



AI

# Introduction to Artificial Intelligence

## 《人工智能导论》第二章——智能体

陈仕韬 博士 助理教授  
西安交通大学人工智能与机器人研究所  
人机混合增强智能全国重点实验室  
视觉信息处理与应用国家工程中心

# 人工智能三种主流学派

学习模式	优势	不足
符号主义(用规则教)		
联结主义(用数据学)		
行为主义(用问题引导)		

# 人工智能三种主流学派

学习模式	优势	不足
符号主义(用规则教)	与人类逻辑推理相似, 解释性强	难以构建完备的知识规则库
联结主义(用数据学)		
行为主义(用问题引导)		

# 人工智能三种主流学派

学习模式	优势	不足
符号主义(用规则教)	与人类逻辑推理相似, 解释性强	难以构建完备的知识规则库
联结主义(用数据学)	直接从数据中学	以深度学习为例: 依赖于数据、解释性不强
行为主义(用问题引导)		

# 人工智能三种主流学派

学习模式	优势	不足
符号主义(用规则教)	与人类逻辑推理相似, 解释性强	难以构建完备的知识规则库
联结主义(用数据学)	直接从数据中学	以深度学习为例: 依赖于数据、解释性不强
行为主义(用问题引导)	从经验中进行能力的持续学习	非穷举式搜索而非最优策略

# 人工智能三种主流学派

学习模式	优势	不足
符号主义(用规则教)	与人类逻辑推理相似， 解释性强	难以构建完备的知识规则库
联结主义(用数据学)	直接从数据中学	以深度学习为例：依赖于数据、解释性不强
行为主义(用问题引导)	从经验中进行能力的持续学习	非穷举式搜索而非最优策略

从数据到知识与能力，能力增强是最终目标  
三种学习方法的综合利用值得关注！

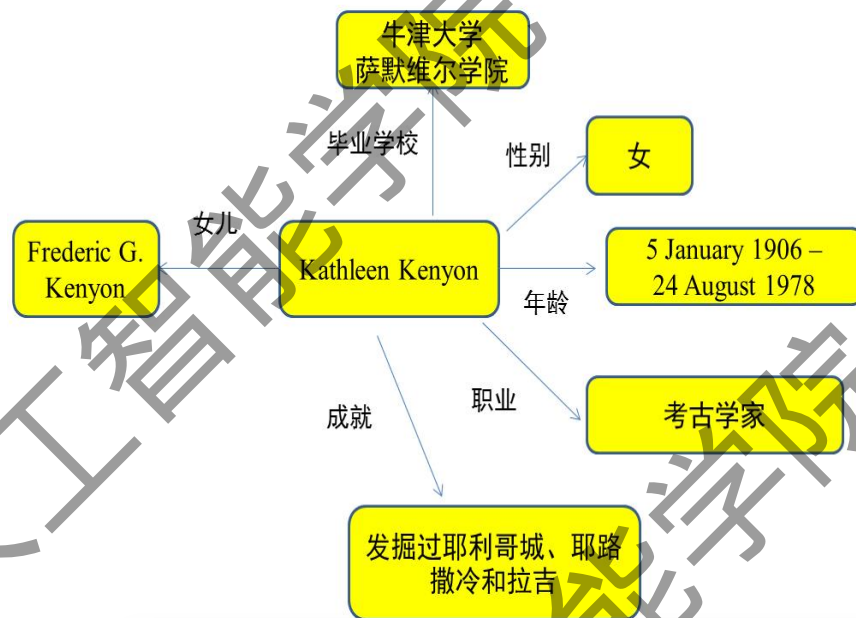
# 典型的人工智能系统（智能体）-IBM Watson

## IBM “沃森” 的推理

主持人问: **Kathleen Kenyon**'s excavation of this city mentioned in **Joshua** showed the walls had been repaired 17 times. (**Kathleen Kenyon**对这个在《圣经·约书亚记》中提到的城市的发掘表明, 该城的城墙曾被修复17次)。问这个城市是什么?

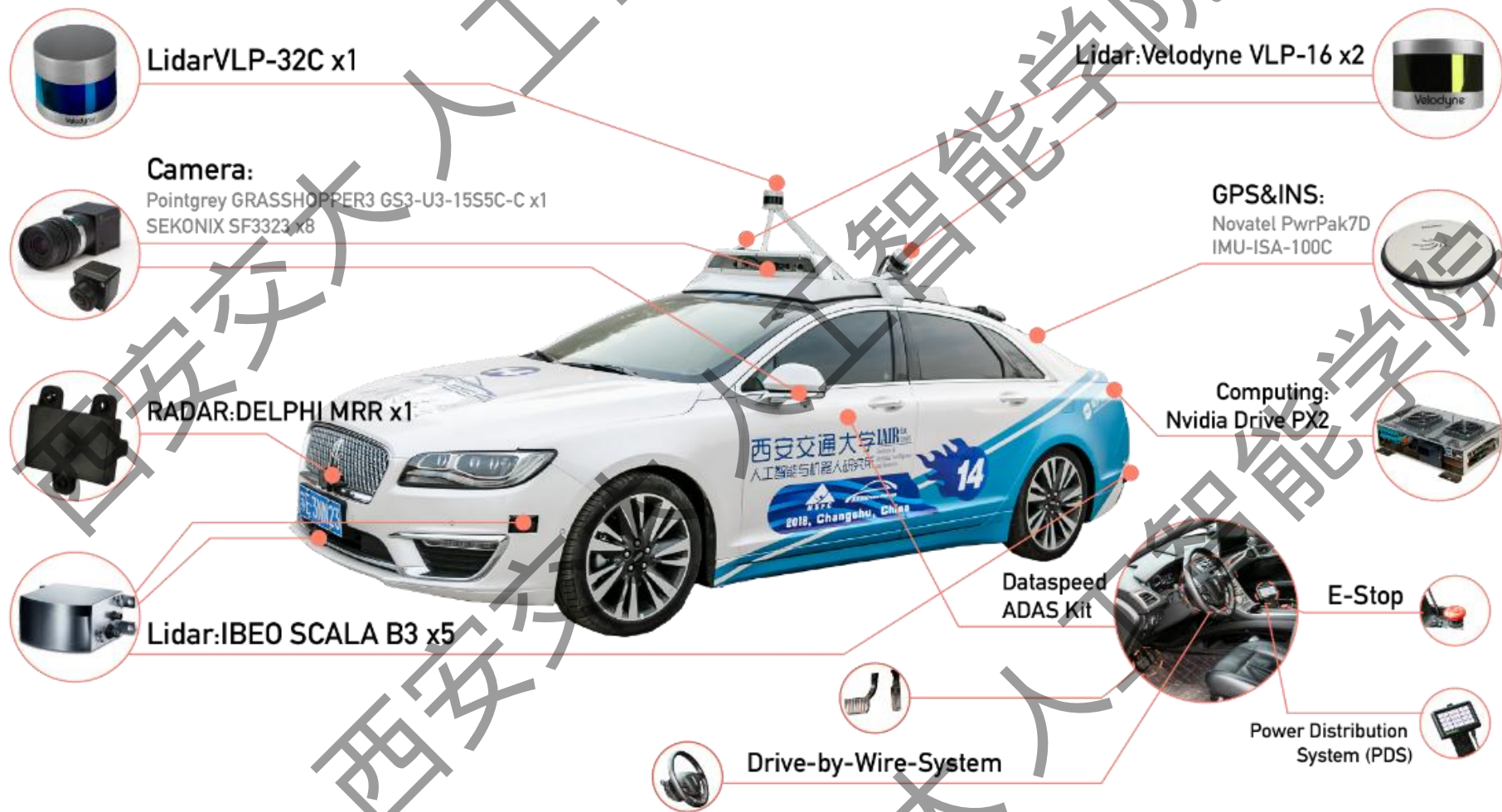
答案排序: **耶利哥 (Jericho) 97%**、耶路撒冷 (Jerusalem) 42%、拉吉 (Lachish) 7%

