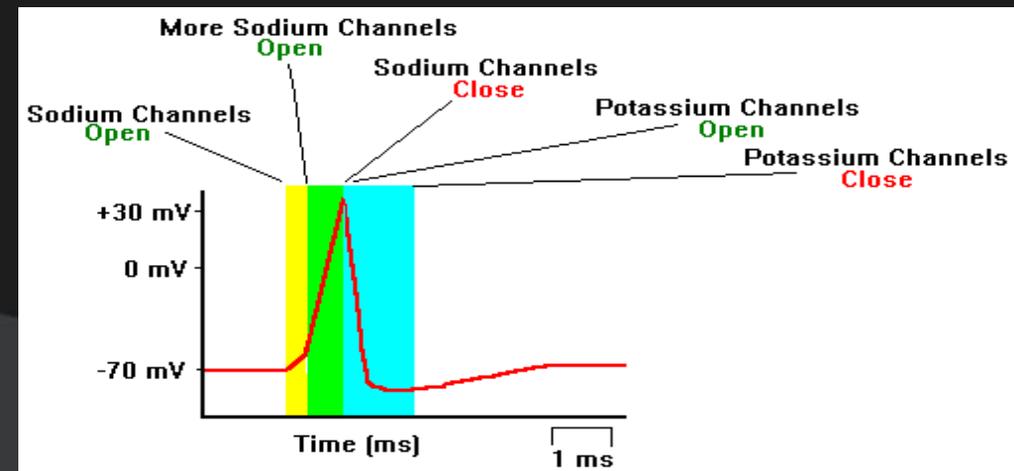
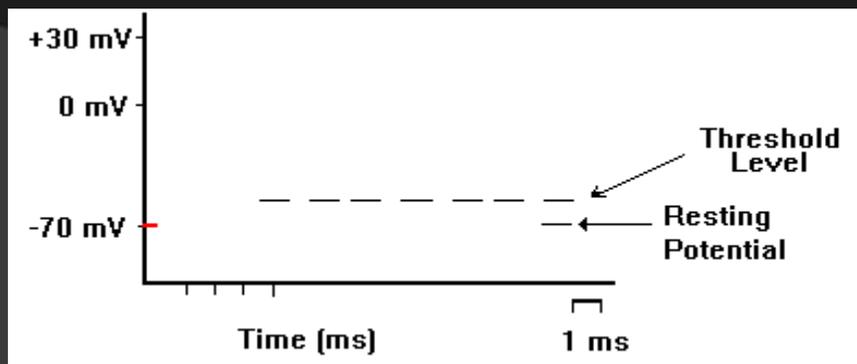
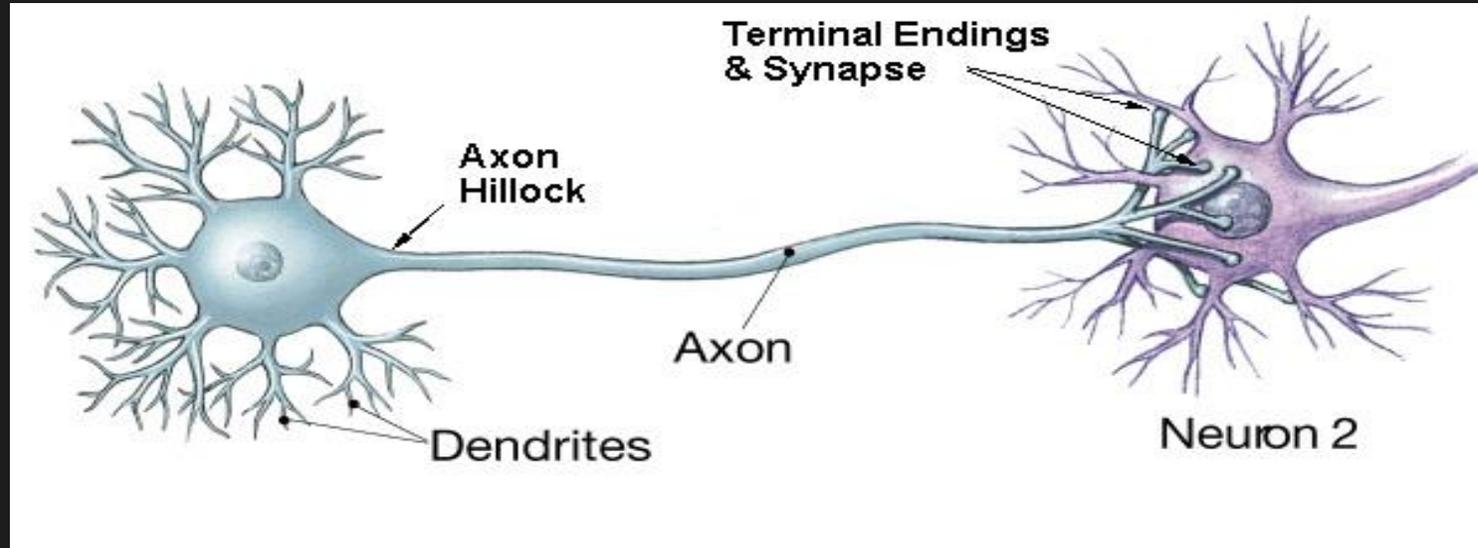
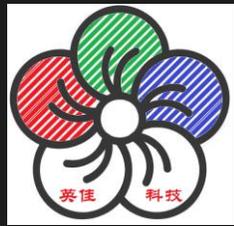
Donald Hebb
(Father of NN)
1904-1985

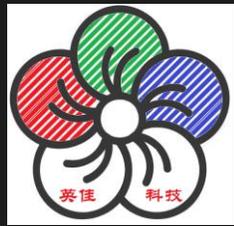


Alan Turing
(Father of AI)
1912 - 1954

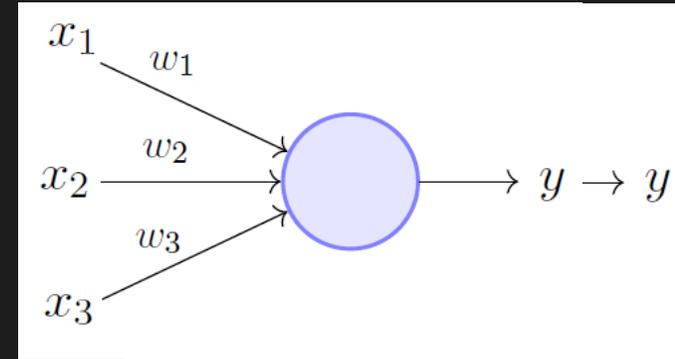
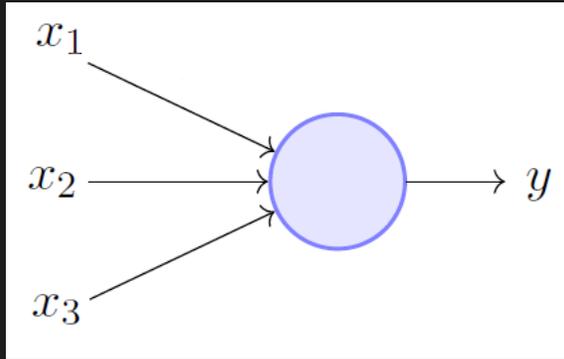


什么是（脉冲）神经元





早期神经元模型 (AI与NN的共同起源)



