

DRAFT

常识推理简介

徐超

May 22, 2018



北京大学
PEKING UNIVERSITY

REVISED

下午10:24, 2018年5月20日

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法
- 4 常识推理与逻辑
- 5 总结

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法
- 4 常识推理与逻辑
- 5 总结

什么是常识推理?

- 定义 1: 人工智能的一个分支, 模仿人类能力, 对人们日常遇到的情境中的 type 和 essence 作出推断。(cf. Wikipedia)
- 定义 2: 获取场景特定方面的相关信息, 基于背景知识或者世界知识对该场景的其他方面的信息作出推断 (cf. Mueller, 2015)

常识推理的提出

- 1956 年，达特茅斯会议提出七个议题，其中一个议题是让机器能够使用语言，并且假定人类思维的很大一部分是依据推理或者推测规则来使用语言。(cf. McCarthy et al, 1955)
- 1958 年，麦卡锡认为要通过编程让计算机解决问题，就需要让程序具有更高程度的智能。要使机器具有更高程度的智能，就需要让机器具有常识。(cf. McCarthy, 1958)

常识推理的应用 (Davis, 2015)

- 自然语言处理：消除歧义。
 - 咬死了 (猎人的狗)
 - (咬死了猎人的) 狗
 - 咬死了 (猎人的鸡)
 - (咬死了猎人的) 鸡 (×)
- 问答系统
 - IBM 的 Waston 系统。

常识推理的应用 (Davis, 2015)

- ☛ 计算机视觉：对图片信息进行推测。
 - 例子：杯子
- ☛ 机器人控制
 - 例子：机器人服务员取杯子

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法
- 4 常识推理与逻辑
- 5 总结

常识推理的主要分类 (Davis, 2017)

- 1 整体部分推理
- 2 分类树推理
- 3 时间推理
- 4 动作推理
- 5 空间推理
- 6 物理推理
- 7 大众心理学推理

并非严格区分、界限清晰，相互之间有交叉。

1. 整体部分推理

- 研究内容：两个对象间的整体部分关系。
- 对象类型：物理实体、集合、时间段、事件、空间区域、社会组织、其他抽象实体。
- 研究方法：分体论 (Mereology) (cf. 莱斯涅夫斯基, 1927 (1916-1932))
 - 莱斯涅夫斯基提出 GEM 系统
 - 后续有 MM、EM、CEM 等系统
 - 模态分体论 (cf. 大柱, 2016)

2. 分类树推理¹

- 研究内容：分类树上的推理。
- 基本关系：
 - Inst(e, c)
 - IsA(c, d)
- 扩展关系：属性、整体部分关系、能力关系、用途关系、因果关系等 (cf. ConceptNet5)
 - Mammal => Furry; Bird => CanFly; AtLocation(Person, Restaurant)
- 分类树类型
 - 动植物分类树
 - 事件、动作、社会组织分类树

👉 如何构造一个分类树？

- 实体选择
- 范畴选择
- 实体范畴间属于关系的确定
- 范畴间隶属关系的确定

👉 描述逻辑

- 提出的原因：为语义网提供一种语义基础。(cf. Baader et al, 2007)

3. 时间推理

四种时间结构

- 线性，离散
- 线性，连续
- 前向分支 (forward-branching)，离散
- 前向分支，连续

时间推理：时间段 (Intervals) 推理

Allen 提出 13 种时间段间的关系及其传递性规则。(cf. Allen, 1983)

👉 时间段间的关系

- Before(i,j), Meets(i,j), Overlaps(i,j), Starts(i,j), Equal(i,j), Startsl(i,j), During(i,j), Duringl(i,j), Finishesl(i,j), Finishes(i,j), Overlapsl(i,j), Meetsl(i,j), and Beforel(i,j)

👉 传递性规律的两个例子

- Starts(i,j) 且 Meets(j,k) \implies Before(i,k)
- Starts(i,j) 且 Startl(j,k) \implies Start(i,k) 或 Equal(i,k) 或 Startsl(i,k)

