

第1章

绪论

信息社会信息的获取、处理和传输是社会运行的首要任务。人工智能智能体(AI agent)采用大语言模型作为智能体的大脑或控制器的主要组成部分,并通过多模态感知和工具利用等策略来扩展其感知和行动空间。人工智能智能体为实现人类水平的智能行为提供了一种有效的途径。

1.1 信息社会

信息既非物质,也非能量,是构成世界的基本要素之一。信息科学、信息技术及产业在国民经济、国防建设、科学研究等领域发挥着突出作用,对人类社会的发展产生巨大影响。信息科学是研究各种系统中信息过程(产生、采集、存储、变换、传递、处理和使用等)的一般规律,并能动地加以利用的科学。信息科学是以信息为主要研究对象、以信息及其运动规律为主要研究内容、以信息科学方法论为主要研究方法、以扩展人的信息功能,特别是其中的智力功能为主要研究目标的一门新兴的横断科学。信息科学包括研究信息基本理论的信息论、研究信息过程基本物质手段的材料科学、研究基本技术手段的电子学、以信息处理工具——计算机为研究对象的计算机科学、研究系统中信息运动规律的系统与控制科学、研究信息传递的通信理论和技术以及研究和模拟人脑中信息过程的智能科学^[1]。

信息理论,原来的狭义含义是通过数学理论和方法对信息传输进行定量的分析和研究,也就是信息论。这种理论包含了通信中的两大基本问题,即提高传送信息的有效性和可靠性。它对通信实践起了十分重大的作用。新信息理论研究的目的是要打破香农信息论的局限性,建立全新的信息科学理论体系。

信息科学的研究有力地推动了信息技术的迅速发展。信息科学技术在近代发展经济和促进人类社会进步中一直起着关键的作用。1945年美籍匈牙利人冯·诺依曼(von Neumann)等人提出“存储程序”概念,形成“冯·诺依曼机”(计算机)的设计思想。1946年世界上诞生了第一台存储程序式的电子数字计算机。1948年美国香农(C. E. Shannon)等人发表“通信的数学理论”,奠定了信息论的基础。美

国维纳(N. Wiener)的《控制论》一书出版,标志控制论学科的诞生。1950年英国图灵(A. M. Turing)发表《计算机和智力》,提出把思维赋予机器的观点。这些为信息科学的发展奠定了理论基础。从科学技术的发展角度来看,信息技术在20世纪后叶获得了巨大发展,成为现代社会中的关键技术。计算机技术已从一种单纯的快速计算工具,发展成为能高速处理一切数字、符号、文字、语音、图像以及知识等的强大手段。其应用领域已覆盖社会各个方面。计算机科学技术已经成为人类社会巨大的生产力。计算机与通信的结合更深刻地影响和改善人类生产与生活方式,大大促进人类文明的进步,使人类进入信息社会。

在信息社会中,信息的获取、处理和传输是社会运行的首要任务。计算机和通信结合并形成高速信息技术,在世界范围内将产生革命性的影响,令世人关注。技术多样性、业务综合性、行业的融合性、市场的竞争性、用户的选择性是信息社会的显著特征。未来信息社会中,不是我们有什么用户就用什么,而是用户需要什么,我们就能提供什么。将来,随着企业、家庭与政府上网数量的增多,信息传输的数字化,整个社会将通过计算机网络联系在一起(见图1.1)。