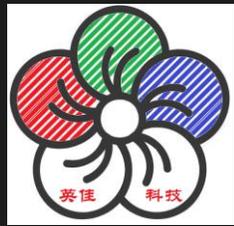
McCulloch Pitts 神经元

$$y = 1 \quad \text{if } \sum_{i=0}^n x_i \geq 0$$
$$= 0 \quad \text{if } \sum_{i=0}^n x_i < 0$$

感知器

$$y = 1 \quad \text{if } \sum_{i=0}^n w_i * x_i \geq 0$$
$$= 0 \quad \text{if } \sum_{i=0}^n w_i * x_i < 0$$





自然智能 - 关于大脑的基本信息

- 我们的大脑平均拥有1000亿个神经元 (nerve cells or neurons)
- 不同于其他体细胞，神经元细胞不会分裂，不会再生或被替代
- 每个神经元和另外多至1万个神经元有突触联系，导致总共约100-1000万亿个连接
- 除了神经元，大脑还有数量更加庞大的神经胶质细胞 (glial cell)
- 传统认为glial cells对神经元系统起到支撑，营养和修复作用
- 新的研究表明，其中的星细胞 (astrocyte)参与神经元信息交换和neuroplasticity等智慧活动
- 神经元之间通过生物电脉冲(electrical impulse or spikes)传递信息
- 每个神经元每秒大约发出5-50个生物电脉冲，刺激释放不同化学成分的神递质
- 电化学过程：不同成分的神递质对受体神经元产生兴奋型或抑制型的刺激
- 虽然如此复杂的信息处理，大脑是天然的最优化系统：仅相当于10-20瓦特的耗能器



大脑主要区域和功能 – 大脑主要功能区



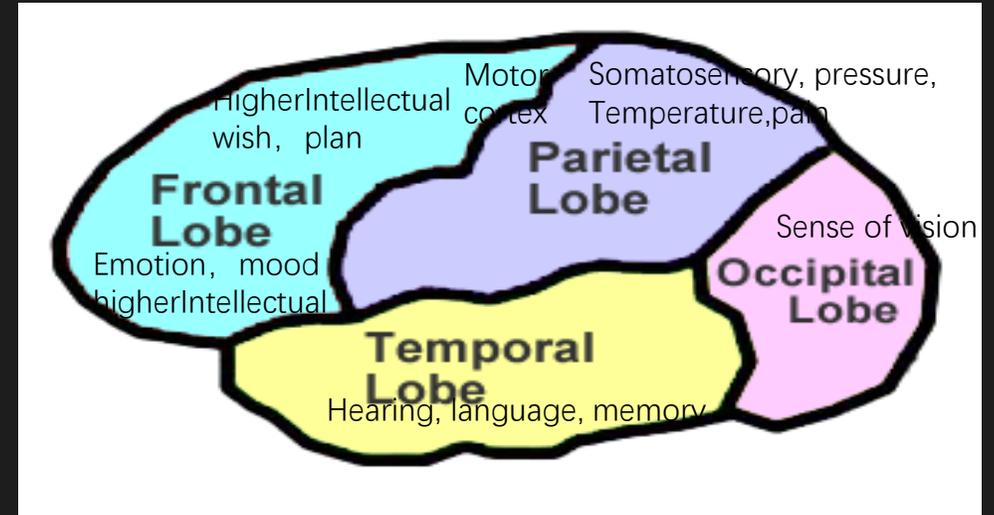
灵长类动物大脑主要区域

- **The frontal lobe** 位于大脑前部，主管推理，运动技能，高级认知，及语言能力。在该部分后部靠近中心脑回的地方，主管运动的中枢神经系统，它从其他区域获取信息，并驱动身体运动。

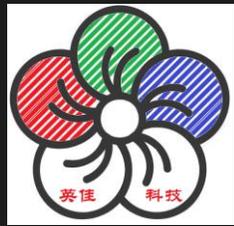
- **The parietal lobe** 位于大脑中部，与处理触觉感知信号有关，比如压力感，触动及疼痛。Somatosensory cortex在该部分大脑区域，它是处理身体的感觉的主要大脑区域。

- **The temporal lobe** 位于大脑的底部区域，primary auditory cortex处于该区域，该中枢神经区对我们理解声音和语言起着重要作用。海马区（Hippocampus）也位于该区，它与记忆形成密切相关。

- **The occipital lobe** 位于大脑后部，解释视觉信息和刺激。Primary visual cortex就位于此，它接受并解码来自于眼睛的视觉信号。

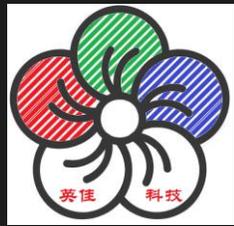


如何结合自然与人工智能 – 智能代理 (Intelligent Agent)

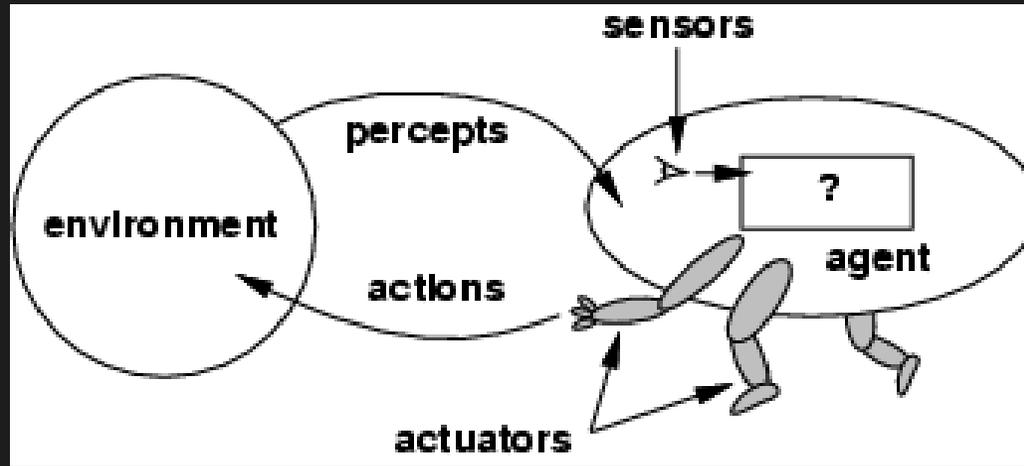


- 代理是可以通过传感器感知环境，并通过驱动器和环境互动的物体。例如，人、动物、机器人等。
- 人: 眼、耳、等作为传感器；手、腿、口等作为驱动器。
- 机器人: 摄像头、激光雷达等作为传感器；各类马达作为驱动器。





