

人工智能概论-机器学习

赵亚伟

zhaoyw@ucas.ac.cn

中国科学院大学 大数据分析技术实验室

2018.6.23

目录

- **机器学习概念**
- **主要策略和基本结构**
- **常用学习方法**
- **知识发现**
- **小结**

机器学习的定义和发展历史

□ 机器学习的定义

- 顾名思义，机器学习是研究如何使用机器来模拟人类学习活动的一门学科。
- 稍为严格的提法是：机器学习是一门研究机器获取新知识和新技能，并识别现有知识的学问。

机器学习的发展史

□ 机器学习的发展分为4个时期

- 第一阶段是在50年代中叶到60年代中叶，属于热烈时期。
- 第二阶段在60年代中叶至70年代中叶，被称为机器学习的冷静时期。
- 第三阶段从70年代中叶至80年代中叶，称为复兴时期。
- 机器学习的最新阶段始于1986年。

□ 机器学习进入新阶段的表现

- 机器学习已成为新的边缘学科并在高校形成课程。
- 综合各种学习方法
- 机器学习与人工智能问题的统一性观点正在形成。
- 各种学习方法的应用范围不断扩大。
- 数据挖掘和知识发现的研究已形成热潮。
- 与机器学习有关的学术活动空前活跃。

目录

- 机器学习概念
- 主要策略和基本结构
- 常用学习方法
- 知识发现
- 小结

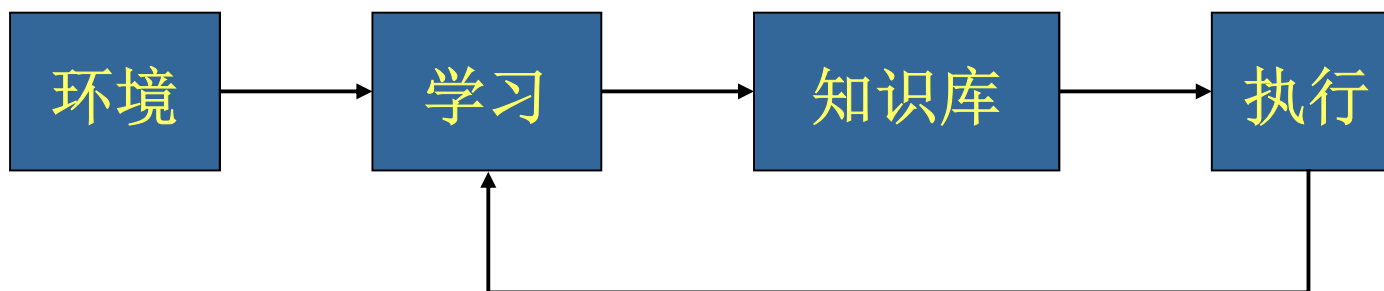
机器学习的主要策略和基本结构

- **机器学习的主要策略**
- **按照学习中使用推理的多少，机器学习所采用的策略大体上可分为4种——机械学习、传授学习、类比学习和示例学习。**
 - 机械学习（死记硬背）
 - 传授学习（灌输；推理、翻译、转化）
 - 类比学习（模仿；寻找相似的案例）
 - 示例学习（举一反三, 归纳，抽象）

机器学习系统的基本结构

□ 影响学习系统设计的要素

- 影响学习系统设计的最重要因素是环境向系统提供的信息，或者更具体地说是信息的质量。
- 知识库是影响学习系统设计的第二个因素。知识的表示有特征向量、一阶逻辑语句、产生式规则、语义网络和框架等多种形式。



目录

- 机器学习概念
- 主要策略和基本结构
- 常用学习方法
- 知识发现
- 小结

机械学习 (Rote Learning)

