

# 基于本体的物流应急预案表示及应用<sup>\*</sup>

冯志勇, 杨倩, 饶国政, 张晨, 李广鹏

(天津大学 计算机科学与技术学院, 天津 300072)

**摘要:** 为了让计算机智能地处理物流应急预案, 将每个物流应急预案表示为一个应急预案本体, 通过计算概念和应急预案本体的相关程度, 从而找到所需物流应急预案。用 OWL: imports 和 Jena 规则可连接应急预案本体, 从而形成内容更全面的预案, 但会破坏原有应急预案本体语义, 产生不一致问题, 所提出的约束原则有效避免了这一问题。应用 SPARQL 查询应急预案本体, 并通过自定义原语和规则弥补应急预案本体在表达能力上的不足, 以有效地对应急预案本体进行推理, 从而找到所需结论, 进而实现了基于本体的物流应急预案的表示和应用。利用本体的语义表达能力以及推理和查询机制, 解决了物流应急预案智能处理的问题。

**关键词:** 物流应急; 应急预案; 本体; 不一致

中图分类号: TP182

文献标志码: A

文章编号: 1001-3695(2011)11-4209-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2011.11.056

## Representation and application of ontology based emergency plan for logistics

FENG Zhi-yong, YANG Qian, RAO Guo-zheng, ZHANG Chen, LI Guang-peng

(School of Computer Science & Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** To compute the logistics emergency plan intelligently, this paper represented logistics emergency plan as emergency plan ontology. The relevance between concepts and emergency plan ontology could be computed in this way the required emergency plan could be found. The semantics of the emergency plan ontology might be violated and the inconsistency might occur during linking the emergency plan ontology by OWL: imports and the rules in Jena, constraints were defined to avoid that. The emergency plan ontology could be queried by SPARQL and be effectively reasoned with custom builtin and rules which could make up for the expression ability of emergency plan ontology. Thus, implemented representation and application of ontology based emergency plan for logistics, solved the problem of logistics emergency plan intelligent processing based on the ability of expression, inference and query of ontology.

**Key words:** logistics emergency; emergency plan; ontology; inconsistency

### 1 研究现状

自2003年SARS爆发以来, 物流应急问题的研究已经取得较大进展。所谓应急物流是指以提供突发性自然灾害、突发公共事件以及军事冲突等突发性事件所需应急物资为目的、以追求时间效益最大化和灾害损失最小化为目标的特殊物流活动<sup>[1]</sup>。欧忠文等人<sup>[2]</sup>探讨了应急处理技术平台构建的设想; 王旭坪等人<sup>[3]</sup>提出了应急物流系统结构和快速反应机制, 分析了应急物流系统的设计原则和约束条件; Hu等人<sup>[4]</sup>利用agent的主动性、自适应性、自治性和灵活性特征, 通过多agent进行协作, 完成应急处理。

应急预案又称应急计划(emergency plan), 是为应对突发事件而预先制定的有关计划或者方案。当企业处理一个应急事件时, 根据应急事件的实际发生状况, 指挥者可以从应急预案中获得具体的、准确的行动指南, 实现指挥调度。为了更好地利用信息技术支持应急管理, 需要将应急预案与应急信息系统有机地关联起来, 并需要对应急预案进行形式化描述, 以让

计算机可智能地处理应急预案。如何表示让计算机也能理解的应急预案成为应急信息系统构建的关键, 目前已有很多相关的研究。Grathwohl等人<sup>[5]</sup>将形式逻辑应用于事故应急管理, 使用形式逻辑描述有关应急知识, 建立应急预案的逻辑模型。Hoogendoorn等人在文献[6]中讨论了应急预案的形式化建模和分析问题, 其建模方法是基于形式化描述语言——时序轨迹语言(temporal trace language, TTL) 并对其进行了扩展。

本体是以形式化方式描述语义模型的重要手段, 是共享概念模型的明确的形式化规范说明<sup>[7]</sup>, 体现着四层含义: a) 概念化, 即本体是通过抽象出客观世界中一些现象的相关概念而得到的模型, 其表示的含义独立于具体的环境状态; b) 明确, 即本体中所使用的概念以及使用这些概念的约束都有明确的定义; c) 形式化, 即本体应是计算机可读的; d) 共享, 即本体中体现的是共同认可的知识, 反映的是相关领域中公认的概念集, 它所针对的是团体而不是个体。

应急预案的实质是知识, 一般包括: 当异常事件发生时, 知道是什么、谁来做、怎么做、用什么资源做, 是传达了一些事实

收稿日期: 2011-04-07; 修回日期: 2011-05-13 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61070202)

