

主体网格智能平台 A GrIP 构建及其应用

史忠植, 林 芬, 罗杰文

(中国科学院计算技术研究所 智能信息处理重点实验室, 北京 100080)

摘要:为了构建协同工作的复杂智能系统,中科院计算技术研究所智能信息处理重点实验室研制了主体网格智能平台 A GrIP,它由底层集成平台 MA GE,中间软件层和应用层共同组成.此文重点讨论了主体模型、主体网格智能平台 A GrIP 以及 A GrIP 平台在城市应急联动中的应用.主体网格智能平台 A GrIP 将推动软件产业和协同环境的发展.

关键词:主体网格智能平台;动态描述逻辑;多主体平台

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2006)01-0017-07

A GrIP-agent grid intelligence platform

SHI Zhong-zhi, LIN Fen, LUO Jie-wen

(Key Lab of Intelligent Information Process, Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: In order to construct a complex intelligent system, an agent grid intelligent platform A GrIP was developed by Key Lab of Intelligent Information Processing under the Institute of Computing Technology. The three-layer model for A GrIP from the implementation point of view consisted of integration layer multi-agent environment, middleware layer and application layer. In this paper, the agent model, agent grid intelligent A GrIP and its application in city Emergency InterAct system were discussed mainly. The agent grid intelligent platform will promote the development of software industry and collaboration environment.

Key words: agent grid intelligence platform; dynamic description logic; multi-agent environment

智能互联网是下一代互联网的模式,它有效地将智能融入到互联网中,让具有智能的计算机程序在互联网这种动态开放的无限网络环境中运作,并为人们提供智能的服务. W3C 主席 Berners-Lee 等在《Scientific American》杂志上发表语义互联网文章^[1]. 钟宁、刘际明、姚一豫等人在 IEEE 的《Computer》杂志上组织了一期专集,讨论互联网智能^[2]. 智能互联网本质上是一种自治的实体,它具有自动调整功能,网络中的各个网站之间协同工作,以便进行有效的应用服务. 智能主体则是智能互联网中的生灵,它是一种智能的软件实体,能够在智能互联网中自由遨游,为用户提供各种智能的服务.

智能信息处理重点实验室智能科学组在已有的软件基础之上开发了新一代的主体网格智能信息平台(agent grid intelligence platform, A GrIP). 它架

构在信息丰富的互联网上,利用多主体技术对工具软件进行无缝集成,形成一个功能强大、界面友好、稳定可靠的主体网格智能信息平台. A GrIP 平台现在已经在防洪决策支持、城市应急联动与综合服务、石油勘探等方面得到广泛应用,同时它可以应用在电子商务、智能决策、模拟演练、指挥训练、事件跟踪等领域^[3].

1 主体模型

1.1 动态描述逻辑

动态描述逻辑(dynamic description logic, DDL)^[4]将静态和动态 2 个方面的表示和推理有机地整合在一起,形成了一种统一的形式化框架. 动态描述逻辑一方面具有描述逻辑的可判定性和语义特征,另一方面又能有效地对动态过程进行表示和推理. 在动态描述逻辑中引入因果约束公理,不仅增强了静态表示和推理的能力,而且能有效地解决动作推理中的框架问题和分支问题. 动态描述逻辑为领域建模

收稿日期:2006-02-20.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60435010,90604017);国家重大基础研究计划 973 资助项目(2003CB317004).

提供了有效的形式化工具,基于动态描述逻辑而建立的模型能够较为全面、客观地刻画领域的基本特征与运作机制,从而为领域应用系统的构建奠定了理论基础.动态描述逻辑可以作为智能主体设计和推理的形式化工具,在动态描述逻辑的基础上,就可以详细地研究主体的设计、推理、规划等问题.

1.2 基于动态描述逻辑的主体模型

1.2.1 主体心智状态模型

定义 1 一个主体心智状态模型^[5]是一个五元组 $\langle K, A, G, P, I \rangle$, 式中: K 为主体的信念知识库; A 为关于主体的行为能力描述的集合; G 为主体的目标集合; P 为主体规划的集合, 即规划库; I 为主体行为意图.

