

基于GeoAgent的数字地球自适应网络系统模型

黄晓斌 吴少岩

(北京大学数字地球工作室, 北京 100871)

E-mail: huang_xb@263.net 或 wsy@pku.edu.cn

摘要 数字地球是一个复杂、动态变化的自适应网络系统。通过类比人类对外界刺激的反应过程和数字地球的行为,提出以一种具有学习和空间处理能力的智能实体——空间智能体 GeoAgent 作为数字地球自适应网络中的基本处理单元,并给出了基于 GeoAgent 的数字地球自适应网络系统模型。

关键词 数字地球 GeoAgent 神经网络 神经元

0 引言

数字地球是构筑在全球网络空间(Cyberspace)之上的空间信息基础设施(NSII)、目标是在全球统一的时空框架下,实现广泛来源的、多维的、海量的数据融合,透过网络提供高度数字化、拟人化和智能化的信息服务^[1]。作为当今科技发展的制高点,数字地球受到了各学科领域的高度关注,有关的研究方兴未艾。不同的学科领域在研究的过程中,都对数字地球赋予了不同诠释和描述。而事实上,不论是从数字地球的载体(Internet)和相关内容(Internet上的广泛信息)的动态变化上看,还是从数字地球的行为上看,它都可以被看成一个复杂、动态变化的自适应网络系统。

1 人类对外界刺激的反应过程带来的启示

近年来,人们发现除了使用数学模型之外,也可以通过类比社会和自然界中的一些模型为复杂问题的解决提供有效的办法和可借鉴的思路。下面将通过类比人类对外界反应的过程和数字地球的行为,从一个新的角度来考察和描述数字地球。

人类对外界刺激的反应是一个十分复杂的过程。一般情况下,该过程将涉及到5个相关部分:

(1) 感受器:该部分主要功能是接受来自外界的信息,主要包括眼、耳和皮肤等器官;

(2) 传入神经:该部分主要功能是把感受器接受的信息传递给人类的中枢神经,主要由一些传入神经元组成;

(3) 中枢神经:该部分是整个过程的关键,其主要功能是对传入的信息进行综合性处理;

(4) 传出神经:该部分主要功能是接收来自中枢神经的处理结果,并把有关信息传递给效应器,主要由一些传出神经元组成;

(5) 效应器:该部分主要功能是根据传出神经传来的信息,具体地做出反馈,主要包括口、眼和躯干等。

数字地球的目的是要通过网络为人们提供高度数字化、拟人化和智能化的信息服务,它的这些服务行为,在通常情况下也相应地涉及到了5个相关部分:

(1) 信息接受器:该部分的主要功能是接受来自外界的信息,例如用户的请求信息等,该部分主要包括计算机的键盘、鼠标和显示器等多种工具。

(2) 信息传入网络:该部分的主要功能是把诸如用户请求信息等来自外界的信息提交给网络上相应的处理系统;

(3) 处理系统:该部分是数字地球的关键,其主要功能是对传入的信息进行处理并形成最后的处理结果;

(4) 信息传出网络:该部分的主要功能是把处理系统的处理结果通过网络提交给相应的信息反馈器;

(5) 信息反馈器:该部分的主要功能是把处理系统的处理结果以直观、有效的方式表现出来。

通过以上的分析我们不难看出,人类对外界反应的过程和数字地球的行为从某种意义上讲是十分相似的,他们都有一个信息接受、信息处理和信息反馈的过程。人类之所以能够对外界刺激作出准确的反应并处理很多复杂的问题,关键在于拥有一个功能强大的处理系统或者说大脑!而大脑这个神经网络系统之所以具有强大的功能,关键因素有两个:①系统中的每个基本单位——神经元都具有学习和处理的能力;②这些神经元之间具有十分复杂、合理的连接,神经元之间能够协同工作,高效地完成许多复杂的问题。而且,大脑的这些功能并不是从一开始就有的,而是在不断的学习和自我发展的适应过程中逐渐得到强化的!这些特性对于数字地球来说十分有借鉴意义。

作为一个复杂的巨系统,数字地球不可能在一夜之间产生^[2],它应该有一个发展过程,它所提供的服务和相应的处理功能也应该是在不断适应的过程中逐渐得到强化和完善的。从这外角度上看,数字地球完全可以被看成一个自适应网络系统。为了使数字地球这个自适应网络系统能够高效地处理一些涉及到空间信息的复杂问题,该系统中的基本处理单元也应该类似于人类大脑的神经元具有一定的学习和处理能力,即:自适应能力和空间处理能力。为此,我们提出以具有学习和处理能力的空间智能体——GeoAgent 作为数字地球自适应网络中的基本处理单元。

2 空间智能体 GeoAgent

空间智能体 GeoAgent 是把人工智能领域中的 Agent 技术引入到空间信息领域的新产物,它是一种具有很强自适应能力和一定空间处理能力的智能实体。作为众多 Agent 中的一种,GeoAgent 将继续继承普通 Agent 所具有的自主性、交互性、反应性和主动性等特征^[3],除此之外,GeoAgent 还拥有以下一些比较突出的特点:

(1) 自适应能力: GeoAgent 能够很好地感知和适应其所在的环境,并能根据环境的变化不断地学习、不断地调整自身的行为和功能,在适应的过程中实现自我发展和优化。从而为整个系统的发展和功能的强化奠定了基础。

(2) 空间处理能力: 作为数字地球自适应网络中的基本处理单元,GeoAgent 面临的将是很多涉及到空间信息的处理,因此,GeoAgent 也应该具备

一定的空间处理能力,能够利用相关的空间知识完成各种处理。当然,就象人类大脑中不同神经元具有不同功能一样,不同 GeoAgent 的主和空间处理能力将会有所不同。

(3) 可移动性: GeoAgent 能够在公众网络上安全地从一台机器迁移到另一台机器。这种特性将使得 GeoAgent 能够在尽量靠近数据源的地方处理各种数据,从而达到提高处理效率和减轻网络负担的目的。当需要处理的是大量空间数据时该特性的优越性将显得尤为突出。

(4) 高度协作性: GeoAgent 能够和系统中的其他 GeoAgent 协同工作,有效地完成各种复杂的问题。这种协作模式对于处理一些复杂的并行问题十分有效。在这种模式下,一个复杂的任务可以被合理地分割成若干个相关的子任务,这些子任务可以由不同的 GeoAgent 在相互协作的过程中并行完成,最后再通过一些特定的机制把各个 GeoAgent 的执行结果进行分析和综合,求出最终的结果。

正是拥有了以上所谈到的这些特点,GeoAgent 将能够作为一个基本处理单元在数字地球自适应网络系统中充分发挥作用。根据这些特点,我们可以通过图 1 来描述 GeoAgent 的普遍行为。

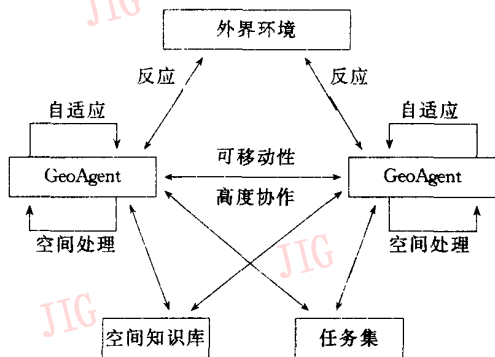


图 1 GeoAgent 的行为

3 基于 GeoAgent 的数字地球自适应网络系统模型

虽然每一个 GeoAgent 都具有学习和处理功能,但正象人类大脑中的神经元一样,他们的功能都十分有限。在大脑中,事实上每一种具有的功能都是由大量神经元的集合或者说某个神经系统来完成的,例如,负责视觉的视觉神经和负责听觉的听觉神经等。类似的,在数字地球中所表现出来的每一个具体服务功能也应该由大量 GeoAgent 紧密结合、共

同完成。这些紧密结合、协同工作的 GeoAgent 的集合将形成一个功能完整的 GeoAgent 子系统。基于这种思想,我们给出了一个基于 GeoAgent 的数字地球自适应网络系统模型,如图 2 所示。在这个系统中,数字地球首先通过用户界面接受或主动感知用户的需求;然后 GeoAgent 系统将面向用户的需求,根据空间知识库中的有关空间知识和数据交换中心中的 Metadata 等索引信息准确地定位将要涉及的数据和服务;接着 GeoAgent 系统结合一些已有的应用服务,利用分布在世界各地的资源完成相应的处理;最后,系统处理的结果将通过相应的工具直观和形象地表现出来,例如 XML、GeoML^[4]和交互式界面 Agent 等。

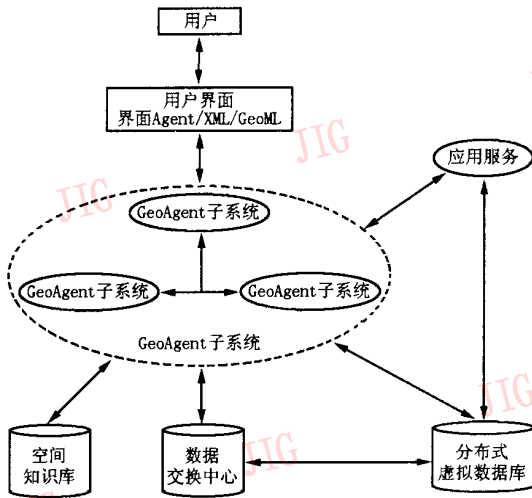


图 2 基于 GeoAgent 的数字地球自适应网络系统模型

数字地球是一个复杂、动态变化的自适应网络系统。其构造和人们对它的理解与描述不可能在一夜之间就完成,也不可能一成不变。作为一种新的描述数字地球的基本处理单元,由 GeoAgent 及其系统来承担数字地球中所有的处理任务目前显然是不大现实的,而且目前已经有大量经过检验的应用服务是可以被利用的,这些应用服务主要利用分布式对象技术完成,因此完全可以在 GeoAgent 系统中为这些专用服务保留一些特殊的接口,把这些专用服务融合进来,从而达到增强整个系统处理能力的目的。当然,随着数字地球和 GeoAgent 系统的不断发展,随着相关技术的不断成熟,这些相应的服务也可以根据形势的需要逐渐地由一些特殊的 GeoAgent 来实现。

