

将随作物的种类而异。对某些主要的农作物来说, 非常高级而有效的传统育种技术还是存在的。但是仅用传统遗传方法去改造某些重要作物还是很困难的, 因为它们很难或不可能进行有性繁殖(如甘蔗、香蕉、竹子), 或因为在它们的生活史中, 要到达繁殖期需要很长的时间, 对大多数木本多年生作物来说, 情况就是这样的。对这些种来说, 实际上连简单的改良也达不到, 但通过遗传工程及植物细胞培养技术则可以达到。

遗传工程的成功应用将产生从前不能利用的、具有所需遗传变异性的新资源, 而这种资源可以通过常规育种技术加以利用。它极有可能为我们提供“通过诱发突变种或同一作物品种的外来品系都不能获得的”遗传变异性。所以应当鼓励常规育种科学家与遗传工程科学家之间的接触, 因为这样做便于他们交换主意与材料。也要记住, 即使对那些已经用植物育种方法显著增产了的许多作物来说, 通过常规作物育种也还可以进一步提高它们的产量。另外, 人们现在还正

在为常规育种方法寻找新的辅助技术, 如马铃薯(*Solanum*) 种的减数分裂突变型(meiotic mutants) 的利用就是一例, 由于采用了这种突变型, 就产生了不减数配子, 这种配子有助于带有不同倍性(ploidy-level) 的马铃薯种之间的杂交。

最后, 我们必须强调遗传工程各个领域中的研究的不可预测性(unpredictability) 之积极方面。不可预测性是一切发现的本质之一部分。一百年前, 没有一个人曾预料到今天美国的农业情况, 因为无人曾预料到有助于产生这种情况的科学进步。随着研究工作沿着有时可以预料有时又不能预知的道路奔驰时, 通过遗传工程的进步而获得的新知识, 与不可预见的因素(factor of nonpredictability) 在一起, 也会在现代农业中导致重大的新发展。由于积极开发这些新研究工具而获得的植物生物学知识, 就其本身来说就是一个有价值的目标。

(张永平译)

计算机在设计制造中的应用

COMPUTERS IN DESIGN AND MANUFACTURING

摘 要

美国未来的工业生产率的增长, 从根本上说将取决于全国在计算机用于设计与制造中的研究是否能取得丰硕成果。专家小组指出, 虽然这个领域中的科学知识有了令人瞩目的明显增加, 但中心问题还是这方面的知识异常缺乏。在过去的十年中, 各大学以有限的资源作出了重要的贡献。

这个领域中的首要问题是通过政府对基础研究的支持, 建立一个真正第一流的研究团体。专家小组选出了对这个领域会有重大影响的五个关键研究范畴如下:

1. 几何形状模拟和分析;
2. 设计与制造中的人-机接口;
3. 以知识为基础的技术或专家水平的技术;
4. 信息管理;
5. 制造用的设备和计算机。

第二个重点是对大学教育进行规划, 以加强美国的长期技术优势。

导 言

虽然计算机在设计制造中的应用是比较新近的

事, 但计算机技术的发展和生产率以及质量提高的前景激烈地改变了我们能够借以设计和制造各种产品的途径。显然, 与计算机在工厂生产中的应用有关的问题走到了技术的前面, 影响到工业组织、管理和商业策略。计算机对包括管理人员、专业人员和工人在内的各级职工将产生深远影响。但本报告将只限于以下的内容: 如果美国要保持在设计制造中有竞争力的地位, 它必须研究为扩大计算机应用的技术。

研究目标

不无过分简化之嫌, 我们可以把设计、制造和市场看作是从设想形成到交付产品整个生产过程的不可分割的三个组成部分。市场把所需产品的信息提供给工程设计部门, 而工程部门将产品定义数据转到制造部门。制造部门中的计划职能单位将产品定义数据即几何数据转换成工艺定义数据——有关制造产品的说明, 然后将此信息转到工厂的加工现场。以计算机为基础的计划工作和管理工作, 直接订出进度计划并监视制造过程以及根据设计要求保证产品的质量控制。

对设计与制造中应用计算机的研究, 必然要对产品定义、工艺定义以及有关的商业数据等全部数据的建立、分析、转移和管理全面自动化所需的原理有所了解。这将最终取计算机一体化系统的形式。此目标的一个必然结果, 是使对应于这些数据的物理过程自