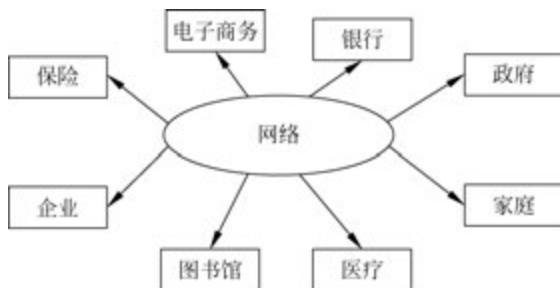


图 1.1 信息社会结构

信息技术为当代高技术和经济发展提供核心推动力。仅因特网就创造了上万亿美元的新财富,大大地超过美国政府对网络研究的投资。1995—1997年,信息技术对美国经济增长的贡献率达三分之一以上。以仿真为基础的科学正在影响着工业。信息技术不仅对美国经济增长、工作岗位创造、生产率和全球竞争力有重大影响,而且是国家实现每一项重大目标的有力手段。美国为了保持在这个领域的领先地位,于1993年提出了“信息基础设施计划”(NII)。这一计划在全球引起了普遍而强烈的反响。1994年发展成为“全球信息基础设施计划”(GII)。1996年美国推出“新一代INTERNET网络计划”(NGI)。1997年公布了“全球电子商务框架”。1998年进一步发展成为“数字经济”“数字地球”。为了保持在21世纪的竞争优势,美国政府于1999年1月24日推出了一项宏大的信息技术计划,称为“21世纪信息技术计划”(IT2)。这项计划是美国政府促进信息技术发展的重要举措,该项计划将与现有的高性能计算计划(HPCC)和NGI计划同时开展。

1.2 云计算

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物,是信息化社会的主要基础设施。传统的通信只是进行信息的传递,而在计算机网络中,不仅可使信息传递得更快和更加可靠,而且还可进行信息的收集、存储和加工处理,提供多样化的信息服务。网络互连技术的发展使整个社会实现网络化成为可能,形成“社会网络化、网络社会化”的局面。

当今 Internet 发展速度之快令人瞩目。1998 年 7 月 21—24 日在日内瓦召开的 INET'98 大会开幕式上,著名的 MCI 公司的高级副总裁 VintCerf 博士做了题为“新世纪前的通信”的报告。他在报告中列举了一些有关 Internet 发展的最新数据:截止到 1998 年 7 月,网上已有域名逾 300 万,主机 4500 万,到 1998 年 1 月有 240 个国家和地区组建了 IP 网络,拥有 1 亿用户。根据目前的统计,网上 75% 的业务量是 www。估计到 1998 年全球有 150 万个 Web 站点,3.5 亿个网页,而业务量的年增长率是 100%~1000%。目前全球有 Internet 服务提供商(ISP)约 7500 家,其中 60% 在美国。预计到 2000 年 12 月将有 3 亿~10 亿用户。

伴随着 Internet 的飞速发展,NGI、IPv6、RSVP、IPOA、MPOA、MPLS、IPPhone、IPFax、IPmulticast、IPoverSDH/Sonet、IPoverWDM/optical 等引起广泛的兴趣。第一次浪潮是以信息为基础的 Internet;第二次浪潮是以服务为基础的 Internet,即信息成为公共 Web 站点提供的商品。下面五个发展趋向引起人们的高度重视:

- (1) 从以连接为中心的网络向以多业务数据为中心的网络转移;
- (2) 从在电话上传送数据转向在分组网上传送话音;
- (3) 未来用户的需求将向 www、移动性和多媒体方向发展;
- (4) 未来 Internet 的新应用将包括与广播媒体、通信业务以及出版媒体的结合;
- (5) 未来每一个人都将是出版者或信息制造者。

随着计算机技术的发展,电信网络也出现了四大变化,即电信网络被越来越多地用于传输数据;电信部门正在提供越来越多的非话务服务;电话网络数字化;电话网络的内在属性正在悄悄发生变化。通信介质的迅速光纤化为数据通信打下了基础。

千兆位(Gigabit)网络的研究不只是大学实验室里的小规模学术研究,大多数研究队伍的规模较大,有的甚至是一个机构的独立组织,如 AT&T 的 LuckyNet,有些则由多个机构的成员组成,如 Aurora。它们大多数已建立了实验式 Gigabit 网络,也称为验证环境(Testbed)。其中最著名的是美国的五个验证环境,它们大部分由美国自然科学基金会等资助,构成了美国 Gigabit 的主要研究活动。

