

人机智能结合系统¹⁾

苏士权

(东北工学院)

摘 要

人机智能结合系统是一种人类独有的高层智能同计算机智能相结合的系统。本文首先概述了人的二维智能结构模型,在分析人类思维特征和局限性的基础上,提出了人机智能结合的必要条件及它对软件设计的要求,最后在有关理论分析和实验的基础上给出了计算机的智能结构。

一、前 言

由于近来大系统越来越复杂,人在系统中的作用重新受到重视^[1,2]。为了提高系统质量,出现了决策支持系统^[3,4]、专家系统^[5]和智能控制系统^[6]等。这些系统的设计是根据代替人的部分智能的思想设计的。随着人机(计算机)系统研究工作的开展,出现了人机结合(Synergism)的概念。本文着重研究人同计算机在智能上的结合。这里的智能结合是指既发挥各自智能优势又互相弥补对方智能的不足。具体地说,这是人的高层智能如创造性、预见性等同计算机智能(低层智能)相结合的系统。这种结合表明人的创造成果可以交付给计算机,使计算机按照人的创造性进行工作。为了研究这种人机系统,首先需要研究人的决策模型和人的智能特点,建立智能结合的必要条件,研究相应的计算机软件结构。下面分四节探讨上述三个问题。

二、人的智能模型及其特点

研究决策和控制模型结构是分析和设计大系统的首要问题。人的决策模型发展到今天已出现四类:即外部特征模型、行为模型、动特性模型和思维模型。外部特性模型如决策统计模型^[7],把决策过程当作黑箱看待,只给出了输入同输出的关系式。动特性模型是应用现代控制理论概念,把决策过程划分为观测、预测和控制三个环节。这种模型^[8]虽然可以作某些定量计算,但它没有反映人在不同类型任务面前采取不同决策行为的多样性。而问题求解模型^[9]把这种行为划分为识别、决策、计划和规则选择。西蒙把类似的决策行动划分成情报活动、设计活动、抉择活动和审查活动。上述两种模型都是行为模型,没有描

本文于1984年11月20日收到,曾于1985年7月在中日沈阳札幌计算机应用技术首届国际学术会议上宣读。
1) 中国科学院科学基金资助的课题。

述决策者的决策思维活动过程,同时也没有考虑同计算机的交互作用.人的决策过程是思维过程或心理过程.下面介绍一种灵活的人机交互作用的决策结构^[10].作者把人在决策时采用的十一个相互独立的智能因素按智能高低划分为四个层次,按思维先后次序分成四个阶段(最多).

