

基于多 Agent 的数字海图协同处理模型

苏 诚¹, 陈文娜², 陈 明², 黄冬梅²

(1. 国家海洋局东海信息中心, 上海 200137; 2. 上海海洋大学信息学院, 上海 201306)

摘 要: 为满足数字海图协同处理智能化和可扩展的需求, 根据“数字海洋”系统中数字海图的多源异构和分布式区域管理的特点, 在计算 Agent 社会模型的基础上, 构建一种基于多 Agent 的数字海图协同处理模型, 分析模型的具体协作流程, 并建立协同工作机制。仿真结果验证了该模型的有效性。

关键词: 多 Agent 系统; 社会模型; 数字海图; 协同处理

Cooperative Processing Model of Digital Chart Based on Multi-Agent

SU Cheng¹, CHEN Wen-na², CHEN Ming², HUANG Dong-mei²

(1. East Sea Information Center, State Oceanic Administration, Shanghai 200137, China;

2. College of Information Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

【Abstract】 In order to satisfy the intelligence and scalability demand for digital marine chart coordination processing, on the basis of the characteristic of “Digital Ocean” system, this paper designs a cooperative digital chart processing model based on multi-Agent techniques on the basis of the social model. It analyzes the specific collaborative process of this model, and creates a mechanism for collaborative work. The simulation results show the validity of the model.

【Key words】 Multi-Agent System(MAS); social model; digital chart; cooperative processing

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.02.098

1 概述

数字海图是航海信息系统所必需的基础性数据, 其特殊性给数据处理工作带来了挑战, 具体表现为: (1)数字海图资料来源多样且类型各异, 给资料的选择分析、数据整合等海图处理工作带来困难; (2)由于海洋具有较强的时空变化特性, 造成了海图数据处理方法的复杂多样; (3)海洋数据具有分布式区域管理性特征, 给海图资料的获取带来困难; (4)数字海图的处理过程具有相应的标准, 且各类标准也在不断的完善更新中, 这就给不同标准下的海图资料集成、融合等处理带来了困难。

因此, 在“数字海洋”系统环境中, 对于数字海图的处理就需要多个海洋相关部门所提供的数据库资料, 在各类海图处理规则下, 利用多种海洋数据处理技术进行协同工作。同时, 该处理过程中还应具有相应的智能性和可扩展性。然而, 近几年对海图数据融合、更新等问题的研究^[1-2]往往会忽略数据的协同处理, 以及处理过程的智能化和可扩展性。

本文根据“数字海洋”系统中数字海图多源异构和分布式区域管理的特点, 以及数字海图处理的协同性、智能化和可扩展性的需求, 在计算 Agent 社会模型^[3]的基础上设计一种基于多 Agent 的数字海图协同处理模型, 分析该模型的具体协作流程, 并建立协同工作机制。

2 基于多 Agent 的数字海图协同处理模型

本文利用多 Agent 技术组织整个“数字海洋”系统中的分布式的数据库节点, 并在计算 Agent 社会模型^[3]的基础上, 结合数字海图的特点及其处理流程, 对模型中的计算 Agent、角色 Agent 进行实例化重新定义。同时, 由于数字海图的处理过程具有相应的标准, 因此, 将处理规则这一要素融入模型中, 最终形成基于多 Agent 的数字海图协同处理模型。

2.1 相关定义

定义 1 计算 Agent

计算 Agent 是数字海图协同处理模型中的基本构件, 其对应于一个计算资源单元, 该计算资源中包含海洋数据资源以及用于海图处理的各种软硬件资源。每个计算 Agent a 可表示为:

$\langle \text{RULE}, E_a, RA_a, S_a, cs_a, RME \rangle$

其中, RULE 表示规则库, 用于存储 Agent 进行海图处理所需要规则; E_a 表示该 Agent 的计算实体集, 即具体海图处理的执行模块; RA_a 是该计算 Agent 包含的角色 Agent 集; S_a 是 a 的可能状态; cs_a 是 a 当前的状态, 计算 Agent 的状态是各角色 Agent 状态、海图处理任务状态以及计算资源状态的并集; RME 是对应于计算 Agent a 的一个特殊的角色 Agent, 负责管理该计算 Agent 的计算资源, 通过获取海图处理任务状态, 了解资源的使用情况, 调度角色 Agent, 其无需具备数字海图处理的相关知识。

定义 2 角色 Agent

角色 Agent 是并发知识与行动社会中的基元, 是计算 Agent 中对于计算实体的资源实例化, 即对应海图处理执行模块与具体的海洋数据及软硬件资源相结合形成的执行具体数字海图处理操作的计算单元。每个角色 Agent $ra \in RA_a$ 可表示为:

$\langle e_{ra}, S_{ra}, cs_{ra}, M_{ra}, K_{ra} \rangle$

其中, e_{ra} 是 ra 对应的计算实体; S_{ra} 是 ra 的可能状态集; cs_{ra}

基金项目: 海洋公益性行业科研专项经费基金资助项目(200805016)

作者简介: 苏 诚(1962—), 男, 教授, 主研方向: 智能信息处理; 陈文娜, 硕士研究生; 陈 明、黄冬梅, 教授

收稿日期: 2011-07-25 **E-mail:** na0211@163.com

是 ra 的当前状态, 包括当前的任务状态、资源状态以及与其他角色 Agent 的关系等; M_{ra} 是 ra 具有的海洋相关数据处理方法集; K_{ra} 是 ra 的控制与推理核心, 与所属的计算 Agent 的 RME 直接交互。

2.2 模型结构

本文将数字海图协同处理工作分为数据协同和功能协同

2 层含义。其中, 数据协同是协调“数字海洋”系统中各类分布式的海洋数据节点, 为完成数字海图的数据处理任务提供数据支持; 而功能协同是协调各类功能模块, 协同一致地完成数字海图数据处理任务。因此, 可以将整个多 Agent 数字海图协同处理模型以通信总线为界, 分为 2 层: 数据协同层和协同处理层。多 Agent 数字海图协同处理模型见图 1。

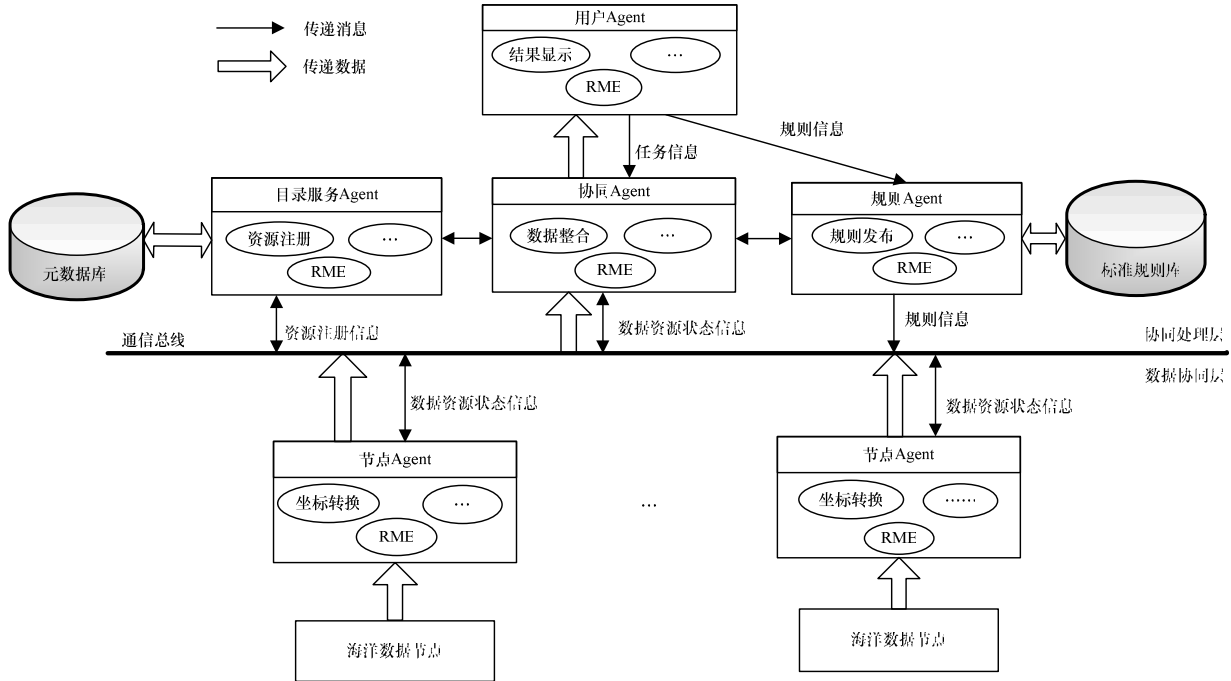


图 1 多 Agent 数字海图协调处理模型

该多 Agent 模型由以下计算 Agent 组成:

(1) 用户 Agent

该计算 Agent 主要负责接收用户下达的任务, 并分发给相应的计算 Agent 进行分析处理, 且将最终的处理结果显示给用户。同时, 该计算 Agent 接受各类规则的添加与更新请求。在用户 Agent 中, 包含任务初始化、结果显示以及规则提交等角色 Agent。

