
集成化离散生产控制

——分析与综合

[法] Lucas Pun 著

熊光楞 刘青 罗彤 译

沈被娜 审校

清华大学出版社



集成化离散生产控制

——分析与综合

[法] Lucas Pun 著
熊光楞 刘青 罗彤 译
沈被娜 审校



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

集成化离散生产控制——分析与综合

Integrated Discrete Production Control: Analysis and Synthesis

Lucas Pun

Authorized translation from the English language edition published by Elsevier Science Publishers B. V.

Copyright ©1992 by Elsevier Science Publishers B. V.

Chinese language edition published by Tsinghua University Press.

Copyright ©1996 by Tsinghua University Press

本书英文版由 Elsevier Science Publishers B. V. 于 1992 年出版, 版权为 Elsevier Science Publishers B. V. 所有。本书中文版专有出版权由 Elsevier Science Publishers 授予清华大学出版社, 版权为清华大学出版社所有。未经出版者书面允许, 不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

中华人民共和国国家版权局著作权合同登记章 图字: 01—1995—251 号

图书在版编目(CIP)数据

集成化离散生产控制: 分析与综合/潘旅家著; 熊光楞等译. —北京: 清华大学出版社, 1996

ISBN 7-302-02406-5

I. 集… II. ①潘… ②熊… III. 综合分散型控制系统 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 25172 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内, 邮编 100084)

印刷者: 北京大中印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 368 千字

版 次: 1997 年 3 月 第 1 版 1997 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02406-5/TP·1208

印 数: 0001—2000

定 价: 19.60 元

译者的话

计算机集成制造(CIM)是由1974年美国 Joseph Harrington 博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首先提出的。20年来,尤其是近10年,CIM概念不断得以丰富与发展,并被世界各国科技界与企业界广泛接受。中国在1986年开始实施的“863”高技术计划中,也已将CIM列入自动化领域两个主题项目之一。10年来,我国在CIM方面不仅取得了世界瞩目的研究成果(如:建立在清华大学的计算机集成制造系统工程研究中心获得1994年美国制造工程师协会SME的“大学领先奖”),而且在一批制造企业中获得了应用,取得了显著的经济效益。

集成化离散生产控制的分析与综合是CIM领域中的一个关键问题。潘旅家(Lucas Pun)先生长期致力于集成化离散生产控制系统的研究,特别是在集成系统的建模方面做出了许多贡献,提出了一整套建模与分析方法(如:GRAI),并在法国波尔多大学创建了GRAI实验室。本书是潘旅家先生讲述利用GRAI与人工智能方法来分析与综合集成化离散生产控制的专著,它的翻译与出版将促进我国进一步开展CIM的研究与应用。

本书序言、概论及第1章由熊光楞翻译,第2、4章由刘青翻译,第3、5章由罗彤翻译,全书由沈被娜校审。本书在翻译与出版过程中得到了清华大学出版社的支持与帮助,在此表示深切的谢意。

1996年10月

中译本序

在新发展的各种工程,如控制工程、系统工程、计算工程、生产工程及工业工程中,最为困难的问题是如何填补理论与实际之间的鸿沟。典型的例子是:

- 找出一个传递函数的坡度断裂点;
- 在一个最优控制问题中获得非线性微分方程的收敛性;
- 在许多已存在的运筹学规划方法中找出一个适合于调度问题各项假设的方法;
- 确定现实的和非琐碎的成员功能及集合操作;
- 在知识库系统中建立一个完全的和固有的规则集。

在过去的 40 年中,我们一直企图建立一种通用的填补鸿沟的方法学,但是至今我们尚未能达到此目的。可幸的是,我们已经掌握了一些构成填补上述鸿沟的十分基本的原理,它们包括以下 5 个方面:

(1) 填补鸿沟本身是要将理论与实践结合起来,而这种结合需要一个桥梁。

(2) 这个桥梁可能是一个知识的概念,或者是一个面向解决问题的知识分类(比如:简单实体,复杂实体,实体的转换或因果关系,一个普遍真实的陈述,解决一个给定问题的步骤以及解决一些问题的程序等)。