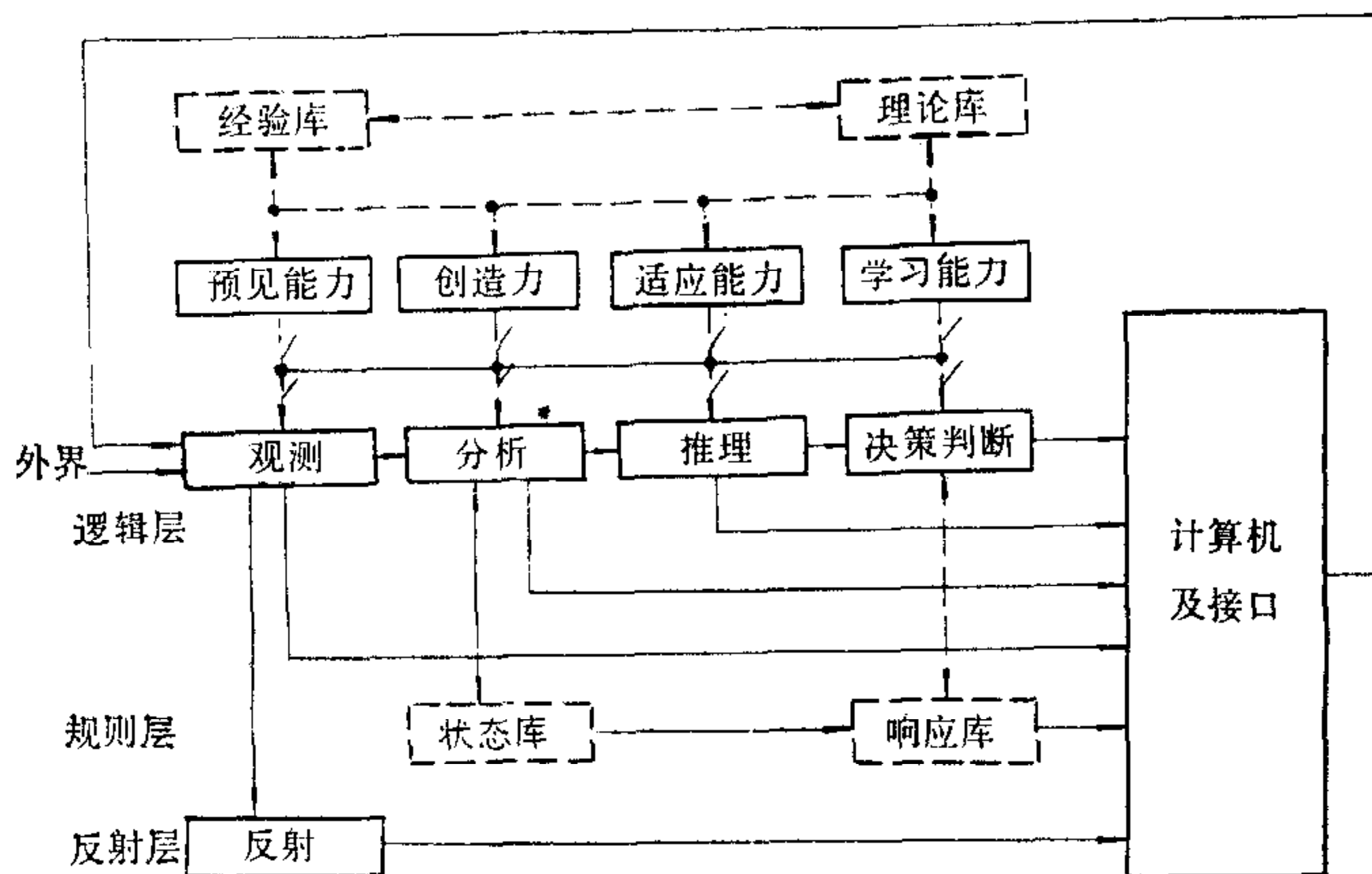


图1 灵活的人的智能结构

图1为一个二维决策过程模型(结构模型).它不但能概括上述各种行为模型,而且包括了心理活动.这就有利于描述人机在线交互作用算法,使得人机智能密切结合起来.此外,模型结构尚有如下三个特点:①表述了人的高层智能,如预见性、创造力、适应和学习能力;②描述了各种人机交互作用通道;③模型含有记忆库.

三、人机智能结合的必要条件

人的智能有三种局限性:(1)人的可靠性差,特别是在疲劳时出错率大为增加.统计数据说明人不大疲劳时三十分钟内出现0.1次错误;疲劳时一分钟内可能出现一次差错.(2)人担负的工作量过重时,不但影响健康,而且高度紧张还会引起判断和操作错误,或漏掉了主要信息.(3)人的效率比计算机低得多,主要表现在接受信息效率低、反映迟钝(迟后0.25—0.5秒)和计算速度慢.综上所述,人承担的工作量应当尽量小,最好是最少,计算机承担的工作量应为最大.为了弥补人的智能的局限性,使人能发挥高层智慧优势,人机智能结合系统必需具备下述必要条件:

(1) 人机工作任务按最大最小原则分配^[11].所谓最大最小原则是指

$$\text{Min}_{\beta_i^h} \sum_{i=1}^n \beta_i^h E_i^h = A - \text{Max}_{\beta_i^c} \sum_{i=1}^n \beta_i^c E_i^c .$$

其中 A , E_i^h 和 E_i^c 分别为任务的总工作量、人担负的工作量和计算机担负的工作量, $i = 1, 2, \dots, n$ 是决策序号.

$$\beta_i^c = \begin{cases} 1, & \text{计算机执行任务时;} \\ 0, & \text{其它.} \end{cases}$$

$$\beta_i^h = \begin{cases} 1, & \text{人执行任务时;} \\ 0, & \text{其它.} \end{cases}$$

这是一个人机排队系统中动态任务分配原则。为了实现这个原则,可将任务分为三类:可编程序任务、部分可编程序任务和不可编程序任务。经计算机分配器鉴别后把任务分给计算机和人去完成(见图 2)。