动化。

背景

各大学的研究工作对这个领域的进步有着重大的贡献。例如计算机辅助制造 (CAM) 的现代概念是 1949 至 1950 年间发源于与空军订立研究合同的麻省理工学院。为了精确而可靠地切削形状复杂的飞机构件, 此研究项目直接导致数控 (NC) 机床的开发。一台数控机床是利用数字或符号指令来完成诸如铣切或磨削等制造功能。以后又单独发展了机床自动编程语言 APT, 这是一种直至目前仍在使用的数控机床编程语言。

七十年代初期, 美国和其他一些国家的研究成就建立了实体几何模拟的基础。这种实体几何模拟可以全面表达一个物体, 使它的任何一个定义完整的几何性质都能够进行自动计算。这种原理排除了柔性自动化的障碍, 对工业革命来说有着巨大的近期潜力。美国各大学的研究工作, 主要是由国家科学基金会提供资金。

机械技术中的重点问题

在计算机得以有效地用于设计和制造方面, 有两个不同的技术领域。一项技术是微电子基片的设计与制造。另一项技术与机械部件 (例如机器) 相关。这两项技术都非常重要。虽然本文所列的许多一般性的制造业概念, 例如计划和进度安排, 是用于这两种技术的, 但微电子设计和工艺模拟在研究上的特定需要, 完全不同于机械设计中主要是几何参数的需要。

本文将集中论述机械技术, 因为这种技术代表着制造业非常广泛的不同应用范围, 对这些应用范围的数学模型还了解得不够。机械技术会提供众多的研究机会, 其结果将有利于许多小行业。机械技术还代表着计算机辅助设计与计算机辅助制造 (CAD/CAM) 领域内发展最快的一个部门。

对 CAD/CAM 领域的估计

计算机可以使我们对复杂程度远非单纯的人脑所能承担的设计业务作日常的处理。此外, 它所能处理的复杂程度, 随着一代又一代新计算机的出现而不断提高。

例如计算机对像波音 767 这种现代飞机的管理和设计有着巨大的贡献。波音 767 飞机的机翼上下壁板铆有桁条, 每根用 18,000 个铆钉。铆钉的位置非常关键。在 CAD/CAM 系统中, 机翼壁板是以参数形式给定的。为规定壁板在机翼上的准确位置, 需要输入 1,000 项信息。机翼壁板的装配曾是一个问题, 因为在桁条实际装完之前, 不可能准确地看到结果。这是一个因工程误差而造成的问题。波音 767 的全部壁板装配是用 CAD/CAM 完成的。用计算机装配使得在工

程交付以前全部壁板都是可以观测的。此法还大大减少了误差, 提高了装配效率, 使第一块壁板的装配工时比原来估计所需要的降低了 72%。另一个例子是利用 CAD/CAM 以后, 把安装波音 747 的机翼接头所需的两周时间, 在波音 757 上减少到 18 小时。

设计中用的计算机

计算机从几个方面扩大了设计人员的能力。首先, 因为计算机组织和处理了耗时的和重复性的操作, 它能使设计人员把精力集中到较复杂的设计业务上。其次, 计算机能使设计人员更快和更全面地分析复杂的问题。最后, 计算机能使设计人员与公司中需要有关设计信息的其他人员 (采购人员、工具与模具设计人员等) 更快地共同使用较多的信息。计算机的这些能力使产品质量提高、设计周期减少, 并且设计出用手工方式完全不可能设计的产品。

以上这些特点, 可以用下面的实例给以说明。通用汽车公司的设计人员运用 CAD 曾使一般汽车的总重量减轻了 25% 并改善了汽车总体结构的完整性。CAD 减少了解决复杂应力问题所需的时间, 使得设计人员能够在减轻金属结构重量时有更多的待选方案和较全面地评定结构变化。

通用汽车公司从事汽车发动机燃烧室设计的工程师们利用计算机曾对一个燃烧室实体几何模型作燃烧的热动力学分析、点火分析以及检验火焰如何在燃烧室几何空间中传播。有一位工程师第一次不用大量的数学计算来设定适当的边界条件, 就检验了不同的几何布局对燃烧的影响。实体模拟使设计人员比以前能更直接而有效地研究解析性问题。