代理与环境的互动方法



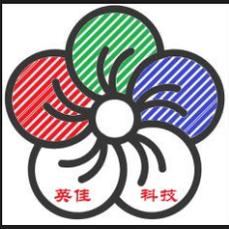
- 代理函数将对外界的感知信息转换为代理后续的行动：

$$[f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

- 代理通常拥有运行于物理平台的程序来实现代理函数 f 及其输出。
- 代理 = 物理平台 + 程序



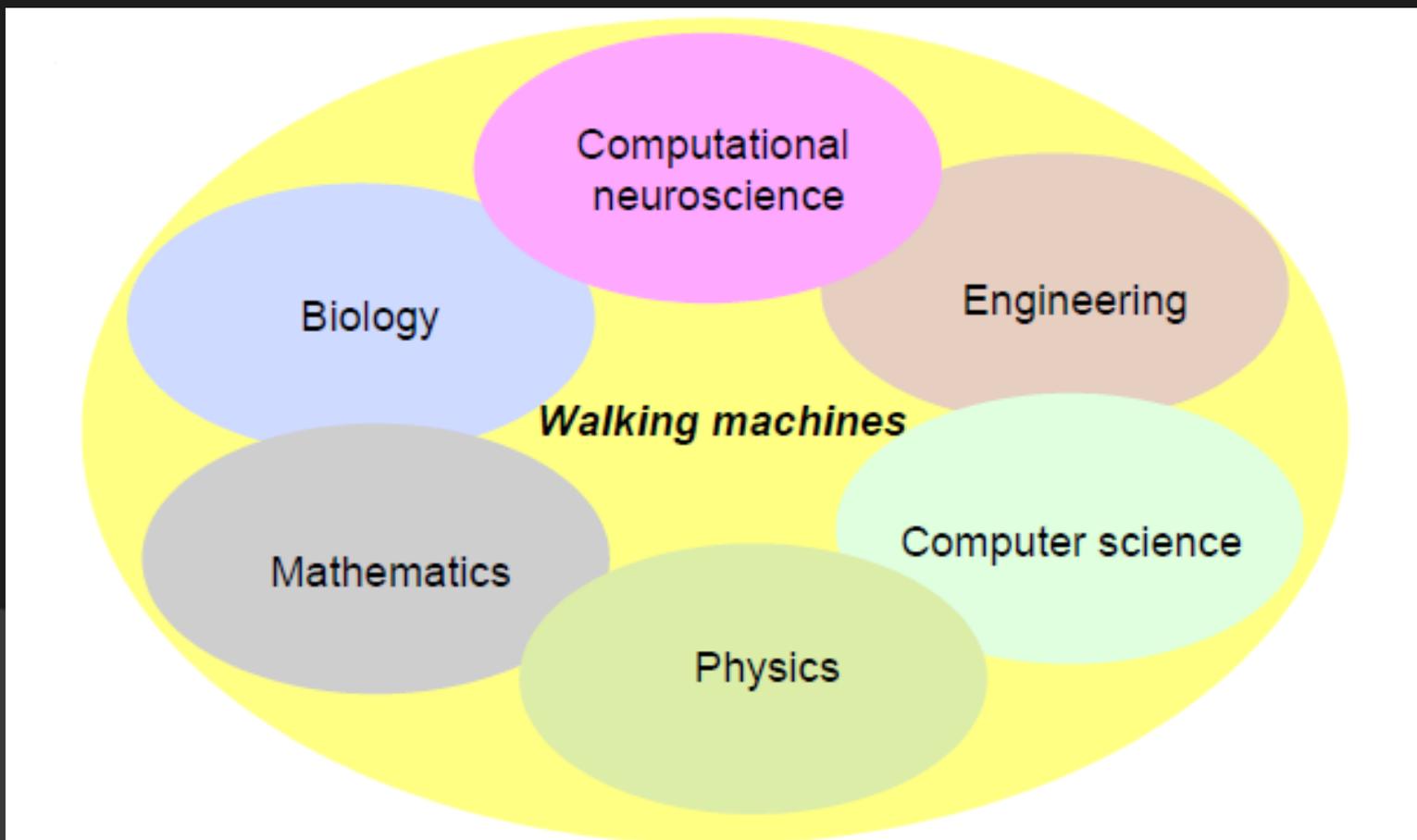
智能代理的涵义



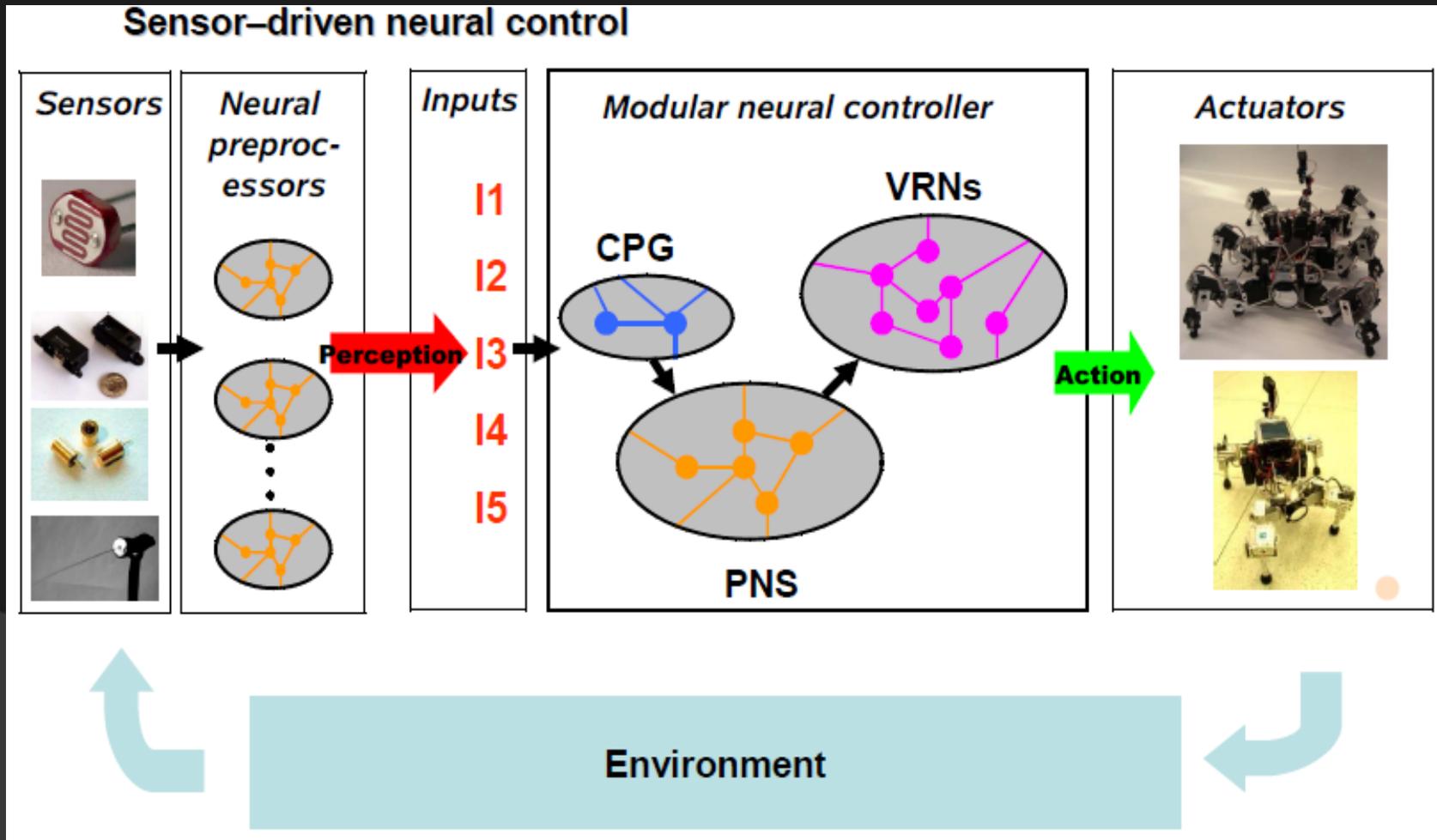
- 具有和真实世界互动的能力
 - 可认知、理解和行动
 - e.g., 语音识别、理解和合成
 - e.g., 图像理解
 - e.g., 能够根据理解采取相应行动，产生效果
- 知识表述，推理和计划
 - 将外部目标根据其输入信息进行建模
 - 解决新问题，计划及决策
 - 能够处理意外问题及不确定性
- 学习和适应性
 - 人类一直在持续不断地学习和适应外部世界
 - 我们的“内部系统”保持着持续的更新
 - 例如，婴儿可以学习认知并分辨不同的动物