□ 机械学习模式

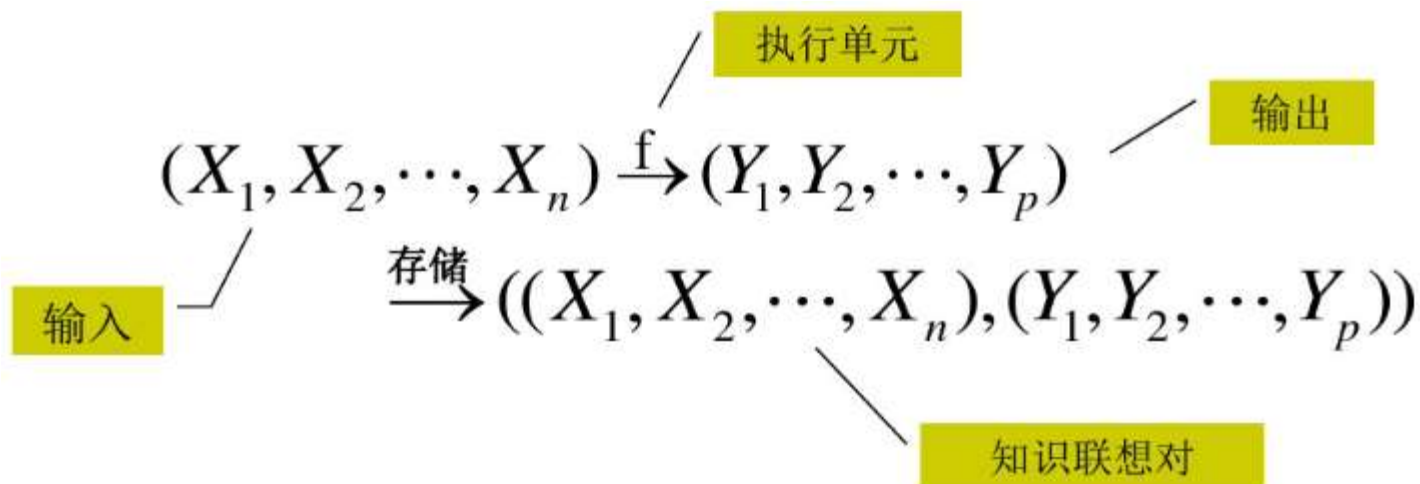
- 机械学习是最简单的学习方法，又称记忆学习，即把新的知识存储起来，供需要时检索调用，而**不需要计算和推理（脱口而出）**。是一种最基本的学习过程。
- 例如，学生仅能记住乘法口诀表，形成机械的联想，但并不真正理解这些符号所代表的知识。
- 模式：死记硬背 + 脱口而出

□ 特点：

- 忽略推理、计算过程，把计算问题转化为存储问题，提高效率
- 这里的检索不能算推理，或者最低级的推理

机械学习的过程

- 执行单元每解决一个问题，系统就记住一个“问题-解”对，或称知识联想对



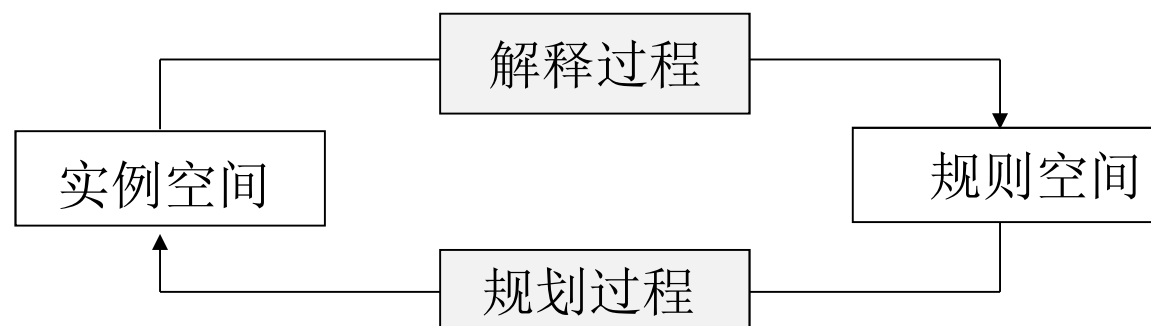
机械学习的主要问题

- **存储组织信息：**要采用适当的存储方式，使检索速度尽可能地快。
 - 提高检索效率：索引、排序、杂凑
- **环境的稳定性与存储信息的适用性问题：**机械学习系统必须保证所保存的信息适应于外界环境变化的需要。
 - 知识过时，设置有效期
- **存储与计算之间的权衡：**对于机械学习来说很重要的一点是它不能降低系统的效率。
 - 重新计算比检索更省有效率时，失去意义；
 - 方法：设置存储量阈值；选择忘却
- **典型应用系统：百度**

归纳学习

- 归纳学习 (induction learning) 是应用归纳推理进行学习的一种方法。根据归纳学习有无教师指导，可把它分为示例学习和观察与发现学习。（从个别到一般）
- 归纳学习的模式
 - 其一般模式如下：
 - 给定：观察陈述（事实） F ，假定的初始断言（可能为空），背景知识（领域知识，约束，假设，优先准则）
 - 求：归纳断言（假设） H