- (1) AT&T 与加利福尼亚大学伯克利分校、Illinois 大学和 Wisconsin 大学等

联合启动了实验大学网络(XUNET),研究基于信元的广域网计划。1990年XUNET扩展为Blanca验证环境。其研究内容十分广泛,主要有呼叫、多路复用、拥塞控制、计算机与网络界面(如超级计算机的整合、网络虚拟存储机制)及Gigabit应用等。该工程已产生了不少有趣的结果,包括对多媒体协议的支持、拥塞控制与回避。在XUNET工程中,也有来自哥伦比亚大学、宾夕法尼亚大学的研究人员。

(2) Aurora是位于美国东部的测试环境,其中配置了Bellcore Sunshine ATM交换机及IBM的PlaNET交换机。测试环境与工作站连接,进行网络协议、应用、分布式系统方法学、工作站操作系统及性能保证等方面的研究。杰出的工作有ATM纠错、流和拥塞控制、协议体系结构及ATM协议接口等。

(3) 美国的Nettar主要研究Gigabit网络应用,其研究人员来自Pittsburgh。他们利用HIPPI开关及ATM/SONET连接HIPPI开关,并将CMU的各种计算机与Pittsburgh的巨型计算机互连,主要研究异构系统分布处理性能中协议及操作系统的设计。

(4) 美国的CASA建立于1990年,它是美国ARPA/NSF的一个测试试验基地。主要研究分布式超级计算机,并连接了美国西部的的主要超级计算机实验室,如Los Alamos国家实验室、California技术学院(CalTech)、San Diego超级计算机中心(SDSC)及Jet Propulsion实验室(JPC)等。正在研究的应用项目主要包括超级计算机间基于网络的通信、采用大量数据的化学反应计算、交互式地理应用及气象预报等。该工程主要利用SONET OC-3长途线路连接LANL(Los Alamos National Laboratory)、JPC、CalTech及SDSC等。

除了上述典型的千兆位网络研究项目外,还有英国的剑桥大学、SuperJANET、ACORN(Advanced Comm. Organization for Research Network)、VISANet,以及XEROX、HP、DEC、NASA等联合组成的BAGNET(Bay Area Gigabit Network)。

千兆位网络的发展与光纤通信技术紧密相关,光纤通信技术是千兆位网络的基础。光纤具备长距离的每秒传送若干千兆位的能力,同时,误码率非常低,这为千兆位网络的发展打下了基础。光纤通信中两个重要的基础技术是SONET与WDM。

SONET是电信标准SDH簇的一个重要组成部分,它的目的是代替传统电缆主干线路的话路信令。许多研究人员认为,电信行业将逐步采用SONET帧格式。发展SDH的目的是改变目前低速链路上三种标准的现状(美国标准、日本标准和ITU标准)。例如,美国采用T1标准将24个64kb/s的话音电路复用到1.5Mb/s的链路上,ITU则将32个话音电路复用到速率为2Mb/s的E1电路上。而人们希望在高速链路上只有一种复用标准。SONET按帧传递数据,在逻辑上每帧由90列 \times 9行字节组成,对于OC- n 的数据速率,传送单位为 n 帧,单个OC- n 的帧由 n 个OC-1帧组成。SONET的前三列用于传送开销信息。

与 SONET 截然不同的另一种技术是波分多路复用(WDM)。它利用光纤的特殊性质来建造新型数据网络。WDM 的基本原理是将光纤带宽分为多个通道,并将通信的主机调节到特殊的通道。这种调节可以预分配,也可以将接收器或发送器调节到指定的通道。WDM 的主要优势在于,它可以克服光电信号转换目前只能达到千兆位级的局限。WDM 的目标是通过不同波长的多种并行光电设备来充分发挥光纤的容量。有人将其称为 Tb/s 网络。由于数据通信领域的速率一般指单节点能达到的速率。因此,WDM 网络也是千兆位网络。