机器人技术是多学科融合的产物



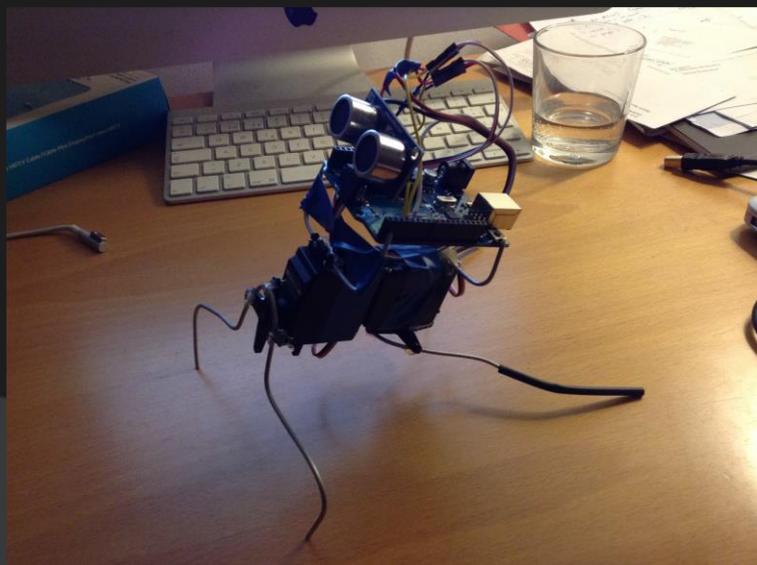
机器人平台包含众多的模型、算法与实现方法



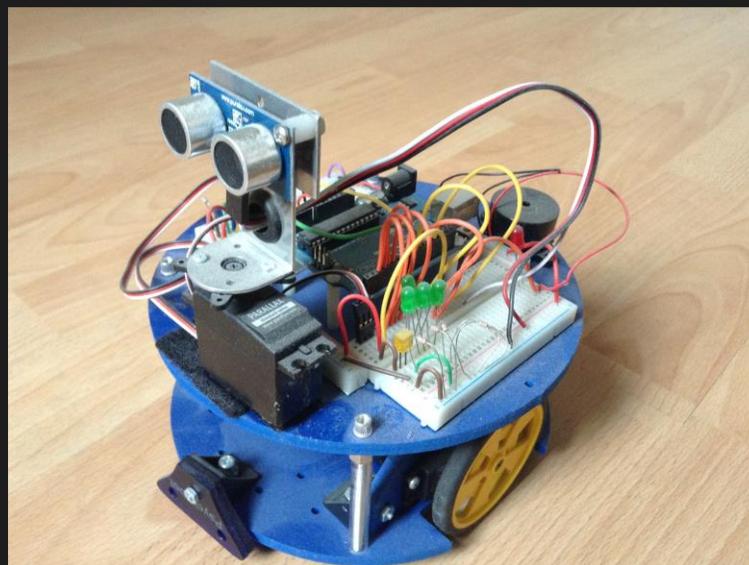
机器人技术在教育中的应用



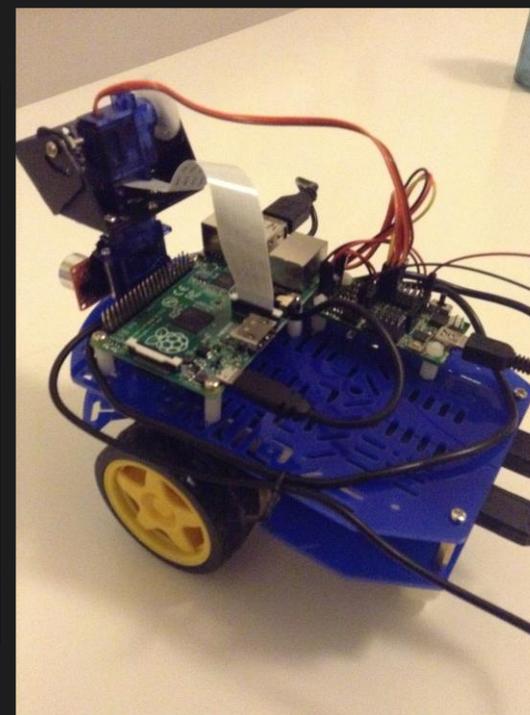
- 知识点清晰
- 结构合理，易搭建操作
- 有价值，有利于未来进一步深造STEM课程



Insect Bot



Teach Bot



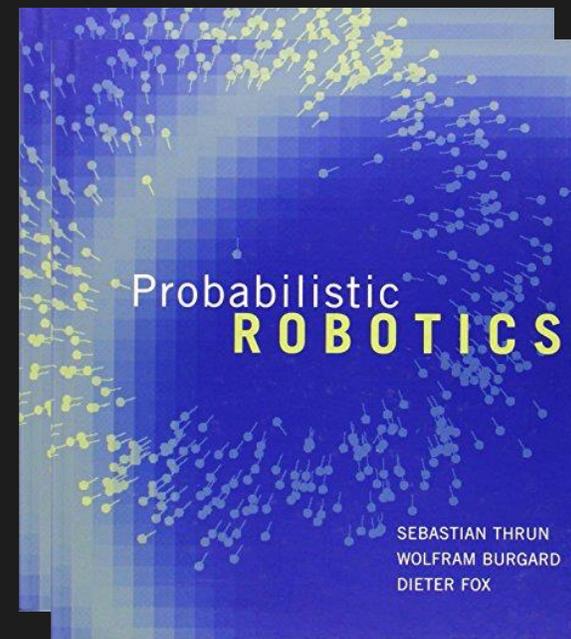
Pi Camera Bot



SLAM



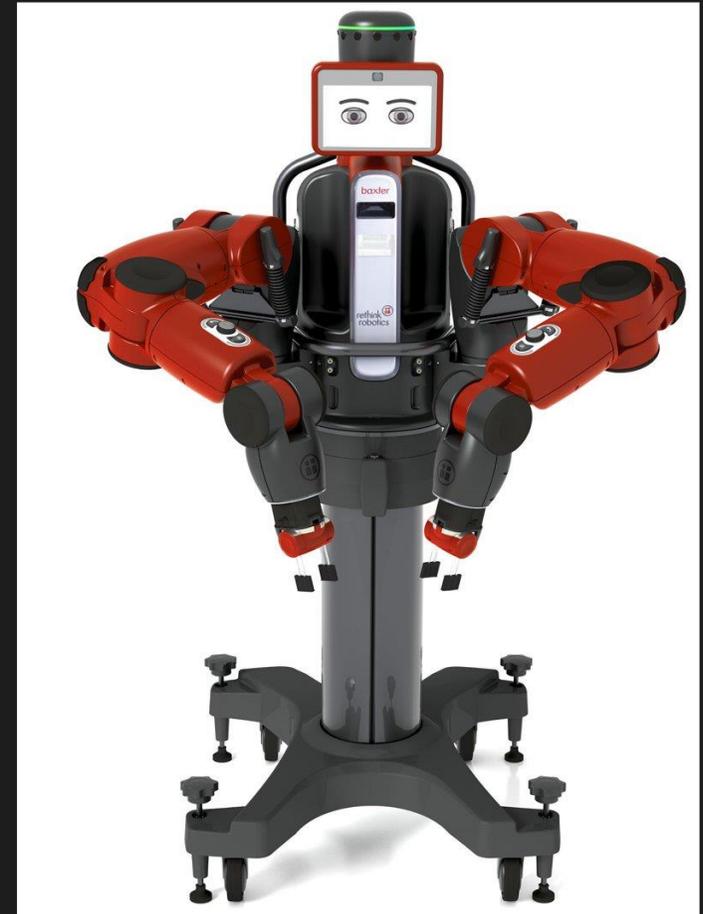
- 并行定位与建图 (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM)
- 定位：机器人怎样通过不那么精确可靠的传感器来了解它处于何处
- 建图：在不知自己身处何处时，机器人怎样建立当前的地图