-
- 假设H永真蕴涵事实F，说明F是H的逻辑推理，则有：
 $H \models F$ 或 $F \models H$ ；



- 选择型概括，构造性概括：

■ 选择性概括规则：

- 取消部分条件
- 放松条件
- 沿概念树上溯
- 形成闭合区域
- 将常量转化成变量

归纳学习方法

- 1. 示例学习 (learning from examples)
 - 动物识别
 - 中医诊断

- 2. 观察发现学习 (learning from observation and discovery)
 - 观察学习：事例聚类，形成概念描述；
 - 机器发现：发现规律，产生定理或规则；

类比学习

□ 类比推理和类比学习方式

- 类比学习（learning by analogy）就是通过类比，即通过对相似事物加以比较所进行的一种学习。

□ 其推理过程如下：

- 回忆与联想 → 选择 → 建立对应关系 → 转换

$$P(a) \wedge Q(a), P(a) \cong P(b) \vdash Q(b)Q(a)$$

类比学习过程与研究类型

□ 类比学习主要包括如下四个过程：

1. 输入一组已知条件和一组未完全确定的条件。
2. 对两组出入条件寻找其可类比的对应关系。
3. 根据相似转换的方法，进行映射。
4. 对类推得到的知识进行校验。

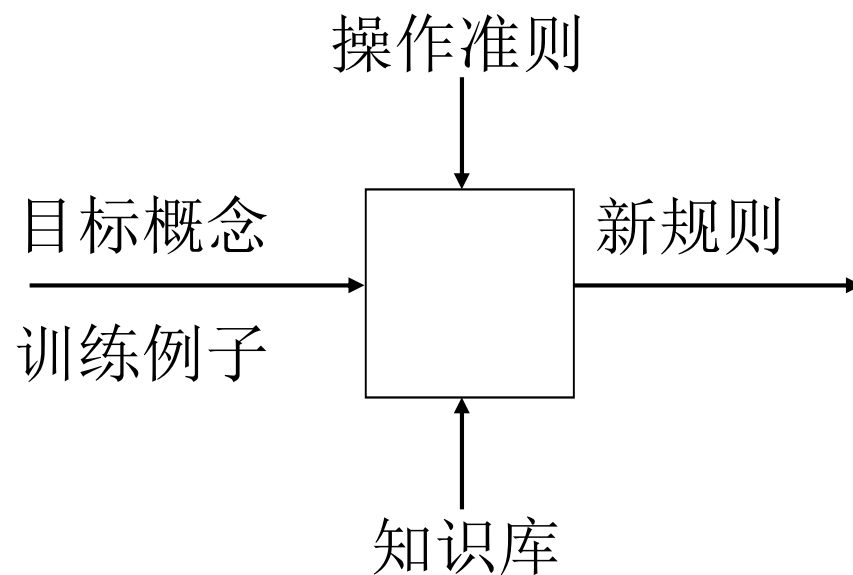
□ 类比学习的研究可分为两大类：

- (1) 问题求解型的类比学习
- (2) 预测推定型的类比学习。它又分为两种方式：
 - 一是传统的类比法
 - 另一是因果关系型的类比

解释学习(explanation-based learning)

□ 解释学习过程和算法

- 1986年米切尔（Mitchell）等人为基于解释的学习提出了一个统一的算法EBG:



EBG求解问题的形式可描述于下:

给定:

- (1) 目标概念描述 TC ;
- (2) 训练实例 TE ;
- (3) 领域知识 DT ;
- (4) 操作准则 OC 。

求解:

训练实例的一般化概括, 使之满足:

- (1) 目标概念的充分概括描述 TC ;
- (2) 操作准则 OC 。

神经学习

□ 基于反向传播网络的学习

- **反向传播**（back-propagation, BP）算法是一种计算单个权值变化引起网络性能变化值的较为简单的方法。BP算法过程包含从输出节点开始，反向地向第一隐含层传播由总误差引起的权值修正。