工业中正在广泛展开 CAD 系统的应用。虽然目前大部分应用是属于二维设计的, 但少量的复杂三维表面设计及其实体模拟系统已投入市场。这些系统的几何模拟部分与分析功能接口, 从而能承担交互式作业。在诸如应力分析的有限之程序中、机械传动系统设计的运动学程序中以及数控加工的刀具轨迹的生成中, 都有这类交互式作业。但在二维和三维系统方面, 有一个从经济角度作折中选择问题。三维系统所需的计算机容量为二维系统的四倍。各公司不愿意购置三维系统, 因为他们缺乏训练有素的人员来充分发挥其效能。虽然大部分 CAD 厂商都供应彩色图象终端, 但其应用是作彩色图线的绘图, 而不是生成彩色图象。

目前, CAD 系统趋向于应用体积更小、容量更大的小型计算机。这些系统拥有容量足够的自足计算机作独立操作, 并能与大的主计算机相联以利用其数据库, 或进行大规模几何分析作业。这样的系统称之为智能工作站, 不久的将来它将会出现在工程师的办公桌上。

CAD 提供的研究前景的目标是向工程师们提供更多的信息, 告诉他们所设计的产品将如何制造。工业中有许多这样的例子: 同样的构件采用不同的设计

方法会导致生产成本各异的不同制造方法。将来的CAD系统将能检验进行中的设计的准则,向设计人员提供采用“最优方法”的建议。设计人员还将能够利用制造过程的计算机模型,以便根据产品的工艺性从各种待选工艺中作出折中选择。

一张工程图样说明设计人员对一个部件的构思和对部件进行切削加工的要求。典型工程图样上标注尺寸的目的是固定用以定义构件的边或表面的距离或角度。给出相应的“公差”的目的是规定出尺寸上某种允许的偏差界限。之所以需要公差,是因为不可能把一个部件制造得精确到没有误差的程度。公差影响着所使用的机床和工具、所需要的工人技术水平、工件的预期成品率、与最终成本有关的许多其他因素以及构件性能。

一个组件设计中的重要一步是进行公差的“累计”或分析,以检查因公差累计而产生的可能的间隙或盈量。用CAD技术设计的组件的优点是可以自动进行这种公差分析。

制造业中的计算机

这个领域中的主要课程是成组技术、加工计划和管理系统、材料自动搬运、计算机辅助制造和机械手学。

成组技术 成组技术是把工件(材料、尺寸、形状、体积)和工艺过程(批量、机床、调整时间)加以分类和编码成具有相同特点的族系。此法能使设计人员对他的设计加以估计,以确定哪些工件是已有的,哪些工件可以从现有的工件中改型出来,以及哪些工件是全新的。成组技术是为一族工件规定出相应的工段(一组机床彼此配合来加工规定的工件),并为计算机辅助的工艺计划提供基础。直接的好处是,所用设备(以及数据库)数量较少,新产品设计时间缩短,生产能力的运用增加。

成组技术在计划功能中起着重要作用。所以需要进行研究,以发展可以用来形成总的最佳进度策略的工段或工段层次结构的模型。

制造计划和管理系统 制造计划和管理通常包含如下功能:材料资源计划(MRP)、资源分配计划、总模拟和优化以及车间工地数据采集。这些功能意味着整个企业对管理和业务信息的需要。

Ingeisoll 铣床公司,一个承担单件生产的大厂家,在过去八年中所研制的系统代表着当前的技术水平*。该系统使一个管理与业务信息系统和一个CAD/CAM系统形成了一体。此系统的主调度机把材料清单和几何数据文档相联,使调度、设备、材料资源计划、生产计划与进度彼此协调。高水平的管理决策自动进入此系统,而且每一单位(机械加工车间、

采购部门、仓库)只收到有关的信息。

这个系统极大地扩充了现有系统的设计和执行力,在策略计划中起到了新的重要作用。四年中,这个系统的设计效率翻了一番。目前,这个系统有82%的设计时间是消耗在创新性的研制中,只有18%的时间是用于维持日常业务(四年前,用于创新性研制的时间为42%)。

制造计划和管理范畴内总的趋向是把更多的业务计划和报告功能一体化。虽然模拟技术广泛用于对进度安排情况的试验,但还不能生成它们。一个重要的研究课题是改进大规模优化技术,以判定出适用于大型的分层次的柔性制造系统的计划与进度安排策略。另一些重要课题包括生产设备管理技术,以求达到“恰当时”的目标,还包括使用专家知识水平的技术,以保证整个设计、试验和制造过程中的质量。