(2) 协同 Agent

协同 Agent 是整个海图协同处理的核心, 用于协调各类计算 Agent 进行相应的海图处理。主要功能包括对用户 Agent 传来的数字海图处理任务进行分解, 与目录服务 Agent 合作将任务分配给相应节点 Agent 进行数据收集和预处理。在这一过程中, 协同 Agent 需要对节点 Agent 收集的数据进行分析、筛选, 将最终确认采用的数据信息反馈给相应节点 Agent。同时, 协同 Agent 还负责将各节点 Agent 预处理后的数据进行整合以及对最终的海图数据进行质量检查。

(3) 规则 Agent

该计算 Agent 包含规则管理、规则发布以及对于不同规则之间的相应转换等角色 Agent, 主要用于管理并发布各类海图处理规则。

(4) 目录服务 Agent

该计算 Agent 包含资源注册、资源定位等角色 Agent, 主要用于对各海洋数据的元数据信息进行注册管理, 为各相关 Agent 提供数据查询定位服务。

(5) 节点 Agent

根据协同 Agent 发送的原子任务要求, 节点 Agent 负责查找相应的海洋资料, 将资料状态信息返回给协同 Agent 用

于资料分析与筛选, 并对最终采用的数据资料进行预处理。同时, 节点 Agent 还负责向目录 Agent 发送数据的注册请求。

2.3 协同工作机制

在多 Agent 数字海图协同处理模型的基础上, 实现具体的数字海图协同处理过程, 主要可分为以下 5 个阶段:

(1) 海图处理任务下达与资料收集阶段

首先由用户 Agent 将用户提交的数字海图处理任务进行初始化, 并向协同 Agent 下达任务; 协同 Agent 接收到消息后, 调用任务分配角色 Agent 将海图处理任务分解为多个原子任务; 然后, 协同 Agent 向目录服务 Agent 发送数据资源定位请求, 根据其返回的信息, 将各原子任务分发到相关节点 Agent; 各节点 Agent 根据原子任务要求, 进行数据资料的搜集, 并将搜集到的数据资料状态信息返回给协同 Agent。

(2) 海图相关数据资料分析与选择阶段

在协同 Agent 收到来自各节点 Agent 发送的数据信息后, 由资源管理实体 RME 获取相关的资源状态信息, 并更改协同 Agent 状态 cs_a 中的海图状态, 从而触发其通信邮箱向规则 Agent 发送消息, 请求规则 Agent 提供相关的资料选取规则; 规则 Agent 收到消息后, 从标准规则库中提取出相应的规则, 以可扩展标记语言(eXtensible Markup Language, XML)的形式发送到协同 Agent 的规则库 RULE 中, 以作为数据选择标准, 例如以现势性强资料优先等规则; RULE 收到规则后, 更新协同 Agent 状态 cs_a 中的规则资源状态, 触发 RME 产生数据选择事件放入事件队列中; 根据事件队列, 调度其相应的角色 Agent, 即数据分析 Agent; 数据分析 Agent 收到来自 RME 的控制调用后, 根据目前 cs_{ra} , 从 M_{ra} 中调用相应方法进行数据分析, 例如内容可靠性分析等, 并结合规则 Agent

发送来的数据选取规则,确定最后需要的数据资料,并修改协调 Agent 状态 cs_a 中相应的数据资料状态,完成资料的选择分析。协同 Agent 在感应到 cs_a 的变化后,向各节点 Agent 发送最终的数据确认信息和相关预处理要求。各节点 Agent 收到消息后,调用相关角色 Agent 进行数据提取及预处理工作。

(3)海洋数据预处理阶段

节点 Agent 接收到协同 Agent 的数据确认信息后,便将相关的海洋数据从数据节点中提取出来,并根据实际资源状态按照用户需求以及规则 Agent 发布的海图数据处理规则,调用相应角色 Agent 进行坐标、投影转换等预处理工作。在各角色 Agent 进行数据预处理工作时,由该角色 Agent 的控制与推理核心 K_{ra} 根据角色 Agent 当前状态 cs_{ra} 调用方法集 M_{ra} 中相应处理方法,并与本地资源结合,执行该预处理任务,例如对于执行影像资料的几何纠正处理的角色 Agent 中,就可包含 3 种不同的执行方法:立体纠正,单片纠正和多项式纠正^[4],根据数据资源状态以及数据节点的技术和处理设备的情况进行判断,调用相应方法进行处理。这种分布式的多 Agent 数据预处理模式,可以缓解海量数据集中处理对服务器产生的负担,使“数字海洋”系统中的各类资源得到充分利用。同时,由于多 Agent 的可扩展性,可以根据需要对角色 Agent 及其执行方法进行相应扩展,增加整个数字海图协同处理的灵活性和可扩展性。