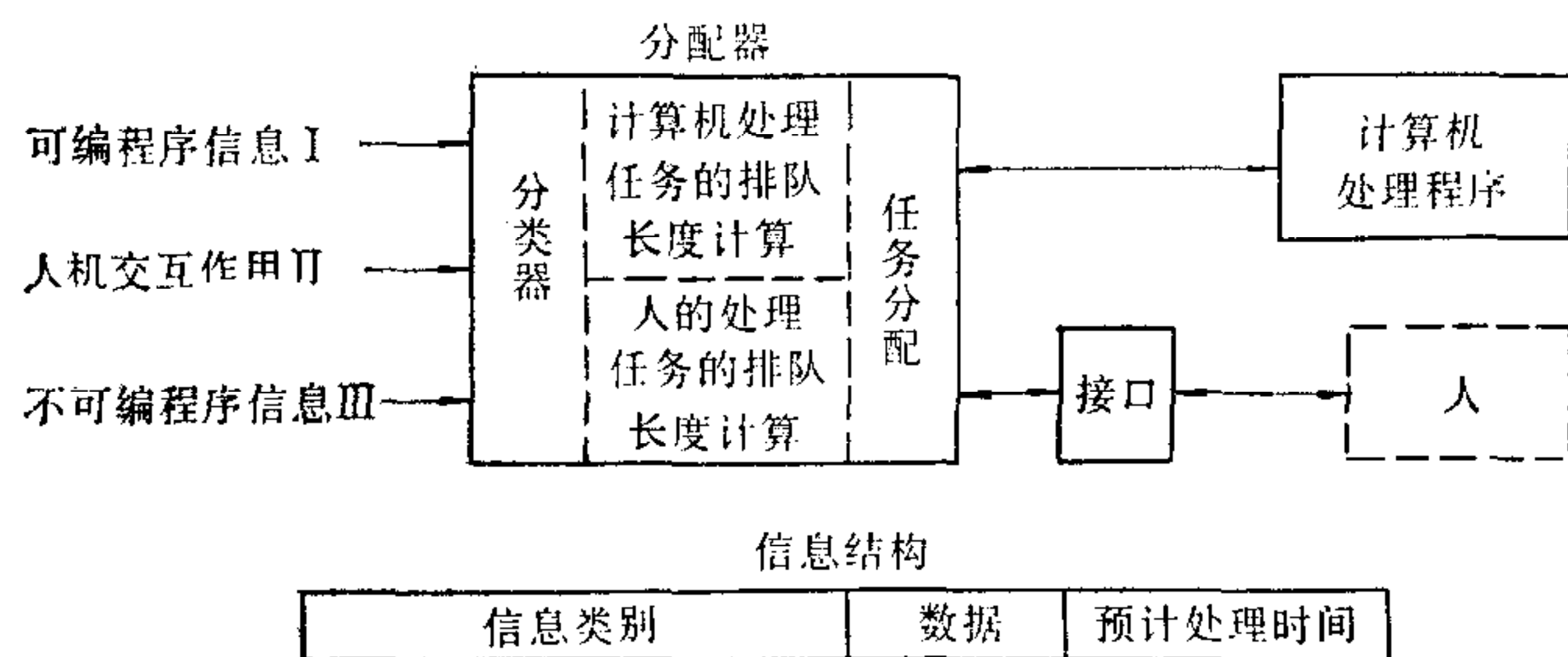


图 2 实现极大极小任务分配原则的结构图

(2) 计算机有智能程序。计算机不但具有数据和信息预处理、查询能力,而且具有过程分析、事故分析、事后统计和知识处理能力。它能弥补人记忆能力的不足,充分发挥计算机运算速度快、存贮量大的优越性,为计算机担负最大工作量提供技术基础。

(3) 计算机的知识库具有很大的灵活性。人的新经验、新知识和想法可以随时添到计算机的有关库中去,摒除、更新和修改知识。计算机能够根据新知识产生新程序和新算法。于是计算机的工作可以反映人的经验积累情况和知识更新程度。