作者简介: 冯志勇(1964-), 男, 内蒙古武川人, 教授, 博导, 主要研究方向为知识工程、服务计算、安全软件工程、计算机认知等; 杨倩(1984-), 女, 河北保定人, 博士研究生, 主要研究方向为描述逻辑、回答集程序设计、语义网(qianyang@tju.edu.cn); 饶国政(1977-), 男, 湖北黄冈人, 讲师, 博士, 主要研究方向为知识工程、语义网; 张晨(1986-), 硕士, 主要研究方向语义网; 李广鹏(1985-), 硕士, 主要研究方向语义 Wiki。

在在的具体信息。除此以外,一个好的应急预案还凝聚了大量的技术和管理原理,以及突发事件处置经验,教人们在什么时候怎么决策、采取什么措施,是一个综合的知识体。而本体的目标恰是捕获相关的领域知识,并从不同层次的形式化模式上给出这些概念和概念之间相互关系的明确定义。因而本文利用本体在知识表示、推理、查询和重用等方面的优势,将其应用到物流应急预案的处理过程中。

## 2 物流应急预案本体建模及应用

在本章中首先将每个物流应急预案表示为一个物流应急预案本体,通过对本体的匹配查找从而找到所需的应急预案。匹配的应急预案本体有多个时,为形成内容全面的预案,需要将这多个应急预案本体进行连接,将连接后的本体进行查询和推理,从而找到所需结论。

### 2.1 物流应急预案在本体中的表示

领域本体是对领域内的概念的一种形式化描述,需要一方面考虑概念的语义,另一方面要考虑概念之间存在的关系。本文将每个物流应急预案表示为一个本体,在本体中,物流应急预案中概念被系统分为五个大类,每个大类下面又包含多个子类,图1为应急预案本体的概念结构。由于篇幅限制,本文只对这五个大类进行简要说明。



图1 应急预案本体概念结构

a) Analysis and evaluate(分析和评价)。它是对应急预案在质量上的评估。

b) Basic information(基本信息)。它是关于应急预案名称、使用范围等基本信息的描述。

c) Staff(人员)。它是应急预案中所涉及到的人,又可分为 foreign aid organization(国外援助组织), person(参与者), role(角色)三个子类。其中 person 是描述应急过程中的所涉及到

的个人,如张三、李四; role 是根据人在应急过程中的作用定义的,如修理工、搬运工,且在不同预案中角色相对固定,而人员却是变化的。

d) Task(任务)。它是对应急过程中一个执行步骤的抽象描述,一个复杂任务可由一系列简单任务组成,如维修车辆、装货、卸货等。

e) Resource(资源)。它是执行任务所涉及的对象集合,如救护车、备用胎等。

针对物流应急预案特点,归纳定义了11种应急预案中的通用关系,如表1所示,并给出了每个关系的定义域和值域,限于篇幅,省略了其他仅出现在一些应急预案中的关系。表1中的 compose、next、lead、replaceP 和 replaceR 具有传递性,且 replaceP 和 replaceR 具有自反性,这些关系以及 hasResource 和 hasRoles 均可在本体中明确定义,但 mutualParallel 和 completeParallel 属性较为复杂,在定义时不仅要考虑任务之间的关系还要考虑任务与人员以及货物之间的占用关系,仅用本体难以完整定义,给本体的应用带来困难。本文将在2.5节中用 Jena<sup>[8]</sup> 中的原语和规则有效解决这一问题。

表1 应急预案本体中的关系

关系名	定义域	值域	含义
hasResource	task	resource	描述任务与所需资源间的关系,如任务“维修车辆”与资源“轮胎”是 hasResource 关系
hasRoles	task	role	描述任务与所需角色间的关系,如任务“维修车辆”与角色“修理工”是 hasRoles 关系
compose	task	task	描述简单任务与复杂任务间的组成关系
next	task	task	描述任务之间的串行关系,如任务“卸货”和装货是 next 关系
parallel	task	task	描述任务之间的并行执行关系,表示两个任务互不影响,可以同时进行
mutualParallel	task	task	parallel 的子属性,描述两个任务之间的互斥并行,即两个任务虽然可以并行执行,但却存在人员或资源上的竞争
completeParallel	task	task	parallel 的子属性,描述两个任务之间的完全并行,即两个任务完全独立,互不影响
lead	role	role	描述角色之间的领导与被领导关系
isRoles	person	role	描述某个参与者充当某角色的关系
replaceP	person	person	描述参与人之间的替代关系
replaceR	resource	resource	描述资源之间的替代关系