材料自动搬运 主要的材料自动搬运系统包括材料的自动储存和检出系统、小型装料机、自动导引系统和一般的物料储存和运送系统。这些系统的优点是设备记录精度较多,所需储存空间减少,劳动效率提高和能自动传递从生产管理系统到材料搬运设备之间的材料运动信息。

计算机辅助制造 计算机辅助制造一般是指数控(NC)切削和其他工艺(包括柔性制造系统)、计算机辅助测试、自动装配和工艺控制。

在切削加工范畴内,数控机床已经使用了许多年,证明了能降低切削工时和减少储存时间。目前工业中的趋势是把数控技术扩大应用到彼此用材料自动搬运系统和生产进度安排系统联系起来的2到15台机床方面,形成一个切削加工单元。这样的系统一般是用来加工一族或几族工件。这些系统所提供的好处是增加了生产的灵活性,降低了操作费用,并使机床设备有较高的利用率。

计算机辅助检验是一个正在大力研究的范畴。它的好处是对质量控制数据作自动收集和分析,能建立一个数据库以查出生产过程中的问题,校正机器的误差以免生产出许多有缺陷的工件。

通用电气公司研究与发展部为检验喷气发动机涡轮叶片而发展的一个系统,代表着当前的技术水平。这个系统的基本任务是高速检查涡轮叶片表面几何形状是否符合精确公差要求。此检验系统包括三个主要的子系统:一个精密传感子系统,一个信号与图象处理子系统和一个自动分析与决定工件合格或报废的子系统。

在电子技术的范畴内,IBM公司发展了一种对主计算机电子线路板上成千上万个接点用机械手作自动测试的系统。这个系统是根据描述接线路线的位置的设计数据进行工作。

* 该公司取得了美国制造工程师学会计算机自动化系统分会1982年度的“LEAD”(应用和发展计算机一体化制造技术优秀成果)奖。

当前制造业中的自动装配系统，一般是用于完成一种任务。这个范畴趋向于柔性的电子控制系统，其中包括装配用机械手。对于像电路板和电缆配线这类定义完整和正规几何布局的产品，有可能自动生成机械手的程序。

以数学模型为基础的计算机辅助制造系统能根据几何数据和其他信息自动生成计算机程序，以控制制造过程和模拟这些过程来完成验证和评定。从诸如挤压、切削、成形、铸造、焊接、喷漆、硬化、试验、装配和材料流等各种工艺过程的模型中提取有关的信息，都是自动进行的。还需要有关这些模型的可靠性和优化程度的数学边界。

在一些主要工艺方面，例如模压或成形，能够根据工件的几何形状导出模具的几何形状。对模具性能的模拟，基本上还是一个研究课题。

后勤学模型包括材料流和工艺计划。根据一个网络流模型，能够自动预测出装配线的状况。但导出最佳进度安排的能力是很有限的。在轴对称工件方面，有可能导出它所需要的制造过程各阶段顺序的工艺计划。

需要研究几乎能模拟全部工艺过程的技术。对由传感器控制的装配工作和目视检查（即使用传感器来控制工艺过程）也需要模型。这些模型要求采用更好的方法来模拟三维几何形状和受约束的关系，其中包括运动学和公差。所需的方法要求能够根据三维几何形状定出制造计划。

机械手 机械手是一个很活跃的范畴。工业中的主要应用，有点焊、材料搬运、终加工和涂复、电弧焊和装配。未来发展中最有前途的两个应用范畴是包括装料卸料等在内的材料搬运和装配。

当前的机械手能提供非常精确的和重复的位置控制。但可运用的力传感器、对由机械手抓持机构发出的力的控制能力，还非常有限。实际上还没有连续力的控制装置。

编程系统还有些跟不上大部分标准操作系统和编程语言。它们还缺乏诸如解释与编辑代码的共存、可布局能力、调试能力、完成多重任务能力、多处理能力以及网络化等特点。实际上还不存在自适应编程系统。

当前的机械手视觉能力是二维双元的，并且一般是用于分隔得很分明的构件。能够大大扩充操作能力的轻结构的三维系统（即把光投影成编码形式的系统）的应用研究正在进行中。

如果当前的研究进行下去，人们可以预期在最近几年内就会看到实时的分布操作系统和编程语言。机械手将能对力作有限的控制，能作装配操作，并能对多支臂作协调运用。还将出现商用的，轻结构的三维系统以及以数学模型为基础的少量的视觉系统。