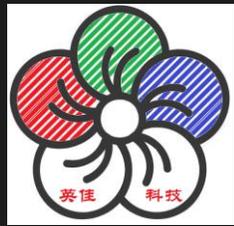


机器人操作系统 – Robot Operating System (ROS)

- 不仅仅用于机器人
- 不是一个计算机操作系统
- 采用C++或Python编程

ROS = 一个开源的，包含很多机器人相关的软件包的软件框架





ROS程序包

- 导航包：SLAM, 自主导航…
- 机械臂包：Kinematics, inverse kinematics…
- 硬件驱动包：LIDARs, 麦克, 马达, 视觉…
- 接口驱动包：OpenCV, Caffe, 语音转文字…
- 通信包：LIDARs, 麦克, 马达, 视觉…
- 接口驱动包：OpenCV, Caffe, 语音转文字…
等等…





ROS的起源



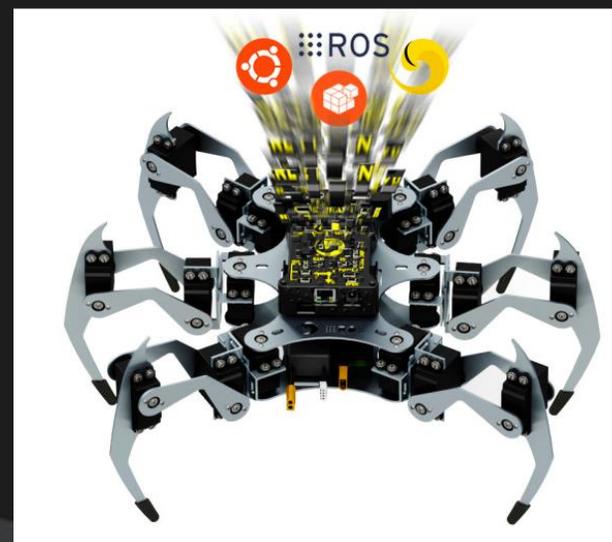
TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



ROS: 实际的工业化机器人标准



ROS



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



采用ROS的无人驾驶汽车开发



Choose either the Lincoln MKZ or Ford Fusion as a development vehicle.



Full control of

- throttle
- brakes
- steering
- shifting
- turn signals

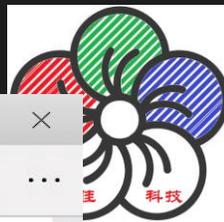
Read production sensor data such as

- gyros
- accelerometers
- gps
- wheel speeds
- tire pressures

There are no visual indications that the production vehicle has been modified. All electronics and wiring are hidden.



庆祝ROS诞生3周年 (2010年)



屏幕录像专家 未注册

Robot Operating System Ce (117) ROS: Three Years · × + ▾

← → ↻ 🏠 🔒 https://www.youtube.com/watch?v=7cslPMzklVo

☰ YouTube ROS 3 years 🔍 ⬆️ 🗑️ 🗨️ 🔔 🌐

ROS: Three Years
83,907 次观看

👍 265 🗨️ 1 ➦ 分享 📌 保存 ⋮

WillowGaragevideo

订阅 5207

接下来播放 自动播放

- ROS: Five Years
WillowGaragevideo
7.2万 次观看
- Honda's Asimo: the penalty-taking, bar-tending robot
Auto Express ✓
1138万 次观看
- Smallpools - Dreaming (Official Video)
Smallpools 🎵
为您推荐
- How to learn any language in six months | Chris Lonsdale | TEDx Talks ✓
为您推荐
- Willow Garage Shows Off PR2 Robot
IEEE Spectrum

Windows 任务栏: 在此输入你要搜索的内容 | 文件资源管理器 | 邮件 | 浏览器 | 应用商店 | 系统托盘: 20:44

<https://www.youtube.com/watch?v=PGaXiLZD2KQ>

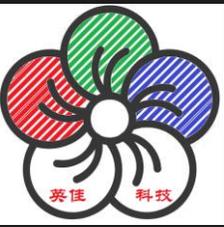
TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