为了使模型中的每个 GeoAgent 子系统都能够准确地执行各项功能,这些子系统也应该象人类负

责某项具体功能的神经系统一样具有一套相对完整而合理的体系结构,如图 3 所示。由图 3 可以看出,每个 GeoAgent 子系统都将由 GeoAgent 管理器、GeoAcl、目录管理器、安全管理器、协作管理器和空间知识库等构件所组成,这些构件能够紧密地结合在一起,为子系统执行各种功能提供一个安全、有效的支撑环境。子系统中各构件的功能和作用如下:

(1) GeoAgent 管理器:该管理器将管理系统中所有 GeoAgent 的生命周期,并为 GeoAgent 在系统中的正常运转提供一些必要的相关条件;

(2) GeoAcl (GeoAgent-communication language):GeoAcl 是一种通讯语言,它使得系统中的 GeoAgent 能与其它的 GeoAgent 或用户进行通讯和交互;

(3) 目录管理器:该管理器为整个系统提供了完整的命名服务^[5],管理着所有 GeoAgent 以及一些特殊应用服务的注册。该管理器将与数据交换中心的有关信息结合在一起作为 GeoAgent 的精确导航器,使得 GeoAgent 能在杂乱无序的网络上准确地找到所需的资源和服务;

(4) 安全管理器:该管理器负责整个系统的安全。它将维护 GeoAgent 和网络资源的安全,并确保 GeoAgent 及其状态信息能够在公众网络上实现安全可靠的迁移;

(5) 协作管理器:该管理器将为 GeoAgent 之间的协作提供一套完整的机制,包括智能化分割任务和准确地分析、装配子任务的执行结果等;

(6) 空间知识库:该库中存放的是一些特定的空间知识。由于 GeoAgent 系统中每个子系统所负责的是某些特定的功能,即该子系统中所有的 GeoAgent 可能只涉及某几方面的知识,因而一个子系统只需固定地访问某个或某几个空间知识库。

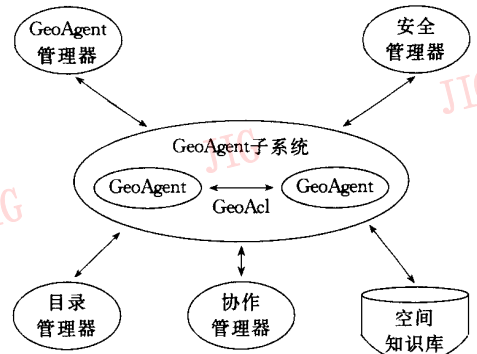


图 3 GeoAgent子系统的体系结构

4 展 望

本文在空间智能体 GeoAgent 的基础上,试图从一个新的角度来考察和描绘数字地球。当然,利用 GeoAgent 来构造数字地球的自适应网络是一个十分复杂的工程,本文所讨论的仅仅是一个开始,还有很多方面需要作出进一步的研究。例如:如何构造和完善 GeoAgent 的自适应机制;如何实现 GeoAgent 间的有效通讯;如何实现 GeoAgent 在公众网络上的安全迁移;如何确保 GeoAgent 系统的安全可靠性;如何实现和控制 GeoAgent 间的协同工作;GeoAgent 的分类标准以及各种 GeoAgent 的具体功能等等。

随着人们对数字地球理解的逐步加深,随着各种相关技术逐步完善,GeoAgent 将能够在数字地

球领域中发挥越来越重要的作用,而数字地球也将变得越来越完善并能够为人们提供各种高度数字化、拟人化和智能化的实用信息服务。

参 考 文 献

- 1 吴少岩,李琦,许卓群. 数字地球与空间智能体. 中国图象图形学报,1999.
- 2 Al Gore. The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century. 1998.
- 3 王怀民. Agent 技术与分布计算技术. 计算机世界, 技术专题版,1998. 01. 26.
- 4 Qi Li, Chen Aijun, Wang Le. Research on Geospatial Object Model Language—— GMI. In: Geoinformatics'99 Conference, 1999.
- 5 <http://WWW.meitca.com/HSL/Projects/Concordia/>, Mobile Agent Computing—— A White Paper, Mitsubishi Electric Information Technology Center, America (ITA), 1998.

The Adaptive Network System Model of the Digital Earth Based on GeoAgent

Huang Xiaobin, Wu Shaoyan

(The CyberGIS Studio, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Digital Earth is an adaptive network system which has characteristics of complexity and dynamic change. By comparing the human reaction to the stimulation from outside with the behavior of the Digital Earth, GeoAgent, an intelligent entity which has capabilities of learning and geospatial-processing is proposed to act as the basic processing unit in the adaptive network system of the Digital Earth. Furthermore, an adaptive network system model of the Digital Earth based on GeoAgent is brought forward.

Keywords Digital Earth, GeoAgent, Neural network, Neuron