1.3 智能体

智能体(agent)应该是人工智能的核心问题之一。斯坦福大学计算机科学系的海耶斯-罗斯(Hayes-Roth,B.)在 IJCAI'95 的特约报告中谈道:

“智能的计算机智能体既是人工智能最初的目标,也是人工智能最终的目标。”^[2]

20 世纪 90 年代,随着计算机网络、计算机通信等技术的发展,对于智能体以及多智能体系统的研究成为分布式人工智能研究的一个热点。当前“智能体”一词广泛出现在流行的出版物中,如同出现在人工智能和计算机科学一类的文献中一样。智能体技术提供了一种新的计算和问题求解范型。

智能体技术快速发展的一个主要原因是 Internet 和万维网(Web)的广泛普及和增加。Web 上信息资源的迅速增长使得许多 Web 用户感到信息超载。这种超载使得人们希望智能体技术能够减轻 Web 用户的负担。人们看到了智能体技术执行许多任务的潜力,从简单和日常的工作到复杂的工作。智能体将使用户从纷繁的信息海洋中解放出来,在智能体的帮助下,用户可以只关注自己最感兴趣的那些信息。

智能体能够提供一种很好的问题求解范型的原因是基于智能体的系统具有许多优点。智能体提供了一种远程智能程序设计的方法。多智能体系统放松了对集中式、规划、顺序控制的限制,提供了分散控制、应急和并行处理。并且,多智能体系统可以降低软件或硬件的费用,提供更快速的问题求解。

在人工智能研究中,智能体概念的回归并不单单是因为人们认识到应该把人工智能各个领域的研究成果集成为一个具有智能行为概念的“人”,更重要的原因是人们认识到人类智能的本质是一种社会性的智能。人们在研究人类智能行为中发现:人类绝大部分的活动都涉及多个人构成的社会团体,大型复杂问题的求解需要多个专业人员或组织协作完成。人最重要的和最多的智能是在由众多个体构成的社会中进行各种活动时体现出来的。“协作”“竞争”“谈判”等是人类智能行为的主要表现形式。要对社会性的智能进行研究,构成社会的基本构件“人”的对应物“智能体”理所当然地成为人工智能研究的基本对象,而社会的对应物“多智能体

系统”也成为人工智能研究的基本对象。

现在,关于智能体的研究不仅得到了人工智能研究人员的关注,也吸引了数据通信、人机界面设计、机器人、并行工程等领域的研究人员的兴趣。有人认为:

“基于智能体的计算(agent-based computing, ABC)将成为软件开发的下一个重要的突破。”^[3]

那么,究竟什么是智能体?

休伊特(C. Hewitt)指出:什么是智能体对于基于智能体的计算来说是个尴尬的问题,就像人工智能主流研究中什么是智能这个问题一样。因为虽然智能体这个词被广泛地使用在相关领域中,却很难找到一个大家都能接受的定义。一般认为,智能体是一种处于一定环境下包装的计算机系统,为了实现设计目的,它能在所处环境下灵活、自主地活动。

伍尔德里奇(M. Wooldridge)和詹宁斯(N. R. Jennings)从单个智能体的角度出发,认为可以从三个方面来看待智能体^[4]:

(1) 智能体理论:研究什么是智能体,智能体应该具有什么特性,我们应该怎样形式地表示和研究这些特性?

(2) 智能体结构:对我们所期望的特性,应该怎样构造满足这些特性的智能体?什么样的软件/硬件是适当的?

(3) 智能体语言:怎样对智能体进行编程设计?什么样的指令可用于描述智能体?怎样有效地编译和执行智能体程序?

