

研究简报

RR: 问题求解的功能化设计方法¹⁾

高 济

(浙江大学人工智能研究所, 杭州 310027)

摘 要

RR(Reduction-Reasoning) 方法分归约和推理两个层次实现问题求解的功能化设计。作为归约层基本元素, 处理元由推理层基本元素构造为功能单元。因处理元的推理控制策略可由基本的控制元素合成, 使 RR 方法能通过综合弱法实现适合于问题特征的求解方法。处理元及其控制槽则作为二级索引来集中知识获取和推理控制的注意力。

关键词: 归约, 推理, 功能化设计, 问题求解。

一、RR 方 法

设计智能问题求解 (PS-Problem Solving) 的关键在于制定 PS 策略和获取 PS 知识。PS 策略指示如何应用知识解决问题, 包括 PS 任务的分解和子任务的执行^[1]。本文提出设计 PS 的功能化方法 RR (Reduction-Reasoning), 旨在提供有效的手段, 使任务分解和子任务执行方式可在设计 PS 时根据问题特征动态地决定, 以便制定最适合的 PS 策略并集中知识获取和推理控制的注意力。

RR 方法将 PS 视为问题归约^[2]和启发式推理的综合过程。前者把 PS 任务层次地分解为子任务, 以期简化处理(问题归约由此取名); 后者则寻找或生成(部分或最终)解答和归约(任务分解)规划, 以便推进 PS 过程。所以, PS 可分为两个层次加以设计: 归约和推理。

问题归约 (PD) 相应于解答空间的分解和子空间选用, 可表示为三元组形式:

$$PD = (PST, DP, SUBT),$$

其中, PST 指示 PS 任务, DP 指示归约规划, SUBT 指示子任务(相应于子空间)集。每个归约规划依据相应的 PS 状态提议后继子任务并指定逻辑关系和执行次序, 规划可按如下形式表示:

$$\{\text{or-subtask} | (\text{AND}\{\text{and-subtask}\}^+)\}^+,$$

问题归约可层次展开, 形成问题归约图(图 1)。

本文于 1990 年 9 月 25 日收到。

1) 本研究属国家高技术资助项目。

启发式推理执行由问题归约指派的子任务。子任务通过一系列基本的推理活动加以描述,包括1)搜索归约规划;2)搜索或生成解答;3)收集数据并加以整理和提取;4)从解答推演附加信息;5)做 PS 环境操作等等。