### 2.2 物流应急预案的匹配

将每个应急预案表示为一个本体,这样对应急预案的匹配与查找即为本体的匹配与查找。首先将所需案例的关键字描述为本体中的概念,计算这些概念与每个应急预案本体的相关程度。如果有相关程度符合需要的应急预案本体则查找匹配成功;如果没有找到可匹配的应急预案本体,则丢掉一个概念继续查找。图2为应急预案的匹配与查找流程图。

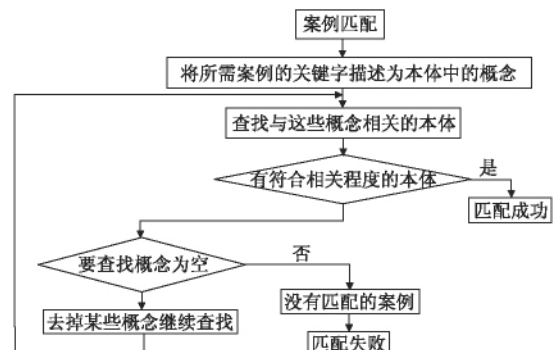


图2 应急预案查找流程

概念与应急预案本体相关程度的计算,是将本体看做断言三元组(asserted triple)的集合,每个三元组表示主体与客体之

间的关联关系。先对本体进行推理得到与这个概念相关联的概念集合(即与  $c$  在同一个三元组中的概念集合),然后计算这个概念集合与本体的相关程度得到的。本文在 TP/IDF<sup>[9]</sup>与文献[10]的基础上,给出概念与应急预案本体的相关程度的计算如下:给定本体集合  $\Omega = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ ,  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$  分别为一个应急预案本体  $c$  为一个概念。这里首先通过对本体进行推理,得到与  $c$  关联的概念集合  $[c]$ 。分别定义  $[c]$  中的每个概念  $c$  在本体  $o_1, o_2, \dots, o_n$  中的权重,分别记为  $w_1, w_2, \dots, w_n$ 。将  $[c]$  中每个概念  $c$  的权重看做本体  $o_i$  在向量空间上某一维度的取值,这样就可以根据  $[c]$  将本体进行向量化。然后通过计算向量间的夹角余弦就可以得到  $[c]$  中的概念与每个应急预案本体的相关程度,公式如下:

$$w_{ij} = \log(f(c_i, \rho_j) + 1) \times \log\left(\frac{n}{n_i} + 1\right) \quad (1)$$

$$\cos \theta_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{|[c]|} w_{ij} \times w_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{|[c]|} w_{ij}^2 \times \sum_{i=1}^{|[c]|} w_{ik}^2}} \quad (2)$$

其中:  $w_{ij}$  表示  $o_i$  在  $[c]$  中的第  $i$  个维度上的向量值,即概念  $c_i$  在本体  $o_j$  中的权重。式(1)中的  $n$  表示本体集合中本体的个数,而  $n_i$  表示含有概念  $c$  的本体的个数;  $f(c_i, \rho_j)$  表示概念  $c_i$  在本体  $o_j$  中出现的频率。式(2)则用来计算两个多维向量的夹角余弦的大小,即  $[c]$  中的概念与每个应急预案本体的相关程度。对所有概念与这个应急预案本体的相关程度求和,即可得到所需案例本体与这个应急预案本体的相关程度。

图3所示的“突发事件信息”是货物在运输到某一路段车辆发生火灾,但是没有人员伤亡,运输的货物中有部分泄漏,且发生时间是上午车流高峰期,则将这一事件中的关键字“火灾”“上午”“车辆高峰”“货物泄漏”翻译成本体中的概念,并在应急预案本体库中进行查找匹配。“案例背景信息”即为可匹配的应急预案本体。可见并没有案例可以完全匹配这四个关键字,但去掉“货物泄漏”后即可成功匹配。

### 2.3 物流应急预案的连接

当可匹配的物流应急预案有多个时,需要将应急预案进行连接以形成内容更完整的应急预案,如对图3的突发事件进行匹配时,有多个符合条件的应急预案本体,但这些应急预案本体侧重的概念不同,如有的侧重“火灾”,有的侧重“车流高峰”,将这些本体连接后可得到更多的信息。由于不同应急预案表示为不同本体,应急预案的连接即为不同应急预案本体的连接。OWL<sup>[11]</sup>为W3C推荐的描述语言,该语言可通过 OWL: imports 声明将一个本体文件导入另外一个本体文件,从而将不同应急预案本体连接起来。但是由于 OWL 的描述能力主要在于以类别为基础的关联性推理,若知识不是用类别方式表达时,OWL 便难以表示<sup>[12]</sup>,因此本文又利用 Jena<sup>[8]</sup>支持规则的特点连接本体模块,如下面的规则表示:如果  $x$  是本体  $Oa$  中的 task(任务),  $y$  是本体  $Ob$  中的 task(任务),那么在本体  $Oa$  和本体  $Ob$  连接后形成的本体  $O$  中有  $x$  组成  $y$  的关系:

$$(?x \text{ rdf:type } Oa: \text{task}) \rightarrow (?y \text{ rdf:type } Ob: \text{task}) \rightarrow (?x \text{ O: compose } ?y)$$