需要一些方法把机械手和视觉系统联接到计算机辅助制造系统的模型上，以便能够实时利用这些模型。在建立一套基本的低水平的指令以表征由传感器控制

的动作，诸如由力控制的运动，须要进行研究。

全部系统的一体化

以计算机为基础的各个系统，其中包括设计、制造和业务功能等系统的全面一体化，对实现用计算机来提高生产率的潜力，是非常重要的。虽然在某些特定的行业中已在有限的规模上有了重大突破，但大规模的系统一体化还是一个非常复杂和了解得不够的问题。

一个一体化系统的要求有：1. 彼此可以直接通讯联络的分析、操作和控制系统；2. 能够生成（通过对数据的建立、导出、转换和解释）为维持和操作设计与制造功能所需的适当的信息系统；3. 在物理上能分布于许多计算机上的共同数据库的应用；4. 应答式的通讯网络；5. 整体管理用的主计算机系统。

需要进行研究来了解一体化问题的性质。我们预计模拟技术将用于模拟一体化的概念，以利于对实现大规模一体化的预期效果、可靠性、使用价值（投资效益）和可能的置信度作出评价。因为会发生各种各样的变化以及所需投资额很大，对这个问题的研究是有风险的。可它具有最大收效的可能性。

总体信息结构 我们可以把设计和制造中应用计算机的现有研究看作是建造一个大教堂的构件。我们安装这些构件来建筑这个大教堂，而不知道整个结构能否牢靠。

通常在传统的工业数据库中存贮的数据在功能上分成单独的支援工程的和制造工程的。工程数据库支援几何与工程业务方面的数据，例如进度安排与采购方面的数据。制造数据库支援诸如数字控制这类几何形状的工艺数据，以及像计划与生产设备管理这类的制造业务数据。

数据的接口必须结构化，以支援上述的全部工业过程。此结构必须足够灵活，以适应下列不同应用场合的信息需要：切削加工、进度安排、生产设备管理、费用估算、分析或设计。还希望不要有人为干预就能从数据中取出信息。此结构还必须相当通用，以使得当前的各种系统能够实现一体化，而且还要能够扩充以期用到未来的系统中。这样的一种信息结构实际上将成为定义产品和工艺两者的本源。

目前对总体信息结构的性质还了解不够。信息流概念需要加以发展，并针对广泛的不同应用场合加以试验。

分布信息管理与网络 需要大型数据库和在一个网络内包括有不同的计算机的应用场合，提出了一个困难的通讯问题，因为大部分数据库管理系统是在一台计算机上营运的。因此，由于一台计算机中的数据库管理系统不能用来查询另外一台计算机中的数据，于是产生了数据通讯问题。

各单独地理位置之间的远距数据通讯，是异种计算机网络中另一个典型问题。当前重要的几何数据

和其他数据的传递业务缓慢、噪音高而昂贵。正在努力制定标准,但问题尚未解决。

只有当不同的软件与硬件系统能支援一个共同的分布数据库时,一个产品的设计与制造的一体化方能告成。当异种计算机同时进行数据更新时,或当网络中有一台或多台计算机失效时,这个分布数据库必须有足够的恢复能力和后备手段。它必须具有最低限度的数据冗余,同时维持着最有效的数据存取过程和数据传输。另外,还必须保持对因设计或制造中的更改而造成的极为繁多的同时数据更新有跟踪检查能力。需要对由异种计算机构成的一个分布数据库环境中的设计与制造系统的一体化所需的数据特点进行研究。

研究工作的机会

在前几节说明的计算机在设计和制造中应用的趋向,提到了研究工作中的许多机会。作为这些范畴基础的是一组通用研究课题,可以归纳为下列五个方面:

1. 模拟; 2. 人-机接口; 3. 专家系统; 4. 信息管理; 5. 设备。这几方面的研究工作将为加速计算机在工厂中的应用提供重要的建筑构件。

模拟

几何模型是对一个产品的描述。因此,它们代表着CAD与CAM之间的基本联系。现有的大部分CAD系统是用可能使人感到模糊的“线条构架”,也就是点与线集合的方法,来描述产品的几何形状。用线条构架来表达,无法自动确定一个点是在物体“之内”或是“之外”。不能以任何自动方式来计算出体质特性(即体积、惯性)。因此,自动分析(和基于模型的CAM)将需要三维几何形状的完整而明晰的表达。

几何模拟 几何学研究的最终目标,是发展出构件和工艺模拟用的完整而明晰的三维几何表达。此种表达要包括自由形式(雕刻式)的表面,使之能以自然方式(用户满意的)建立几何形状,以及能自动分析和计划工艺过程。