从多智能体系统的社会智能的角度来看,应从如下三个方向来进行研究^[5]:

(1) 多智能体组织:合作程度、通信。

(2) 动态性:行为一致性、协调和协商。

(3) 社会能力:对其他智能体的推理、分布式情景评估。

伍尔德里奇和詹宁斯总结了前人在智能体领域的一些工作后认为,可以从狭义和广义两个方面去理解智能体的特性^[6]。

1.3.1 智能体弱概念

这是从广义的角度来规定智能体的特性。几乎所有被称为智能体的软件或硬件系统都具有以下的特性:

(1) 自治性(autonomy):智能体运行时不直接由人或者其他事物控制,它们对自己的行为和内部状态有一定的控制权。

(2) 社会能力(social ability)或称可通信性(communicability):智能体能够通过某种智能体通信语言(agent communication language)与其他智能体进行信息交换。

(3) 反应能力(reactivity):即对环境的感知和影响。无论智能体生存在现实的世界中(如机器人、Internet上的通信智能体、用户界面智能体等)还是虚拟的世

界中(如虚拟商场中的智能体、交互式游戏中的智能体等),它们都应该可以感知所处的环境,并通过行为改变环境。一个不能对环境作出影响的物体不能被称为智能体。

(4) 自发行为(pro-activeness): 传统的应用程序是被动地由用户来运行的且机械地完成用户的指令;而智能体的行为应该是主动的,或者说自发的。智能体感知周围环境的变化,并作出基于目标的行为(goal-directed behavior)。

在这种定义下,最简单的智能体就是具有上述特性的一个计算机进程,这个进程可以简单到只是个具有某种智能的子程序,能够与别的智能体交换消息。智能体弱概念使智能体不仅应用到人工智能领域,而且广泛地应用在诸如人机界面、通信、并行工程、软件工程、搜索引擎等领域。

明斯基(M. Minsky)从多智能体系统的社会智能的角度给出智能体的一个定义:“这些进程我们称之为智能体,每个智能体本身只会做一些简单的事情,但当我们用特定方法将这些智能体组成一个智能体社会(society)时,就产生了真正的智能。”明斯基的定义显然也是一种广义的定义。

1.3.2 智能体强概念

对某些研究者,尤其是人工智能的研究者来说,智能体除了应具有上面这些特性以外,还应该具有某些通常人类的特性。例如,知识、信念、意图、承诺等心智状态。有的学者甚至提出了有情感的智能体。

当前对强概念智能体的研究主要集中在理论方面。例如,Shoham 提出的面向智能体编程(agent-oriented programming, AOP)使用的就是强概念的智能体定义:“一个智能体是这样—个实体,它的状态可以看作由信念(belief)、能力(capability)、选择(choice)、承诺(commitment)等精神构件(mental component)组成。”^[7]

1.3.3 智能体的其他属性

其他经常讨论的智能体属性有:

(1) 长寿性(longevity): 传统程序由用户需要时激活,不需要时或者运算结束后停止,智能体与之不同,它应该至少在“相当长”的时间内连续地运行。

(2) 移动性(mobility): 智能体可以从一个地方移动到另一个地方而保持其内部状态不变。智能体可以携带数据和能够在远处执行的智能指令。

(3) 推理能力(reasoning): 智能体可以根据其当前的知识和经验,以理性的、可再生的方式推理或推测。

(4) 规划能力(planning): 根据目标、环境等的要求,智能体应该至少对自己的短期行为作出规划。虽然程序设计人员可以提供一些常见情况的处理策略,但这些策略不可能覆盖智能体将遇到的所有情况。所以,智能体应该有生成规划的

能力。

(5) 学习和适应能力(learning and adaptability): 智能体可以根据过去的经验积累知识,并且修改其行为以适应新的环境。另外,有些学者还提出智能体应该具有自适应性、个性等特性。