沃森回答: **Jericho (耶利哥城)**



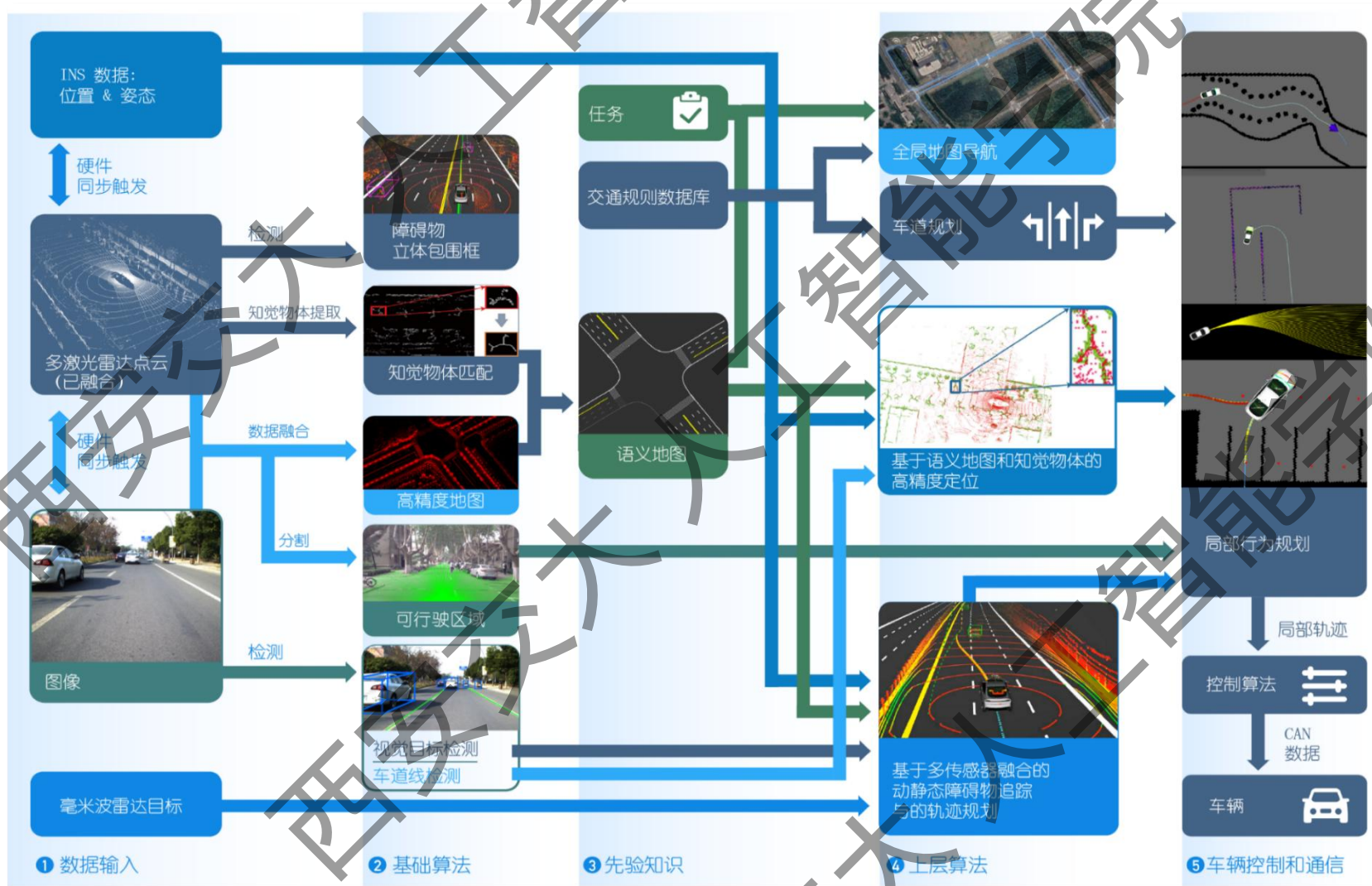


# 典型的人工智能系统（智能体）-自动驾驶汽车



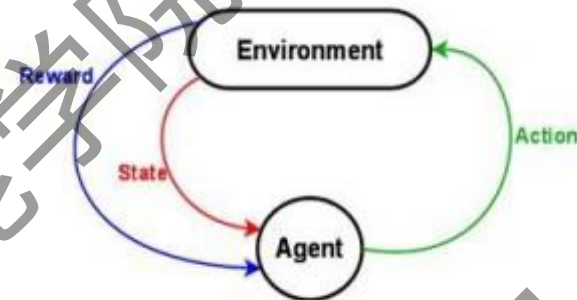


# 典型的人工智能系统（智能体）-自动驾驶汽车



# 人工智能主流方法：行为主义（从经验中学习）

- 观点：从自然界生物进化的角度，认为智能行为的基础是基于“感知—行动”的反应机制，智能是在与外部系统和环境的交互作用中表现的对外界复杂环境的一种反应，无需推理
- 本质：把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算机联系起来（模拟身体的运作机制，而不是脑）



从经验中的策略学习

用问题引导  
(反馈牵引)

“实现从输入—输出映射（模型）的一种智能方法”

- 输入：文本、图像、语音、视频
- 输出：结果、文本、图像、语音、视频
- 应用：翻译、图像识别、数据分析、AI ISP



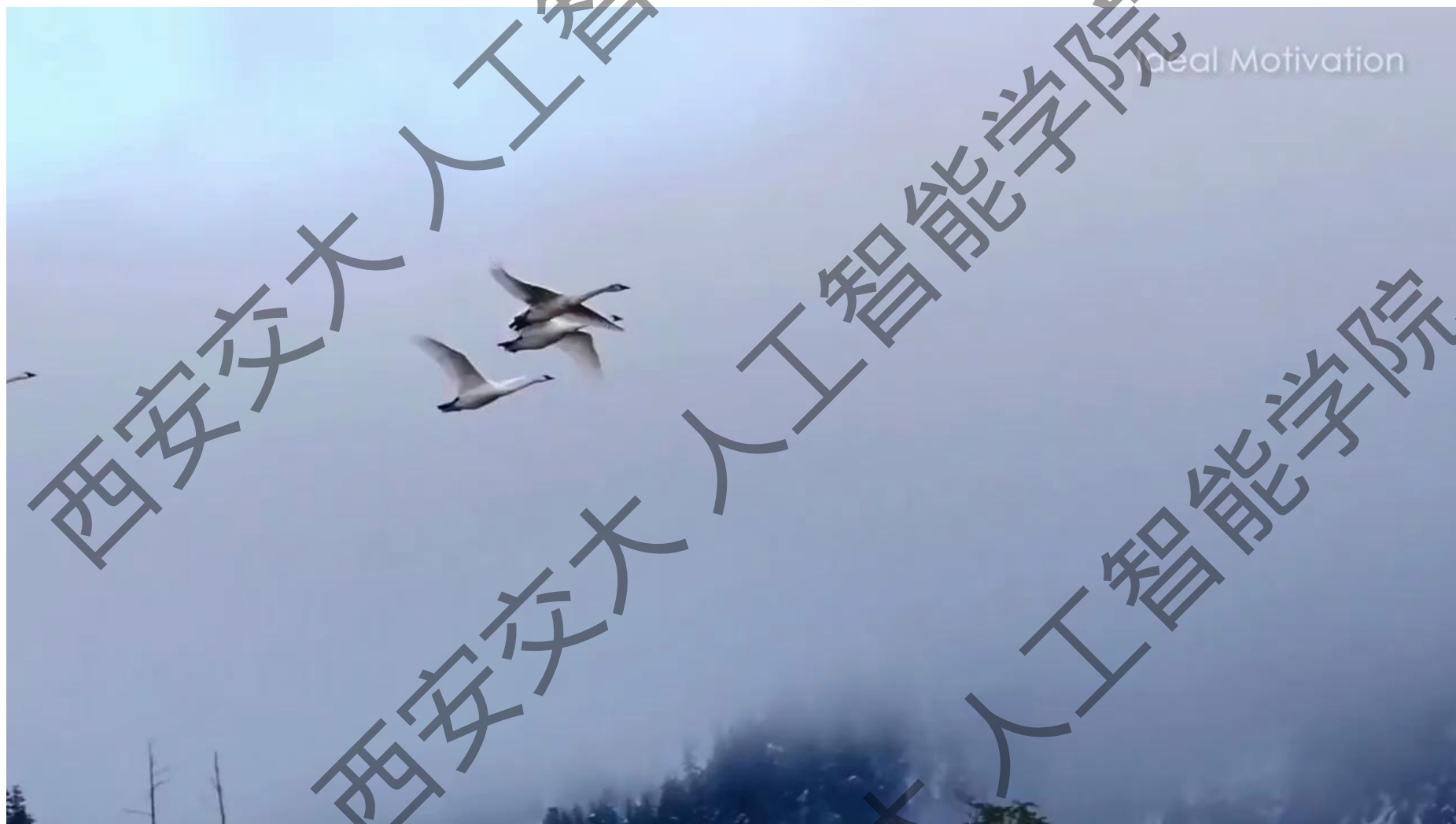
# 提纲

## 一、智能体

## 二、智能体环境类型

## 三、智能体结构

# 自然界中的智能体(Agent)



# 人类社会的智能体(Agent)



**Excellent  
Team  
work**

# 人工构造的智能体(Agent)



# 人工构造的虚拟智能体(Agent)

narrowing, as seen from the Net Interest Income improving from -890,000 in 9/30/2020 to -239,000 in TTM.

7. **EBIT & EBITDA:** Both EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) and EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization)

SA



what is this mean

This is a traffic sign that is used in China. The sign indicates "turn left" with the arrow pointing to the left. The characters "中环" mean "Left Turn" in English.

SA

Suppose a continuous function  $f(x)$  and a constant  $a$  satisfy the following relation:

$$\int_0^x f(t)dt = 4ax^3 + (1-3a)x + \int_0^x \left\{ \int_0^u f(t)dt \right\} du + \int_x^1 \left\{ \int_u^1 f(t)dt \right\} du$$

Now, answer each of the following questions.

- Find the values of  $a$  and  $f(0) + f(1)$ .
- Let  $g(x) = e^{-2x}f(x)$ . Find  $g'(x)$ .
- Find  $f(x)$ .

solve this

Alright, let's solve this step by step.

Given:

$$\int_0^x f(t)dt = 4ax^3 + (1-3a)x + \int_0^x \left( \int_0^u f(t)dt \right) du + \int_x^1 \left( \int_u^1 f(t)dt \right) du$$


1. We are to find the values of  $a$  and  $f(0) + f(1)$ .

Differentiating both sides with respect to  $x$ :

$$f(x) = 12ax^2 + 1 - 3a + \int_0^x f(u)du - \int_x^1 f(u)du$$

Now ●

SA




what is this

The image appears to be a close-up of ancient Egyptian hieroglyphic carvings on a stone surface. Hieroglyphics were the formal writing system used in Ancient Egypt. The carvings show various symbols, including human figures, animals, and other iconic Egyptian motifs. Some figures can be seen presenting offerings or performing rituals. The presence of these symbols and carvings is indicative of religious or historical significance in the context of ancient Egyptian culture. The wear and tear, as well as the cracks on the stone, suggest that this is likely an artifact or a section of an ancient monument or temple wall.