主体的信念是主体心智状态中最为基本的元素,也是最重要的元素,其他的心智状态的表示和推理等相关问题可以说都是以信念为基础的,都要依赖于信念.主体的信念通常也可以看作是主体的知识库,它包含丰富的内容,包括基本的公理、主体所熟悉的领域公理、主体对领域中客观事实与数据的认识等.尽管在广义上,主体信念包含主体能够获知自己的目标、意图、规划、行为、能力等各个方面,但为了研究的方便,把这些都区分开来单独进行讨论.因此,一般意义上的信念主要是指主体所具有的信念知识.

主体的行为能力描述则主要反映了主体所具有的行为能力,能够执行哪些动作,这些动作执行后将会产生什么结果.因此行为能力描述实际上与动态描述逻辑中的动作公理及动作描述具有对应关系.一方面它与主体信念密切相关,是信念修改的依据;另一方面它是主体规划的基础,通过行为能力描述能够确定主体的目标是否能够实现.

目标反映了主要将要实现的一种状态或者行为,它通常是由于主体接收到一定的任务,或者是由于主体自身的信念以及准则等而产生的目标.因此目标更多地与主体的信念有关,它是来源于外部世界和主体信念的.

规划是主体的行动计划,它指明了主体为实现一定的需求和目标的主要方法和途径.规划实际上把主体信念、主体行为能力描述以及主体的目标有机地关联在一起,指明在一定的信念状态下,为实现一定的目标,将采取什么样的行为才能完成.针对不同的信念状态、不同的目标,主体将采用不同的方法来制定相应的规划策略,它可以是主体固有的,即静态的,也可以动态生成.

规划的结果则成为主体的行为意图,即主体准备去实施的具体行为的安排,这些行为安排是即将实施的.因此主体的行为意图也可以看作是主体的

行为队列,它等待着主体的调度执行,一旦行为被调度执行,则意图即转换为行为.由于意图反映的是即将执行的行为队列,在表示与推理上较为简单,所以不做详细的介绍.

1.2.2 主体信念

主体的信念是主体对它所处的环境以及自身的心智状态的知识,它们是对某个特定领域的公理、事实、数据、规律等的反映,而所有这些都称之为是主体所具有的知识.因此,主体信念的表示和推理问题就可以一般化为知识的表示与推理问题.在动态描述逻辑的基本框架下,首先给出一些关于主体信念的基本定义.

定义 2 主体的信念知识库是一个三元组 $K = \langle T, S, B \rangle$, 式中: T 描述了领域中的基本概念及其定义,形成领域概念公理,即领域本体; S 是领域事实和公式之间所存在的因果约束关系,称为因果约束公理,它保证知识库的一致性完整性; B 则是对领域中当前状态下的事实和数据的描述,即当前信念集,它是动态变化的.

主体的当前信念集 B 则是主体信念的数据部分,它是主体对当前状态下客观世界的一种反映和描述,即状态中断言公式的集合.在一定状态 u 下,一个公式 ϕ 属于主体的信念 B , 当且仅当 $B \models \phi$, 即在状态 u 下由 B 可以推导出 ϕ .

当前信念集 B 中的公式一般具有以下几种形式:

- 1) 概念断言 $C(a)$, 表明个体对象 a 属于概念 C ;
- 2) 关系断言 $R(a_1, a_2)$, 表明对象 a_1 和 a_2 之间具有关系 R ;
- 3) 断言公式的组合 $\phi_1 \wedge \phi_2 \wedge \dots \wedge \phi_n$ 等, 式中: $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ 都是断言公式.

由于在一般的情况下,特定领域中的公理和规律等是固有的,通常是不变的,变化的只是状态事实、数据等,因此狭义上的主体信念就是主体的当前信念集,关于信念的修改就是基于主体的当前信念进行的,所谓的状态变化就是对主体信念的修改过程.

1.2.3 主体行为能力

动作描述指明了一类动作的基本特征,包括这类动作所操作对象的基本模式、动作的前提条件和结果,这是一种较为抽象的描述,具体的动作还需要代入具体的操作对象后才成为具体的一个动作.主体的行为能力则也是一种相对较抽象的,需要一种简单抽象的描述,说明主体能够做什么.这就正如一般的软件系统一样,需要说明这个软件具有什么样的功能.因此对于主体的行为能力描述,可以直接基于动作描述来表示.