屏幕录像专家
公众号

本动画使用屏幕录像专家未注册版录制 禁止商业用途

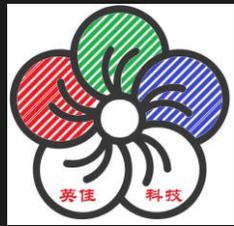
庆祝ROS诞生10周年（2017年）



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD

<https://www.youtube.com/watch?v=mDwZ21Zia8s>

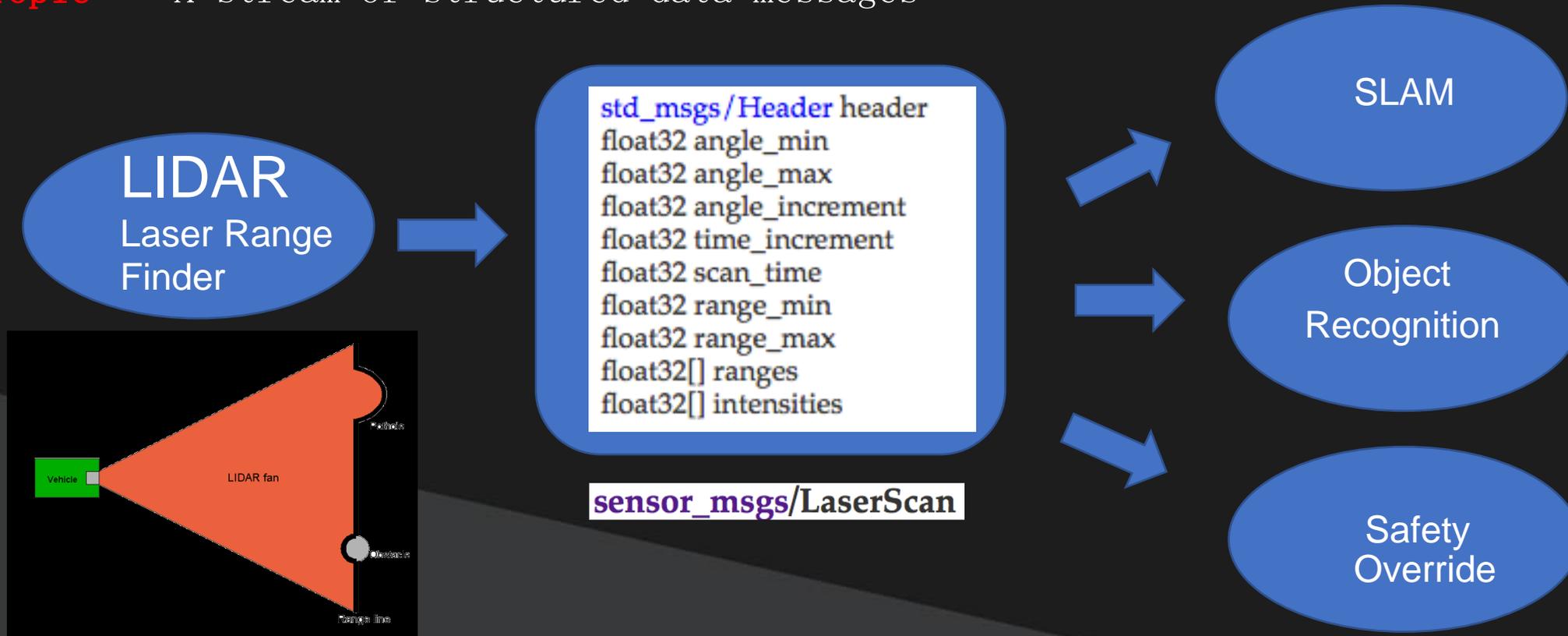




ROS体系结构：节点(node)和消息(topic)

Node - independent software process that publishes and subscribes to Topics

Topic - A stream of structured data messages



ROS节点和消息的涵义



```
import rospy
from std_msgs.msg import String
Pub = 0

if __name__ == '__main__':
    rospy.init_node('greeter', anonymous=True)
    global Pub
    Pub = rospy.Publisher('/text_to_speak', String, queue_size=10)
    rospy.Subscriber("/objects_in_view", String, message_received)
    rospy.spin()

def message_received(string_message):
    global Pub
    Pub.publish("Hello, " + string_message)
```