+241.54 (1,393.77%) ↑ past 5 years

Closed: Oct 12, 5:39 PM EDT - Disclaimer  
After hours 258.13 -0.74 (0.29%)

1D 5D 1M 6M YTD 1Y 5Y Max



213.97 USD Jun 2, 2023

Open	262.92	Mkt cap	811.16B	52-wk high	299.29
High	265.41	P/E ratio	73.49	52-wk low	101.81
Low	256.63	Div yield	-		

More about Tesla Inc → Feedback

what Am i looking at

You are looking at a stock market summary for Tesla Inc. Here are the main details:

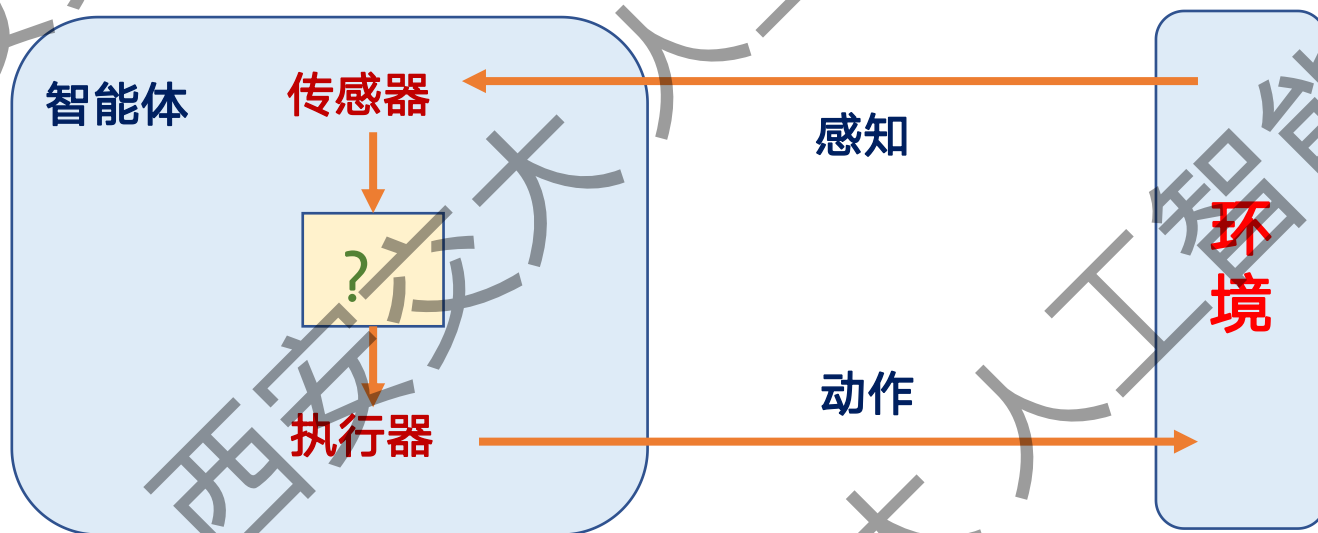
- The current price of Tesla stock is \$258.87 USD.
- Over the past 5 years, the stock has increased by \$241.54, which is a 1,393.77% increase.
- The stock closed at \$258.87 on October 12, with a slight decrease in after-hours trading.
- The graph displays ●

# 智能体(Agent)的定义

- **Agent**原为代理商，是指在商品经济活动中被授权代表委托人的一方
- 1986年，明斯基（Minsky）出版The Society of Mind，最早出现Agent
- Agent一词最早见于在人工智能和计算机科学等领域，智能体（Agent）被借用，是指具有自治性、社会性、反应性和预动性的基本特性的实体，也可以看做是相应的软件程序或者一个实体（如人、车辆、机器人等）
- 在环境中通过**传感器感知环境**，并通过**效应器（或执行器）**自主地作用于该环境
- 智能体按照用户要求或应用程序执行特定的、可预测的和重复的任务，其中“智能”是指其具有在执行任务过程中**学习的能力**

# 智能体的重要组件

- 智能体三个主要工作组件：传感器、执行器和效应器
- **传感器**：检测环境变化的设备，该信息被发送到其他设备。在人工智能中，智能体通过传感器观察系统的环境
- **执行器**：将能量转换为运动的组件，扮演控制和移动系统的角色，如例包括导轨、电机和齿轮
- **效应器**：环境受效应器的影响，如腿、手指、轮子、显示屏和手臂

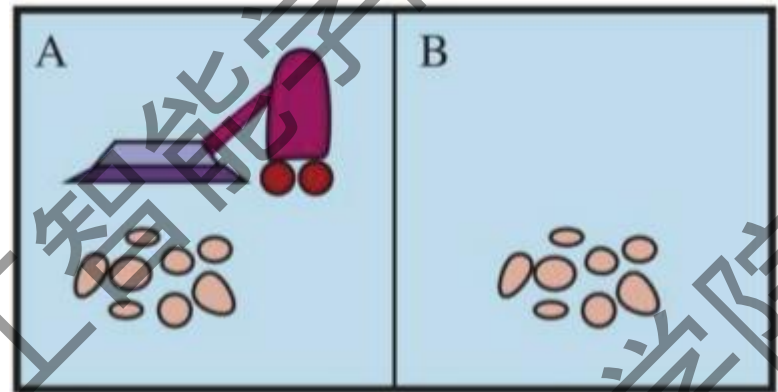


# 学习智能体(Agent)的目的

- 讨论智能体的本质，完美的或不完美的、环境的多样性及由此产生的智能体类型的集合
- 智能体的概念是一种分析系统的工具，并不是要将世界划分为智能体和非智能体的绝对表征
- 工程的所有领域都可以被视为设计与世界互动的人工制品，都是智能体的一种表象
- 本章将理性智能体的概念确定为研究人工智能方法的核心
- 当前基于大模型的Agent（LLM-based AI agent）是基于经典人工智能的智能体框架发展而来，强化了智能体对外部模型的使用、交互与集成

# 典型的智能体示例

- 从数学上讲，智能体（Agent）的行为是由Agent函数描述的，该函数会将任何给定的感知序列映射到某一个行动
- 示例：简单的Agent功能如下:如果当前方是脏的，则吸；否则，移到另一个方格
- Agent函数可以由Agent程序实现



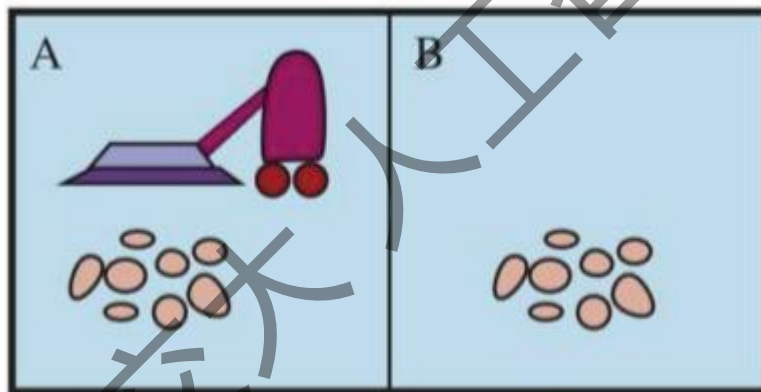
Percept sequence	Action
[A, Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck
[A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Dirty]	Suck
⋮	⋮
[A, Clean], [A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Clean], [A, Dirty]	Suck
⋮	⋮

# 智能体的讨论范畴：理性智能体

“施以机器的目的，是我们真正想要的目的。”

——诺伯特 维纳

- 人工智能通常坚持结果主义的概念：通过结果来评估智能体的行为
- 设计构建**理性智能体**——做正确的事情，让预期收益最大化
- **性能度量 (Performance Measure)**：度量评估任何给定的环境状态序列。



- 度量方法1:用单个班次时间内清理的灰尘总量，以量化评估性能
- 度量方法2:地板保持干净所保持的时间总和
- **一般规则**：根据一个人在环境中真正想实现的目标，而不是根据一个人认为智能体应该如何表现来设计性能度量方法



# 智能体的讨论范畴：理性智能体

- **理性 (Rationality)** 取决于4个方面：
  - ✓ 定义成功指标的性能度量
  - ✓ 智能体对环境的先验知识
  - ✓ 智能体可以执行的操作
  - ✓ 智能体迄今为止的感知序列
- **理性 (Rationality)**：合理的、明智的、而且具有良好判断力的状态  
(status of being reasonable, sensible, and having good sense of judgment)
- **理性智能体 (Rational agent)**：对于每个可能的感知序列，通过感知序列提供的证据以及智能体拥有的任何内置知识，智能体应该选择一个预期能够最大化其性能度量的动作，即智能体的任务是依赖感知序列能够最大限度地改进其性能度量

# 全知 (Omniscience)、学习与自主 (Autonomy)

- **全知智能体 (Omniscient Agent)** : 明确知道其行为的实际结果, 并且做出相应的动作智能体, 即“做事正确”的智能体, 全知智能体在现实世界中难以存在
- **理性  $\neq$  全知 (rational  $\neq$  omniscient)** : 感知可能不提供所有相关信息, 先验知识有限或者有误, 理性智能体不仅收集信息, 还要尽可能多地从其感知的信息中学习, 智能体的初始配置可以反映对环境的一些先验知识, 但随着智能体获得经验, 这可能会被修改和增强
- **理性  $\neq$  完美 (rational  $\neq$  clairvoyant)**, 行动结果可能不如预期, 理性是使期望的性能最大化, 完美是使实际的性能最大化, AI智能体与全知智能体不同, 理性智能体试图通过当前感知获得最佳结果, 会导致不完美
- **理性智能体 = 探索、学习、自主 (Rational = exploration, learning, autonomy)**, 理性智能体应该是自主的, 应该学习, 以弥补不完整的或不正确的先验知识

# 理性智能体、全知智能体示例



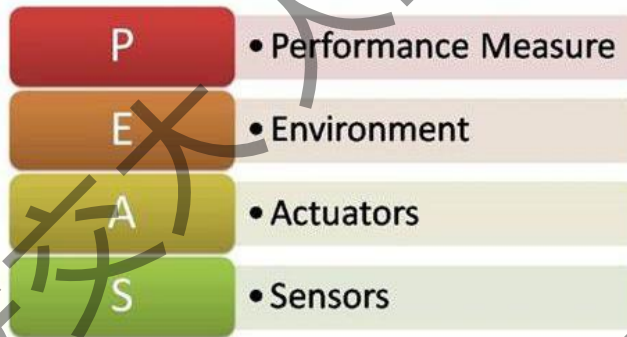
- **理性智能体：自动驾驶汽车**，因为在当前的行动中，不可能预见到所有可能的结果



- **全知智能体：井字棋 (tic-tac-toe)**，无所不知的，因为它总是提前知道结果

# 环境的本质——任务环境PEAS表示

- PEAS是智能体在其上工作的模型，可在PEAS表示模型下对智能体属性进行分组



- 性能度量（智能体行为成功的客观指标）
- 环境
- 执行器
- 传感器

- **性能度量 (P)**：通过衡量不同的因素来特定智能体为实现其目标而采取的步骤顺序,智能体的所有输出结果都体现在性能之中，性能因智能体的不同而不同
- **环境 (E)**：智能体周围工作环境和条件，若智能体开始运动，则会随时间不断变化
- **执行器 (A)**：智能体产生结果的设备、硬件和软件，将动作的输出传递给环境
- **传感器 (S)**：智能体观察和感知环境的设备，智能体通过其接收输入