(3) 理论可以被看作为一种知识建模的语言,它包含一些特定的词汇及文法操作。可以用这些词汇及文法操作构造出短语及正文。词汇、文法操作、短语及正文所构成的集合定义了为表示(建模)各种不同层次知识的语言的能力。

(4) 实践可看作是一个复杂的系统,它的结构被定义为一个四元组,即结局、功能活动过程、为支持这些活动的功能资源以及活动操作的动态事件流。一个问题可以用这四元组的结构元素来加以形式化。被研究的问题元素的集合表示它们的知识的实际要求。

(5) 填补鸿沟本身可以看作是将理论和以一种知识表示的实际的需求加以匹配(结合)。

本书就是通过一些实例来讲述如何应用这些原理。

潘旅家(Lucas Pun)

1996 年 5 月

概 论

集成化离散生产系统是生产系统的一个新的概念。集成化离散生产控制是一种需要,它能帮助集成化离散生产活动达到它的最好的效果。推动集成化离散生产系统的发展有外部与内部两方面的动力。

(1) 外部动力

① 市场情况: 顾客要求高质量的产品,且应满足一类产品仅生产一件的要求。

② 竞争情况: 要求最高的技术性能和最好的经济效益——国内与国际两方面同时有这种要求。

(2) 内部动力

① 制造中所使用的机器与设备在技术上日益先进(机器人、工业自动化及先进的数字控制)。

② 计算机(容量、尺寸及价格)、计算过程(软件及软件包)以及信息处理设备(网络)的不断改进。

③ 使用计算机来辅助产品设计任务(CAD)以及管理活动(MIS)方面的不断进步。

在集成化离散生产控制的分析与综合中有两个方面需要考虑:

(1) 涉及对集成的问题的理解,这是“问题的形式化”方面。现在,在这方面还没有一种清楚的完整的观点。

(2) 为了使集成化离散生产系统达到最优的技术及经济指标,要求发展智能控制。

这是属于“问题的解决”方面。目前,在这方面已有不少尝试,它们有的是基于控制理论、运筹学、信息处理方法及数理逻辑等领域所获得的技巧,有的是基于对新的一些领域(如:人工智能技术、专家系统)的认识。

设计者的作用是理解“集成问题”,并开发“智能控制”。对第一个方面,我们应充分认识其重要性,而过去却常常被忽视。在 80 年代,大型 MIS 的失败有几个原因,其中之一是在还不知道为什么要用它和如何使用它之前,这个系统就已经开发出来了。这种倾向现在依然存在。在 80 年代末期,在 CIMS 的许多重要的研究项目中,研究工作仅侧重于计算机体系结构,而不是首先去研究集成问题。这有点像在一匹马的前面放上一辆车(本末倒置)。

我们用“工业人工智能系统”来代替“智能控制”。“控制”可能包含多种意思,如:“自动的”、“闭环”、“反馈控制”等。智能控制的作用也覆盖了设计辅助和管理辅助,这种辅助可能采用一种交互方式(非自动的或开环的)。

本书的最初目的是给工业工程师提供关于工业人工智能系统(IAIS)方面的信息,包括 IAIS 可能应用的范围,用 IAIS 来解决问题时是如何进行分析的,以及用 IAIS 可以创建的方法。

这将涉及 IAIS 的各个方面,IAIS 可能是完全自动化的系统(如:机器人)或者是决策

辅助系统(如: CAD 系统)。这种系统可以从自动控制系统(它的智能度是固有的)或从人工智能系统(它的自动控制程度通常较高)引伸出来。显然,IAIS 是期望通过提高生产率以及各种生产操作的有效性来增加工业企业的总体效益,一个 IAIS 的成功取决于对一个给定的企业所要求的特定问题的知识,自动化技术和控制(决策)理论的知识,以及在人工智能技术中,特别是将自动控制或决策辅助过程转换为计算过程中的技巧。目前,这些技巧是由不同的人所发现与掌握,因此要将他们组成一个有效的工作小组并非总是成功的。本书试图指明各种技巧如何能组合在一起,以便能建立一个能满足实际需要的 IAIS。