时间推理：模态逻辑方法

- 时态逻辑 (Temporal logic): 又称 tense logic, 最早是由 Arthur Prior 提出的, 运用模态逻辑的方法表示和推理时间相关的信息。
- 基本时态逻辑 (TL): P, F, H, G
- TL 的扩张, 增加 “next time”, “since”, “until” 算子
- 线性时间时态逻辑 (LTL)
- 分支时间时态逻辑 (CTL, CTL*)
- 应用: 软硬件的形式验证

(cf. Wikipedia, Stanford Encyclopedia of Philosophy)

4. 动作推理：对动作论域的描述

- 1 论域限制：在一个时间点上成立的关系有哪些限制。
- 2 动作先决条件公理
- 3 正因果公理：执行完一个动作后，哪些关系成立。
- 4 负因果公理：执行完一个动作后，哪些关系不成立。
- 5 框架公理：执行完一个动作后哪些状态未改变。
- 6 永久公理：不随时间变化的公理。

动作推理：情境演算

- 👉 情境推理是由麦卡锡和海耶斯提出。(cf. McCarthy & Hayes, 1969)
- 👉 基本假设
 - 时间结构：前向分支、离散的时间结构。(连续的时间结构在某种程度上也适用。(cf. Pinto, 1997))
 - 分支代表行动者的动作选择。

动作推理：情境演算

三种类型的实体

- ☛ 情境
- ☛ fluent: 不同情境下有不同值的实体
 - $\text{On}(\text{BlockA}, \text{BlockB}), \text{President}(\text{US})$

- ☛ 动作

基本符号：

- ☛ $\text{Holds}(s, f)$
- ☛ $\text{Value}(s, f)$
- ☛ $\text{Result}(s, a)$
- ☛ $\text{Poss}(a, s)$

动作推理：情境演算

| | |
|--|-------------------------------------|
| $\forall_{b_1, b_2, b_3, s} b_1 \neq b_2 \Rightarrow$ $\neg [\text{Holds}(s, \text{On}(b_1, b_3)) \wedge \text{Holds}(s, \text{On}(b_2, b_3))].$ | <i>Domain</i> <i>Constraint</i> |
| $\forall_{b_1, b_2, s} \text{Poss}(\text{PutOn}(b_1, b_2), s) \Rightarrow$ $\text{Holds}(\text{Result}(s, \text{PutOn}(b_1, b_2)), \text{On}(b_1, b_2)).$ | <i>Causal Axiom</i> |
| $\forall_{b_1, b_2, b_3, x, s} b_3 \neq b_1 \wedge \text{Poss}(\text{PutOn}(b_1, b_2), s) \Rightarrow$ $[\text{On}(b_3, x, \text{Result}(s, \text{PutOn}(b_1, b_2)))] \Leftrightarrow \text{On}(b_3, x, s).]$ | <i>Frame Axiom</i> |
| $\forall_{b_1, b_2, s} \text{Poss}(\text{PutOn}(b_1, b_2), s) \Leftrightarrow$ $b_1 \neq b_2 \wedge \text{Holds}(s, \text{Clear}(b_1)) \wedge \text{Holds}(s, \text{Clear}(b_2)).$ | <i>Precondition</i> <i>Axiom</i> |

Situation calculus encoding of some blocks-world axioms

- 论域限制：同一情境下，两个 block 不可能同时出现在同一个 block 上面
- 因果公理：如果情境 s 下， $\text{PutOn}(b_1, b_2)$ 动作可执行，则在情态 s 下执行 $\text{PutOn}(b_1, b_2)$ 之后的结果是 b_1 在 b_2 上
- 框架公理：如果情境 s 下， $\text{PutOn}(b_1, b_2)$ 动作可执行，且 b_3 不等于 b_1 ，那么执行完 $\text{PutOn}(b_1, b_2)$ 后对 b_3 下面的 block 的状态没有影响
- 先决条件公理：情境 s 下， $\text{PutOn}(b_1, b_2)$ 动作可执行 $\Leftrightarrow b_1$ 不等于 b_2 ，且 b_1 上面没东西， b_2 上面没东西