# 自动驾驶汽车的PEAS



- **P性能**: 速度、驾驶安全（汽车和用户）、开车到特定地点的时间、用户的舒适度等
- **E环境**: 汽车行驶的道路、道路上的其他车辆、行人、十字路口、路标、交通信号等
- **A执行器**: 转向、油门、刹车、信号、喇叭、音响等所有用于控制汽车的设备
- **S传感器**: 摄像头、GPS、车速表、里程表、加速度计、声纳等汽车通过其获得对周围环境的估计并从中得出某些感知的所有设备



# 智能体的PEAS 表示示例

智能体类型	性能度量	环境	执行器	传感器
零件选取机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件在正确箱中的比例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件输送带</li> <li>箱子</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有关节的手臂</li> <li>手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头</li> <li>触觉</li> <li>关节角度传感器</li> </ul>
提炼厂控制器	<ul style="list-style-type: none"> <li>纯度</li> <li>产量</li> <li>安全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提炼厂</li> <li>原料</li> <li>操作员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阀门</li> <li>泵</li> <li>加热器</li> <li>搅拌器</li> <li>显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度传感器</li> <li>气压传感器</li> <li>流量传感器</li> <li>化学传感器</li> </ul>
医学诊断系统				
卫星图像分析系统				
交互英语教师				



# 智能体的PEAS 表示示例

智能体类型	性能度量	环境	执行器	传感器
零件选取机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件在正确箱中的比例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件输送带</li> <li>箱子</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有关节的手臂</li> <li>手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头</li> <li>触觉</li> <li>关节角度传感器</li> </ul>
提炼厂控制器	<ul style="list-style-type: none"> <li>纯度</li> <li>产量</li> <li>安全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提炼厂</li> <li>原料</li> <li>操作员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阀门</li> <li>泵</li> <li>加热器</li> <li>搅拌器</li> <li>显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度传感器</li> <li>气压传感器</li> <li>流量传感器</li> <li>化学传感器</li> </ul>
医学诊断系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>治愈患者</li> <li>降低费用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>患者</li> <li>医院</li> <li>工作人员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于问题测试</li> <li>诊断</li> <li>治疗的显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于症状检验结果的触摸屏</li> <li>语音输入</li> </ul>
卫星图像分析系统				
交互英语教师				

# 智能体的PEAS 表示示例

智能体类型	性能度量	环境	执行器	传感器
零件选取机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件在正确箱中的比例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件输送带</li> <li>箱子</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有关节的手臂</li> <li>手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头</li> <li>触觉</li> <li>关节角度传感器</li> </ul>
提炼厂控制器	<ul style="list-style-type: none"> <li>纯度</li> <li>产量</li> <li>安全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提炼厂</li> <li>原料</li> <li>操作员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阀门</li> <li>泵</li> <li>加热器</li> <li>搅拌器</li> <li>显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度传感器</li> <li>气压传感器</li> <li>流量传感器</li> <li>化学传感器</li> </ul>
医学诊断系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>治愈患者</li> <li>降低费用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>患者</li> <li>医院</li> <li>工作人员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于问题测试</li> <li>诊断</li> <li>治疗的显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于症状检验结果的触摸屏</li> <li>语音输入</li> </ul>
卫星图像分析系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>正确分类对象</li> <li>地形</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>轨道卫星</li> <li>下行链路</li> <li>天气</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>场景分类显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高分辨率数字照相机</li> </ul>
交互英语教师				

# 智能体的PEAS 表示示例

智能体类型	性能度量	环境	执行器	传感器
零件选取机器人	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件在正确箱中的比例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>零件输送带</li> <li>箱子</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有关节的手臂</li> <li>手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>摄像头</li> <li>触觉</li> <li>关节角度传感器</li> </ul>
提炼厂控制器	<ul style="list-style-type: none"> <li>纯度</li> <li>产量</li> <li>安全</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提炼厂</li> <li>原料</li> <li>操作员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阀门</li> <li>泵</li> <li>加热器</li> <li>搅拌器</li> <li>显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度传感器</li> <li>气压传感器</li> <li>流量传感器</li> <li>化学传感器</li> </ul>
医学诊断系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>治愈患者</li> <li>降低费用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>患者</li> <li>医院</li> <li>工作人员</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于问题测试</li> <li>诊断</li> <li>治疗的显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于症状</li> <li>检验结果的触摸屏</li> <li>语音输入</li> </ul>
卫星图像分析系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>正确分类对象</li> <li>地形</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>轨道卫星</li> <li>下行链路</li> <li>天气</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>场景分类显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高分辨率数字照相机</li> </ul>
交互英语教师	<ul style="list-style-type: none"> <li>学生的考试分数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一组学生</li> <li>考试机构</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用于练习</li> <li>反馈</li> <li>发言的显示器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>键盘输入</li> <li>语音</li> </ul>

# 提纲

## 一、智能体

## 二、智能体环境类型

## 三、智能体结构

# 智能体的环境类型

- **环境是智能体的周围世界**，智能体通过传感器从环境中获取输入，并通过执行器将输出传递给环境，每个环境都有其属性，应设计智能体使其可以使用传感器探索环境状态并使用执行器相应地采取行动，环境为智能体提供可能的奖励、状态、动作

- **智能体几种典型环境类型：**

- 完全可观察vs 部分可观察 (Fully Observable vs Partially Observable)
- 确定性vs 随机性 (Deterministic vs Stochastic)
- 竞争vs 合作 (Competitive vs Collaborative)
- 单智能体vs 多智能体 (Single-agent vs Multi-agents)
- 静态vs 动态 (Static vs Dynamic)
- 离散vs 连续 (Discrete vs Continuous)
- 片段vs 延续 (Episodic vs Sequential)

# 智能体的任务环境—1

## 完全可观察vs 部分可观察环境 (Fully Observable vs Partially Observable)

- 当智能体传感器能够在每个时间点感知或访问智能体的完整状态时，可被称为完全可观察的环境，否则它是部分可观察的
- 维护一个完全可观察的环境很容易，因为不需要跟踪周围的历史
- 当智能体在所有环境中都没有传感器时，该环境称为不可观察的

◆ **国际象棋智能体**：棋盘是完全可观察的，对手的动作也是如此

◆ **自动驾驶智能体**：环境是部分可观察的，因为不知道即将发生的事情





# 智能体的任务环境—2

## 单智能体vs 多智能体环境 (Single-agent vs Multi-agents)

- 单智能体环境：仅由一个智能体组成的环境称为单智能体环境
- 多智能体环境：涉及多个智能体的环境

◆ **单智能体**：单智能体系统：一个人独自留在迷宫中

◆ **多智能体**：足球比赛是，因为它涉及每支球队的11 名球员

➤ **竞争性的多智能体环境**：当一个智能体与另一个智能体竞争以优化输出时，则称为处于竞争环境中

➤ **合作性的多智能体环境**：当多个智能体合作以产生所需的输出时，则称一个代理处于协作环境中

# 智能体的任务环境—3

## 确定性环境vs 非确定性 (Deterministic vs Nondeterministic)

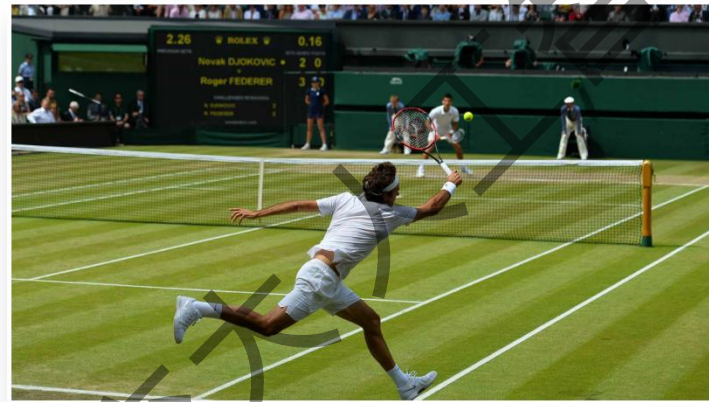
- 当智能体所处的当前状态和动作能够唯一性地确定其下一个状态时，环境被称为确定性的
  - 如果对环境的观测是部分可观察的，那么一般其面对的是随机的非确定性环境
- ◆ **国际象棋智能体**：在当前状态下，棋子只有几种可能的走法，并且可以确定这些走法
  - ◆ **自动驾驶智能体**：自动驾驶汽车的动作不是唯一的，它会不时变化



# 智能体的任务环境—4

## 回合式 vs 序贯式 (Episodic vs Sequential)

- 回合式（片段式）：智能体经验被划分为彼此独立原子片段，每个片段都由智能体感知然后行动组成，其动作的质量仅取决于片段本身，后续片段不依赖于前一片段中的动作，片段环境要简单得多
  - 序贯式：下一个状态依赖于当前动作的环境，智能体当前的动作可以改变环境的所有未来状态，智能体不需要提前思考
- ◆ **问答机器人**：回答一个问题再回答另一个，依此类推
- ◆ **打网球**：球员观察对手的击球并采取行动，当前的行动会影响未来的状态和行动



# 智能体的任务环境—5

## 动态环境vs 静态环境 (Static vs Dynamic)

- 动态环境：环境在智能体思考/决策时时会发生变化，否则为静态环境
- 静态环境：容易处理，智能体无需担心随时间变化，环境产生变化

◆ **自动驾驶智能体**：决策时，其他车辆依然在产生变化

◆ **空房子中的机器人**：是静态的，因为当代理进入时周围环境没有变化





# 智能体的任务环境—6

## 离散vs 连续环境 (Discrete vs Continuous)

- 离散环境：如果一个环境由有限数量的操作组成，这些动作可以在环境中经过深思熟虑以获得输出
  - 连续环境：环境中执行操作的无法编号（即不是离散的）
- ◆ **国际象棋智能体**：离散环境，只有有限的步数，每场比赛的移动次数可能会有所不同，但仍然是有限的
- ◆ **自动驾驶智能体**：连续环境，因为其动作是驾驶、环境是连续变化的



# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏						
扑克						
自动驾驶汽车						
医疗诊断						
单一图片分析						
提炼厂控制器						
英语教师						



# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏	完全					
扑克	部分					
自动驾驶汽车	部分					
医疗诊断	部分					
单一图片分析	完全					
提炼厂控制器	部分					
英语教师	部分					

# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏	完全	单				
扑克	部分	多				
自动驾驶汽车	部分	多				
医疗诊断	部分	单				
单一图片分析	完全	单				
提炼厂控制器	部分	单				
英语教师	部分	多				

# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏	完全	单	确定性			
扑克	部分	多	非确定性			
自动驾驶汽车	部分	多	非确定性			
医疗诊断	部分	单	非确定性			
单一图片分析	完全	单	确定性			
提炼厂控制器	部分	单	非确定性			
英语教师	部分	多	非确定性			

# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏	完全	单	确定性	序贯		
扑克	部分	多	非确定性	序贯		
自动驾驶汽车	部分	多	非确定性	序贯		
医疗诊断	部分	单	非确定性	序贯		
单一图片分析	完全	单	确定性	回合式		
提炼厂控制器	部分	单	非确定性	序贯		
英语教师	部分	多	非确定性	序贯		

# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	离散 (离散or连续)
填字游戏	完全	单	确定性	序贯	静态	
扑克	部分	多	非确定性	序贯	静态	
自动驾驶汽车	部分	多	非确定性	序贯	动态	
医疗诊断	部分	单	非确定性	序贯	动态	
单一图片分析	完全	单	确定性	回合式	静态	
提炼厂控制器	部分	单	非确定性	序贯	动态	
英语教师	部分	多	非确定性	序贯	动态	

# 任务环境及其性质的实例

任务环境	对环境观测 (完全or部分)	智能体 (单or多)	确定性 (确定or非确定)	回合式 (序贯or回合式)	静态 (静态or动态)	对环境感知 (离散or连续)
填字游戏	完全	单	确定性	序贯	静态	离散
扑克	部分	多	非确定性	序贯	静态	离散
自动驾驶汽车	部分	多	非确定性	序贯	动态	连续
医疗诊断	部分	单	非确定性	序贯	动态	连续
单一图片分析	完全	单	确定性	回合式	静态	连续
提炼厂控制器	部分	单	非确定性	序贯	动态	连续
英语教师	部分	多	非确定性	序贯	动态	离散



# 提纲

## 一、智能体

## 二、智能体环境类型

## 三、智能体结构

# 智能体的结构 (Structure of Agent)

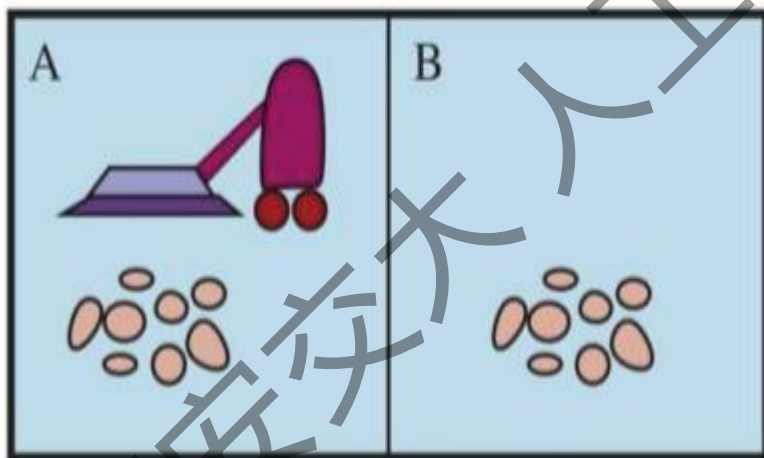
智能体结构是智能体架构、函数、程序的组合，智能体具有如下功能：

- 通过感受器感知外部环境，并且通过执行器作用于外部环境
- 可以通过学习或者应用知识来实现其目标

**智能体 = 架构+程序**

- ◆ **行为 (Behavior)**：智能体在给定感知后所做的动作
- ◆ **架构 (architecture)**：智能体进行执行其动作的机器，本质上是一个带有嵌入式执行器和传感器的设备，如机器人、汽车、相机、PC等
- ◆ **函数 (Function)**：将从环境中收集的所有信息映射到行动中，是感知序列（感知的所有历史）到动作的函数映射，在数学上描述智能体的行为
- ◆ **程序 (Program)**：智能体函数是通过程序在物理架构上实现或执行，实际上智能体行为是由程序描述，程序必须适合架构

# 为什么要设计智能体程序

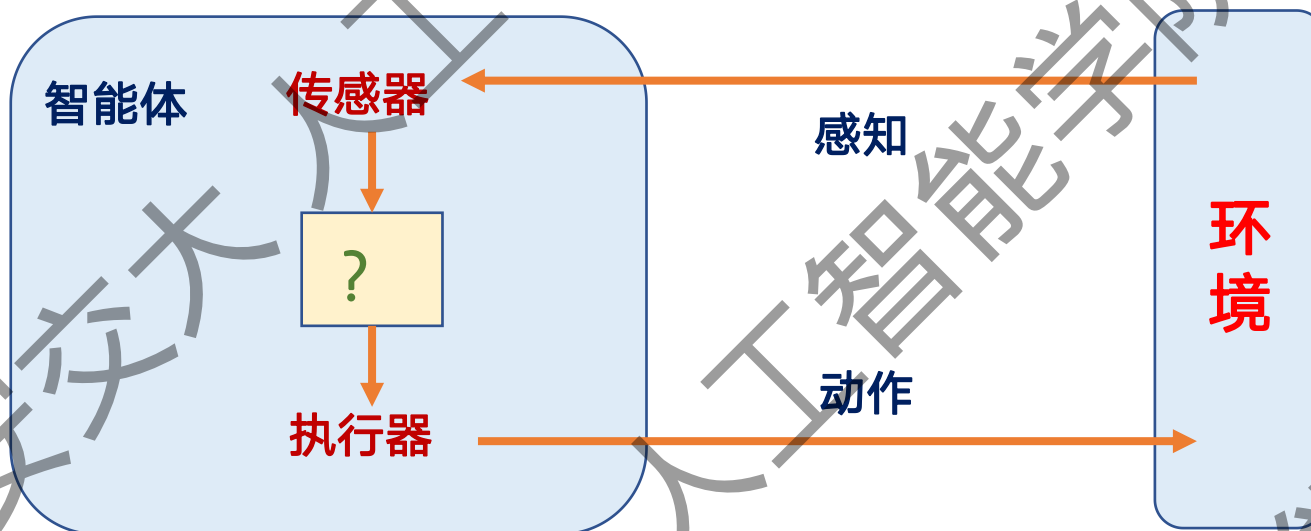


Percept sequence	Action
[A, Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck
[A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Dirty]	Suck
⋮	⋮
[A, Clean], [A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Clean], [A, Dirty]	Suck
⋮	⋮

- 自动驾驶：1个Camera，每帧1080\*720像素，每个像素24bit颜色信息，1个小时产生的记录表超过 $10^{6000000000000}$ （10的6000亿次方）条记录的表
- 国际象棋： $10^{150}$ 条记录
- 可观测的宇宙中的原子数量： $10^{80}$

**“人工智能面临的关键挑战是找出编写程序的方法，尽可能从一个小程序而不是从一个大表中生产理性行为。”**

# 智能体的典型结构



- 简单反射智能体 (Simple Reflex Agents)
- 基于模型的反射智能体 (Model-based Reflex Agents)
- 基于目标的智能体 (Goal-based Agents)
- 基于效用的智能体 (Utility-based Agents)
- 学习型智能体 (Learning-based Agents)