主体的行为能力集合 A 是一组动作描述的集合,它表明主体自己能够执行的动作,或完成的功能

描述.一般地,主体知道自己具有什么样的行为能力,即主体所具有的能力都列举在主体的行为能力集合 A 中.判断一个主体是否具有某个能力,通常是采用能力匹配的方式进行,若没有行为能力与给定的能力相匹配,则说明该主体不具有此能力.例如,假定主体 a_1 只具有数据库检索的能力 $Search(x)$,若现在分配给主体 a_1 的一个任务为向数据库中插入一条记录 $Insert(y)$,则主体 a_1 不能完成此任务,因为它没有这个能力.

主体的行为能力描述是规划的基础,同时也为目标的修改提供参考和依据.当主体不具备某个能力时,它可以放弃该目标,或者对该目标进行修改,也可以向其他主体寻求帮助,或者直接将任务转交给其他主体来完成.

1.2.4 主体目标

主体的目标就是主体准备努力去实施的动作或者达到某个状态,它驱动主体去完成一定的任务,从而为系统或者用户提供相应的服务.通常,主体的目标可以分为 2 种类型,即执行某些动作的目标和达到某种状态的目标.但就最终目的来看,它们都可以归结为达到某种目标状态.主体的目标是一个较为普遍的概念,它可以是简单的目标,直接对应到一个简单动作或者某个具体状态;也可以是复杂的目标,即由各种类型的子目标组合而成;有的甚至可以是较为抽象的目标,具有一定的概括性,需要解释为一些具体的目标.下面给出目标集的定义.

定义 3 设 A 为所有动作的集合, L 为所有断言公式的集合,则目标集 G 递归定义如下:

- 1) $A \subseteq G$, A 中的动作称为基本动作;
- 2) 若 L , 则 $achieve() \in G$;
- 3) 若 L , 则 $? \in G$;
- 4) 若 $G_1, G_2 \in G$, 则 $G_1 \wedge G_2 \in G$, $G_1 \vee G_2 \in G$.

上述目标集 G 实际上就为目标表示语言进行了定义.在目标表示中, A 中的基本动作、达到某目标公式 $achieve()$ 、测试动作等都属于基本目标,通过它们的组合可以构造出各种复杂的目标.通常为简单化,有时也将 $achieve()$ 直接简写为 T .

定义 4 设 T 为一基本目标,则 T 的目标公式集 T 定义为以下 3 种情形:

- 1) 若 T 是一个基本动作, 则 $T = E - P$, 式中: E 为 T 的结果集, P 为前提集;
- 2) 若 T 为 $achieve()$ 形式, 则 $T = \{ \}$;
- 3) 若 T 为测试动作, 则 $T = \{ \}$.

这里对于基本动作,选择 $E - P$ 作为其目标公式集是因为 T 的结果集 E 中可能包含原有的状态公式,它们在动作 T 执行后并没有发生改变,因此

就不把这些公式列入到目标公式集中.目标公式集的定义是为了方便主体的规划,它体现了目标所要达到的一些状态公式.

1.2.5 主体规划

当有了一定的目标之后,主体就必须寻找一种有效的方法和途径来实现这些目标,有时还需要对已有的目标进行修改,这种推理过程就称之为规划.为了完成这种规划推理,主体可以采用 2 种方式:一种是使用已经准备好的规划库,它主要包括一些进行实际推理的规划规则,因而也称为静态规划;第 2 种方式就是即时地进行规划,即动态规划.

所谓静态规划,就是针对一些特定的目标,预先制定实现这些目标所需要的基本过程与方法,这样就形成目标与规划相对应的一些规则,即规划规则.由于这些规则在系统设计时就写好了,规划的过程实际上就变成了在规划库中进行查找匹配的过程,所以把这种规划称为静态规划.