动作推理：事件演算

- 1986 年，由 Kowalski & Sergot 提出 (cf. Kowalski & Sergot, 1986)。最初的目标更好地表示叙事 (narrative) 中的事件，后来发展为根据这种表示进行预测。
- 运用线性的时间结构，离散或连续。
- 后来，Mueller (2006, 2008) 利用分类逻辑 (sorted logic) 对事件推理的理论进行了发展。其理论类似情境演算，将推理对象分为三类：事件、布尔 fluent 及时间点。

5. 空间推理

空间推理是从具体 AI 领域产生的推理问题。

- 计算机视觉
- 机器人控制和导航
- 大众心理学

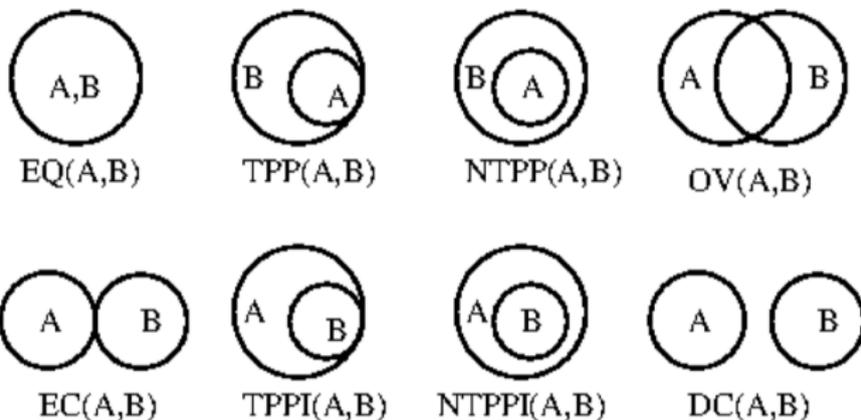
空间推理的困难

- 空间信息很难用几何语言加集合论的方式表示。
- 空间推理涉及复杂理论的任意定理证明。
- 空间推理的信息一般是不完全的。

空间推理：逻辑方法的表示维度

- ☛ 空间维度：二维，三维。
- ☛ 空间实体的描述
 - 空间推理很重要的一部分是将实体转换为空间区域。
- ☛ 动态或静态 (连续空间变化问题)
- ☛ 关系或属性描述 (RCC-8 模型)
- ☛ 逻辑语言的丰富程度 (问题描述)

区域连接演算: RCC-8 Model



9-Intersection Model: A^o , A^- , A^c

6. 物理推理

当前主流的方法是仿真 (simulation)

- 👉 方法：对系统在每个时间点上的状态进行完全描述，运用精确物理定律进行推理。
- 👉 应用实例 (cf. Davis & Marcus, 2016)
 - 血浆中两亿个可形变的红细胞间互动仿真
 - 机翼两侧气流仿真
 - 星系碰撞的仿真
 - 游戏中的仿真

一个具体例子：小球落地。(cf. Davis & Marcus, 2016)

首先描述小球的初始状态：设时刻为 t ，高度 $x(t)$ ，速度 $v(t)$ ；

$x(t + \Delta) = x(t) + \Delta * v(t)$

$v(t + \Delta) = v(t) - \Delta * g$

当 $x(t) \leq 0$ 时，仿真结束。

Davis 和 Marcus 提出了仿真的方法所面临的 12 个挑战。诸如：找到合适模型，不完全信息等。

物理推理：定性推理 (Qualitative Reasoning)

- 1985 年, [Kuipers, 1985; Forbus, 1985; de Kleer & Brown, 1985] 提出定性推理, 目的是能够自动推理解决物理世界的问题。
- 主要是受 [海耶斯, 1979] 的启发, 这篇文章中, 海耶斯提出要构建关于日常物理世界常识知识的形式化构造。日常物理知识包括实体、形状、空间、运动、物质和时间等。
- 定性推理的主要认为是为模型元素提供一个形式化的表示, 同时开发一套推理机制。
- 主要的应用领域
 - 动力系统失败检测系统
 - 复印机控制软件的自动生成
 - 热力循环系统的智能辅助系统

定性推理的典型特征

- 本体：概念模型的显式表示。
- 因果定律：用因果律分析和解释系统行为。
- 模型的组合：定性推理系统往往采用还原论的观点，构建基本的、独立的模型库。
- 行为推理：根据场景的结构化描述，自动构建行为模型，生成行为描述。