为了完成这些目标,可以在不同的读者层次上写出不同类型的书来,一般来讲可以分为三类:

第 1 类:概念性的数学书籍,它覆盖具有良好定义的问题及较为广阔的应用领域。

第 2 类:适应性书籍,它覆盖一些不完全理解的问题和不完全能建立问题的解的应用领域。

第 3 类:实践性书籍,它覆盖一些特定领域,而且问题的解决方法已被较好建立起来并有较详细的说明。

从复杂程度上也可分为 3 个层次:

第 1 层:初始层,它很容易被读者所吸收。

第 2 层:中间层,在这个层次上,知识将被提供给初学的读者,但也还包括一些读者必须通过自己的努力加以吸收的材料。

第 3 层:研究层,在这个层次上,读者必须探索各种类型的应用以便吸收其内容。

假如用一个 3×3 的矩阵来描述书的类型及复杂程度,我们将会发现,本书是处于矩阵的中间(即适应性书籍,中等难度)。

第 1 章定义术语与概念,介绍被使用的术语,描述各类 IAIS 的结构。最终,读者将会发现包含在集成化离散生产控制中的基本术语及概念。

第 2 章介绍 IAIS 的综合。首先是对读者需要的问题进行形式化。设计者将从对基本结构的理解引向最优结构的确定。同时,从理论问题的解决引向计算过程的实现。在具体步骤上,我们先对一个相对简单的 IAIS 进行研究,它在技术上是可行的,经济上是有效益的,并反映了被解决的问题。在对这样的 IAIS 已取得一些经验的基础之上,我们再研究比较复杂的和更完善的 IAIS。

第 3 章涉及 IAIS 的分析,包括用 GRAI(Graphs with Results and Activities Interrelated)对活动、物理系统的结构以及决策、管理及信息系统的结构进行分析;用一阶谓词逻辑来分析知识及开发计算方法;用 HBDS(Hypergraph-based Data Structaring)方法来建立基于抽象概念建模的可移植的(portable)数据。

第 4 章讨论 IAIS 的应用。IAIS 的生产活动可以分成 3 类:

① 物理执行活动,这些活动要求机器人、先进的数控机器以及设计得很好的柔性制造系统。

② 零件及加工工艺设计活动,这些活动要求一个覆盖零件设计、工业设置、制造、测试等方面的集成化的 IAIS。

③ 控制、组织及监督活动,这些活动要求能完成静态及动态调节,多方面同步和多方面协调目的的 IAIS。

本章将讨论这三类 IAIS,并提出进一步研究的方向。

第 5 章介绍关于分析与综合集成化离散生产控制的理论。它由三部分组成:

- ① 用集成化概念参考建模(INCOREMO)的方法建立宏观模型,这种模型将帮助我们对问题进行形式化并解决问题。
- ② 介绍微观 INCOREMO 模型,它将有助于分析生产组织的结构及生产流程的行为。
- ③ 介绍知识表示模型,它有助于建立生产控制设计的方法学。

目 录

译者的话	V
中译本序	VI
概论	IX
第 1 章 人工智能与离散生产控制的术语	1
1.1 智能	1
1.1.1 面向问题的理解	1
1.1.2 智能: 典型的定义	2
1.1.3 建议的定义	3
1.2 智能操作	3
1.2.1 描述的需要	3
1.2.2 举例	3
1.2.3 智能操作的不同水平	4
1.2.4 一种描述方案	6
1.3 一个 AI 生产系统的例子	7
1.3.1 问题的描述与形式	7
1.3.2 辅助产生式系统	8
1.3.3 概念与术语	11
1.4 AI 专家系统	13
1.4.1 问题的陈述: 一个实例	13
1.4.2 专家系统: MYCIN-TEIRESIAS	13
1.4.3 概念、术语及设计者的问题	16
1.5 流行的术语	17
1.5.1 术语分类的方法学	17
1.5.2 产生式系统及专家系统的应用	18
1.5.3 其它表达式的应用	19
1.6 生产控制问题的理解	20
1.6.1 人工智能技术及知识表示	21
1.6.2 专家系统及知识工程	21
1.6.3 单元层的生产控制	22
1.6.4 车间层举例——FMS	24
1.6.5 工厂层	26
1.6.6 企业层	30