动态规划就是对于一定的目标,主体依据自己当前的信念状态,结合主体所具有的领域公理以及自己的动作描述(能力描述),寻找一种实现目标的有效方法和途径.在动态领域中,领域环境在动态地变化,主体的信念也在不断地改变,即使是同样的一个目标,在不同的状态下,其规划与实施过程都可能不一样.因此,动态规划对于主体实现目标是十分重要的,尤其在复杂的环境下更是如此.

2 主体网格智能信息平台 A GrIP

2.1 A GrIP 的架构

A GrIP^[6] 由多主体平台 (multi-agent environment, MAGE)、工具软件层和应用层组成.在底层使用多主体平台 MAGE 对异构软件工具集成,把这些工具包有效地组合成为一个智能信息平台.工具软件层包括智能信息搜索工具 GHunt、多策略数据挖掘工具 MSMiner、专家系统工具 OKPS、范例推理工具 CBR、多媒体检索工具 MIREs、地理信息系统 GIS、知识管理系统 KMSphere 和 CAD 工具包.其结构和相互关系如图 1 所示. A GrIP 的工作流程: 互联网搜索工具 GHunt 从互联网上抓取相关 Web 信息储存在数据仓库中,多策略数据挖掘工具 MSMiner 对数据仓库资源进行处理,挖掘出有用的信息,多媒体检索 MIREs 从媒体库获得流媒体信息,然后把这些信息存储在范例库之中用于 CBR 的检索,同时在不同的应用领域,根据向领域专家咨询,把专家知识存储在数据库之中用于一般规则的提炼,当事件(政府、公司)发生之后,直接查询范例库得到相关决策支持,如果范例库中没有此类事件的相关处理,则把事件信息提交给专家系统通过一

般规则生成处理方案,同时把这次的处理方案储存在范例库中为后面的事件处理提供范例依据.主体网格智能信息平台 A GrIP 可以应用在电子商务、智能决策、模拟演练、指挥训练、事件跟踪等领域.下面主要介绍图 1 中 MAGE、MSMiner、GHunt 和 OKPS 的结构与主要功能.

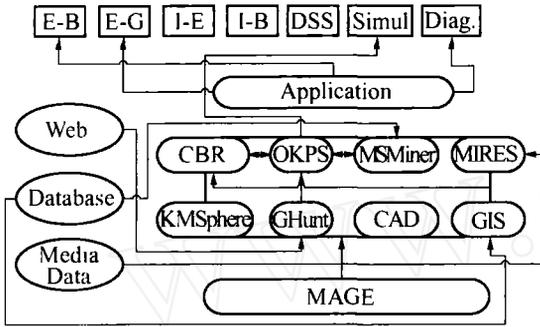


图 1 主体网格智能平台 A GrIP

Fig. 1 Agent grid intelligence platform

2.2 多主体环境 MAGE

2.2.1 MAGE 介绍

多主体环境 MAGE^[7-8] 是一种面向主体的软件开发、集成和运行环境. MAGE 主要基于智能主体和多主体技术,为用户提供一种面向主体的软件开发和系统集成模式,包括面向主体的需求分析、系统设计、主体生成以及系统实现等多个阶段.它提供了多种软件重用模式,可以方便地重用以前不同语言编写的主体或非主体软件;它还提供了面向主体的软件开发模式,以主体为最小粒度,通过封装和自动化主体一般性质,程序员可以通过特殊行为的添加方便地实现自己的应用;这样,通过构建新的软件以及重用旧的软件,应用程序员可以方便地进行各种应用集成.具体流程如图 2 所示.

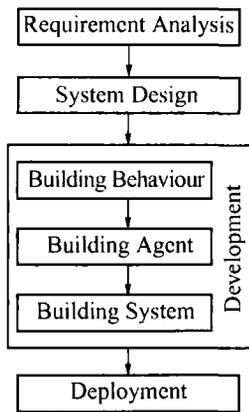


图 2 MAGE 工作流程

Fig. 2 MAGE workflow

MAGE 主体平台主要包括 4 个模块,即主体管

理系统 AMS、目录服务主体 DF、一般主体以及消息传输系统 MTS(在 MAGE 中由主体通信通道 ACC 实现).此外,还有 2 个辅助的模块为主体系统开发提供方便,即主体库和功能构件库.具体结构如图 3 所示.