(cf. Bert Bredeweg & Peter Struss, 2003)

基于逻辑的物理推理方法

- 要解决问题：固体间、液体间及固体液体间的互动机制。
- 例子
 - 如果水流入浴池中，那么水最终会溢出来。
 - 如果刀片在一个物体外部，那么我们无法用刀片在物体内部挖出一个内腔。
 - 如果一个杯子装着水，当杯子倾斜到一定程度，水会流出来。

基于逻辑方法所面临的问题

- 1 历史记录：很多推理需要记录历史信息。(浴缸的例子)
- 2 容纳关系：容器如何保护容器内的物质，如何将物质移入或移除容器。
- 3 隔离 (Isolation)：封闭世界假设的一种，问题陈述中包括了所有的系统所需的实体。
- 4 推理过去短暂的状态
- 5 抽象程度问题，需要选择正确的抽象水平。对于书，有不同的描述程度。

7. 大众心理学推理

大众心理学：又称常识心理学，是人们对他人行为或心理状态的解释和预测能力。(cf. Wikipedia)

- 1 知识与信念推理
- 2 计划与目标推理
- 3 意图逻辑
- 4 BDI 模型

知识与信念推理

知识逻辑

- 主要研究集中在知识逻辑领域 (von Wright, 1952; Hintikka, 1962)
- 刻画推理能力
 - 不预设任何推理能力
 - 预设完美的推理能力：逻辑全知性问题
 - 预设不完美的推理能力
- S5
- 可能世界语义学

计划与目标推理

目前主要的研究集中在自动规划 (Automated Planing) 领域。

- 规划是通过预测期望的目标来选择和组织动作的抽象的、显式的过程。

自动规划与常识推理的比较

- 第一人称与否
 - 自动规划通常是第一人称的，为自己构建计划
 - 常识推理常常要推测别人的计划和目标
- 推理的形式
 - 自动规划的推理是找到一个计划来达到给定的目标
 - 在常识推理中，其他的推理更重要，比如计划的识别。

(cf. Ghallab, et al, 2004)

👉 目标的来源

- 自动规划中，目标来源于外部，一般被作为问题陈述的一部分。
- 常识推理中，常常要推理其他人的目标。

👉 目标

- 自动规划的目标是找到一个可执行的计划，这一计划通常需要详细的描述。
- 常识推理中，常常不可能推理出计划的各种细节，而可能仅仅推理计划的某些特征。

👉 可行性

- 自动规划中，推理者只关注他认为可行的那些计划。
- 常识推理中，一个推理者对另一个推理者的计划进行推理时，另一个推理者的计划可以是不可行的。

意图逻辑 (Intention Logic)

- 1990 年, Cohen 和 Levesque 提出了的关于动作、信念、意图和目标的理论, 称为意图逻辑。
- 主要目标是刻画要达到特定目标, agent 执行动作所需要知道的规则。
- 主要模态词
 - $\text{Believe}(a, \phi)$; $\text{Goal}(a, \phi)$; $\text{Happens}(\alpha)$; $\text{Done}(\alpha)$
- 例子
 - $\text{P-Goal}(a, p) \equiv \text{Goal}(a, \text{Later}(p)) \wedge \text{Believe}(a, \neg p) \wedge \text{Before}(\text{Believe}(a, p) \vee \text{Believe}(a, p), \neg \text{Goal}(a, \text{Later}(p)))$.

BDI 模型

- 1987 年, Bratman 在常识心理学框架下提出了理性行为理论, 并用意图来刻画人们的行为和思维。
- 1991 年, Rao 和 Georgeff 在 Bratman 行为理论的基础上提出了 BDI 的形式理论。(cf. Bratman, 1987)
- BDI 模型的逻辑理论是模态逻辑 CTL* 的扩展, 采取了两种扩张方式。(cf. Rao & Georgeff, 1991)
 - 一阶逻辑扩张
 - 模态逻辑扩张: 增加 BEL, GOAL 和 INTEND 算子。
- 一些公理
 - $GOAL(\alpha) \rightarrow BEL(\alpha)$
 - $INTEND(\alpha) \rightarrow GOAL(\alpha)$
 - $INTEND(does(e)) \rightarrow does(e)$
 - $INTEND(\alpha) \rightarrow BEL(INTEND(\alpha))$
 - $GOAL(\alpha) \rightarrow BEL(GOAL(\alpha))$