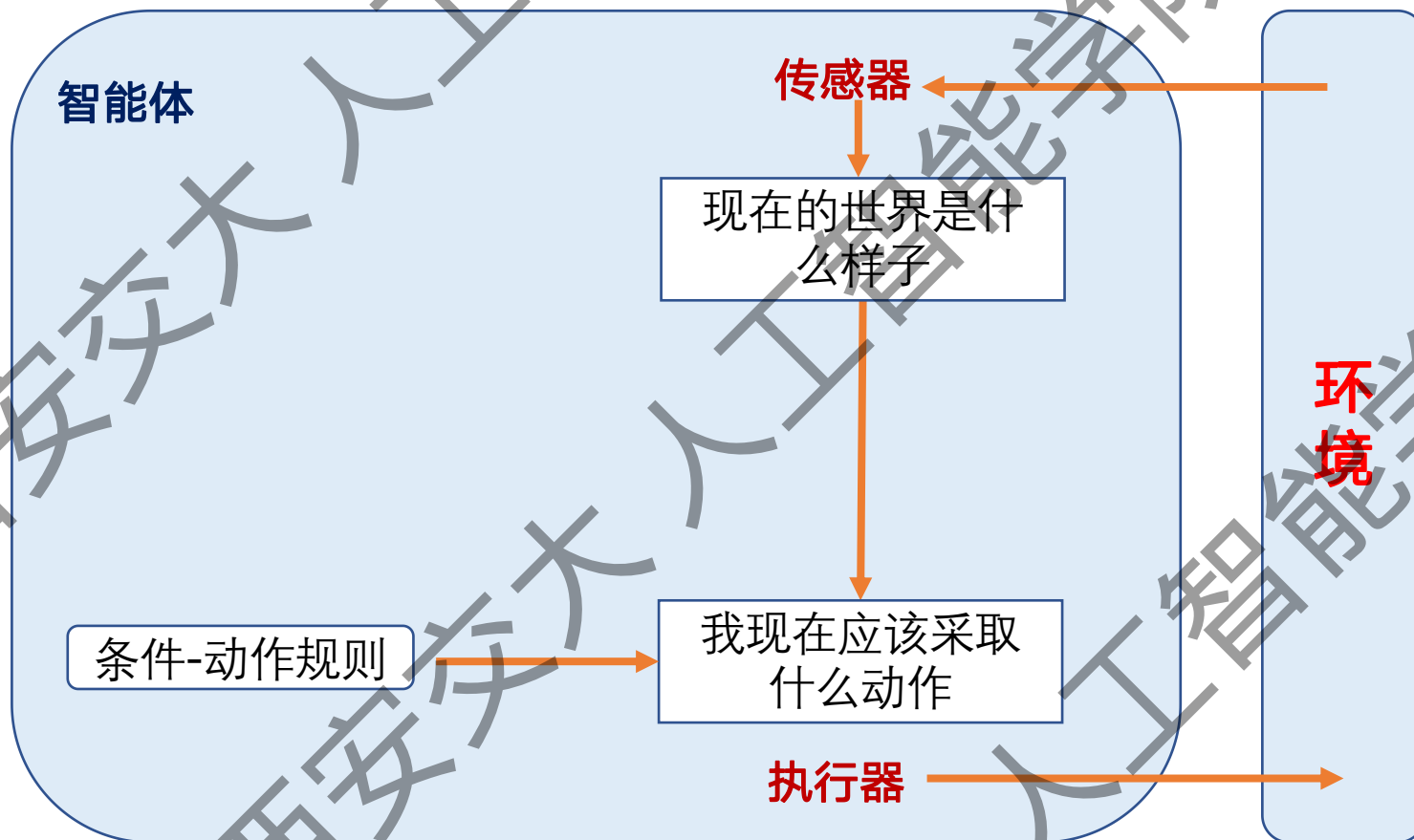
# 简单反射型智能体

- 最简单的智能体，仅根据当前感知采取行动，而在决策和行动过程中完全不考虑感知的其余历史部分，其中感知历史是智能体迄今为止感知到的所有历史
- 仅当环境完全可观察时，该智能体才会成功
- 该智能体基于条件—动作规则工作，该规则将状态（即条件）映射到动作，如果条件为真，则执行操作，否则不执行
- 对于在部分可观察环境中运行的智能体，通常不可避免无限循环，若智能体可以随机化其动作，则有可能摆脱无限循环

简单反射智能体的问题：

- 极好的简洁性，具有非常有限的智能
- 对当前状态的非感知部分一无所知
- 通常太大而无法生成和存储
- 无法自适应环境变化

# 简单反射型智能体





# 自动驾驶汽车

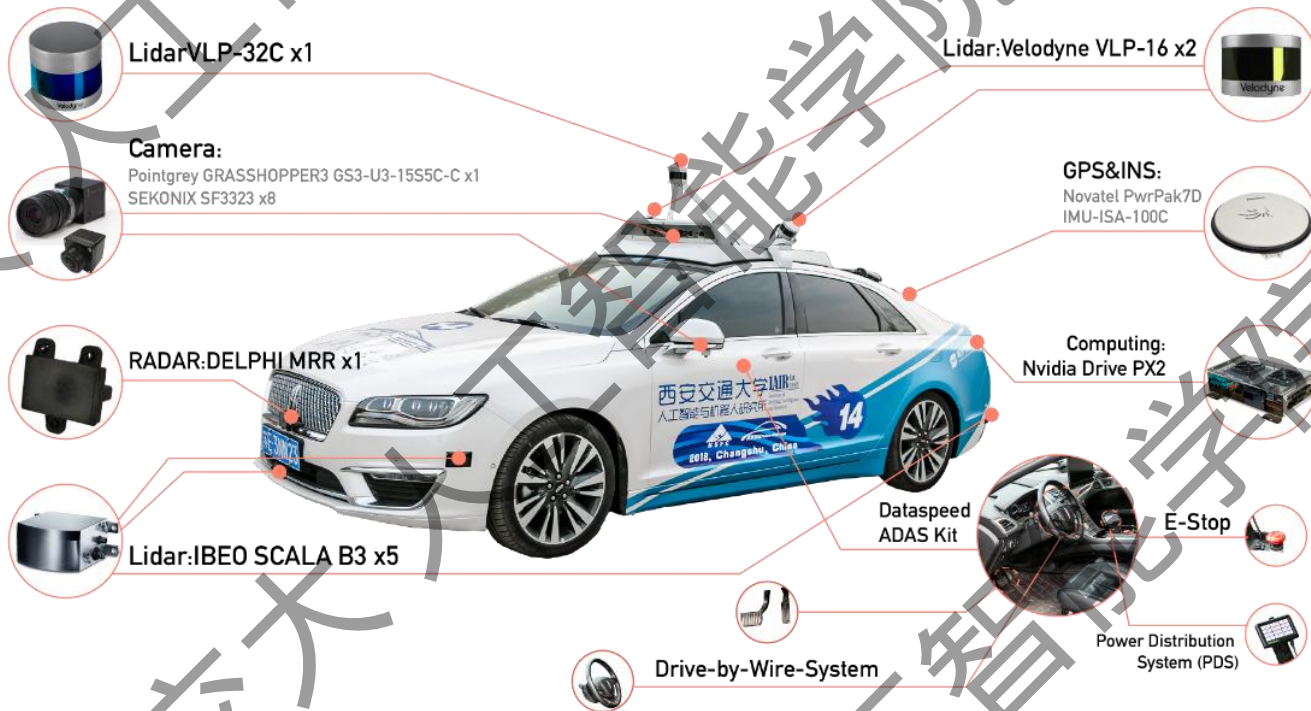
传感器信息:  
RGB相机  
激光雷达  
毫米波雷达

感知算法:  
目标检测  
目标追踪  
轨迹预测

规划算法:  
生成可选路径  
选择一条恰当路径

速度规划:  
生成舒适、快捷的  
速度序列

控制器:  
生成控制指令



# 基于模型的反射智能体

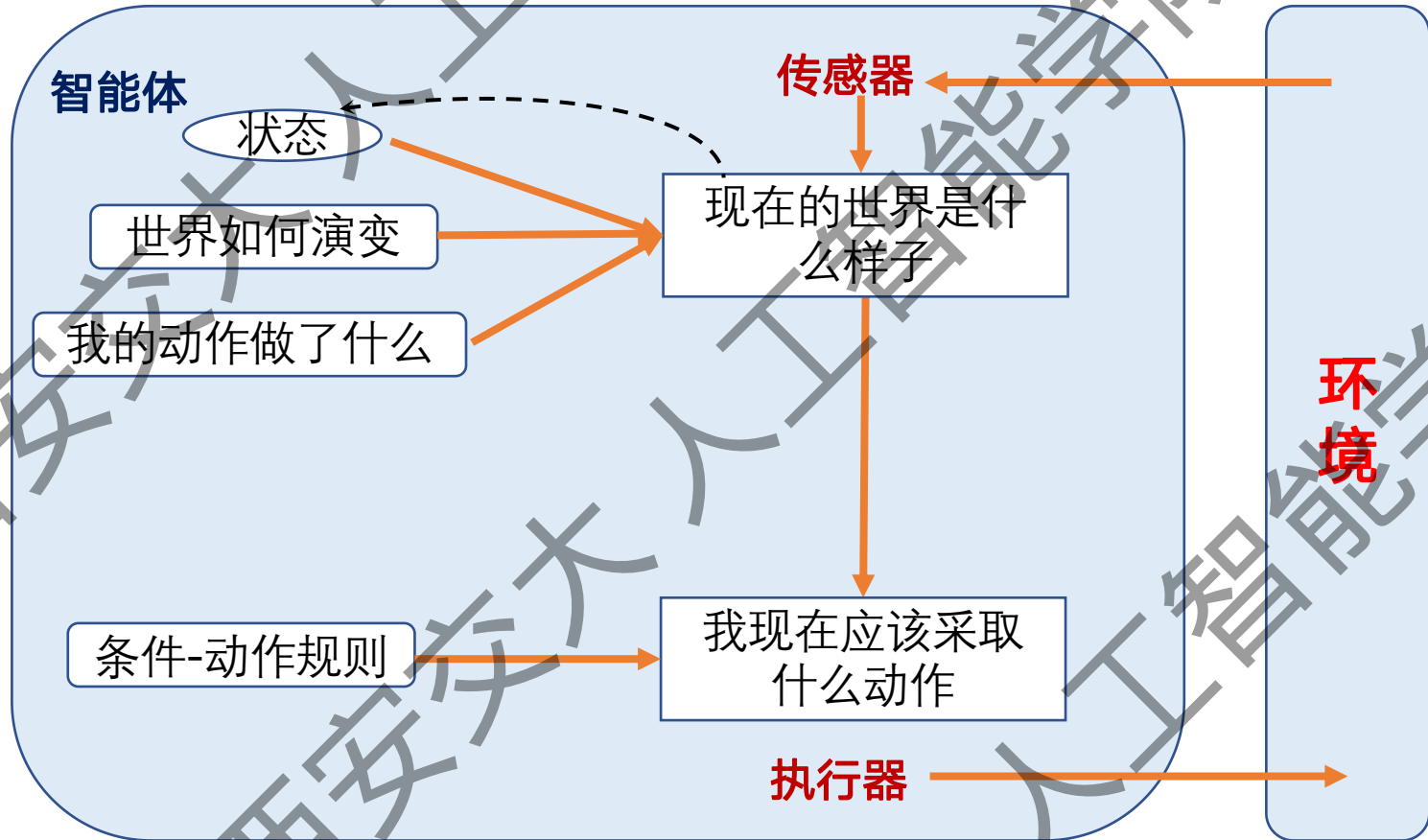
该智能体可在部分可观测环境中工作，使用内部模型来确定动作的感知历史和效果，并跟踪状态，该智能体的2个重要因素：

- 模型（model）：关于“事情如何发生的知识”
  - 内部状态（internal state）：基于感知历史的当前状态的表示
- 智能体具有“世界知识”的模型，并基于此模型查找其条件与当前情况匹配的规则执行动作，通过使用此关于世界的模型来处理部分可观察的环境

在无法完全观察的环境中仍可工作，须跟踪由每次感知调整的内部状态，并依赖感知历史

- 当前状态存储在智能体内部，用来维持描述无法看到的部分世界的某种结构
- 更新状态需要以下信息：
  - 世界如何独立于智能体而演化
  - 智能体的行为如何影响世界