第 2 章 人工智能系统的综合	34
2.1 综合所需要的步骤	34
2.1.1 系统工程的一般步骤	34
2.1.2 对人工智能系统进行综合的步骤	34
2.2 建模及多面向建模	36
2.2.1 建模作为一种活动的概念	36
2.2.2 建模在连续控制系统中的作用	36
2.2.3 离散活动控制的建模	38
2.2.4 解决离散活动问题的人工智能系统(AIS)建模	39
2.3 AIS 的理解及描述	39
2.3.1 构造基本过程的活动 A	39
2.3.2 问题 Pb(A)的描述	43
2.3.3 AIS 期望目标的描述	44
2.3.4 阐明期望的 AIS 目标的方法	46
2.4 AIS 说明	47
2.4.1 工业实例	47
2.4.2 AIS 形式化说明的建模工具	48
2.4.3 辅助决策的各个层次	51
2.4.4 AIS 元素的描述方法	53
2.5 AIS 解析	54
2.5.1 引言	54
2.5.2 解析问题的形式化	54
2.5.3 解析条件的分析	55
2.5.4 现有解析方法的分析	57
2.5.5 推导一种合适的解析方法的方法学	67
2.6 AIS 的实现	67
2.6.1 引言	67
2.6.2 AIS 与该系统有关人员之间的关系	68
2.6.3 折衷和协调问题	70
2.6.4 双向前置战略 BIDAS	71
2.6.5 实现方法	73
第 3 章 人工智能系统的分析	74
3.1 引言	74
3.1.1 一个系统的三项主要特征	74
3.1.2 分析工具的作用与应用	77
3.1.3 AIS 设计者的问题	78
3.2 分析活动结构的工具	79
3.2.1 GRAI 网及图形工具	79
3.2.2 GRAI 网的基本元素和基本配置	81

3.2.3	GRAI 网: 有组织活动的建模及其控制的规则	87
3.2.4	GRAI 网在规划中的应用	95
3.2.5	GRAI 网应用举例	99
3.3	信息分析	100
3.3.1	信息分析的必要性	100
3.3.2	信息建模工具	100
3.3.3	基于超图的数据结构(HBDS)建模工具	104
3.3.4	更好地理解信息的特点	109
3.3.5	静态和动态数据以及数据转换	114
3.3.6	HBDS 数学基础	118
3.4	知识分析	120
3.4.1	知识的类型	121
3.4.2	在 AIS 中计算问题的提法	124
3.4.3	一阶谓词逻辑的元素	128
3.4.4	有关计算方法的建议	132
第 4 章	人工智能系统在工业生产系统中的应用	142
4.1	引言	142
4.1.1	生产路径和生产活动	142
4.1.2	AIS 的活动和环境	144
4.1.3	集成化的 AIS	146
4.2	执行活动的 AIS	149
4.2.1	引言: 可能的改进	149
4.2.2	各种类型的制造执行活动	150
4.2.3	数字控制、自适应控制和机器人	152
4.3	AIS 对加工性能的改进	155
4.4	AIS 对加工柔性的改进	156
4.4.1	FMS: 机器、自动化和 AIS	156
4.4.2	FMS 物理部件的设计方法	157
4.4.3	设计 AIS 仿真器的方法	162
4.5	针对设计活动的 AIS	166
4.5.1	引言	166
4.5.2	设计活动的分析	167
4.5.3	设计活动的问题分析	170
4.5.4	期望的 AIS 环境 ENV(AIS)分析	171
4.5.5	组成集成化设计的 AIS 的元素	171
4.6	引导活动的 AIS	174
4.6.1	活动 A 和活动问题 Pb(A)的分析	174
4.6.2	期望的 AIS 环境 ENV(AIS)分析	175
4.6.3	分析复杂生产结构的方法	178