(4) 采用智能接口,包括灵活、直观和友好的人机对话和最优的接口技术,使人机对话的次数为最少,交换的关键信息量为最大。

具备上述必要条件,才能使人同计算机充分发挥各自的优越性。

四、人机交互作用

人机智能结合是通过人机交互作用实现的。从实现人机智能结合上看,人机交互方式可归纳为如下三种:

(1) 计算机对人的友好支持,例如能提供全面的、透彻的、灵活的直观信息,用“自然语言”和图形进行对话^[12]。

(2) 人不断给计算机新知识。在人机智能系统中人要发挥其创造性和预见性等特殊作用。在满足智能结合的必要条件下,人的预见性和创造性可通过逻辑决策层,把分析、推理和判断的结果,即人的经验和知识传授给计算机,以提高和丰富计算机的智能^[13]。

(3) 人机共同决策,包括在有些算法和模型已知时,靠人机对话确定某些参数,选择某些多目标决策的满意解。在问题比较复杂的情况下,由决策者选择最优化类型或策略,如联合或竞争^[14]。

为实现人机智能结合系统,软件设计应满足如下要求:

(1) 计算机具有高档智能,如知识库和推理机构。

(2) 计算机中存贮的数据和知识应具有独立性和灵活性, 便于用户删除、增补和修改, 而不影响其他库存知识和数据。

(3) 库存内容是动态的、时变的, 可随机存取任何知识和数据。

(4) 软件结构应具有灵活性, 可任意更改知识结构, 以适应新的情况。

(5) 知识和数据的存贮应保证安全可靠, 不受扰动和破坏。

上述要求是下节讨论计算机智能结构的依据。

五、计算机的智能结构

Newell 论证了计算机的层次^[15], 他指出: 过去的计算机有装置层、线路层、逻辑层(包括逻辑线路子层和寄存传输子层)和程序(符号层)层。知识层是独立存在于这些层次之上, 与其它层次有本质区别的层次。至于知识层的结构或知识系统的结构, 则众说纷纭^[15-20], 其中论述知识层的结构者甚少。有些作者认为知识库与数据库应该独立存在, 本文不采用这种观点。

根据上述人机智能结合的必要条件和对软件设计的要求, 本文提出如下的软件结构。实践证明, 它是合理的。

知识层包括知识库和推理机构。知识库又划分为数据库、规则库和进程方法库。因为

第一, 这三种库各描写不同性质的知识。数据库是事实^[17]、状态、概念以及假设、根据和目标^[13]等的集合体, 是描述主、客观状态和事实的, 它有层次结构的特点。规则库是规则^[17]、规程、指示等因果关系或函数关系的集合体。进程方法库是问题分解、评价、搜索、匹配、和文件连接等过程和步骤的集合体。三者各有不同性质的内容和名称, 便于人机交换信息。

