

④ CIM 指导系统领域内的人工 29-37 智能(AI)及机器学习研究

Erdélyi F., ~~Tóth T.~~
F. Erdélyi and T. Tóth 于长云

TP391.7

本文综述计算机集成加工 CIM 在新一代机械工程师教育中的作用。在承认了计算机辅助工程技术的重要性不断增长的同时,对正在研制的 CIM 指导系统的结构和模型作了介绍。目前已有一些 CIM 重要领域把人工智能方法和机器学习作为无可置疑的开发工具。一种适合于米什科尔茨大学研制的 FMS/CIM 指导系统的机器学习的功能设计在本文中详细介绍了。

关键词: 人工智能(AI) 计算机集成加工(CIM) 机器学习 指导系统 柔性加工系统(FMS) CAD/CAM 教育

1 引言

在近二十年期间已证明计算机集成加工(CIM)是提高生产效率和质量的最有效工具之一。尽管如此,在这个期间 CIM 概念的内含有了很大改变,起初,生产自动化逐步扩展,按照自底向上的原则进行开发活动,则是应用计算机技术的总目标^[1]。

由于在计算技术领域内的手段的发展,重点转移到集成化;借助于计算机网络按自顶向下的原则开发为人们感兴趣的核心内容。

在计算机辅助技术孤立应用的情况下,起初,大量数据处理(业务管理)证明了予想的结果,随后,高速重复工程设计过程(如:CAD 系统)显示了主要优点。CIM 系统的研制和实现有助于一些特征规则的识别,其特点如下:

- 任何 CIM 系统足以被综合到一个单独专门系统。
- 考虑到 CIM 是开发柔性加工的高级工具这样一个事实,其结构、过程和数据库必须是柔性和开放的。
- 任何一个实际的 CIM 系统包括一个适合于柔性加工的分级信息技术子系统。由于这个子系统的自动化水平高,人力资源和专家知识只能被知识库和人工智能方法所取代。

“传统”的以计算机为基础的求解是面向大量数据处理,如今很明显,生产部门工程师任务(专门知识和创造力)是主要的,然而,综合类工作比分析类工作(或:同级的)占更重要地位。借助于新的计算技术工具只能被引向“机械化”。

鉴于上述情况,在 CIM 系统及其组成部件的研究和开发进程中,一个 CIM 指导系统在米什科尔茨大学被设计并实现了,类似的解决办法也曾为西欧和其他发达国家选择并实现过。(例如,德国的亚琛工业大学,英国曼彻斯特大学,德国的柏林工业大学,慕尼黑的工业大学,意大利米兰,加拿大多伦多瑞森综合技术学院等)。这里所提的发明 CIM 指导系统活动的开始曾获1987年匈牙利国家研究和发展规划(OKKFT G/6)的资助。

本文对米什科尔茨大学机械工程系研制和实现中的 CIM 指导系统的内容和结构进行了讨论。此外,对该系统在人工智能方法的教学和研究能力也做了论述。

2 指导系统的教育环境

米什科尔茨大学机械工程系在80年代中期着手教育改革,改革的目标是使教育现代化,根据技术和工艺发展要求,既考虑内容改革,又考虑形式改革,改革的五年启动期将在今年底结束。

课程变更的重要基本规划如下:

- 科学和技术相结合的基础教育。
- 灵活的,可选择的和可组合的专门工程知识教育。
- 更加着重于工程设计,综合类任务和方法的培训。
- 除五种常规的知识模块教育(数学;物理;机械结构理论;工艺学;社会、经济和语言学习)外,扩展到与现代化科学相关的以信息技术为基础的专门教育。

下列科学领域被认为是属于专门学习的较后期的知识模块:

- 计算机科学和软件工程,
- 控制工程,
- 测量理论和测量工程,
- 微电子技术,
- CAD/CAM/CIM 系统。

在改革课程的范围內,新的学习模块已经开始启动,以使支持匈牙利工业的改造。在这些学习模块中,命名为“电子学与自动化”和“信息技术”的模块与我们课题有直接关系。在这些主要模块中,随着 CAD/CAM/CIM 技术的基础而开始的学习目标,出现了大量的学科。从某种程序上讲,这也适用于常规的“机械设计”,“制造工程”和“生产系统”模块。例如,这些学科有:“数字控制”、“机器人学”、“生产自动化”、“计算机辅助设计”、“计算机辅助加工计划”、“加工系统设计”、“计算机辅助制造”等。这些学科的予想目标是建立(从理论上和实际观点)起工程师将来必须的现代化技术和工艺知识。

3 用于教育的 CIM 指导系统构想

从1988年以来逐步用几种型式建立了米科尔茨大学的 CIM 指导系统构想,现有的资金和人员条件只限于进行逐步地开发的实施。这是适于外部条件改变的非常快速的途径。构想基于以下主要原则:

- 指导系统应该是一个以相同方法能进行教育研究和半工业生产实验室系统。
- 指导系统应该能执行 CIM—FMS 工艺的主要功能。
- 指导系统的信息技术系统必须建在一个计算机局域网络上。
- 指导系统应该把 C/2 试验室和其他部门试验室中放置和提供的工艺设备集成化。此外,计算机实验室适用于计算机辅助工程。

图1中给出生命名为“信息技术模块”的课程结构图:

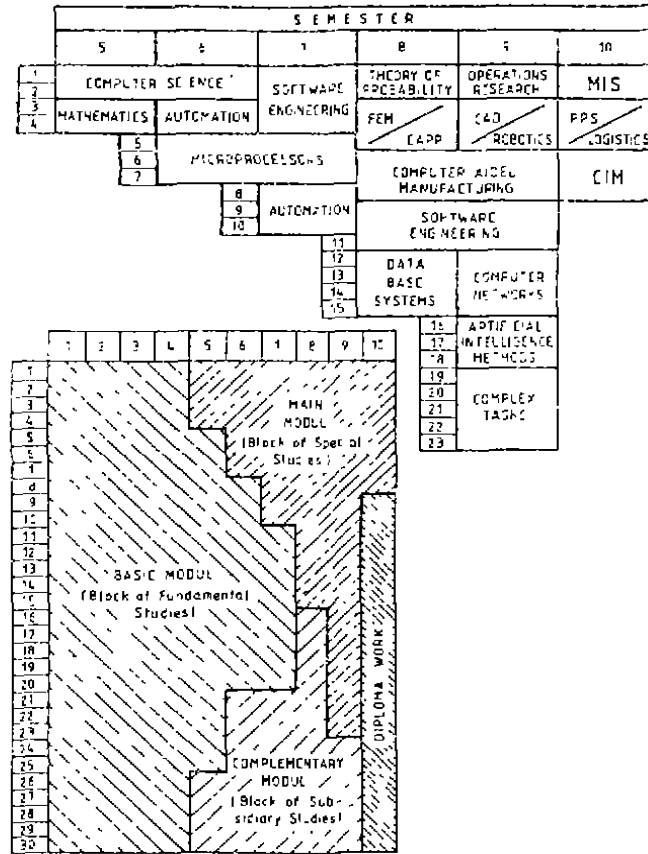


图1 信息技术全部课程主模块和机械工程教学内容的结构

目前运用的径规划的系统的结构如下:(见图2)[8]