4.6.4	AIS 设计方法	179
第 5 章	集成化离散生产控制理论的透视	181
5.1	问题理解的方法	181
5.1.1	集成化离散生产控制建模的问题含义	181
5.1.2	CIMS 设计的现实	182
5.1.3	DSS 设计的现实	183
5.2	集成化概念参考模型(INCOREMO)	185
5.2.1	一般原则	185
5.2.2	宏 INCOREMO	186
5.2.3	问题的理解	190
5.2.4	问题形式化的方法	192
5.2.5	设计方法学的应用举例	196
5.3	问题形式化及解决的方法	201
5.3.1	战略	202
5.3.2	简单和复杂实体的特征	204
5.3.3	简单和复杂实体的赋值及其特征转换	205
5.3.4	形式化描述和过程	208
5.3.5	战略构造	212
5.3.6	问题形式化的方法	212
5.4	结论	214
参考文献		215

第 1 章

人工智能与离散生产控制的术语

在这一章中,我们首先定义人工智能系统(简称 AIS),以便从用户及设计者两个方面对所涉及的概念进行分类。然后,我们将把 AIS 分成两类:通用的 AIS(通常被称为生产系统)及特殊的 AIS(通常称为专家系统),如图 1.1 所示。(这样分类将帮助我们对术语进行分类)。

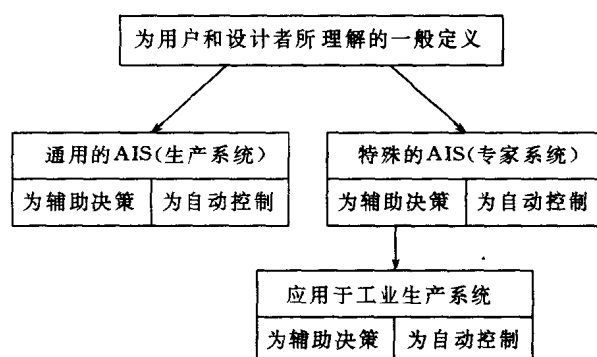


图 1.1 概念及术语分类

最后,我们将详细阐述在生产系统中的 AIS 的定义。这些 AIS 属于特殊的人工智能系统,其中有的是作为辅助用户的工具(如:计算机辅助设计(CAD)系统),而有的则被用于自动控制(即智能操纵者——机器人),前者与专家系统相类似,而后者在概念上与设计上均与专家系统有所不同。

1.1 智能

在这一节中,我们试图来说明用户与设计者期望从定义中得到什么。首先,我们将引用一些典型的关于智能的定义,然后推导出关于人工智能系统的定义。

1.1.1 面向问题的理解

我们考虑一个活动,并将它看作具有以下形式的实体 A:

$$A = (q_0, x, \delta, q_f) \quad (1.1)$$

式中, q_0 是初始状态或初始条件, x 是伴随这个活动所需要的支持(比如: x_m = 物料支持,

x_i = 信息支持), δ 是一个操作或操作组, 它们将 (q_0, x) 转移到 q_f , q_f 是活动的最终状态或期望的结果。

作为一个例子, 我们可以认为活动是进行一个诊断或将两块金属焊在一起。

现在来讨论 AIS, 我们可将它看作具有以下形式的实体:

$$AIS = (\mu, \gamma, \gamma, u, \alpha)$$

式中, γ 是活动状态, u 是最佳策略, μ 是测量活动(分析), γ 是评价 u 的活动(决策), α 是实现活动(综合)。

现在我们可以给出以下定义:

定义 1.1 活动的目的 $O(A)$

一个活动 A 的目的是执行操作 δ 以便达到所期望的结果 q_f 。

定义 1.2 活动的问题 $Pb(A)$

一个活动 A 的问题是如何来组织操作 δ 及支持 $X(x_m \text{ 及 } x_i)$ 以便从一个已知的情況 q_0 , 用一种可能的方式(或最佳方式)达到 q_f 。

定义 1.3 AIS 的目的 $O(AIS)$

一个 AIS 的目的是有助于解决活动的问题 $Pb(A)$ 。

定义 1.4 AIS 的问题 $Pb(AIS)$

一个 AIS 的问题是对一个已给定的 $Pb(A)$, 如何组织活动 (μ, γ, α) , 以便使 $O(AIS)$ 按一种可能的方式(或最佳方式)得以达到。

从这些定义中, 我们可以期望获得有关智能、人工智能及人工智能系统 AIS 的详细定义。这些详细定义的元素必须允许用户能很清楚地对 AIS 的目的 $O(AIS)$ 给出形式化的描述, 同时也必须允许设计者能很清楚地对 AIS 的问题 $Pb(AIS)$ 给出形式化的描述。

1.1.2 智能: 典型的定义

我们可以给出一些关于“智能”的典型的定义。

(1) 我的妻子: 智能的功能是将“她的”与“我的”区别开来(我完全同意)。

(2) 我的女朋友: 智能的功能是能将动物与人区别开来(我不完全同意)。

(3) 法文字典中的 Le Petit Robert: 它的含义是: 知道与理解的能力; 一组人的功能, 包括目标的、概念的及与直觉相对立的有关知识; 一种使他自己能适应新的情况而生存的能力; 一种很容易被理解或接受的思考素质等。

(4) Webster's: 对事实、事实的所有者以及它们之间的关系进行理解和推理的能力。

(5) P. H. Winston: 推理的能力。

(6) J. N. Nilsson: 许多人类的活动。如: 编写计算机程序, 做数学题, 在一般意义下进行推理, 理解语言, 甚至驾驶一辆汽车, 都可称为是“智能”。

从这些定义中, 我们可知: 定义(1)及(2)是比较含糊的, 而从定义(3), (4), (5)中, 我们可抽象出能解决 $Pb(AIS)$ 的能力的“适应性”的概念, 即通过获取知识, 理解和应用知识并进行推理(归纳与演绎), 从而去完成 (μ, δ, α) 活动的概念。总之, 所有这些定义都比较含糊, 而且也不可能通过这些定义, 使用户能清楚地对 AIS 的目的 $O(AIS)$ 的问题 $Pb(AIS)$ 给出形式化的描述。至于定义(6)则还必须对其中的各项活动能力给予详细的说明。

1.1.3 建议的定义

定义 1.5 智能

它表示多层能力,即获取知识、理解知识的能力,应用知识来理解事实及其关系的能力,运用归纳与演绎对知识进行推理的能力,以及为解决问题运用适应性的能力等。

定义 1.6 人工智能

一种人工制造的程序(或概念),它能表现出一层或几层人类智能的能力。

定义 1.7 人工智能系统(AIS)

一种能实现人工智能的设备或系统。当这个设备作为一种辅助手段时,它通常是一台具有软、硬件的计算机,而当这个设备作为一个控制器时,它是由计算机及一些物理设备所组成,物理设备是为进行状态测量及策略实现而配置的。

1.2 智能操作

1.2.1 描述的需要

上述定义 1.5~1.7 是面向问题及面向目的的,它将在以下方面对设计者有所帮助。

1. 面向问题

获取、理解、推理、归纳、演绎及适应的概念都是十分明确的,而且是面向问题的,设计者可以很好地理解这些概念的实际含义。

举例:疾病诊断的 AIS 和用于焊接的 AIS。一旦诊断和焊接的问题被明显地列出,设计者就能非常实际地理解上述的概念。

2. 面向目的

一旦问题被列出,设计者能了解为完成这些抽象的功能所需要的实际操作。

举例:对于诊断疾病的 AIS,为完成获取、理解、推理等一系列抽象功能,设计者必须较好地感知所需要的操作,如:数据收集、状态测量或评估、决策、作出结论并提出报告等。

在 AIS 的设计中,一个重要的步骤是清楚地、详细地描述所有的智能操作,以便使设计者能综合这些相关的操作。这里常会有两个问题:

(1) 在智能操作与非智能操作之间有什么差别?