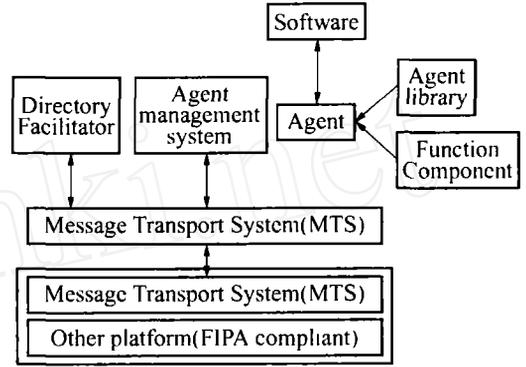


图 3 MAGE 平台主体结构

Fig. 3 Agent architecture for MAGE platform

2.2.2 主体结构

根据动态描述逻辑的主体的心智状态模型,在 MAGE 中实现的主体的基本结构主要由 6 大模块组成:主体内核(kernel)、基本能力模块(basic capabilities)、感知器(sensor)、通信器(communicator)、功能模块接口(function modules)以及主体知识库(knowledge base).具体结构如图 4 所示.

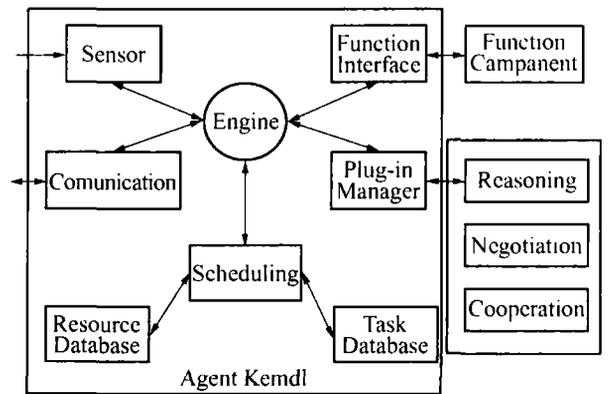


图 4 主体结构

Fig. 4 Agent architecture

主体内核是主体的核心,包括通过感知器感知外部环境的变化,通过通信器与其他主体交互,通过调度器调度主体的能力和资源,通过功能模块接口管理功能组件,以及通过插件管理器管理主体的知识库,包括主体推理、协商和合作等.

主体的基本能力模块是说明主体能够做什么.主体的感知器用来感知外部环境的变化.主体的通信器用来与其他主体交互.

主体的功能模块接口可以重用已有的功能构件.

主体的主体知识库用来主体的推理、协商和合作等.

2.2.3 多主体开发环境比较

经过多年的研究,国际上出现了许多比较著名的多主体系统.迄今为止,真正成为商业产品的多主体系统软件有 IBM 公司的 AgentBuild,Agent Oriented Software Pty Ltd 公司的 Jack,英国 BT 公司 Zeus,TILAB and Motorola 的 Jade,中科院计算所

的 MAGE 等.中科院计算所开发的 MAGE 分布式计算平台构建在 Java RMI 之上,隐藏底层实现细节,呈现给用户的是统一的分布式计算环境.用户可以像使用一台电脑那样使用整个 MAGE 分布式计算环境,可以在其上方方便地搭建自己的分布式应用.同时 MAGE 提供了 3 种软件重用方案包括嵌入式、外挂式和动态连接式.MAGE 的 3 种软件重用方案完全支持不同层次的软件重用,给应用程序员提供了最大的灵活性.表 1 给出了他们性能的比较.