当前状况 通过主要是美国和英国于七十年代在各大大学所进行的研究工作,已经奠定了以计算机为基础的实体几何表达的理论基础。美国工业刚刚开始在生产中使用实体模拟。商业上可供使用的各种实体模拟器都有着各种不足之处。

工业研究的重点在于改进现有技术的方法,几年之内就会导致出现为工业界所能接受的,在处理复杂表面和表面间过渡的能力有所提高的实体模拟器。主要是由于新的硬件的出现和软件的改进,性能也将有所提高。

需要研究的关键课题 一个重要的研究课题,是将自由形式表面的生成能力与实体模拟器一体化。目前正在研究的几种方法,包括合理的B样条表达和给定的一组原实体之间的过渡表面的生成,看来都很有

希望。实体的变形是另一个重要研究范畴,这方面的突破还很少。例如处理变形的能力对模拟挤压过程有着非常重要的实际意义。人们会发现有许多需要加以研究的这类工艺操作。

另一个研究范畴是实体的容差信息。机械容差目前的数学和计算理论有若干重大的空白点。最后,还有许多有待研究的几何学问题,例如表面与表面相交的问题、自由形式表面的稳定位置问题、几何模型的数字精度问题和新的几何本原问题等。

解析模拟 在一个设计过程中要作许多分析,包括建立一个近似的(离散的)几何模型,再考虑载荷和材料特征。利用有限元技术作热分析和应力分析,就是两个例子。

为自动完成这些分析,需要两个步骤。首先,需要一种自动离散化方法,它将能提供原始几何物体的某种类型的近似形式。其次,需要一种方法能事先保证所分析的数字结果将处于预先规定的精度水平之内(适应性分析)。

当前状况 需要研究能以基种自动方式直接用到含有相关的边界条件的几何构形上的分析方法。例如,有限元分析用的网络的自动生成技术的研究是一个非常有益的方面。在未来的几年内将会出现可供工业应用的成果。

需要研究的关键课题 适应性分析是需要研究的主要范畴。我们需要把一种分析方法,例如应力分析方法,直接用到含有给定边界条件的几何模型上,并自动取得达到规定水平的答案。此课题是一个高度重点研究对象。因为它是自动化过程的一个重要步骤。需要专家系统来帮助设计人员对课题中的每一种条件(例如一架飞机不同部分的壳体模型或大梁模型)选择一个适当的近似模型。

人-机接口

CAD中的人-机接口是一个设计工程师与CAD系统之间的连接点。一个受用户欢迎的接口将以一种直接而有效的方法导引设计人员完成复杂的设计任务。这种导引是非常重要的,尤其是在要作出对以后的整体设计过程有重大影响的初步设计决策的时候。发展这类接口,需要对有创新的设计过程有所了解。理想的是,此系统将起着设计人员的自然延伸的作用。在CAM中,用户对计算机技术可能不大熟练,受欢迎的接口就更为重要。

当前状况 现在图象系统已非常复杂,能够根据一个设计数据库建立彩色的三维图象。但大部分现有人-机系统的能力还比较原始,解决问题的能力有限。简言之,每次当一个偶然的用户在工作站坐下时,他都面临着学习以取得经验的问题。图象设备和工程工作站的厂商们正在开始注意有关的人素和人素工程问题,但这种努力还极为有限。

所需研究的关键课题 需要进行研究以更好地了

解一个工程师的概念是如何形成的,因为现有的CAD/CAM系统还处在效能极低的初期设计阶段。要探讨与设计需要相关的认识过程的模拟。需要研究采用专家(即以知识为基础的)概念的“灵巧”CAD系统,用来导引工程师通过连续地检验他的作业情况,以及从各个人的感性经验基础方面给以引导,交互地完成设计业务。

专家系统

专家系统是由知识本体以及对这种知识的解释过程组成。知识本体分为关于问题的各种事实和控制如何运用知识来解决特定领域中问题的启发和规则。

在过去几年中,专家系统已成为人工智能中最引人注目和发展最快的一个分支。专家系统的目的,是集中一个特定领域中的一个专家的知识,以一种组合的、可扩充的结构形式加以表达,并把它转给其他使用者。为实现这一目标,需要解决知识获取、知识表达、参照过程、控制策略、用户接口以及如何处理不确定事项等问题。