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法**
- 4 常识推理与逻辑
- 5 总结

常识推理的主要方法 (Davis, 2015)

基于常识构建的来源进行分类:

- 👉 网络挖掘 (Web Mining)
- 👉 基于知识的方法 (Knowledge based)
 - In knowledge-based approaches, **experts** carefully analyze the characteristics of the inferences needed to do reasoning in a particular domain or for a particular task and the knowledge those inferences depend on.
- 👉 众包方法 (Crowd sourcing)
 - ConceptNet

网络挖掘

基于大语料库的模板统计方法:

👉 NELL: Never-Ending Language Learner (NELL) program

- 收集的信息：个体间关系、范畴间关系、个体范畴关系、关于范畴的规则
- 2010 年 1 月启动，到 2015 年 1 月，已经收集了 8900 万事实。
- 虽然 NELL 收集的数据具有较高的准确性，但是数据的领域有偏斜。例如：两栖动物领域有 9047 个实例，而在诗歌的领域却没有一个实例。

👉 KnowItAll

- 收集的信息：范畴的实例信息
- 例如：pianists such as Evgeny Kissin, Yuja Wang, and Anastasia Gromoglasova
- 已经收集了 280 万个概念以及 1.2 亿事实。
- 准确度为 92%

基于知识的方法

- 数学知识 (mathematical)
 - 情境演算 (Situation calculus)
 - 区域连接推理 (Region connection calculus)
 - 定性过程推理 (Qualitative process theory)
- 非形式知识
 - 脚本 (Scripts)
 - 框架 (Frames)
 - 案例推理 (Case-based reasoning (retrieve, reuse, revise, retain))
- 大规模知识库: CYC
 - CYC 最初的目标是要表示 400 篇百科文章, 后发展为大型知识库。
 - Research CYC 包括 50 万概念和 5000 万事实。

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法
- 4 常识推理与逻辑**
- 5 总结

常识推理与逻辑 (McDermott, 1987)

逻辑方法的基本论证

- 人工智能的程序需要包括一些知识。
- 这些知识必须以某种方式表示在程序之中。
- 在正式写程序之前，我们一般要把这些知识先写下来。
- 数理逻辑是一种很好的表示方法。
- 如果我们有一套关于知识表示的形式理论，那么我们就可以利用程序对知识进行推理。

逻辑方法的基本假设

主要的常识推理是演绎的，基于这一假设，我们可以作如下推断。

- 如果某个东西对人们来说是显然的，那么它的证明一定很短。
- 一个程序运用一些方法得到一个结论，理论上可以列出所有得到这一结论的前提，而且如果删除了某些前提，则得不到现在的结论。

对基本假设的反驳

并非所有的推理都是演绎的，除了演绎推理，还有溯因推理和归纳推理。

- 溯因推理是从一个观察推理其解释。
- 归纳推理是从一些例子得到一般性的陈述。

溯因推理由 C. S. Peirce 提出。

- 可观察的反常的现象或事实 C；
- 如果 A 是真的，那么 C 就是顺理成章的；
- 则，我们有理由怀疑 A 为真。

对演绎推理的辩护与反驳²

理想化

- 辩护：很多情况下，演绎推理可以视为是对现实问题的近似或理想化。
- 反驳：这种理想化使我们不能确保覆盖范围。现实中的许多概念可能无法从理想化模型中找到，理想化模型中的概念也可能找不到现实对应。

词汇表

- 辩护：我们可以谓述任何我们想谓述的东西。
- 反驳：1、谓述范围的扩大会增加演绎推理的难度；2、谓述范围的扩大会允许我们用一个简单问题取代一个困难问题。

对演绎推理的辩护与反驳

科学女王

- 辩护：演绎推理是科学女王，其他推理分布在演绎推理周围。我们可以视演绎推理为溯因推理的反向过程。
- 反驳：溯因推理的反向过程并非演绎的，因为解释和被解释者之间的关系既不充分也不必要。
 - 不充分：我的表慢了两分钟
 - 不必要：小明中了 500 万