表 1 多主体系统性能比较
Table 1 Comparison between AgentBuilder,Jack,Zeus and MAGE

系统性能	AgentBuilder	Jack	Zeus	MAGE
分析	Completeness:			
	Applicability:			
	Complexity:			
	Reusability			
设计	Completeness:			
	Applicability:			
	Complexity:			
	Reusability			
开发	Completeness:			
	Applicability:			
	Complexity:			
	Reusability			
运行	Completeness:			
	Applicability:			
	Complexity:			
	Reusability			

2.3 互联网智能搜索引擎 GHunt

工具层中的智能搜索引擎 GHunt 是一个网络信息智能获取与处理系统,是网络信息智能获取与处理的一个完整解决方案.这一系统支持分布式的网络信息并行搜索与内容过滤;其次是能识别文本类别并从概念层次上理解文本信息,包括文本分类、聚类,文本概念抽取;再次是有效的、统一的基于概念语义空间的文本信息管理;最后提供高效的基于语义的文本信息检索,基于内容的图像检索,以及个性化的专题信息推送服务.GHunt 的功能主要包括网页获取与解析、信息分类和概念聚类,由于篇幅有限,这里不加详细介绍.

2.4 多策略数据挖掘工具 MSMiner

多策略知识挖掘软件 MSMiner 具有自主知识产权的、多策略的通用数据挖掘平台,为企业决策和智能信息处理提供数据挖掘总体解决方案.系统采用功能强大的元数据作为调度中心,实现了数据仓库与数据抽取、转换、装载(ETL)、数据挖掘、联机分析处理(OLAP)的有机集成和各种数据挖掘算法的无

缝连接.系统还提供了多种数据转换规则和数据挖掘算法,全面支持企业的生产、销售、市场营销、财务管理、企业决策等领域活动,具有广阔的应用前景.同时,多策略的数据挖掘工具也可以应用于其他一些国民经济的关键领域,如税务稽查、商业营销决策、金融部门等.

2.5 多决策支持系统 OKPS

OKPS 系统采用面向对象的知识表示方法来描述和贮存知识,通过所见即所得的可视化工具来高效地对具体的应用建立专家知识库,并通过一致的推理机制根据用户的需求进行推理.专用的推理控制语言保证了该专家系统工具可以构造功能足够强大和灵活的专家系统.由于面向对象的知识表达机制在推理中起着重要作用,其结构化特征有助于有效地组织和控制推理行为并且这种表达机制本身具有自动推理机制.推理机在本质上可以看成是一个解释器,在推理过程中解释和执行用某种语言表示的一系列推理规则.在面向对象推理机中,知识库中每个对象中的方法将按一定顺序执行.推理机是指

基于知识的推理的计算机实现,它包括推理与控制 2 个方面.推理机在问题求解过程中应用内存组织的优化方法读取知识库中的知识对象到当前结点的缓存中;利用控制黑板进行推理机和知识对象树中结点的通信;通过规则解释器将对象方法中的过程脚本进行翻译执行,在执行中可以调用各函数和模型,并且通过函数接口对外部数据库进行访问,最终给出审查辅助建议.系统知识库中可以包含丰富的社会知识、自然知识、规则知识等各种知识,其推理机中还内嵌了功能强大的辅助计算工具,可以结合背景知识和事件信息进行辅助计算和分析推理,实现智能情报分析.同时,在生成决策支持方案时,系统可以自动将事件信息和情报分析的结论与知识库中的相应知识相结合,并灵活运用现有模型模式进行推理决策.对于系统生成的方案,系统将自动给出对它的评估,供决策者参考.当决策者对生成方案进行修改后,将事件处置决心方案作为输入,系统可以结合事件信息和知识库中丰富的知识在新方案的基础上进行推理测试,给出对新方案的评估.

3 A GrIP 的应用—城市应急联动

3.1 应急联动系统

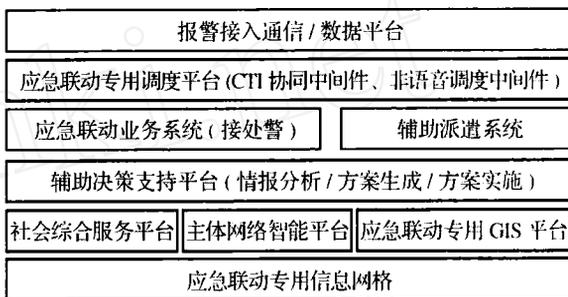
应急联动系统(grid-based emergence interact system, GEIS)通过集成的信息网络和通信系统将治安、消防、卫生急救、交通、公共设施、自然灾害等突发事件应急指挥与调度集成在一个管理体系中,通过共享指挥平台和基础信息,实现统一接警、统一指挥、联合行动、快速反应,为市民提供更加便捷的紧急救援及相关服务,为政府科学决策和处置各种紧急与灾害事件提供技术支持,为城市公共安全提供技术保障.该项目的开发和建设实施,构建一个“先进实用、结构优化、可靠性高、扩展性强、操作简单、维护方便”的“城市应急联动与社会综合服务系统”,实现“整合资源、互联互通、增值服务”等目标,形成可重用、易移植、可定制的“城市应急联动与社会综合服务系统”整体解决方案和相关关键基础软硬件产品,推动和促进该系统在全国各主要城市的应用.