当前状况 在过去的十年中专家系统的发展局限在大学的实验室内进行,而目前已成为可商业应用的了。原因首先是对基于知识的编程方法有了较好的了解,其次是微电子学的发展。当前专家系统的实例有MOLGEN,它能以交互方式帮助分子遗传学家作DNA处理试验计划;VM(换气管理),它能对在一个在加强护理单位中作机械换气的病人的管理给出实时建议;PROSPECTOR,它能对何时何地地进行采矿钻孔提出建议;DELTA,它是一种柴油机电气机车进行修理的定规生产系统。专家系统还没有在任何实际意义上用来解决制造中的问题。

需要研究的关键课题 对某些选定的制造工艺,特别是在计划功能方面,需要进行应用研究以取得建立知识库的经验。需要对承接制造任务之前的“结构工艺性”问题的分类进行研究。几何论证的概念是非常复杂的,需要了解如何来表征制造中的“论证”,例如“从数据库中查出一个对称物体”。最后,需要严格检查在发展用于对问题复杂分析作近似解的知识库时所包含的问题或经验。

信息管理

这个范畴涉及到设计与制造用数据的管理问题,要使用户和系统能够容易而有效地利用数据。

一个数据库是对给定课题的离散数据的有组织的集合。通过一个数据管理系统(DBMS)来使一个数据库可进行存取和使用。这个管理系统能使用户对数据库进行查询或更新,以获取具有某些共同特性的各种数据。

当前状况 商业上已有可供各种应用的数据管理系统。当前的研究是大力提高DBMS的能力,包括改

进性能、提高模拟能力和改进用户接口。对分布数据库的研究是一个重要方面。但是制造环境的某些特点使得当前的数据库和DBMS显得不足了。我们还不了解如何建立能够有效地处理分布环境中的制造问题的数据库系统。

需要研究的关键课题 需要对用一种能够作“几何论证”的方法来组建几何数据的问题进行研究。“几何论证”就是根据不断发展中的和预计不到的用户查询,对数据抽取操作加以优化。例如,要查询一组具有某种对称性的构件,而不管原来建造这些构件所用的几何构形的顺序是什么样的。我们可能事先不知道这个对称性是重要的因素,因而不会想到标出一个对称性的属性。我们希望这个系统能够“论证”它取得正确信息的途径。

其他的研究课题包括如下几个方面:

1. 对一体化问题的性质作基础研究。这将为作大规模的一体化试验奠定基础。
2. 探讨对在分布数据库环境中的各系统一体化用的数据表征要求。
3. 研究为支援所谓的中性数据库或主产品定义所需的信息结构。
4. 发展为使异种计算机环境中的分布数据库具有适当恢复能力和后备手段所需的算法。
5. 运用模拟技术使模型一体化,以更好地了解取得实际一体化的预期效果、可靠性、可用性(投资效益)和总的潜力。

设备

这一节将讨论与系统的水平相比,设备或工作站的水平问题。机械手传感器和作动器的基本技术必须加以大力研究,以求在精度、速度和灵巧方面取得约一个数量级的改进。要求微型机械传感器、电子芯片式传感器和控制器都实现组化,以取得为建立独特的制造系统所需的柔性。传感与控制装置的综合策略的一体化与协调能力也是非常重要的方面。

这些目标意味着需要专门的计算机结构和VLSI(非常大规模集成电路)技术。这些电路对处理CAD和CAM的自动模拟和分析操作中不断增长的计算工作量,也是很重要的。为处理专门化的几何结构、参照系统的解释和分析处理机的计算,在不久的将来将会需要专门的微电子电路芯片。

当前状况 目前,已有各种不同的传感器和作动器,而缺乏把这些构件与一个协调的制造系统形成一体化的统一方法。例如,视觉系统不仅对机械手是重要的,而且对所有的检验和控制功能也都是重要的。

专门用途的分析计算用的矩阵处理机和图象显示用的处理机芯片正在取得广泛的应用。它们只是向快速硬件发展的趋势的开始。

所需研究的关键课题 需要进行研究来发展灵巧的传感器,包括有视觉能力和有触觉能力的传感器。传

传感器与作动器的组合化问题也是很重要的研究课题。最后,对为在分析、几何学、专家系统、网络通讯和控制策略中实行先进的算法所需要的专用处理机,也要进行研究。这些研究课题与其他领域有相当的交叉,需要合作。因为制造业的最大精度与速度将取决于这些设备的固有能力,所以这些研究是很重要的。