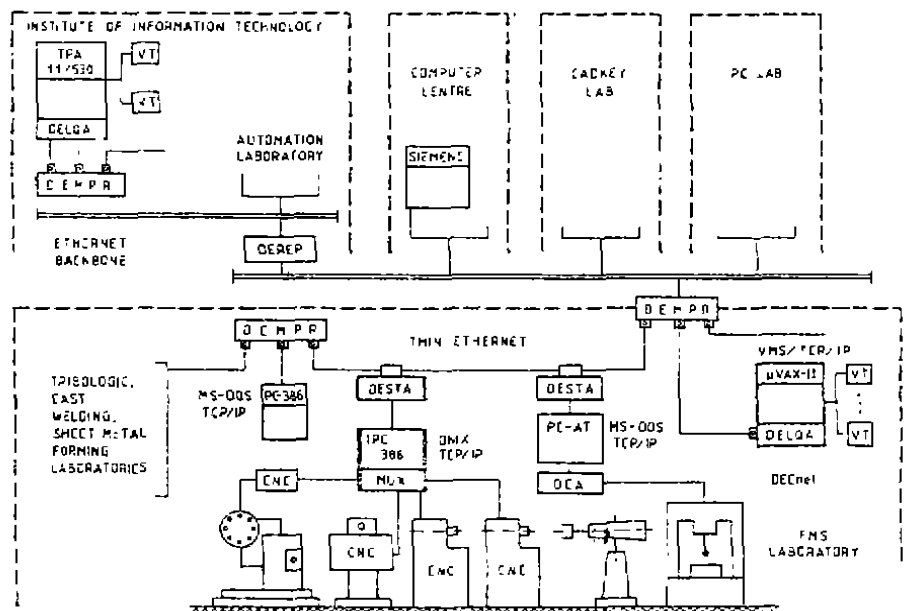


图2 用于米什科尔茨大学机械工程系教授信息技术的网络配置示意图

• Backbone 网络使用厚膜以太网电缆联接下列主节点:

- 信息技术研究所的一个试验室
- 大学的计算中心
- C/2制造控制系统

• 车间级网络用薄膜以太网电缆连接下列主节点:

- 制造控制主计算机(微 VAX I)
- DNC 一服务(工业 PC/386)
- CAD/CAPP 工作站(PC/386)
- 试验室工作站(PC/AT)
- 工艺工作站(CNC, 测量机械等)

• 串行异步数据传送网络(RS—232)有 DNC—服务联接的那些工艺设备, 那些设备不能直接以太网连接。集成为指导系统的主要试验室和技术设备如下:

- CAD 试验室(带20台工作站)
- 总装实验室(Bosch Sortomat 设备)
- 超精度机加工试验室(UP—1车床, NUM860控制器)
- 三维测量机试验室(DEA/IOTA, PDP—11, PC—386)
- 摩擦逻辑研究室(三维, CNC 磨铣机床)
- 加工中心(二合 CNC 加工中心)
- 加工室(三台 CNC 车床)
- NC—实验室(PC/386, VME, PLC)
- 原料装运实验室(高存贮, 装载机器人, AGV)
- 薄板加工实验室(自动冲压机)
- 材料测试实验室(破坏性和非破坏性测试设备, 仪器, 超声测试设备, PC/AT)
- 焊接实验室(6维, Limat 型机器人)

对集成信息系统存取如下:

• 按照当前的管理机构直接存取程序文件和数据集, 以便分别进行教学, 研究, 演示活动和其它动作。

- 存取指定的资源(例如: 高容量的数据存贮器, 大尺寸绘图仪等)
- 工作站中电子信箱工具
- 在子网中的特殊工具(例如: 任务—任务通讯, 制造消息服务等)

信息技术系统的主要目标是取得与操作该集成系统有关的经验。

对于 DECnet, DECnet DOS, TCP/IP 和 Novell 类网络操作系统的研究工具/服务该系统是可行的。对于解决在 MS—DOS 操作系统管理下特定应用任务和运行程序合适的 CIM 软件模块如下:

AUTOCAD	} 用于工程设计
CADDY	
CADKEY	

MASTERCAM	}	用于 NC 程序设计
FAUN		
ITIPROG		
dBASE II		用于数据库管理
FLEXCELL	}	用于制造程序设计和生产调度
FLEXPROD		
KYBERNOS		

在 SCO. UNIX 操作系统下命名为 CIMATEK 3000 的 DNC 程序运行着, 最终, 在 VMS 操作系统管理下运行下列程序:

DBMS	用于数据库管理
DIAD	用于工程设计
GNC	用于 CNC 程序设计
C-PLAN	用于工序计划和生产计划

在该系统中, FORTRAN, BASIC, Pascal 和 C 编译及汇编程序可用于用户程序开发。一些应用程序与另外在数据结构和数据格式方面相容, 它们是

- CADKEY
- MASTERCAM
- 常规的主处理机
- CIMATEK
- SINUMERIK 810

这些模块可被集成到一个“mini CIM”系统中, 它可能结合系统兼容性而成为科研的起点。

4 指导系统中人工智能(AI)方法的研究

在计算机集成制造(CIM)系统中, 人工智能方法所起的作用越来越重要。毫无疑问, 从工程应用观点认为是人工智能的最有前途的方法之一的“专家系统”也远远不满足早期应用的予期目标。在某些其它现代领域或科学分支中也能观察到这种小的停滞或衰退。

属于计算机辅助技术领域使用的知识处理以及逐步把知识集成到软件系统中的方法也许还不能由其它方法取代。可举一例子, 我们愿意提到一些人工智能方法的研究和机器学习必不可少的领域。在这些领域中, 我们认为, 米什科尔茨大学的指导系统为这些领域的研究作出优异贡献, 这些领域是:

- 计算机辅助工艺加工计划: 确定各操作顺序和详细操作计划(包括优化切削加工条件)。

- 利用启发法则对生产计划和调度作出准优化解。

- 利用基于规则的实时机理解室控制问题。

- 利用基于规则的人工智能系统(也包括模糊算法)解决对机加工的监控任务。

- 检查并测试某些机加工模型, 以使管理机加工数据库。

在上述领域中, 在几个部门(信息技术研究所, 机床系, 材料储运系)的合作下正着手在

今年(1991年)进行一项新的研究方案。为了确保适当的经费,我们必须获得匈牙利科学院的一些资助(基础科学研究基金,匈牙利语 OTKA)

对以上所列前两个课题领域,我们想调查一下把专家系统外壳(Shells)集成的可能性。随后两个课题提出了在适用的实时决策环境中,在人工智能方法领域中要解决的问题。

最后一个课题通过改进机加工模型和评价算法方式来支持前面列出的四个题目的解决。机器学习的一些问题可以列在提到这些课题之间。

众所周知,两种基本上不同的方法可以划归为机器学习的概念。它们是:知识积累(死记硬背地学习,“死用功”)和认识性学习(抽象)。由于产生了可靠的法则,通过有目的试验培训就能够获得足够的经验。为达此目的,大量的由大学生解决的小任务,在 CIM 指导系统范围内就能够提供一个非常良好的领域。

所达到的结果使得使用基于法则的系统也能够有倾向性的取决于情况的尝试基础上被认可,某些模拟器也能适合于这个目标,但是在实际情况下进行实时实验室试验又根本不能取代。

下面概括介绍一个学习方案。我们认为该方案既适合于数据积累式学习过程,又适合于知识积累式学习过程。此外,还能够将其方便地用于物理和模拟试验。(见图3)