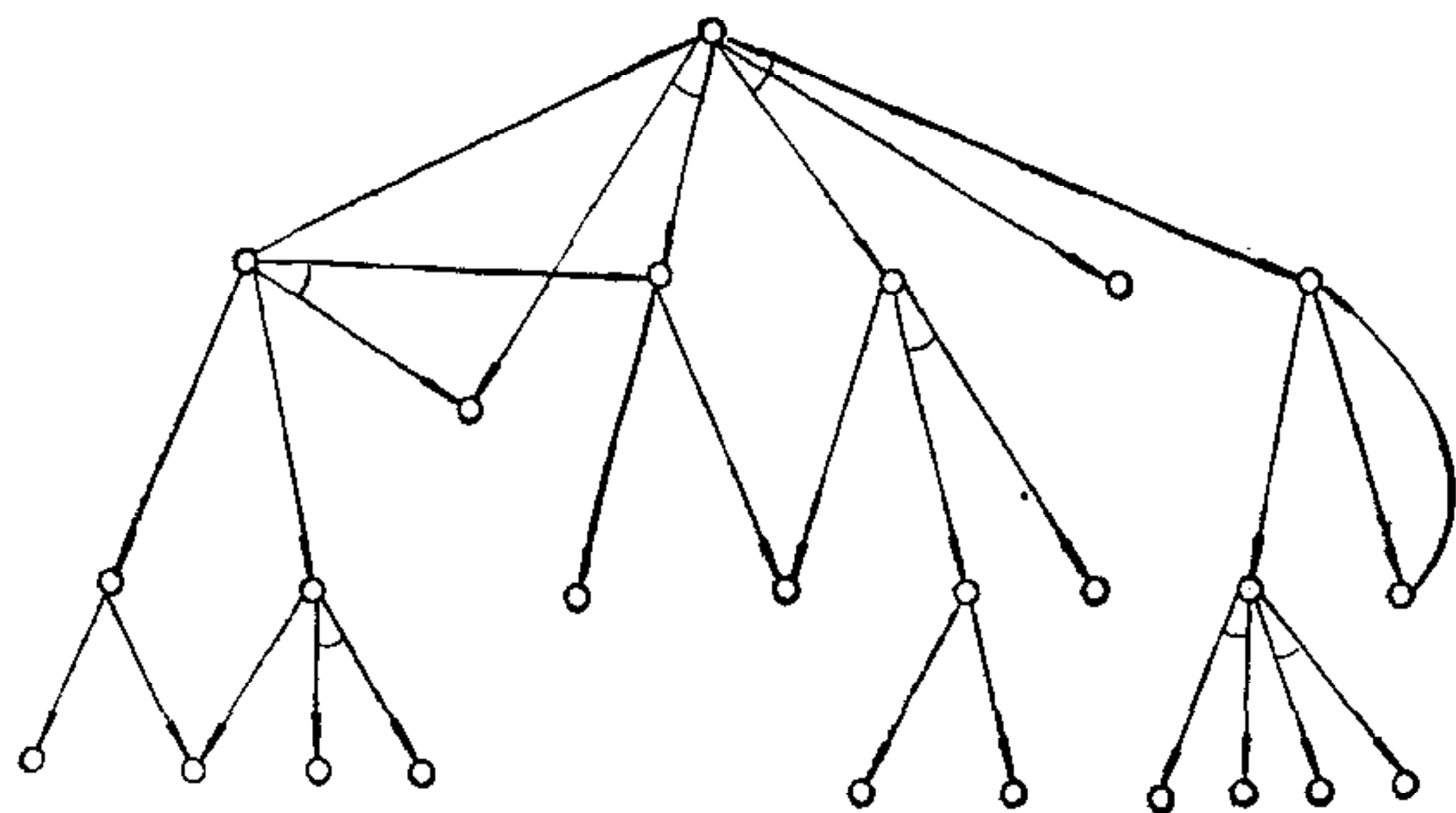


图 1 一个可能的问题归约图
(顶节点指示问题求解任务,其余节点指示子任务,以圆弧连结的链指示 and 关系)

子任务执行的控制策略可以通过组合基本的控制要求来设计。RR 方法抽取的一组控制要求包括:1)测试必要条件以决定一子任务是否激活;2)测试前提以决定是发展(执行)还是修正(悬挂、回溯或修正性执行)推理活动;3)指示搜索归约规划;4)指示执行其它推理活动;5)指示推理模式:正向、逆向、机遇;6)指示回溯或悬挂要求;7)指定子任务调度策略;8)提供调度控制信息。清晰地表示控制要求使其灵活地制定 PS 策略成为可能。由于指示基本推理活动的领域知识能按基本的控制要求而集结,执行子任务所需的领域知识和相应的控制策略紧密结合,成为功能单元,以便支持 PS 的功能化设计。

二、设计问题求解

RR 方法由知识表示系统 HAR^[3] 支持。HAR 提供称为处理元的表示结构(一种具有固定槽的框架)来构造执行子任务的功能单元,规则组、散列规则和 PS 环境操作则作为描述推理活动的基本表示结构。PS 环境由对象分类体系和信息黑板构成。前者表示领域对象(概念和个体)及相互关系,具有进程(procedure)附加和特性继承功能。处理元执行子任务的控制策略通过组合基本的控制元素来制定, HAR 系统提供以下三个方面的控制元素:

1) 控制槽。每个处理元允许包括多至 6 个控制槽。这些槽具有固定的控制语义,用于表示上节所述的基本控制要求 1)–4) 条款,以便指导推理活动的展开(见图 2)。其中 *nc* 和 *pre* 槽指示逆向推理,而其余四槽指示正向推理。

2) 控制命令。若干控制命令(作为特别操作加以执行)用于辅助推理控制策略的描述。其中, *Suspend* 和 *Backtrack* 命令置于 *reo* 槽,在前提槽不满足的情况下分别指示悬挂当前考察的处理元和作回溯处理, *order-strategy* 命令则指示多个处理元激活情况下的调度策略。

3) 调度信息槽。设置于处理元的 *pri* (优先级)槽指示处理元的重要程度, *ic* (直接码)槽则提供控制信息给特别的调度策略使用。

基本的表示结构和控制元素成为 RR 方法设计 PS 的推理层基本元素,而处理元则成为归约层基本元素。通过 *der* 和 *rer* 控制槽提出的归约规划,处理元相互关联形成处理元关联网——问题归约图的可执行表示。由此,PS 可分归约和推理两个层次作功能化设计。上层作功能化规划,以处理元关联网作问题归约的总体设计;下层则按问题归约