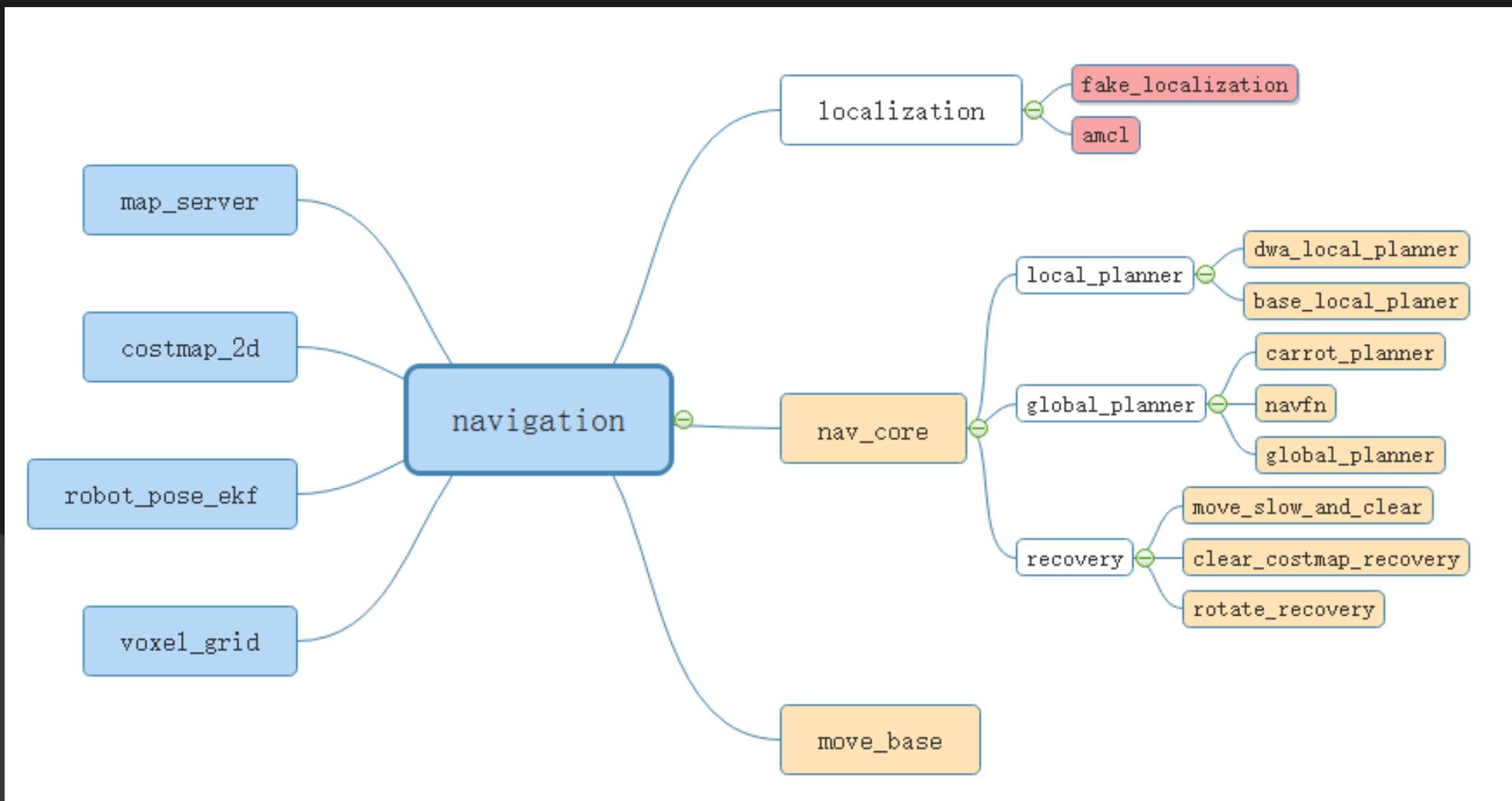
greeter.py

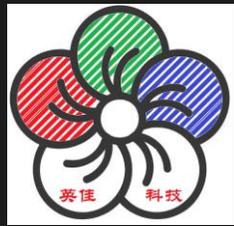


TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



ROS导航包集合

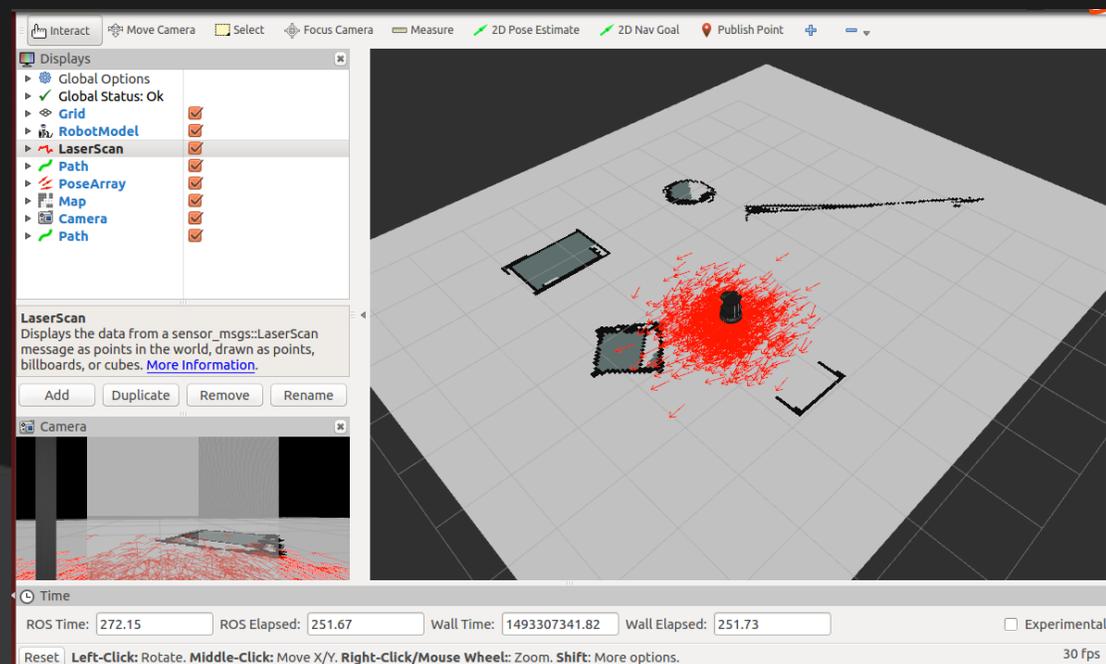




ROS软件框架与机器人系统的关系

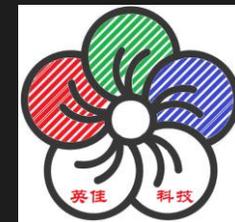


智能机器人场景基础



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD

深度学习智能机器人



激光雷达

深度学习模块、
ROS模块、
Wifi、蓝牙、
摄像头等各类传感器、
机械手等

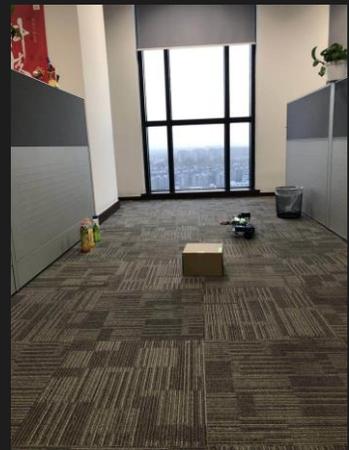
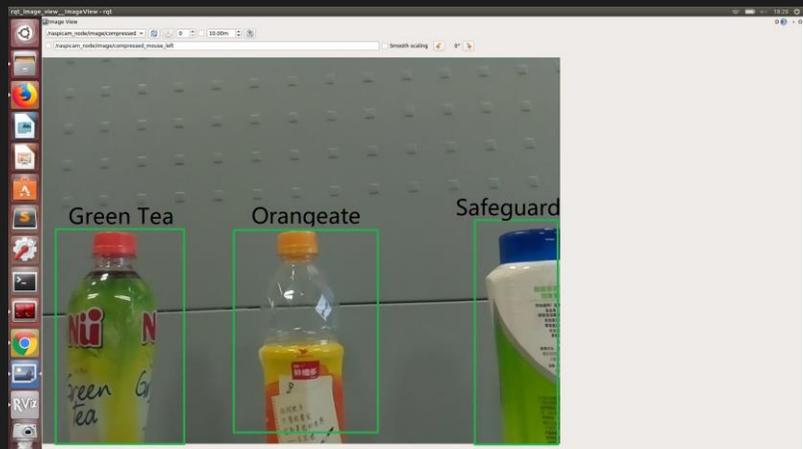
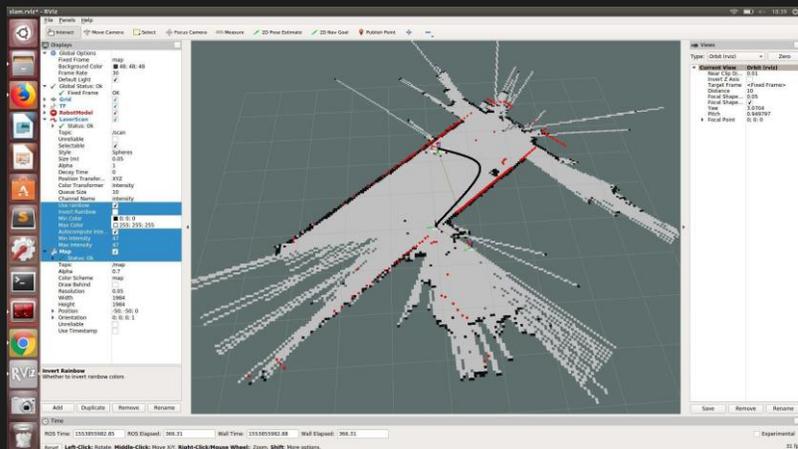
底盘



TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



智能机器人场景之一：抓取物体

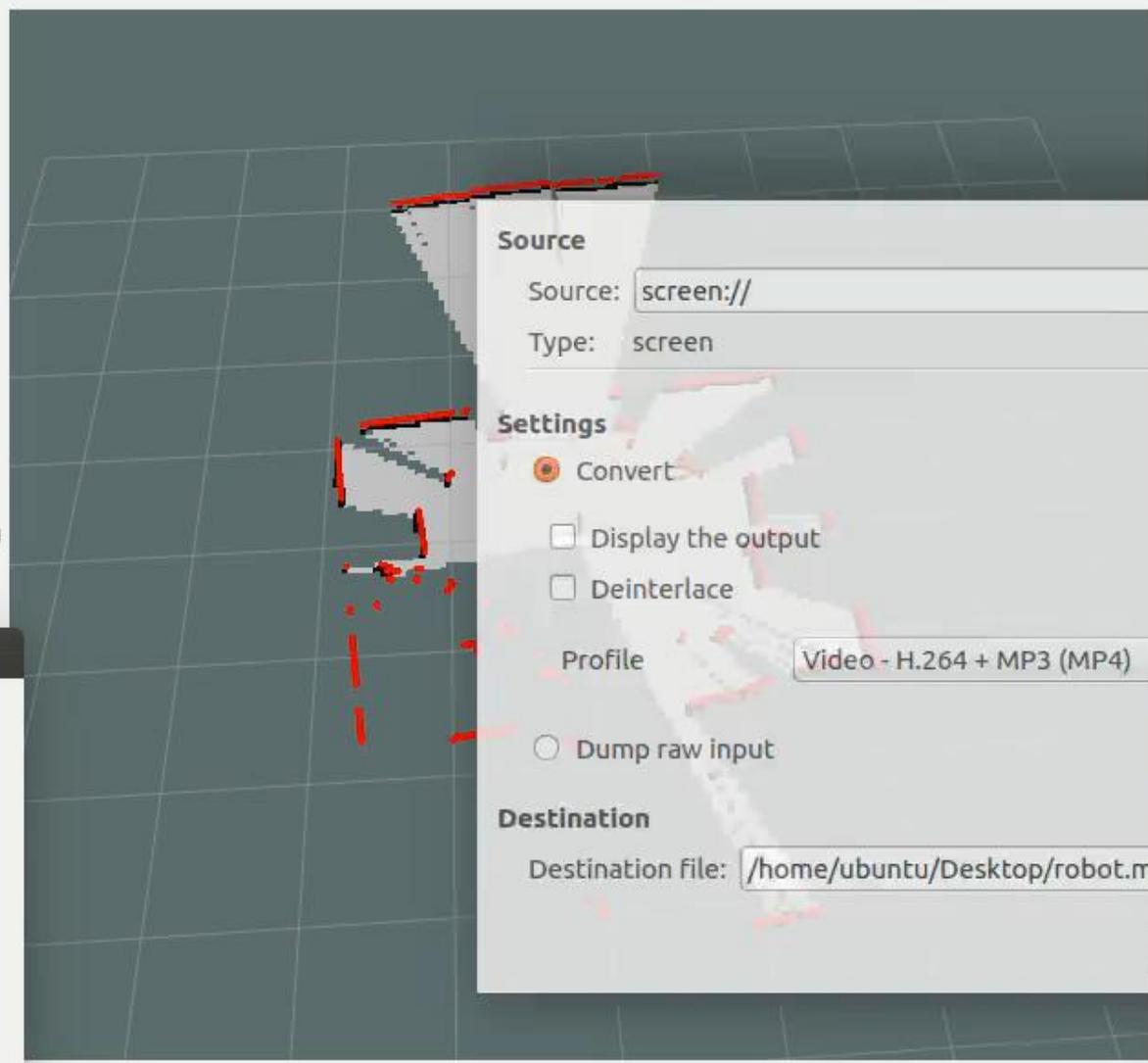


TECHNOLOGY LINKS
THE WORLD



Displays

- Global Options
 - Fixed Frame: map
 - Background Color: 48; 48; 48
 - Frame Rate: 30
 - Default Light:
- Global Status: Ok
 - Fixed Frame: OK
- Grid:
- TF:
- RobotModel:
- LaserScan:
 - Status: Ok
 - Topic: /scan
 - Unreliable:
 - Selectable:
 - Style: Spheres
 - Size (m): 0.05



Views

Type: Orbit (rviz) | Zero

Current View Orbit (rviz)

- Near Clip ...: 0.01
- Invert Z Axis:
- Target Fra...: <Fixed Frame>
- Distance: 10
- Focal Shap...: 0.05
- Focal Shap...:
- Yaw: 3.0754
- Pitch: 0.944797
- Focal Point: 0; 0; 0

Source

Source: screen://

Type: screen

Settings

- Convert
 - Display the output
 - Deinterlace
- Dump raw input

Profile: Video - H.264 + MP3 (MP4)

Destination

Destination file: /home/ubuntu/Desktop/robot.mp4

Buttons: Cancel, Start

/raspicam_node/Image

Wall Time: 1551330261.53 | Wall Elapsed: 144.70

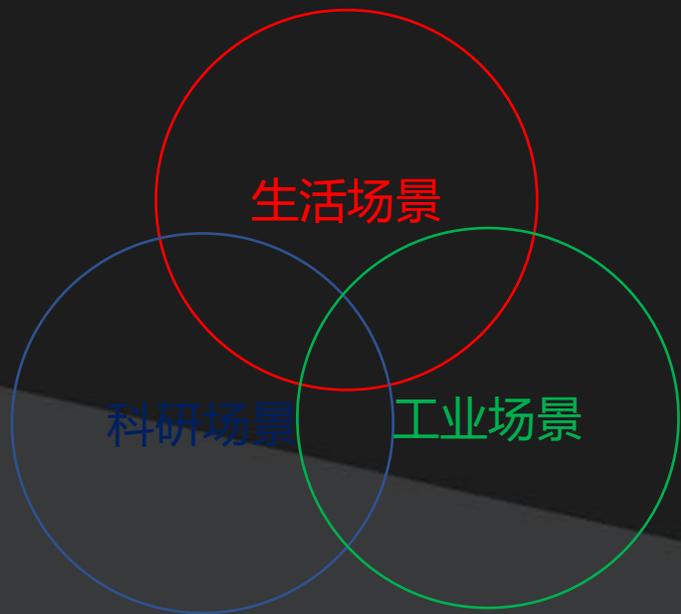
(x=1245, y=434) ~ R:11 G:36 B:33

```

ubuntu@140-70: ~
t : up (+z)
b : down (-z)
anything else : stop
: decrease max s
w/x : increase/decrease only
by 10%
e/c : increase/decrease only
by 10%
CTRL-C to quit
currently: speed 0.5
  
```



素材来源



课程分级

A	普适性课程
B	培优课程
C	竞赛进阶课程

理论规范

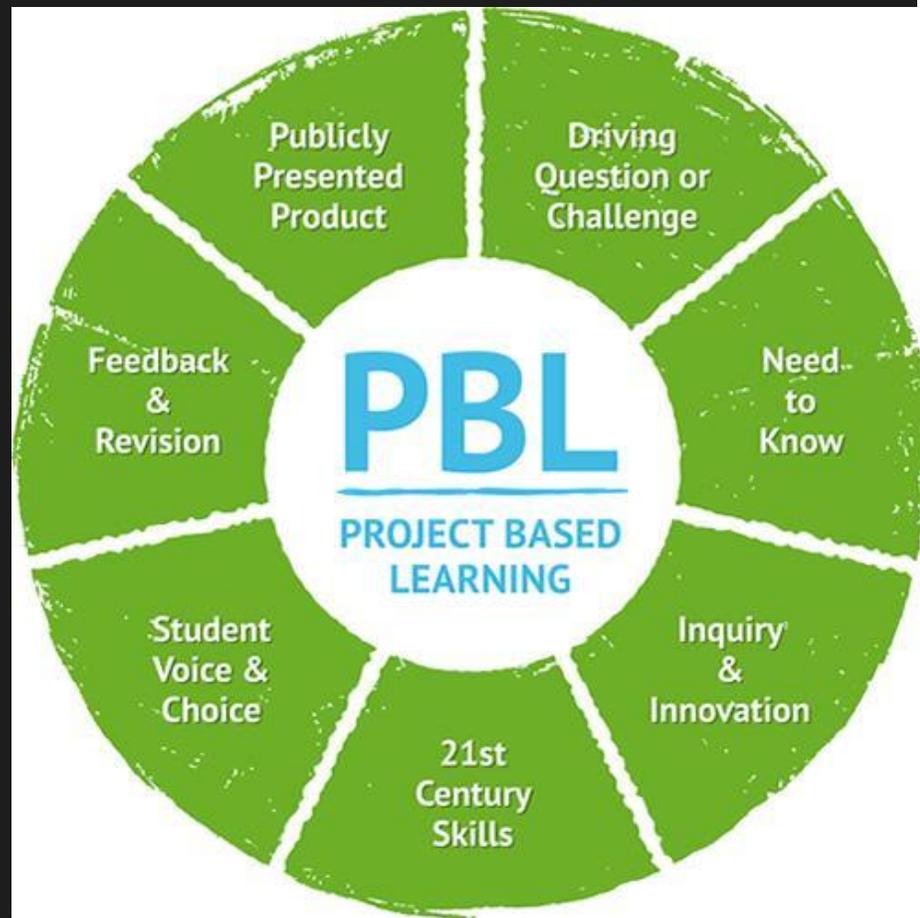


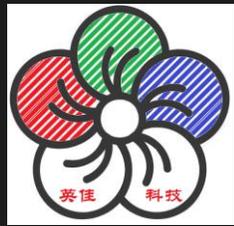
课程教学方式



基于PBL的教学模式，以能力为导向替代对于内容的过度追求，由“4C能力”目标取代原有的知识技能目标。

- 批判性思维 (Critical thinking)
- 沟通 (Communication)
- 协作 (Collaboration)
- 创造性问题解决能力 (Creative problem-solving)





课程场景

学习场景:

1. Ubuntu及ROS安装
3. ROS基本概念及工作环境
4. ROS机器人基本架构
5. ROS坐标系管理
6. URDF机器人描述及Gazebo仿真
7. ROS模拟系统实例：建图与导航
8. 基于ROS的项目与实践