大学、工业界和政府的作用

大学、工业界和政府,传统上一直是制造技术研究中的关键机构。每一个机构都有它自己处理研究课题的方法,每一个机构都有着独特的局限性和力量。

研究工作的支援机制

在各大学中,研究工作偏于小规模。他们以正式方式研究特定的、经明确阐明的课题。大学不喜欢抓一体化的较大课题,部分原因是跨学科的知识不够(很少有院系培养处理这类问题的能力),还因为科学课题的不确定性。硬件和设备费用高昂,一般是大学预算所承担不了的。甚至当由工业界捐助硬件时,操作费用仍很高。此外,与计算机相关的领域中的许多研究生,有时在完成他们的学位计划之前就被工业界吸引走了。这严重限制了高级骨干研究力量的形成。在这个领域内,政府和其他机构对大学的研究所提供的资金不足以形成取得重大进展所需的重要研究力量。

各工业公司一般是针对短期目标,一个一个地解决设计与制造中的问题。随着用计算机来处理工厂中的生产问题,基本知识中的巨大空白点显得越来越大。这使得一体化问题更艰巨而困难。这些组织上的局限性,是某些局势上的问题:

1. 对工业界来说,很难清楚地说明它的系统的一体化问题。这些问题在很大程度上因公司的规模和市场不同而异。

2. 生产设备一般是用于生产目的的,没有用于科研试验的设备。

3. 研究成果的工业应用在若干年内要不断投资和投入人力,费用很高。还需要在国内鼓吹推销这些概念,导致实现以及提供大量严格的包退包换。

联邦政府是现有的CAD/CAM产品以及高度专业化的每类只有一种的系统的主要买主。后一种作用把政府的主要机构(特别是美国国防部及航空航天局)投入了各系统的设计和管理领域,使得他们通过采购、内部研究和资助研究成了推动知识进步的催化剂。

很明显,当前对这些问题的观点是处在一个转折点上。在过去的十年中,联邦政府各机构已对若干计

划作了投资,这些计划开始把注意力集中到构件发展需要(国家标准局和美国国防部)和系统的一体化问题上(美国空军和航空航天局)。这些计划中的一个重要因素是利用各公司和大学的合作,虽然大学的卷入是有限的。

在像伦塞勒尔工学院、卡内基-梅隆大学和斯坦福大学等院校中,最近开展了几项大学与工业界的合作。其他大学也在试图开展类似的合作,许多是地区性的。看来某些范畴的研究工作和技术转移,通过这样的合作是一条有效的途径。

各个工业公司通过赠款和捐赠设备来支持各大学的应用研究和通用研究,已有若干年了。此活动现在得到了加强,最近期的发展是IBM公司于1983年7月宣布对五所大学资助1000万美元,用于开设与制造业有关的课程。在此之前,还有4000万美元的设备捐赠给了二十所大学。

工业界内各公司正在按照微电子与计算机技术公司的方式,探索建立联合研究与发展的合伙经营的可行性。上述的公司是电子工业中建立的研究一般课题的公司。

在计算机辅助设计和制造的领域内,中心问题是普遍缺乏科学知识。这种知识的缺乏比十年前要好些了,部分原因是各大学以有限的资源取得了某些重要的成就。但仍有不少重大的空白点。这个领域中的首要重点是建立一个真正的第一流的研究团体。此报告提到的关于一体化的艰巨努力将需要比现有的坚实得多的基本知识基础。

教育和技术转移

与技术发展同样重要的是把这种技术转移到受过教育的人们(包括工程师、管理人员和操作人员)的手中。有四个问题,其中每个问题都需要不同的过程。第一个问题是把原型技术从研究与发展的实验室转移到工业应用中去。大学与工业的合作以及传统的会议、出版物和产品出售会促进这种转移。第二个问题是教育出在广义上完全懂得计算机一体化制造(CIM)所有方面问题的新一代的工程师。这包括开设新的课程和建立新的教学大纲,意味着要建立知识广博的院系。第三个问题是把现代计算工具与工程教育的传统的教学大纲形成一个整体。这些大学生将成为CIM的用户(而不是科研人员)。第四个问题是培训操作人员和技术人员,努力更新现有的劳动力。需要研究出以快得多的速度培训人员的有经济效益的途径,以及探索不必以很高的费用进行一对一教练的传授经验的方法。需要提高职业培训中的效率。

(孙荣科译)