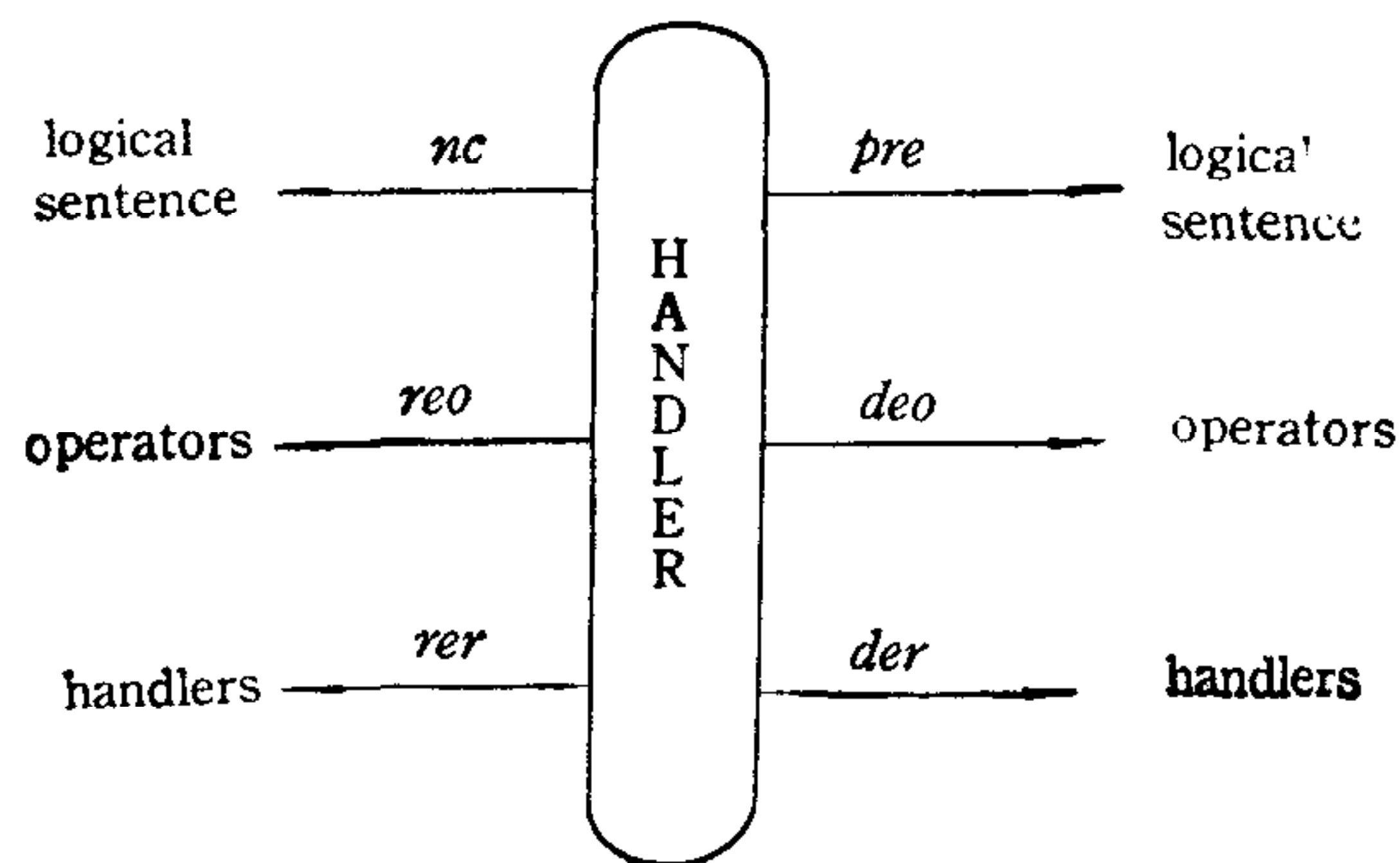


图 2 处理元的控制槽

(*nc*——先决条件, *pre*——前提槽, *deo*——发展操作,
der——发展归约, *reo*——修正操作, *rer*——修正归约)

指派的子任务构造处理元,对 PS 作详细设计。

特别领域的 PS 策略可通过综合弱法(基本的 PS 策略)来实现。由于处理元的推理控制策略由基本的控制元素合成,RR 方法能较好地支持各种弱法的实现和综合。例如,处理元之 *deo* 槽、*der* 槽和 *der* 槽提出的后继处理元可用以分别对应于启发式分类法的三个阶段:数据抽取、启发式匹配,精化处理;通过处理元的 *reo* 和 *rer* 槽修改部分中间结果和提出用于修补目的之后继处理元,以便实现搜索修补法;显然,启发式分类的精化阶段可以使用搜索修补法。其它弱法以及多种弱法的综合均易实现。

三、结 论

RR 方法已用于开发电网规划等五个问题特征差异较大的应用领域的专家系统和智能软件。基于问题归约的功能化方法促进了 PS 策略的制定和 PS 设计,而处理元及其控制槽作为二级索引,则集中了知识获取和推理控制的注意力。

参 考 文 献

- [1] McDermott, J., A Taxonomy of Problem-solving Methods, In Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems. Boston: Kluwer, (1988), 225—256.
- [2] Charniak, E., Piesbeck, C. K., McDermott, D. V. and Meehan, J. P., Using Problem-solving Techniques. Artificial Intelligence Programming, Hillsdale, New Jersey, (1987), 332—336.
- [3] 高济,面向功能的表达系统 HAR, 计算机学报,(1991), No. 8.

RR: A FUNCTIONAL APPROACH FOR DESIGNING PROBLEM-SOLVING

GAO Ji

(Artificial Intelligence Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Key words: Reduction; reasoning; functional design; problem-solving.