# 基于模型的反射智能体



# 自动驾驶汽车

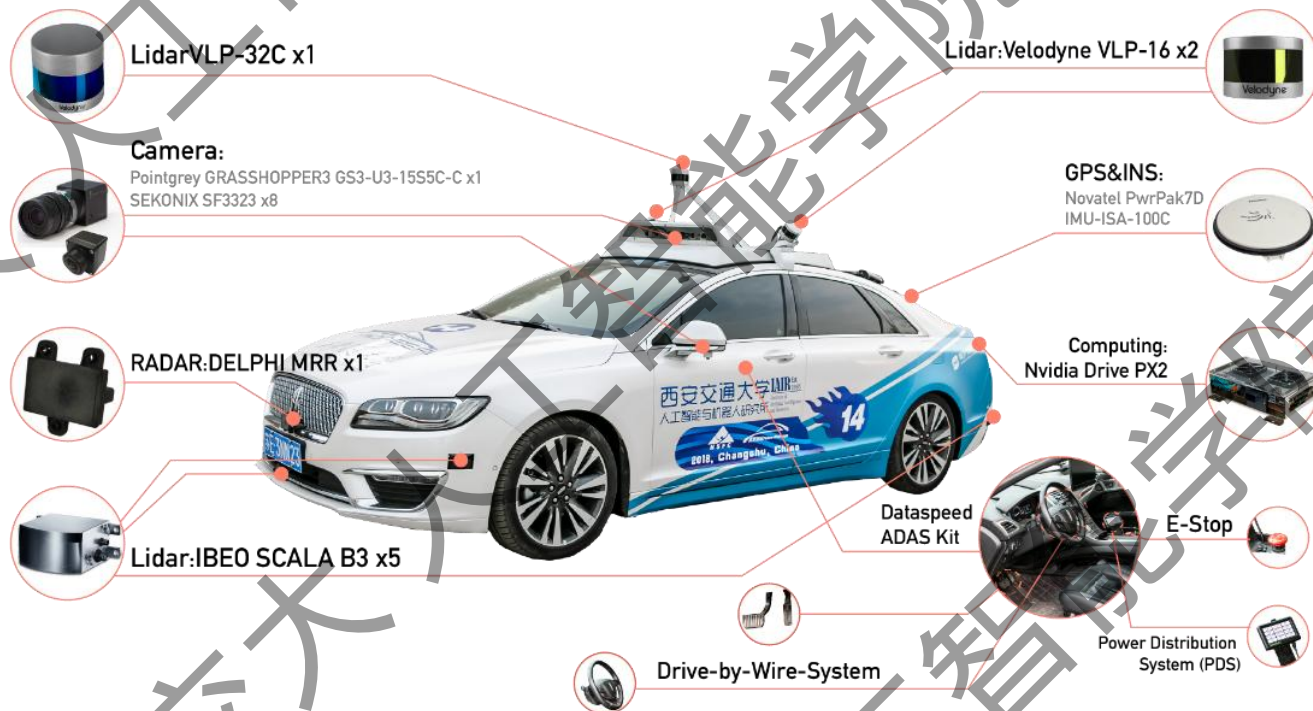
传感器信息:  
RGB相机  
激光雷达  
毫米波雷达

感知算法:  
目标检测  
目标追踪  
轨迹预测

规划算法:  
生成可选路径  
选择一条恰当路径

速度规划:  
生成舒适、快捷的  
速度序列

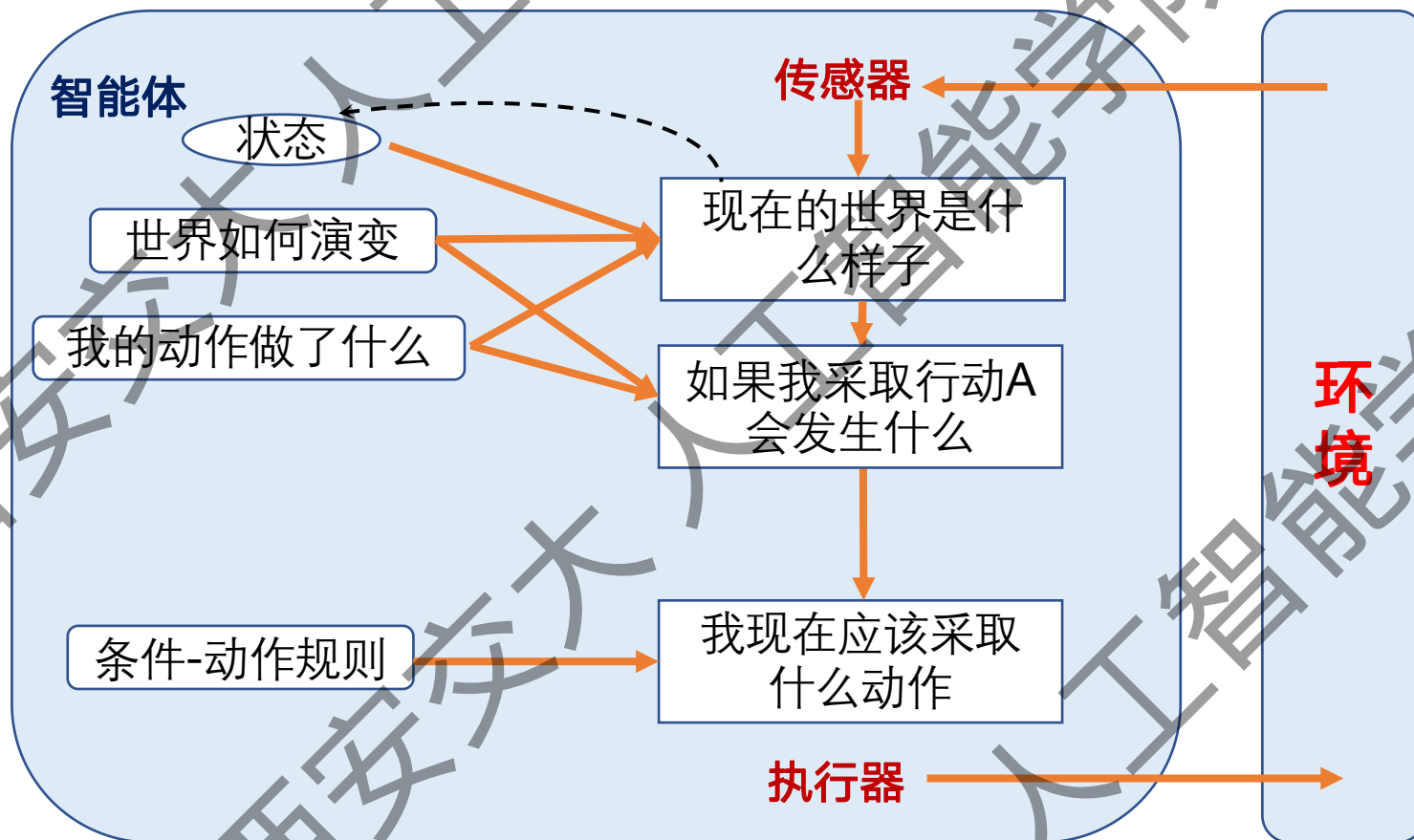
控制器:  
生成控制指令



# 基于目标的智能体

- 当前环境状态知识不足以使智能体决策，智能体需要描述希望状态的目标信息
- 根据智能体目前与目标（对希望状态的描述）的距离来做出决定，每一个动作都是为了缩小与目标的距离
- 基于目标的智能体通过拥有“目标”信息，智能体在多种可能性中进行选择一个行动，从而达到目标状态
- 支持智能体决策的知识被明确表示，并且可以修改，智能体行为很容易改变，使得智能体更加灵活
- 智能体通常需要考虑不同情景下可能的动作，需要搜索和规划
- 基于目标的智能体的问题：
  - 效率较低
  - 在确定目标是否达到前，智能体可能不得不考虑一长串可能的动作