将不同应急预案本体连接后会产生新的结论,而这些新的结论可能会与原有结论相冲突,从而破坏原有语义,甚至产生不一致的结论。例如应急预案本体  $Oa$  和  $Ob$  中均含有概念  $A$  和  $B$ ( $A$  和  $B$  在  $Oa$  和  $Ob$  具有相同的概念名),在  $Oa$  中声明  $A$  是  $B$  的子集,即  $A \subseteq B$ ,在  $Ob$  中声明为  $A$  和  $B$  是不相交的,即  $A$

$\cap B = \emptyset$ ,当这两个预案本体连接在一起后必然产生不一致问题。

为避免在应急预案本体连接中不一致问题的产生,本文提出以下原则:  $Oa$  和  $Ob$  是任意两个不同的应急预案本体,则  $Oa$  和  $Ob$  应满足下列条件:

a)  $Oa \cap Ob = \emptyset$ 。

b) 若  $\alpha$  为  $Oa$  中的概念,则  $Oa \cup Ob \models \alpha$  当且仅当  $Oa \models \alpha$ 。

条件 a) 表示两个应急预案本体交集为空,即没有相同概念;条件 b) 表示应急预案本体连接后产生的结论不能改变原有应急预案本体内部语义,连接只可增加两个应急预案本体间概念的联系。这是因为本体的目标即提供对领域知识的共同理解,应急预案本体中的知识已经被专家良好建立,在使用时不能轻易改变其语义。这两个条件保证了已经定义好的应急预案本体在使用时语义的正确性,避免错误使用应急预案本体。

当通过 OWL: imports 方法连接不同应急预案本体时,可对不同应急预案本体定义不同的命名空间,这样不同应急预案本体间就不会有相同概念,且也不会改变原有应急预案本体的语义。当通过 Jena 规则连接不同应急预案本体时,除了需要对不同应急预案本体定义不同的命名空间之外,且当增加一条连接规则后,若产生的结论中存在只涉及一个应急预案本体中概念的结论,则须与这个应急预案本体推理的结论作比对,如果这个应急预案本体没有此结论,则说明连接规则定义错误,需要撤销这条规则,否则可成功添加此条规则。

### 2.4 物流应急预案的查询

在得到可匹配的应急预案本体后,对应急预案本体进行查询,以找到所需的结论。SPARQL<sup>[13]</sup>是W3C推荐的基于RDF的本体查询语言,与RDF类似,SPARQL查询本身也是一个三元组模式,不同的是SPARQL的三元组中可以出现变量。本文用Java应用程序调用Jena的SPARQL功能实现对本体进行查询,从而得到所需结论。例如查询匹配本体中所有的任务:

```
String queryString = "SELECT ?x WHERE{ ? x rdf:type task} ";
//生成 SPARQL 查询语句
Query query = QueryFactory.create(queryString);
//生成 Jena 对应的查询语句
QueryExecution qe = QueryExecutionFactory.create(query, O);
//在可匹配本体 O 中执行查询语句
ResultSet results = qe.execSelect();
//获取查询结果集
QuerySolution soln = results.nextSolution();
//取出查询结果
```

通过 SPARQL 查询图3得到的可匹配本体中的 task(任务),以及 task 所用到的 role(人员角色)和 resource(资源),可得到如图4所示的结果,即有3个任务符合查询条件,且查询出了每个任务所需的人员角色与资源。

### 2.5 物流应急预案本体的推理应用

利用 Jena 提供的推理引擎可对物流应急预案本体进行推理,但2.1节中的 mutualParallel 和 completeParallel 属性定义并不完整,这样大大削弱了推理挖掘隐含知识的作用。Jena 推理引擎中的通用规则推理机(generic rule reasoner)可支持自定义原语(builtin),Jena 中的原语是一个基本操作,被规则调用后可用于测试或执行特定的动作,因而可通过扩展 Jena 原语,并用规则调用原语,以弥补本体在表达能力上的不足。本节通