(6) 诚实(veracity): 假定智能体不会故意提供错误信息。

(7) 善意(benevolence): 假定在智能体之间不存在互相冲突的目标,且智能体总是尽力去帮助其他智能体。

(8) 理性(rationality): 假定智能体总是尽力去实现自己的目标。

进入 20 世纪 90 年代以后,智能体技术在许多方面得到了广泛应用,包括用户界面/个人助理、移动计算、信息检索和过滤、电子市场等。电信领域相对于智能体技术仍然是一个新的应用领域,其中通信业务控制和业务/网络管理是智能体技术较为理想的切入点,而移动智能体技术尤为电信应用厂商所关注。

1.4 分布式人工智能

近年来,随着计算机技术的不断发展和应用的广泛普及,以及国际互联网络的出现和发展,计算机软件系统结构和计算机组织结构的复杂性不断增加,从而为软件系统的开发提出了更多、更复杂的要求,如可伸缩性、多功能性、可重用性、鲁棒性、一致性。传统的整体设计和集中控制的软件开发方法越来越显示出其固有的局限性。同时软件系统的设计越来越向个性化、智能化方向发展,一些大型软件系统纷纷采用了人工智能的技术。因此可以说智能化、分布式是未来软件设计的方向。

作为人工智能和分布式计算的结合,分布式人工智能(distributed artificial intelligence, DAI)正逐渐受到人们的重视。在 DAI 系统中,鲁棒性已取代最优性,成为检测这类系统质量的主要准则。另外一个要求是互操作性(interoperability),即不同的异构系统在快速变化的环境中交换信息、共同工作的能力。互操作性基于的是开放、灵活的结构。

自从 1979 年第一次在 MIT 召开分布式人工智能研究人员的会议以来,大量的理论和研究系统层出不穷。分布式人工智能研究的目標是要创建描述自然和社会系统的精确概念模型。在分布式人工智能中,由于智能本质上不是一个独立存在的概念,而只能在团体中实现,因此分布式人工智能研究感兴趣的主要是几个智能体之间的合作、交互等方面。分布式人工智能一般分为分布式问题求解(distributed problem solving, DPS)和多智能体系统(multiagent system, MAS)。分布式问题求解考虑怎样将一个特殊问题求解工作在多个合作的、知识共享的模块或节点之间划分;在多智能体系统中,主要研究一组自治的智能体之间智能行为的协调。知识、规划、不同技能和自身动作的协调是一个过程,在多智能体系统

中非常重要。

分布式人工智能的两个领域都要研究如何对知识、资源、控制等进行划分,不同之处在于,在分布式问题求解中,常常有一个全局的概念模型、全局的问题和全局的成功标准,而在多智能体系统中,有多个局部的概念模型、问题和成功标准。在概念、模型、控制等方面这两种方法的视角是不一样的。分布式问题求解的目标是要创建大粒度的协作群体,它们之间共同工作以对某一问题进行求解。在一个纯粹的分布式问题求解系统中,问题被分解成任务,并且为求解这些任务,仅需要为该问题设计一些专用的任务执行系统。所有的交互(如果有,如协作等)策略都被集成为系统设计的整体部分。这是一种自顶向下设计的系统,因为处理系统是为满足在顶部所给定的需求而设计的。而多智能体系统可看作采用由底向上的设计方法设计的系统。因为在原理上,分散自主的智能体首先被定义,然后研究怎样完成一个或几个实体的任务求解。智能体之间可能是协作关系,也可能存在着竞争甚至是敌对的关系。

上面这种对分布式问题求解和多智能体系统的区分强调了多智能体系统中各个智能体的控制上的分散性。另一种观点则认为多智能体系统基本等同于分布式人工智能,分布式问题求解则是多智能体系统的子集。当多智能体系统满足下面三条假设时便成为分布式问题求解系统:①智能体友好假设;②共同目标假设;③集中设计假设。这种观点实际上将多智能体系统的范围大大地扩大了。