□ BP网络的训练步骤：

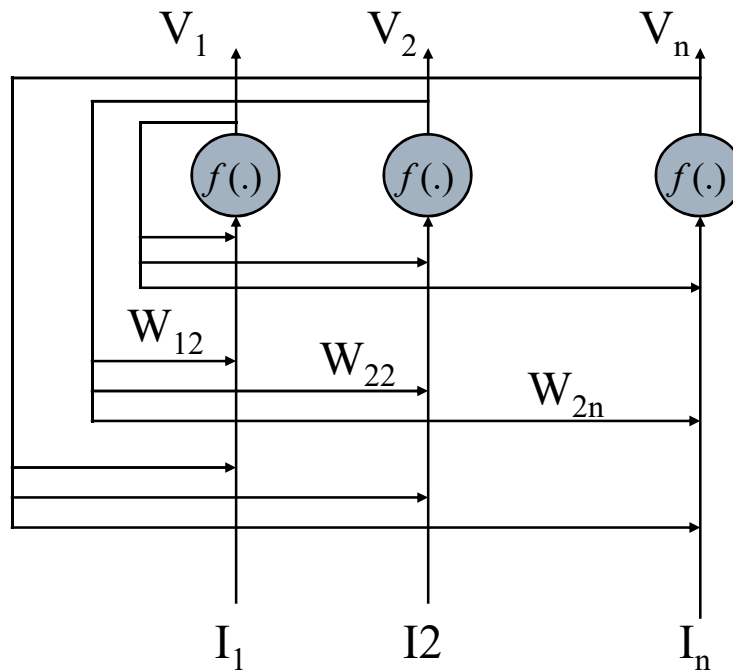
- 用小随机数初始化网络各层权值；
- 样本数据输入；
- 误差计算；
- 权值变化量计算；
- 权值调整

基于Hopfield网络的学习

- 反馈神经网络是一种动态反馈系统，比前馈网络具有更强的计算能力。
- Hopfield网络是一种具有**正反相输出**的带**反馈人工神经元**。
- Hopfield离散随机网络是Hopfield于1982提出的，1984年又提出了连续时间模型。一般在进行计算机仿真时采用离散模型，而在硬件实现时采用连续模型。

反馈型神经网络 (Hopfield网络)

□ Hopfield网络结构



□ 一种特定的Hopfield离散网络的特性 (CAM)

- $f(.) = \text{sign}(.)$

- 网络计算:

$$V_j = \text{sign}\left(\sum_{i, j \neq i} W_{ij} V_i + I_j\right)$$

- Hopfield证明当 $W_{ij} = W_{ji}$, 网络是收敛的。

- 数据网络演变方式: 同步与异步

- 网络的稳定性: 稳定吸引子、极限环状态、状态发散

□ Hopfiled算法:

- (1) 设置互联权值

$$W_{ij} = \begin{cases} \sum_{s=0}^{m-1} x_i^s x_j^s, & i \neq j \\ 0, & i = j, 0 \leq i, j \leq n-1 \end{cases}$$

具有m个样本，x为输入样本变量，为1或-1的n维向量；

- (2) 对未知类别的采样初始化

$$y_i(0) = x_i \quad 0 \leq i \leq n-1$$

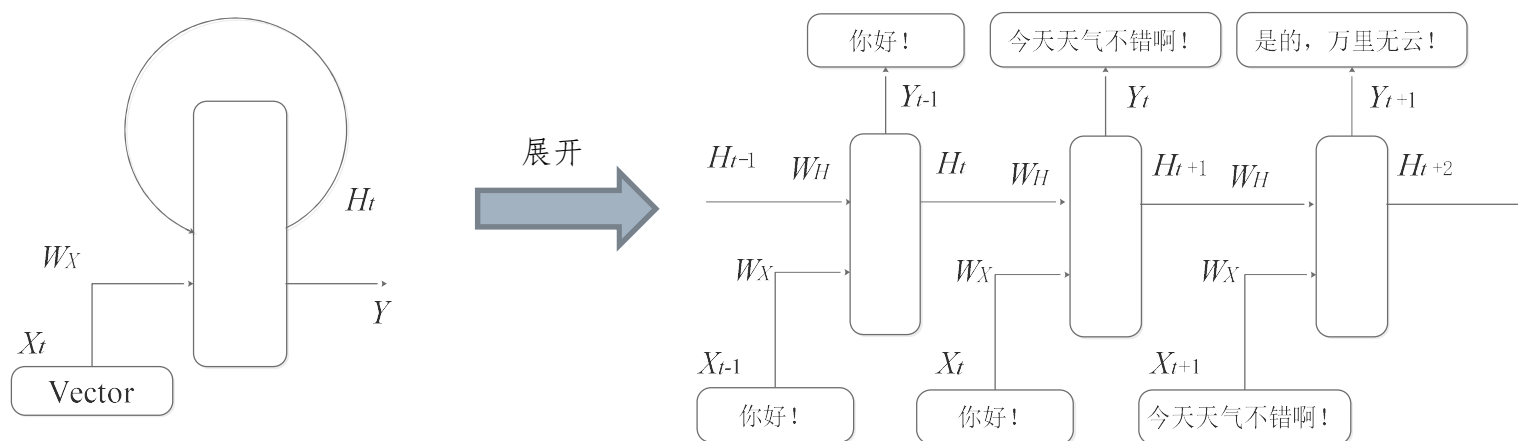
- (3) 迭代运算:

$$y_i(t+1) = f\left(\sum_{i=0}^{n-1} W_{ij} y_i(t)\right), \quad 0 \leq j \leq n-1$$

- (4) 网络收敛，则结束；否则转 (2)

例子：循环神经网络（RNN）

- RNN的输入是向量 X_t ，输出是向量 Y_t ，训练权重 W_x 和 W_H ，输入分为两部分
 - W_x 与 X_t 做乘积作为输入的一部分
 - H_t 和 W_H 做乘积作为输入的另一部分
- 输出 $Y_t = \text{SOFTMAX}(W_x \times X_t + H_t \times W_H)$



目录

- 机器学习概念
- 主要策略和基本结构
- 常用学习方法
- 知识发现
- 小结

知识发现

□ 知识发现的发展和定义

■ 知识发现的产生和发展

- 知识发现最早是于1989年8月在第11届国际人工智能联合会议的专题讨论会上提出。

■ 知识发现的定义

- 数据库中的知识发现是从大量数据中辨识出有效的、新颖的、潜在有用的、并可被理解的模式的高级处理过程。
- 数据集、新颖、潜在有用、可被人理解的、模式、高级过程

知识发现的处理过程

- **1.数据选择**。根据用户的需求从数据库中提取与**KDD**相关的数据。
- **2.数据预处理**。主要是对上述数据进行再加工，检查数据的完整性及数据的一致性，对丢失的数据利用统计方法进行填补，形成发掘数据库。
- **3.数据变换**。即从发掘数据库里选择数据
- **4.数据挖掘**。根据用户要求，确定**KDD**的目标是发现何种类型的知识。
- **5.知识评价**。这一过程主要用于对所获得的规则进行价值评定，以决定所得的规则是否存入基础知识库。

知识发现与机器学习

- **学习**是系统积累经验或运用规律指导自己的行为或改进自身性能的过程。
- **发现**是系统从接收的信息中发现规律的过程。
- 人工智能中的机器学习(machine learning)主要指机器对**自身行为的修正或性能的改善**（类似于人类的技能训练和对环境的适应）和机器对**客观规律的发现**（类似与人类的科学发现）。
- **概念上无本质区别，只是有所侧重**

□ **机器学习主要分为**

- 符号学习
- 连接学习
- 统计学习

□ **机器对于客观规律的发现，也称为知识发现 (Knowledge Discovery , KD)。**

- 数据挖掘(Data Mining)是知识发现的一个重要研究和应用领域。

□ **目前的机器学习主要是机器的直接发现性学习，而间接性继承机器学习需要“理解”为基础。**

知识发现的应用

- 知识发现已在许多领域得到应用。现在，知识发现已在银行业、保险业、零售业、医疗保健、工程和制造业、科学研究、卫星观察和娱乐业等行业和部门得到成功应用，为人们的科学决策提供很大帮助。

- 金融

- (1) 市场分析与预测
 - (2) 帐户分类、信用评估

- 保险

- (1) 潜在客户评估、分析
 - (2) 索赔合理性分析

知识发现的应用

- 制造业（生产过程优化）
- 市场与零售业（销售、库存、需求、零售点、价格等的分析与预测）
- 医疗业（医疗诊断）
- 司法（FAIS系统，识别洗钱、诈骗、犯罪分析）
- 工程与科学（星体发现）

目录

- 机器学习概念
- 主要策略和基本结构
- 常用学习方法
- 知识发现
- 小结

小结

- 本章只对机器学习作个入门介绍。
- 机器学习在过去十多年中获得较大发展。今后机器学习将在理论概念、计算机理、综合技术和推广应用等方面开展新的研究。其中，对结构模型、计算理论、算法和混合学习的开发尤为重要。在这些方面，有许多事要做，有许多新问题需要人们去解决。