第二, 这样划分可使存贮的各类知识相对独立, 而且它们组织在目录树中, 能加快检索、搜寻和更动库存内容的过程, 便于实现知识动态化和推理策略。

第三, 从知识的整体上看, 由于有知识文件的连接和合并技术, 能方便地构成知识网和递阶结构等不同的知识结构, 使得知识库具有较大的灵活性。

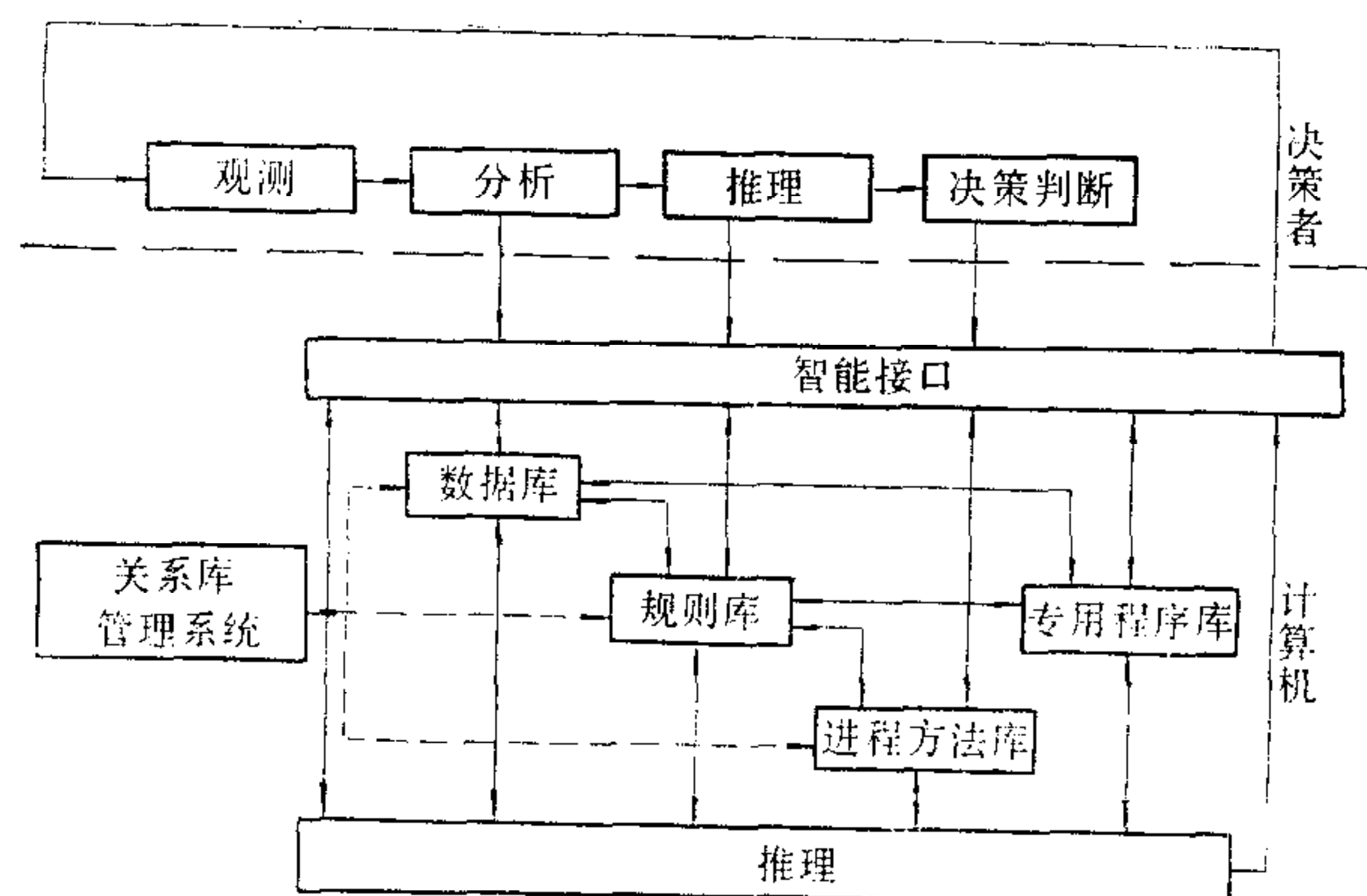


图3 计算机智能结构及其与人的联系

此外,还设有专用程序库,库中除存有公用子程序外,还有应用程序,如线性规划、非线性规划、多目标决策、鼓历性政策计算以及参数估计和状态识别等算法程序(见图3)。这种结构能把按数字模型求解与知识库技术结合起来,完成更多功能,实现用户的目标。

图3中的推理机构是对上述四种库进行控制,以实现各种推理策略和控制策略。它针对用户提出的问题,运用四种库的知识完成推理功能。

上面讲的都是知识的利用方面,至于知识的获取,有各种渠道,如图3经过决策者的分析、推理和判断,把知识传递给知识库,而决策者和计算机之间的接口是智能接口。一般地说,分析的结果进入数据库,推理的结果进入规则库,判断的结果进入进程方法库,由此实现人机智能的高度结合。