(2) 如何来定义适应的复杂性以及为完成这种适应所需要的基本操作?

下面我们举几个智能操作的实例,它们将有助于回答上述问题,并导出一种简单的描述 AIS 的方法。

1.2.2 举例

让我们来考察下面这个例子:一个丈夫如何来为他的妻子挑选一张生日纪念卡,才能最好地反映他妻子的个性以及他们之间的关系?有以下三种情况:

(1) 我是丈夫,我首先去一家纪念卡商店,30 秒钟以后,我买好了一张纪念卡,因为我们已经结婚 23 年了,我已多次干过这件事,所以……

(2) 丈夫是我的朋友约翰,在他妻子生日之前一个月,他就开始寻找合适的纪念卡,他首先去了一家纪念卡商店,他对所看到的纪念卡挑来挑去,总也选不中,两个小时以后,他仍然没有选中一张;然后,他又去了另一家纪念卡商店,挑了3个小时,仍无结果;在4个星期中,他总共去了43家纪念卡商店,还是没有选中一张纪念卡。他爱他的妻子并不亚于我爱我的妻子,这是一个性格的问题。

很明显,人们不可能理解和模仿上述活动的智能,现在让我们来设计一个 AIS。

(3) 丈夫是 AIS 的设计者,经过分析可知,选择一张纪念卡是活动 A,该活动的目的 $O(A)$ 是得到一张好的纪念卡,活动的问题 $Pb(A)$ 是选择所需要的纪念卡,而有关智能 I 的目的 $O(I)$ 则是为最好地反映妻子的个性及他们之间的关系而去执行 A,智能 I 的问题 $Pb(I)$ 是定义及组织所要求的智能操作,以便使用最佳方式达到 $O(I)$ (最优解)。(注意:这是理解不连续的多级分析的基础),而智能 I 的操作则能根据环境 $Env(I)$ 及丈夫的智能度 $Dg(I)$ 的不同方式加以定义并组织起来。我们将给出几种典型的方式来说明智能操作与非智能操作(或称简单操作)之间的差别以及适应性的各种不同程度。

1.2.3 智能操作的不同水平

1. 方案 1: 开环(如图 1.2 所示)

活动 A1: 收集数据,其中, q_0 为初始激励, δ_1 为走进一家商店并寻找放纪念卡的柜台的操作, x_1 为商店及纪念卡, q_1 为生日纪念卡。

活动 A2: 抽取含义,其中, δ_2 为挑选纪念卡并分析它的颜色、形式及成分等, x_2 是在 δ_2 的元素中反映出来的丈夫的知识及意见, q_2 为各种生日纪念卡的含义。

活动 A3: 作出一个决定,其中, δ_3 为根据一个给定的准则对纪念卡的满意程度进行分析、比较、反复选择, x_3 是丈夫对他妻子的个性及他们之间的关系看法、他的满意度准则及他的比较策略, q_3 为最终被选中的纪念卡。

活动 A4: 购买操作,其中, δ_4 为购买操作, x_4 为钱, q_4 为买好的卡。

在上述例子中,环境 $Env(I_1)$ 是有关书店、纪念卡、丈夫的知识。智能度 $Dg(I_1)$ 为丈夫的判断、意见、准则及策略。

对开环方案有以下 5 点说明:

- (1) 在被定义的 $Env(I_1)$ 及 $Dg(I_1)$ 中,操作 δ_1 属于简单操作,因此不需要特殊的智能。
- (2) 如果存在着某种定义好的决策表(如表 1.1),那么,操作 δ_2 也可被认为是简单操作。
- (3) 如果已有的决策表并非一目了然,那么, δ_2 可能需要某种智能。
- (4) 同样,操作 δ_3 虽然是许多简单的操作,如比较、挑选、分析等,但由于对这些操作很难建立一张决策表,所以 δ_3 是智能操作。
- (5) 操作 δ_4 是简单操作。

至此,我们可以得出这样的结论:根据环境 $Env(I)$ 以及操作的智能度 $Dg(I)$,一个操作

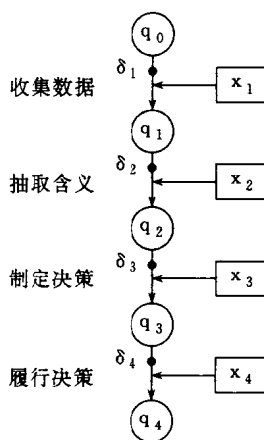


图 1.2 开环方案

可以被确定为简单的或智能的。

表 1.1 纪念卡满意情况的决策表

IF	THEN 卡片的特征是			
	颜色	形式	组成	决策
卡 1	c_1	f_2	s_2	好
	c_2	f_1	s_2	坏
	c_4	f_3	s_1	好
卡 2	c_3	f_1	s_6	坏
	c_5	f_1	s_7	坏
	c_4	f_2	s_2	好
卡 n	c_6	f_6	s_2	好
	c_1	f_5	s_3	好
	c_2	f_6	s_4	坏

2. 方案 2: 简单自适应(如图 1.3)

活动 A1: 与方案 1 中的相同。

活动 A2: 抽取含义, 其中 δ_{21} 为考察一张纪念卡, δ_{22} 为给出一个含义, μ_{22} 是被重新考虑的含义, γ_{22} 是改变意见, IT_1 是迭代(重新考察纪念卡), δ_{23} 是抽取全部含义。

活动 A3: 决策, 其中 δ_{31} 为根据某个加权准则, 第一次作出的结论, μ_{31} 为分析, y_{31} 为不满意, γ_{31} 为重新考虑加权, IT_2 表示迭代, δ_4 与方案 1 相同。

方案 2 的说明:

(1) 根据实际的 $Env(I_2)$ 及 $Dg(I_2)$, 活动 A2 及 A3 可能不是简单的, 而需要自适应。

(2) 一个定义得很好的活动的自适应, 可以认为是一个简单的自适应, 它所包含的操作常常是状态的测量(μ), 决策(y)以及活动实现(α)。根据活动的特性, 操作(μ, y, α)可能有不同的设计。

(3) 自适应常常包含着迭代。

3. 方案 3: 复杂的自适应结构

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 及 δ_4 这 4 个操作全都可能不是简单操作, 即可能有新的分析、重新考虑、迭代等, 这样就会导致许多自适应及适应回路, 这些自适应可能是一个或几个操作, 它们将导致一个高级的组

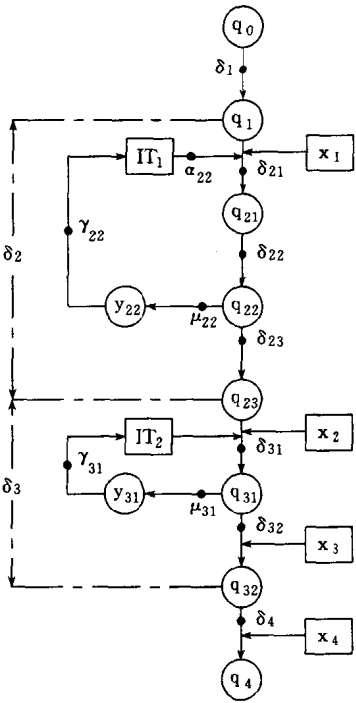


图 1.3 简单自适应方案