3.2 应急联动系统总体框架

应急联动系统(GEIS)框架图如图 5 所示.它由专用调度平台、接入警平台、辅助派遣系统、辅助决策支持平台、应急联动专用 GIS 平台、底层系统软件集成平台等模块组成.在模块中,AGrIP 中的 MAGE 作为专用信息网络支撑、自主知识产权的 GIS 系统提供可视化调度支持, GHunt 与 MSMiner 提供信息资料作为范例库的部分来源,同时从各职能部门获得以往事件的记录组成专用的应急指挥数

据仓库,对于特殊的紧急情况,由专家系统 OKPS 提供决策支持.应急联动业务系统即应急联动智能工作站是各应急联动中心接处警席、管理席、指挥协调席的专用集成计算机设备,是应急联动指挥系统的前端关键应用产品.选用曙光集团专用计算机配件,自主设计生产.该机采用嵌入式实时操作系统,保证工作站运行的实时性、可靠性和安全性.

电话/短信报警 固定点报警 网络报警 重点单位报警 ...



各联动单位的业务/数据/资源/服务

图 5 城市应急联动系统框架图

Fig. 5 GEIS framework

3.3 A GrIP 架构城市应急联动

项目实施中,在 A GrIP 的基础上,采用智能主体、数据挖掘、机器学习、专家系统、智能信息处理、基于范例的推理 CBR 等技术,结合网络与数据安全、地理信息系统、GPS、高速实时网络传输等技术,构建“城市应急联动系统”,实现城市资源共享、信息互联互通、平战结合有力、政治经济共进的目标,为城市经济发展提供公共安全保障,为市民生活提供便捷及时的综合服务.基于 A GrIP 架构的应急联动系统工作流程如图 6 所示.

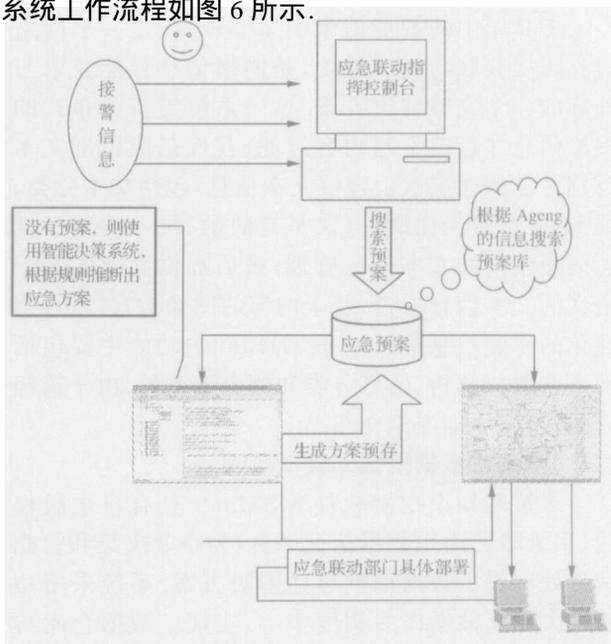


图 6 A GrIP 架构应急联动系统的工作流程

Fig. 6 GEIS workflow

首先通过前方的传感设备、通讯设备、监视设备得到最新的信息,然后在 MAGE 的平台之中使用 Information Agent 传输给中央控制台.中央控制台通过数据分析,得到有用的信息然后结合当前情况跟预案库比较,如果以前发生过类似的紧急事件,则从预案库中直接调用,这样可以节省时间,如果没有预案存在,则通过 OKPS 推断出应急方案.然后把这种方案通过 Information agent 传输给联动部门.