# 基于目标的智能体





# 自动驾驶汽车

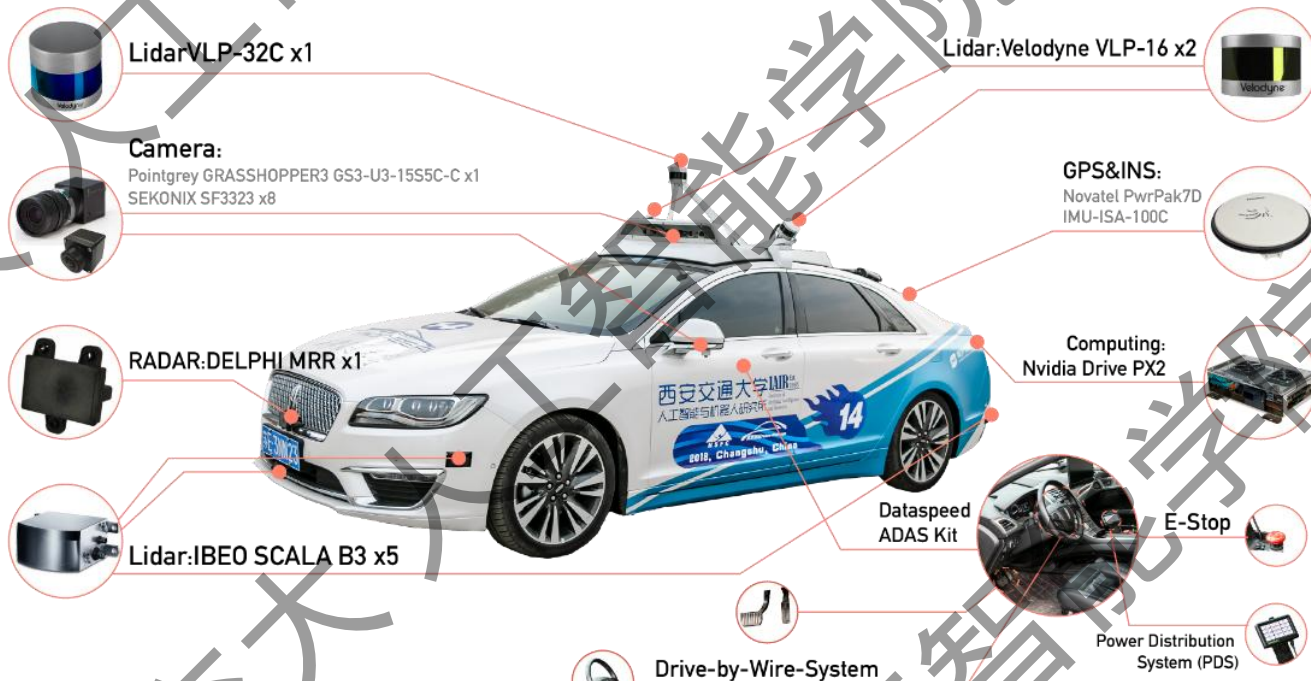
传感器信息:  
RGB相机  
激光雷达  
毫米波雷达

感知算法:  
目标检测  
目标追踪  
轨迹预测

规划算法:  
生成可选路径  
选择一条恰当路径

速度规划:  
生成舒适、快捷的  
速度序列

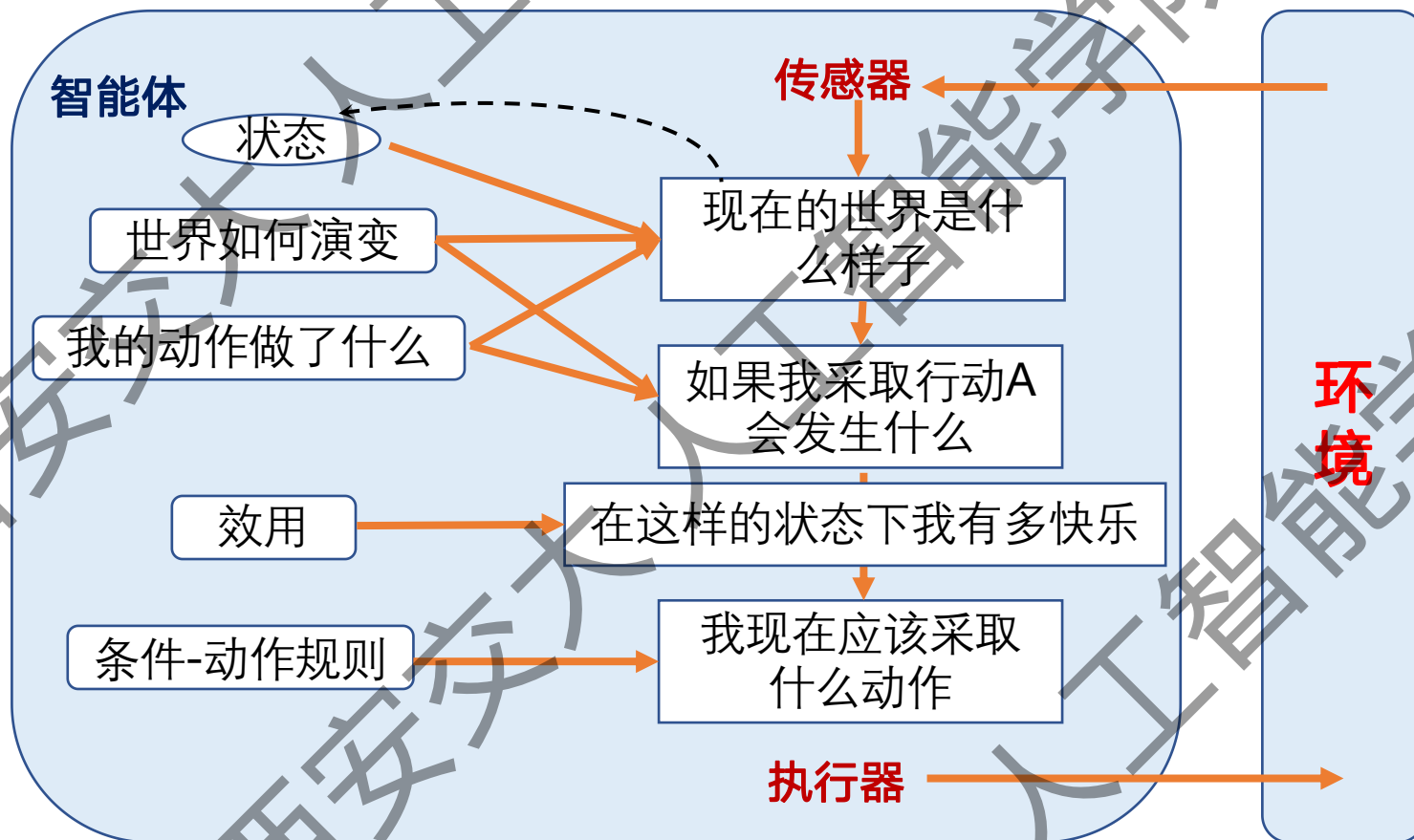
控制器:  
生成控制指令



# 基于效用的智能体

- 与基于目标的智能体类似，**基于效用 (Utility)** 的智能体提供一个额外的“**效用测量**”部件，通过提供给定状态时一个成功的度量，比基于目标的智能体更先进
- 基于效用的智能体不仅基于目标，而且基于达到目标的最佳路径来行动
- 目标只提供“快乐”和“不快乐”间粗略的二值区分，效用函数是性能度量的内在化，可以让智能体“快乐”的确切程度进行比较，因为“快乐”听起来不科学
- 效用描述智能体“快乐”程度，效用函数将状态映射到描述相关幸福度的实数上
- 当多个目标相互冲突时，只有其中一些可达到时，效用函数可在其中适当折中
- 当多个目标都没有把握达到时，效用函数可根据目标的重要性做出选择
- 世界的不确定性，效用智能体计算复杂，在现实中其完美性尚难达到选择

# 基于效用的智能体



# 学习型智能体

- 学习智能体是可以从过去的经验中学习或具有学习能力的智能体
- 以基本知识开始行动，学习智能体能够通过学习自动行动和适应，性能标准区分新的感知信息的各个部分，区分奖励或惩罚，对智能体的行为质量提供直接反馈

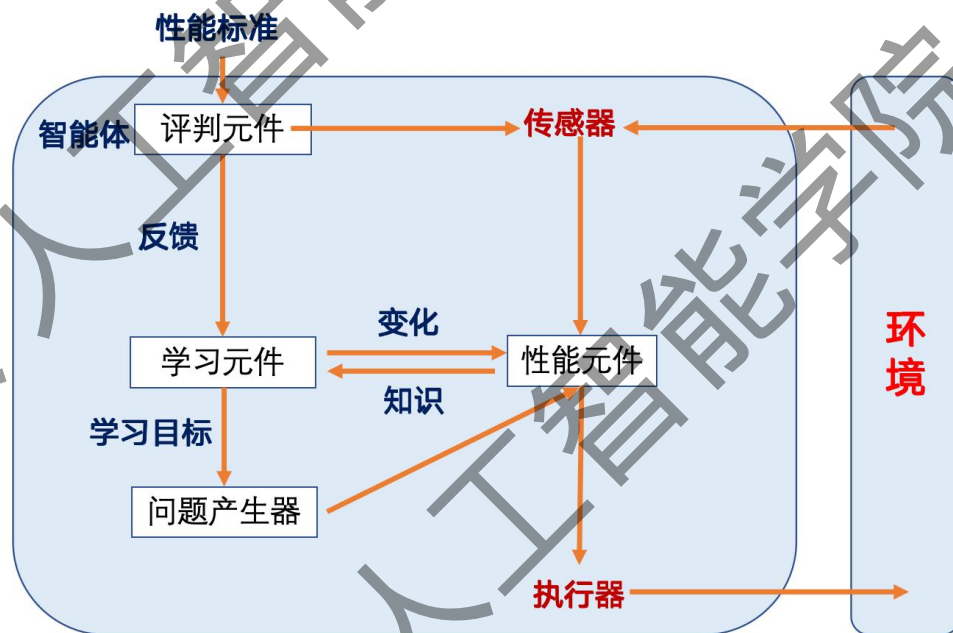
- 学习代理主要有4个概念组件：

- **学习元件**：利用来自评判单元的反馈评价智能体性能，并通过从环境中学习来确定如何修改性能元件以改进提高性能

- **评判元件**：根据固定性能标准确定智能体运转，其中性能标准是固定且智能体无法修改它来适应自己的行为

- **性能元件**：接受感知信息并决策其外部动作

- **问题产生器**：负责得到新的和有信息的经验，建议探索性行为



# 课程小结

## 智能体 (Agents)

### Types of Agent

简单反射型智能体
基于模型的反射型智能体
基于目标的智能体
基于效用的智能体
学习型智能体

### Examples of Agent It can be

程序设计
聊天程序
自动驾驶
机器人
图像分析
棋手
Others

## 环境

### Types of Environments

完全观测 vs 部分观测
--------------

单智能体 vs 多智能体
--------------

确定性环境 vs 非确定性环境
-----------------

回合式 vs 序贯式智能体
---------------

静态环境 vs 动态环境
--------------

离散观测 vs 连续观测
--------------

Examples of Environment  
It depends on the application  
for example chess, Maze, outer  
space, etc..

## 人工智能系统

# 课程小结

- 智能体 (Agent) 是可以感知环境并在环境中行动的实体, 其智能体函数 (Function) 指定智能体响应任何感知序列所采取的行动, 智能体程序 (Program) 是智能体函数的实现
- 理性智能体 (Rational agent) 对于给定的感知序列在行动上追求性能度量预期值最大化
- 任务环境的规范 (PEAS) 包括性能度量 (P)、环境 (E)、执行器 (A) 和传感器 (S)
- 性能度量 (Performance measure, P) 评价智能体在环境中的行为表现,
- 任务环境 (Environment, E) 从不同的维度看是多变, 可分为多种类型
- 简单反射智能体直接感知信息做出反应; 基于模型的反射智能体保持内部状态, 追踪记录当前感知信息中反映不出来的世界各方面; 基于目标的智能体为达到目标而行动; 基于效用的智能体试图最大化其期待的“快乐”
- 所有智能体都可以通过学习来改进其性能



人工智能

西安交通大学

Xi'an Jiaotong University

人工智能与机器人研究所

Institute of Artificial Intelligence and robotics, XJTU

人工智能学院

College of Artificial Intelligence, XJTU