COMP9414: 人工智能第8b讲。逻辑应用

韦恩-沃布克

电邮：w。wobcke@unsw。edu。au

本讲座

- 本体论
  - 分类法
  - 角色和小组
- 关于行动的推理
  - 形势微积分

本体论

- 一般概念和概念之间的关系
  - 子类关系
  - 部分-整体关系
  - 角色关系
- 关于物体事实的知识库
  - 班级成员
  - 对象的平等性
  - 部分-整体关系
  - 诚信约束

本体论实例

- 领域制约因素
- 行动和框架问题

阿帕克本体论

- 阿什拉夫-加尼就是加尼总统--平等
- 阿什拉夫-加尼是阿富汗的总统 - 角色
- 阿什拉夫-加尼在政府中--成员是
- 楠格哈尔省是一个省，是一种
- 楠格哈尔省位于阿富汗境内--属于
- 轰炸意味着攻击 - 语言学意义/语义学

分类法

- 类型层次 *p is-a q*
  - $\forall x\ (p(x) \rightarrow q(x))$
  - $\forall x\ (医院(x) \rightarrow 建筑(x))$
- 跨越性
  - $\{\forall x\ (p(x) \rightarrow q(x)), \forall x(q(x) \rightarrow r(x))\} \vdash \forall x\ (p(x) \rightarrow r(x))$
- 部分与整体的关系*x部分与y的关系*
  - $\forall x\ \forall y(location(e, x) \wedge part\text{-}of(x, y) \rightarrow location(e, y))$
- 跨越性
  - $\forall x\ \forall y\ \forall z(part\text{-}of(x, y) \wedge part\text{-}of(y, z) \rightarrow part\text{-}of(x, z))$

角色和群体

- 每个国家都有一个（而且只有一个）总统
  - $\forall c\ (country(c) \rightarrow \exists p\ president(c, p))$
  - $\forall c\ \forall p\ \forall q(总统(c, p) \wedge 总统(c, q) \rightarrow p = q)$

  总统（*阿富汗*，*Ashraf Ghani*）。
- 奎达舒拉是塔利班的一个分支组织
  - $\forall x\ (成员(x, Quetta\ Shura) \rightarrow 成员(x, Taliban))$
- Hibatullah是塔利班的成员

  成员（*Hibatullah*，*塔利班*）。
- 如果目标是Hibatullah，那么目标就是塔利班。

规划代理人

- 环境因行动的实施而改变
- 规划方案
  - 代理人可以控制其环境
  - 只有原子行动，而不是有期限的过程
  - 环境中只有单一制剂（无干扰）。
  - 只有由于代理人执行行动而产生的变化（没有进化）。
- 更复杂的例子
  - 机器人杯狗
  - 送货机器人
  - 自动驾驶汽车

关于行动的推理

- $\forall x\ \forall y(target(e, x) \wedge member(x, y) \rightarrow target(e, y))$

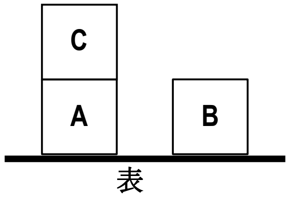
- 语义学。将世界划分为一连串的（名义上的）时间点
  形势是世界在某一时间点的（完整）状态
  - 行动是一种情况之间的过渡
  - 在两种情况之间没有发生（相关的）事情
- 规划师。保持对情况的不完整描述
  - 令人困惑的是，也被称为世界的一种状态
  - 寻找从初始状态到目标状态的路径
  - 状态转换对应于行动

  主要问题是指定行动

新南威
尔士大
学
©W.Wobcke等人，2019-
2022年

块状世界

- 积木可以放在桌子上，可以互相堆叠
- 所有区块的尺寸相同，桌子大到足以容纳所有区块



状态：$on(C, A), on(A, Table), on(B, Table), clear(B), clear(C)$

指定行动（STRIPS）

- 行动描述--行动的名称
- 前提条件--
  只有在行动执行前的情况下，前提条件成立，行动才能在情况下执行。
- 删除列表 - 在执行行动后要从状态（描述）中删除的字词
- 添加列表 - 在执行行动后要添加到状态（描述）中的字词
- STRIPS 假设--
  在执行动作后，状态（描述）中不包含在删除列表中的任何字词都保持不变（例如，框架问题）。

块状世界行动（STRIPS）

- 动作描述：$move(x, y, z)$ $(x /= y /= z?)$
- 前提条件：$on(x, y), clear(x), clear(z)$
- 删除列表：$clear(z), on(x, y)$
- 添加列表：$on(x, z), clear(y), clear(table)$
  - 添加$clear(Table)$，以确保表始终是清空的。

关于行动推理的问题

假设行动被完美执行（对计划来说是合理的？）

- 框架问题
  - 如何描述状态中不因执行行动而改变的内容
    - 问题是有很多这样的事实
    - 既有 "认识论 "问题，也有 "计算学 "问题
- 夯实问题
  - 执行一项行动的直接和间接影响是什么？
    - 问题是，间接效应取决于初始情况
- 资格问题
  - 在行动的规范中需要哪些先决条件？
    - 问题是，资格取决于背景