六、结 束 语

1. 本文论证了设立数据库、规则库和进程方法库的必要性,概述了人同计算机两个模型结构及其相互联系,构成整个人机智能结合系统。

2. 人机智能的结合使人同计算机各自发挥所长,补其所短,从而得到更好的效果。实践证明,人机结合系统是可以实现的。

参 考 文 献

- [1] Rosenbrock, H. H., The Proper Use of Human Ability; A Challenge to Engineer, IFAC Newsletter 5 (1983).
- [2] Zaborszky, J., Development of System Science-Past, Present, and Future, Preprints on 9th IFAC Congress 11(1984), 3—15.
- [3] Alter, S., A Taxonomy of Decision Support System, Sloan Management Review Fall, 1977, 39—56.
- [4] Pick, A., et al., A Formal Approach to Decision Support, in Management and Office Information System Edited by Shi-Kuo Chang, 1984, 91—118.
- [5] Hayes-Roth, F., Building Expert System, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1983.
- [6] Saridis, G. N., Toward the Realization of Intelligent Controls. *Proceedings of the IEEE*, 67(1979), 1115—1133.
- [7] Kleinman, D. L., A Survey of the Theories of Individual Choice Behavior, Technical Report, EECS TR-79-12, Connecticut University, U. S. A. 1979.
- [8] Pew, R. W., Perspectives on Human Performance Modelling, in Preprints of 1st Conference on Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems, 1982, 1—14.
- [9] Rasmussen, J., Skill, Rules, and Knowledge; Signal Signs, and Other Distinctions in Human Performance Models, *IEEE SMC-13*, No. 3, 1983, 257—286.
- [10] Su Shiquan, A Structure for Flexible Interactive Decision-Making, Preprints on 9th IFAC Congress, 6 (1984), 228—233.
- [11] Su Shiquan, A Task Allocation Approach for the Man-Machine Intelligence Synergetic System, Proceedings of the 2nd Conference on Analysis, Design, and Evaluation of Man-Machine Systems, 1985.
- [12] Kawai, K., et al., Operator Friendly Man-Machine System for Computerized Power Plant Automation, Preprints of the 9th IFAC Congress, 11. 4/D-4.
- [13] Aström, K. J., & Auton, J. J., Expert Control, Preprints of the 9th IFAC Congress, 6(1984), 240—245.
- [14] Singh, M. G., Decision Support Systems for Office Automation, Preprints of the 9th IFAC Congress, 5 (1984), 219—226.
- [15] Newell, A., The Knowledge Level, *Artificial Intelligence*, North-Holland, 1982, 87—127.
- [16] Ohsuga, S., Knowledge-based Man-Machine Systems, *Automatica*, 19(1983), 685—691.
- [17] Clocksin, W. F., Mellish, C. S., Programming in Prolog, Springer-Verlay, 1981.
- [18] Cullingford, R. E., Joseph, L. J., A Heuristically Optimal, Knowledge Base Organization Technique, *Auto-*

matica 19(1983), 647—654.

[19] Fischer, G., Symbiotic, Knowledge-based Computer Support Systems, *Automatica*, 19(1983), 627—637.

[20] Andriole, S. J., The Design of Microcomputer-Based Personal Decision-Aiding Systems, *IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics*, SMC-12(1982), 463—469.

HUMAN-MACHINE INTELLIGENCE SYNERGETIC SYSTEM

SU SHIQUAN

(Northeast University of Technology)

ABSTRACT

Human-machine intelligence synergetic system is a synergetic system of human high level distinctive intelligence with respect to computer intelligence. Two dimensional intelligence model is presented in the first part of this article. On the basis of analysing the human thinking characteristics and limitations, the necessary conditions for realizing intelligence synergism and requirements for software design are derived. A computer intelligence structure is provided on the relevant theoretical analyses and experiments in the last part of this article.

一九八八年由中国自动化学会在中国主办的国际学术会议

会议名称	时间	地点	文章摘要截止日期	稿件投送地址
第四届 IFAC 控制系统计算机辅助设计学术会议	1988.8.23—25	北京	1987.7.15	CADCS'88 秘书处 陈振宇教授 北京 919 信箱
第八届 IFAC 辨识与系统参数估计学术会议	1988.8.27—31	北京	1987.4.15	IDENTIFICATION'88 秘书处 陈翰馥教授 北京、中关村 中国科学院系统科学所
第九届国际模式识别世界大会	1988.10.17—20	北京	1987.12.2 (含摘要的全文)	9th ICPR 秘书处 中国自动化学会办公室 北京 2728 信箱

贾文华提供