4 总结与展望

2006 年 1 月 11 日在中国科学院计算技术研究所,由中国科学院主持召开了“面向智能主体的软件工程研究——主体网格智能平台 A GrIP”的科技成果鉴定会.鉴定委员会一致认为:本项目取得的动态描述逻辑 DDL、面向智能主体的软件开发方法、主体网格软件架构和服务模式、基于本体的知识管理等研究成果达到国际先进水平;研制的主体网格智能平台 A GrIP 处于国际领先地位,具有重大的应用前景.

主体网格智能信息平台 A GrIP 促进了软件开发方法从实体单元的被动性到主体自主性的转变,从执行的单一模式到协同工作方式的转变,从系统演变的静态性到系统演化的动态性的转变,从基于实体的结构分解到基于环境感知的自组织转变,形成了一套面向主体的软件开发方法和技术.创建的网络信息时代软件系统发展的新模式和主体网格智能理论将对软件产业和协同环境的发展产生重大影响.

A GrIP 作为新一代的主体网格智能信息平台,现在已经在石油采掘、防洪决策支持系统、城市应急联动与综合信息服务等方面得到广泛应用,同时它还可以应用到电子商务、智能决策、模拟演练、指挥训练、事件跟踪等领域.随着在应用领域的不断实践,通过反馈不断完善系统的功能和提高系统的可靠性,使 A GrIP 为更多的领域提供更好的服务打下基础.

参考文献:

[1] LEE T B, HENDLER J, ORALASSILA. The semantic web[J]. Scientific American, 2001(5):21 - 25.
 [2] ZHONG Ning, LIU Jiming, YAO Yiyu. In search of the wisdom web[J]. Computer IEEE CS, 2002, 5(11):27 - 31.
 [3] 史忠植,董明楷,蒋运承,等. 智能互联网[J]. 计算机科学, 2003, (309):1 - 4.

SHI Zhongzhi, DONG Mingkai, JIANG Yuncheng, et al. Intelligent Web[J]. Computer Sciences, 2003(309):1 - 4.
 [4] SHI Zhongzhi, DONG Mingkai, JIANG Yuncheng, et al. A logical foundation for the semantic Web[J]. Science in China Series F-information Sciences, 2005, 48(2):161 - 178.
 [5] 董明楷. 面向智能主体的动态描述逻辑[D]. 北京:中国科学院研究生院, 2003.
 DONG, Mingkai. Research on dynamic description Logic for intelligent agent[D]. Beijing: Institute of Computing Technology Chinese Academy Sciences, 2003.
 [6] SHI Zhongzhi. Autonomic Semantic Grid [A]. IFIP AIAI2005[C]. Beijing, 2005.
 [7] SHI Zhongzhi, ZHANG Haijun, CHENG Yong, et al. Mage: an agent-Oriented programming environment[A]. IEEE ICCI Victoria[C]. Canada, 2004.
 [8] SHI Zhongzhi, HE Qing, JIA Ziyang, et al. Intelligence chinese document semantic indexing system[J]. International Journal of Information Technology and Decision Making, 2003, 2(3):407 - 424.
 [9] 史忠植. 知识发现[M]. 北京:清华大学出版社, 2001.
 SHI Zhongzhi. Knowledge discovery[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2001.

作者简介:

史忠植,中国科学院计算技术研究所主任研究员,博士生导师. IEEE 高级会员. 主要研究方向为智能科学、分布智能、机器学习、知识工程等. 1994 年获中国科学院科技进步特等奖, 1979 年、1998 年、2001 年均获中国科学院科技进步二等奖, 2002 年获国家科技进步二等奖.

E-mail: shizz@ics.ict.ac.cn



林芬, 1982 年生, 中国科学院计算技术研究所博士研究生, 主要研究方向为多主体系统、描述逻辑、Semantic Web.



罗杰文, 1980 年生, 中国科学院计算技术研究所博士研究生, 主要研究方向为分布式人工智能、多主体系统、决策支持系统.