形势计算

- 描述状态和变化的一阶逻辑形式主义
  - 情况是世界在某一时间点的（完整）状态
- Reify situations: 术语表示情况，例如S_0 , S_1 , - - - 。
- 行动是一个特殊 "做 "函数的参数
  - 情况$do(A, S)$表示在情况S下做A的结果。
  - 假设世界是决定性的（但代理人的知识不完整）
- 命题（断言某些事实在某种情况下成立）。
  - 为每个谓词添加情况参数，或
  - 特殊的 "持有 "谓词（谓词成为函数）。
- 领域约束和执行行动的公理

块状世界国家

- 状态--这里描述的是在某种情况下的情况
  - 更像是一个计划代理人的 "状态"
- 方法1：在每个谓词中添加情况参数 $on(C, A, S_1)$, $on(A, Table, S_1)$, $on(B, Table, S_1)$ $clear(B, S_1)$, $clear(C, S_1)$
- 方法2：特殊的 "持有 "谓词（谓词成为函数） $holds(on(C, A), S_1)$, $holds(on(A, Table), S_1)$, $holds(on(B, Table), S_1)$ $holds(clear(B), S_1)$, $holds(clear(C), S_1)$

领域制约因素

- 也被称为状态约束
- 在所有（法律）状态下都是如此，尽管涉及到与国家有关的关系
- 实例
  - 如果x不在另一个块的上面，它就在桌子上。
    - $\forall x \forall s(on(x, Table, s) \leftrightarrow \neg\exists y\,(on(x, y, s) \wedge (y \,/= Table))$
  - 如果x上面没有区块，则x是清晰的。
    - $\forall x \forall s(clear(x, s) \leftrightarrow \neg\exists y\, on(y, x, s))$
  - 如果y是一个区块，而且上面还有另一个区块，那么y就不清楚了
    - $\forall x \forall y \forall s(on(x, y, s) \wedge (y \,/= Table) \rightarrow \neg\, clearar(y, s))$

行动

$do(A, S)$ - "在情况S下做动作A的结果"

- 例子。"将块x从y移到z "和 "清除y"
  - $\forall x \forall y \forall z \forall s(on(x, y, s) \wedge clear(x, s) \wedge clear(z, s) \wedge (x \,/= z) \rightarrow on(x, z, do(move(x, y, z), s)))$
  - $\forall x \forall y \forall z \forall s(on(x, y, s) \wedge clear(x, s) \wedge clear(z, s) \wedge (x \,/= z) \rightarrow \neg on(x, y, do(move(x, y, z), s)))$
  - $\forall x \forall y \forall z \forall s(on(x, y, s) \wedge clear(x, s) \wedge clear(z, s) \wedge (x \,/= z) \wedge (y \,/= z) \rightarrow clear(y, do(move(x, y, z), s))$
  - $\forall x \forall y \forall z \forall s(on(x, y, s) \wedge clear(x, s) \wedge clear(z, s) \wedge (x \,/= z) \wedge (z \,/= Table) \rightarrow \neg clear(z, do(move(x, y, z), s))$

框架问题

- 以前的行动描述并不 "完整"
  - 他们描述了哪些变化
  - 他们没有说明什么是保持不变的
- 提议。框架公理

$$on(x, y, s) \wedge (x /= u) \rightarrow on(x, y, do(move(u, v, z), s))$$

$$\neg \mathrm{on}(x, y, s) \wedge ((x /= u) \vee (y /= z)) \rightarrow \neg \mathrm{on}(x, y, do(move(u, v, z), s)$$

$$clear(u, s) \wedge (u /= z) \rightarrow clear(u, do(move(x, y, z), s))$$

$$\neg \mathrm{clear}(u, s) \wedge (u /= y) \rightarrow \neg \mathrm{clear}(u, do(move(x, y, z), s))$$

用情况计算进行规划

- 为了确定实现目标$\Gamma(s)$的计划，利用行动理论和初始状态证明 $\exists s \Gamma(s)$
- 例如， $\exists \mathrm{s} on(B, Table, s)$用

$on(B, A, S_0)$

$on(A, C, S_0)$

$on(C, Table, S_0)$

$clear(B, S_0)$

$clear(Table, S_0)$

$on(x, y, s) \wedge \mathrm{clear}(x, s) \wedge \mathrm{clear}(z, s) \wedge (x /= z) \rightarrow on(x, z, do(move(x, y, z), s))$

- 还需要平等公理。$A=A$， ¬ （$A=B$） ， 等等。

总结

- 本体论
  - 描述 逻辑学的限制性和效率更高
  - 各领域的标准本体论
  - 构建和维护本体的工具
- 关于行动的推理
  - 从哲学的角度看是有趣的
  - 对框架问题缺乏简洁的解决方案
  - 事件微积分是另一种更像Prolog的形式主义

- 获得$s = do(move(B, A, Table), S_0)$