由于多智能体系统更能体现人类的社会智能,具有更大的灵活性和适应性,更加适合开放、动态的世界环境,因而受到越来越多人的重视。由于近年来 Internet 的迅猛发展,多智能体系统的研究已不再局限于传统的分布式人工智能之中。以前对于多智能体系统的研究主要是从面向合作的视点出发考虑,现在则趋向于从单个智能体的角度来考虑更一般的问题,即智能体应具有什么样的结构、能力才能在一个有限时间约束、开放的多智能体环境中自主地行动、决策以及与其他智能体交流。关于智能体、多智能体系统的研究已成为人工智能,甚至计算机科学的研究热点。

多智能体系统研究的是一组自治智能体之间智能行为的协调,它们怎样协调它们的知识、目标、技巧和规划,联合起来采取行动或求解问题。多智能体系统中的智能体可能有一个求解的目标,也可能有多个交互的目标。

目前对智能体和多智能体系统的研究主要集中在以下几个方面:智能体和多智能体的理论、智能体的体系结构和组织、智能体语言、智能体之间的协作和协调、通信和交互技术、多智能体学习以及多智能体系统应用等。关于多智能体系统的应用已经有人做了许多工作,甚至应用于一些大型、复杂的系统,例如,机场管理、自动驾驶^[8]、高级机器人系统^[9]、分布式电力管理^[10]、信息检索^[11]等。

1.5 移动智能体

移动智能体(mobile agent)与静态智能体不同,静态智能体在整个生命周期中停留在某个固定位置,而移动智能体通过在网络中漫游来完成任务。目前业界已达成一致,认为移动智能体技术是分布对象技术的一种增强和扩展,而并不排斥或取代后者。其原因是这两种技术在不同方面各具特点,在应用设计中需要综合使用才能提供最大的灵活性。

移动智能体的行为包括智能体的移动、任务执行和通信,由智能体实时运行环境提供支持。智能体的移动性使得它们能够在相关资源/实体所在位置本地执行任务,这种概念通常称为远程程序运行,而传统的客户/服务器方案中,位于不同计算机的静态组件通过远程过程调用(RPC)进行远程通信,因此这两者有所不同。

近年来有关移动智能体技术的研究已对智能网以及移动系统产生了巨大的影响^[12]。智能网目前都在引入 CORBA 技术,以实现软件分布、异构平台互操作性以及遗留(legacy)系统的集成方面的灵活性,并进一步为移动智能体技术的引入提供可能。1998年3月,OMG定义了移动智能体系统互通服务(MASIF)作为移动智能体技术标准,该标准包括了支持智能体传输和管理的 CORBA IDL 规范,其目标是使不同厂商的智能体平台之间能够实现互操作,并于1998年秋成立了智能体技术专门小组。TINA-C也正考虑将移动智能体技术作为其核心技术的扩展纳入规范体系。

以移动智能体方式实现智能网业务,至少可以在业务提供、网络的运营维护管理和个人化业务实现方面带来更大的灵活性。

(1) 能够在需要的网络节点中动态安装和维护业务,实现业务提供的自动优化。业务或业务组件的分布提供能够平衡网络负载。业务提供方式多样化,例如,按照给定的时间表,仅在指定时间段内安装并提供服务。

(2) 在网络的操作维护管理中,通过智能体的自主和异步操作减少业务量负荷,增加支撑网络的可用性。通过智能体的智能和自主性减少用户对资源安装、操作和维护所需的知识。通过将控制智能体和管理智能体尽可能靠近资源,甚至在资源上运行,使得业务控制和管理软件的实现更分布化,增加软件的灵活性、重用性和效率。

(3) 个人化业务的实现一直是电信系统所追求的目标,遗憾的是现有网络体系结构无法对此提供足够支持。通过在智能网中引入移动代理,能够实时提供个人化业务。

在基于移动智能体的智能网环境中,通过移动智能体实时引入业务并最终将业务逻辑和数据从集中式的业务控制点(SCP)分布到交换机以及终端业务设备,实现基于移动智能体的分布式智能网。为了支持智能体技术,网络节点包含智能