元理论

- 辩护：存在一个“元引擎”，我们可以对目标理论进行改造，可以引入前提，编辑输出等。
- 反驳：这一辩护的问题就是太空泛了。演绎的元理论必须是合理合法的干涉，不能是没有限制的，但这里没有给出限制。

对演绎推理的辩护与反驳

👉 演绎技术

- 辩护：现在有很多推理工具都是演绎推理的，并且现实中有很多应用。

👉 非单调

- 辩护：我们可以对经典逻辑进行扩张，以允许得到可废止的结论。
- 反驳：现有的非单调逻辑的处理方法仅仅是得到一系列的一致集，并没有说如何得到我们想要的结论。

Outline

- 1 背景介绍
- 2 常识推理的主要分类
- 3 常识推理的主要方法
- 4 常识推理与逻辑
- 5 总结**

总结

- 👉 背景介绍
- 👉 常识推理的分类
- 👉 常识推理的主要方法
- 👉 常识推理与逻辑

常识推理研究须回答的问题

- 1 什么是常识？
- 2 常识推理范围的界定？
 - 需要专家知识的是否属于常识推理？
 - 书本知识与基于经验获取的知识在表示方式上的区别？
 - 哪些知识可以符号化表示，哪些知识不可以？符号化表示的知识中又有哪些是用自然语言可表达的？
 - 模仿人的程度？仅仅是外部行为，还是推理机制也要模仿？
- 3 目前相对比较成功常识推理有哪些？成功的表现和原因是什么？
- 4 逻辑方法在常识推理中的应用，优势与局限性？
- 5 常识推理的研究进路问题
 - 统一化处理策略，或者分而治之？
 - 工具领域导向，或问题导向？
 - 现有推理组合成统一方案的可能性或困难所在？

6 常识推理研究的起点

- 常识推理的例子：Winograd 模式问题，文本蕴含实例。

7 常识表示与推理的问题

- 用自然语言表示，还是形式语言？
- 自然语言如何表示，如何推理？
- 如果仅仅是把表示的形式抽象出来，是最基本的点线结构，那与描述逻辑理论有啥区别？

8 常识推理与逻辑、语言的关系问题

- 逻辑学研究是否仅仅在思想层面谈论问题？
- 是否存在从语言层面谈推理的可能性？
- 是否有可能在语言与思想之间找到一种适当的描述方式？

9 常识推理与认知的关系问题

- 常识推理与思维的关系。常识推理对应思维中的快思维，还是慢思维？
- 隐喻和转喻的理解及推理。

参考文献 I

- [1] J. F. Allen. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the Acm*, 26(11):832–843, 1983.
- [2] Franz Baader. *The description logic handbook: Theory, implementation and applications*. Cambridge university press, 2003.
- [3] Michael Bratman. *Intention, plans, and practical reason*. 1987.
- [4] Bert Bredeweg and Peter Struss. Current topics in qualitative reasoning. *AI Magazine*, 24(4):13, 2003.
- [5] E. Davis. Logical formalizations of commonsense reasoning: A survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 59:651–723, 2017.
- [6] E. Davis and G. Marcus. Commonsense reasoning and commonsense knowledge in artificial intelligence. *Communications of the Acm*, 58(9):92–103, 2015.
- [7] Malik Ghallab, Dana Nau, and Paolo Traverso. *Automated Planning: theory and practice*. Elsevier, 2004.
- [8] Jaakko Hintikka. *Knowledge and belief*. 1962.
- [9] R. Kowalski and M. Sergot. A logic-based calculus of events. *New Generation Computing*, 4(1):67–95, 1986.