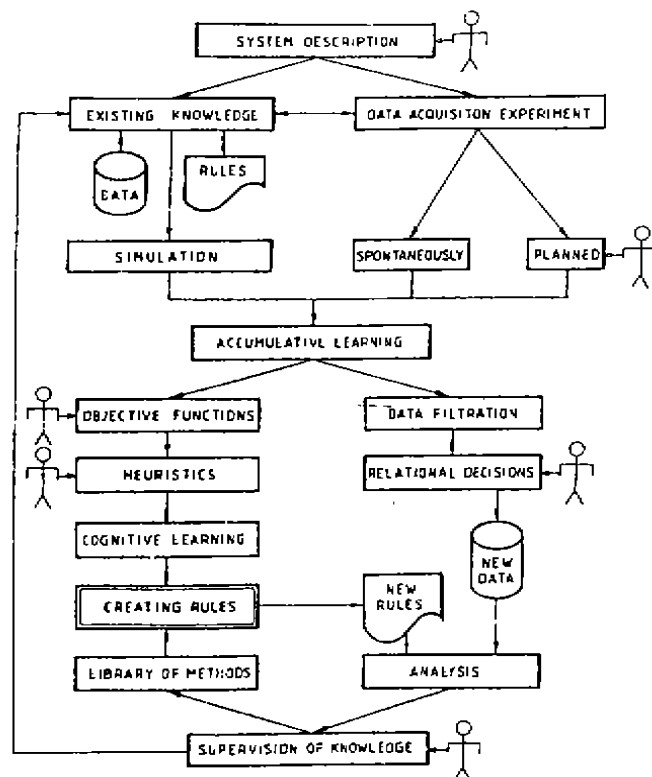


图3 利用指出人互相间通讯的机器学习一个概图

我们认识到,该学习过程只有在人和机器智能紧密相互合作的基础上才能进行。

学习过程的起始基础是一个经过精确而并非模棱两可定义过的系统描述。我们假定,这个系统描述必须至少包括环境的边界以及输入/输出通道规范。

现有知识由数据和法则组成。在此基础上可分别制作一模拟器并且可对任何过程计划其数据获取。在操作生产过程情况下,可以自发地实现数据获取。

至于计划的试验,涉及这些试验计划的科学分支能给予有效支持(例如,试验的阶乘计划)。作为上述的行动和活动结果,累积学习开始存在,这种存在以数据集(文件)和数据时间系列的形式由计算机支持。数据经过筛选和压缩之后,就能够在有关的数据库中排列。人的相互作用也是必不可少的。

基于抽象化的认识性学习更是不可靠,其目标是要产生新的规则。要做到这一点,首先需要目标函数来定义这些法则“精髓”,这些目标函数必须与启迪法结合起来得到新法则(例如“碰运气”原理)。产生的新法则要经受检查分析,分析要考虑到新的数据。其结果,就可以对产生法则的过程进行地修改。当然,这种“小重复回路”必须是收敛的。

经监督检查过的知识扩大了现存的知识。利用以这种方法扩展的一个知识库,就能够再次规划模拟试验和/或数据获得试验。

当然,这种“大的重复回路”也必须是收敛的。

5 一个取自基于人工智能监控的例子

在柔性加工系统(FMS)和柔性加工中心中对机床操作监控的目标是检查操作期间不正常现象(故障),并对需要的干预提出建议。这种建议要能包括一个中止过程或降低其强度(使无效)的迅速动作和一个诊断分析(带有一有关修正的建议)。

该监控包括一个或几个测量状态特征参数(特色),带有一个参化模型的状态参数,并根据偏差进行决策,这种决策可分成四类:

- (1)正常过程→“无动作”建议
- (2)偏离过程→“无动作”建议
- (3)正常过程→“报警”建议
- (4)偏离过程→“报警”建议

在(1)和(4)项过程情况下,监控操作良好,而在(2)和(3)过程中,监控产生失误。如果我们想要减少后两种过程的出现比率(理想情况使比率减至零),那么在监控过程中积累的知识必须服从于一个确保决策正确的学习过程。

结合本任务,就出现以下几个问题:

(1)教师如何且靠哪种方法来认定现行切削过程是否合格?例如,如果刀具磨损达到其快速增长的程度,如何能确定哪一种刀具状态会产生一偏主过程?(可选择的目标函数如下:精度,表面完善程度,费用,效率等)。

(2)用什么方式使用哪种模型使该监控系统能够观察刀具的偏离状态?