(4)多源海洋数据整合处理阶段

对于经过各节点 Agent 预处理后的各类海洋数据,协同 Agent 还需对其进行整合处理形成完整的数字海图。协同 Agent 利用资源管理实体 RME 从各节点 Agent 中获取各类海洋数据状态,并更新到协同 Agent 的 cs_a 中,触发相关事件调用角色 Agent 对这些海洋数据进行数据整合、图像裁切、图廓整饰等处理,并与规则 Agent 进行协作,进行图幅编号、图名、比例尺标注等处理,最后形成一个完整的数字海图。

(5)数字海图质量控制阶段

在形成一个完整海图后,为保证海图的正确性及合理性,必须对其进行相应的质量控制。因此,在协同 Agent 中分配了一个角色 Agent 专门进行数字海图的质量控制,该角色中多种质量控制方法,与规则 Agent 协作进行相应的质量检查,其具体检验数字化资料使用的正确性、图面载负量、数据的精确性和完整性、数据层次划分的正确性以及数据编码的逻辑一致性^[5],并通过更新资源状态来控制调用相应计算 Agent 进行更改处理。

3 实验结果与分析

为对模型进行验证,采用 Java+Flex 语言在 JADE 平台上进行某地区数字海图处理仿真实验。实验在千兆局域网中进行,实验数据均来自海洋科学数据共享网(<http://mds.coi.gov.cn/>),仿照“数字海洋”系统中各海洋数据节点的分布式特点,将这些海图处理数据资料,以不同的格式分布在 4 个 Agent 节点,各节点均采用 Interl(R)Core(TM)2 系列处理器。同时,为体现模型对于海洋资料的分析选择,对同一类海洋数据,准备了 1:100 万和 1:400 万的不同比例尺海洋基础地理数据并将其设置成不同年限的多份资料,采用

电子海图技术规范(GB 15702-1995)^[5]作为数据处理的规则标准。利用 JADE 平台的消息通信机制,对各计算 Agent 相关事件进行触发,通过事件调用相关的角色 Agent 中的对应方法,利用 Flex 中 ArcGIS API for Flex 接口,实现具体的海图的处理及显示工作。实现效果良好,结果如图 2 所示。

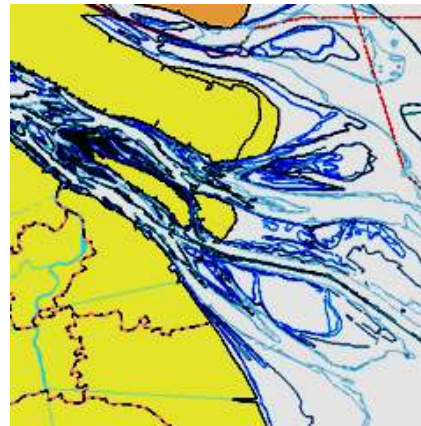


图 2 基于多 Agent 的数字海图协同处理模型仿真结果

实验结果证明,该模型可根据元数据目录服务对海图所需基础地理、表层海流等数据进行定位收集,根据电子海图技术规范(GB 15702-1995)对不同比例尺、不同时期的海洋基础地理信息数据进行分析筛选,且可根据资源情况对数据进行比例尺调整等相关预处理,最终将其整合显示。

4 结束语

本文提出一种基于多 Agent 的数字海图协同处理模型,该模型具有以下特点:(1)针对海洋资料的分布式区域管理特性,利用目录服务 Agent 实现海图相关资料的精确定位;(2)针对数字海图多源异构性特点,用分布式节点 Agent 实现了海图相关资料的搜集与预处理,减轻了海量数据集中式处理的负担;(3)针对数字海图的处理标准问题,利用规则 Agent 对各类规则进行管理,并发布给各类计算 Agent;(4)各计算 Agent 中的角色 Agent 根据资源的不同状态进行智能化方法选择处理特点,满足海图处理方法的智能化需求;(5)对于所有计算 Agent 中的角色 Agent 及其方法集,都可以根据需要进行相应的扩展,实现整个海图处理的可扩展性。下一步将针对协同过程中的多 Agent 任务分配机制进行研究,以提高协同处理的整体效率。

参考文献

- [1] 刘国辉,彭认灿,董 箭,等.基于 C/S 的矢量数字海图更新体系研究[J].海洋测绘,2010,30(4): 67-69.
- [2] 肖京国,谭冀川,刘国辉.基于数据库的一体化海图生产模式研究[J].海洋测绘,2010,30(4): 41-43.
- [3] 石纯一,张 伟.基于 Agent 的计算[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [4] 滕惠忠,叶秋果,李 军,等.海岸带影像海图制作技术[J].海洋测绘,2008,28(2): 79-82.
- [5] 国家技术监督局.GB 15702-1995 电子海图技术规范[S].1995.

编辑 金胡考