参考文献 II

- [10] S. Lesniewski. On the foundations of mathematics + general set theory or mereology. *Topoi-an International Review of Philosophy*, 2(1):7–52, 1983.
- [11] Stanisław Leśniewski. Foundations of the general theory of sets i. *trans. By DI Barnett, in: S. Leśniewski, Collected Works*, 1, 1992.
- [12] J. Mccarthy and P. J. Hayes. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. *Readings in Artificial Intelligence*, 4(4):431–450, 1981.
- [13] J. McCarthy, M. L. Minsky, and C. E. Shannon. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence - august 31, 1955. *Ai Magazine*, 27(4):12–14, 2006.
- [14] John McCarthy. *Programs with common sense*. RLE and MIT Computation Center, 1958.
- [15] Drew McDermott. A critique of pure reason. *Computational intelligence*, 3(1):151–160, 1987.
- [16] E. T. Mueller. Commonsense reasoning. 2015.
- [17] Anand S Rao and Michael P Georgeff. Modeling rational agents within a bdi-architecture. *KR*, 91:473–484, 1991.

参考文献 III

- [18] David Steindl-Rast. *Words of common sense for mind, body, and soul*. Templeton Foundation Press, Philadelphia, 2002.
- [19] Georg Henrik Von Wright. *An essay in modal logic*. 1951.

THANKS!

(备用) 什么是常识?

- Common sense is **the sound and prudent judgement** based on a simple perception of the situation or facts. (cf. Merriam-Webster's Online Dictionary)
- Common sense is **the basic level of practical knowledge and judgement** that we all need to help us live in a reasonable and safe way. (cf. The Cambridge Dictionary)
- Common sense consists of knowledge, judgement, and taste which is more or less universal and **which is held more or less without reflection or argument**. (cf. van Holthoorn & Olson , 1987, p9)
- Common sense often means the **elementary mental outfit** of the normal man. (C.S. Lewis, 1967, p146)

- Common sense is **the collection of prejudices** acquired by age eighteen. (cf. Albert Einstein)
- Minsky: Common sense should include not only what we call **“commonsense knowledge”** —the kinds of facts and concepts that most of us know—but also the **“commonsense reasoning”** skills which people use for applying their knowledge. (cf. Minsky, 2008)
- Nienke Eckhardt: Common sense is regarded as the kinds of facts and concepts people would commonly agree on and hence **do not talk about generally in everyday communication**. (cf. Nienke, 2008)
- Christian Andrich et al: Common sense knowledge is the set of all knowledge which is assumed that **every ordinary human has**. (cf. Christian Andrich et al, 2009)

- What a typical **seven year old knows about the world**, including fundamental categories like time and space, and specific domains such as physical objects and substances; plants, animals, and other natural entities; humans, their psychology, and their interactions; and society at large. (cf. Davis, 2017)
- Common sense is **a sense of the common**, the awareness that we discover who and what we are in relationship, not only to people but also to everything that is. (cf. David, 2002)

- Common sense, as we understand it, seems to be a very **basic ability** of rational beings to follow their experience in **discerning some obvious things, making elementary connections among them, and avoiding patent contradictions.**
- In the context of Aristotle's psychology, the expression 'common sense' refers to **a distinct perceptual capacity in which the five senses are integrated.**

(cf. Gregoric, 2007)

常识 (cf. 周老师)

一般情况，常识是相对于群体而言的，是一个群体成员具有或应该具有的知识。

- 在不加限定的情况下，“常识”一般用于全社会这个群体，例如“车辆要靠右行驶”，“人有两只手”等，都是常识。
- “常识”也可以用于对于特定的人群，即相对于某个群体的常识。比如对逻辑学人的群体来说，“ $p \rightarrow p$ 是重言式”是常识，但对非逻辑学人群来说，甚至不被知晓，也谈不上常识。
- 某项科学知识开始是某个科学家发现的，是他的个人知识，后来成为某科学家群体的共同知识，成为这个群体的常识，再后来得到社会普及，成为大众一般具有的知识，即社会大众意义下的常识。这种来自于科学的常识又称为科学常识。

常识应该如何定义?

- 是什么? 能力、知识、判定、事实和概念、感知
- 范围: 所有人、所有普通人、七岁孩子、一个群体
- 方式: 通过感知 (perception) 获得
- 特点: 自明、不需论证、文本中一般不出现

问题

- 现在本体库中收集的知识符合常识的定义吗?
- 选择哪种常识观念, 才能满足我们研究常识推理的需要?
- 是否从日常知识推理的角度定义更合适?