(3)在模型参数与测量参数之间的哪种关系能够构成这种知识库的基础?该知识库会指导肯定地识别出偏离状态。

我们坚信不移的是:获得充分的识别只有通过自动化的状态监控系统才能实现(见图4)

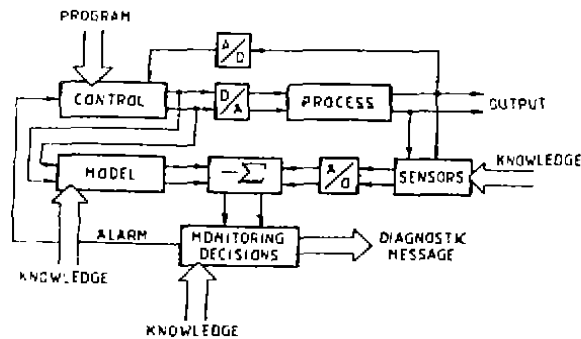


图4 带学习知识标记的过程监控和诊断系统

6 结 论

计算机集成加工(CIM)概念的进展与计算技术工具系统的进展密切相关。网络的优点能使我们在发明和实施FMS—CIM系统中执行“从上至下”的原则,同时,它确保系统的柔性,包括一个对将来进一步开发的“开端”。对于用这类系统(特别是指导系统)的教育来说,根据大多数欧洲工业大学的实践经验是最有益的。人工智能方法的应用在计算机集成加工(CIM)的很多领域也许是必不可少的。属于米什科尔茨大学机械工程系的一些部门正在计划在这些领域中的这类科学研究,例如:CAPP,在不同加工过程中操作工序和加工条件的优化;PPS,根据启发法则解决排布工艺过程的问题;单元控制,以法则为基础的决策任务;监控系统为保护过程和对错误进行诊断分析进行的以知识为基础的实时决策,以及为确保更可靠监控和计划系统的最佳性能而改进的机加工工艺过程模型。

在学习过程中人的专家作用同样起决定性作用。系统描述,操作该过程的首要资格,启发方法的应用,构造有关的数据库,对基于法则知识的监督检查等等,迄今为止均不能用“参比发动机”来解决。在教育指导系统中,大学生仅能解决许多小规模作业。这种任务可以是一个在与CIM功能系统有关的知识扩展中的经过计划的试验序列。

参考文献

- [1] Computerized Manufacturing Automation (Employment, Education and the Workplace), OTA (Office of Technology Assessment) Report, Congress of The United States, Washington, DC, 1984
- [2] R. W. Yeomans, A. Choudry and P. J. W. ten Hagen, *Design Rules for a CIM System*, North-Holland, Amsterdam, 1985.
- [3] A. W. Scheer, *CIM — der computergesteuerte Industriebetrieb*, Springer, Berlin, 1987
- [4] Modern Machine Shop, 1988 NC/CIM Guidebook, Fundamentals of NC/CIM, Chicago, USA
- [5] Roberto Groppetti, "Implementing CIM in an experimental environment, methodology and case study", *Proc. 27th Int. MATA-DOR Conference*, Manchester, 20—21 April, 1988, pp. 103—110
- [6] CIM Die rechnerunterstützte Fabrik. Eine Einführung, Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträger Fertigungstechnik, April 1988.
- [7] Hsu—Pin (Ben) Wang and Richard A. Wysk, "Intelligent reasoning for process planning", *Computers in Industry*, Vol. 8, 1987, pp. 293—309
- [8] F. Erdélyi and T. Tóth, eds. *Implementing a CIM Pilot System on the Faculty of Mechanical Engineering of the University of Miskolc*, Re-

- search feasibility study. (In Hungarian). Id N°—G/6—10150/88. Miskolc, June. 1990
- [9] L. Monostori, P. Bertók and L. Zsoldos, "concept of a knowledge—based diagnostic system for machine tools and manufacturing cells", *Computers in Industry*, Vol. 15, 1990, pp. 85—102
- [10] Stephen C—Y. Lu "Machine learning approaches to knowledge synthesis and integration tasks for advanced engineering automation", *Computers in Industry*, Vol. 15, 1990, pp. 105—120
- [11] T. Sata, "AI tools for manufacturing automation", *Computers in Industry*, Vol. 14, 1989, pp. 139—143

译自 "Computers in Industry 17(1991) 237—245".

于长云 译
刘国田 校