过自定义原语,并用规则调用,从而完整表达 mutualParallel 和 completeParallel 属性,表 2 即为自定义原语。

图3 应急预案匹配结果

图4 应急预案查询结果

表 2 自定义原语设计

原语	操作
isMutualParallel( ? x , ? y )	x 和 y 为 task 类的实例,测试 x 和 y 是否有 mutualParallel 属性
isCompleteParallel( ? x , ? y )	x 和 y 为 task 类的实例,测试 x 和 y 是否有 completeParallel 属性

为实现原语所对应的操作,需要为自定义的每个原语设计相应的 bodyCall 方法和 headAction 方法,这两个方法是 Jena 中原语的基类 BaseBuiltin 的两个主要方法。在前向规则中,当原语位于规则体中时,推理引擎调用 bodyCall 方法,如果返回 true,将继续应用当前规则,否则将停止应用当前规则;当原语位于规则头时,如果规则左端的条件成立,推理引擎调用 headAction 方法做相应动作<sup>[8]</sup>。表 2 中的自定义原语主要用于变量间关系的测试,一般仅应用在规则体中,因而只定义 bodyCall 方法。下面是 isCompleteParallel 原语的 bodyCall 方法的伪代码, isMutualParallel 的 bodyCall 方法可进行类似定义。用规则调用自定义的原语可表示为

```
( ? x rdf: type task ) ( ? y rdf: type task ) isCompleteParallel( ? x , ? y )
→ ( ? x completeParallel ? y )
```

即如果 ? x 和 ? y 均为 task 的实例,且 isCompleteParallel( ? x , ? y ) 成立,则 ? x 与 ? y 之间有 completeParallel 属性,这样便给出了两个任务实例之间具有 completeParallel 属性的明确定义。mutualParallel 属性可进行类似定义。

isCompleteParallel 的 bodyCall 方法的伪代码如下:

```
Boolean bodyCall( Node[] args ,int length ,RuleContext context)
/* args 为原语的参数列表,对于 isCompleteParallel( ? x , ? y ) ,
args[0]即为 ? x ,args[1]即为 ? y ,length 是 args 数组的长度 ,
context 为从 Jena 通用规则推理机得到的上下文信息* /
{
    task1 = getTaskFromContext( context ,args[0] );
    task2 = getTaskFromContext( context ,args[1] );
    //task1 和 task2 分别为任务类的实例
    ontM = getOntModelFromContext( context );
    //ontM 为上下文中获得的本体模型
    for( res each resource of task1 ) {
        if( ontM.contains( task2 hasResource res ) )
            return false;
        /* 对于 task1 所用的每个资源 res ,如果 task2 与此资源有
        hasResource 关系,即 task2 也会用到此资源则返回 false* /
    }
    for( rol eachrole of task1 ) {
        person1 = getRo1Person( rol );
        //person1 为 task1 所需角色对应的参与人
        if( ontM.contains( task2hasRoles rol2 ) & ontM.contains( person1
        isRoles rol2 ) )
```

```
return false;
```

```
/* 对于 task1 所用的每个角色所对应的参与人,如果 task2 也
会用到此参与人则返回 false* /
```

```
}
return true;
}
```

物流应急预案本体中的概念明确定义后,可将本体用于推理应用,推理应用的流程如图 5 所示。首先 Jena 将物流应急预案本体解析为三元组形式,之后输入 Jena 推理引擎进行推理。Jena 推理引擎包括两部分: a) OWL 推理机,将用 OWL 描述的本体转换为规则,即将类和属性转换为实例之间的关系进行推理; b) 通用规则推理机,通用规则推理机不仅会处理经过 OWL 推理机产生的规则,而且会调用自定义的原语和规则,从而得到最后的结论。

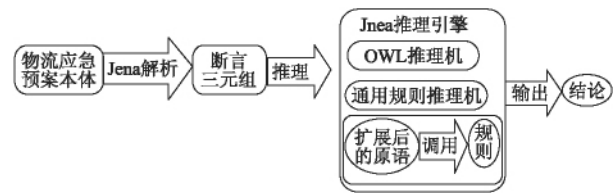


图5 物流应急预案本体的推理

### 3 结束语

由于物流应急预案的实质是知识,因而可利用本体捕获其领域知识,并从不同层次的形式化模式上给出这些知识中所包含的概念以及概念之间相互关系的明确定义,从而让计算机可智能地处理应急预案。本文首先利用本体对物流应急预案进行描述,利用本体相似度的查询对应急预案本体进行匹配,为获得内容更全面的应急预案,可使用 OWL: imports 和 Jena 规则将所需的多个应急预案本体连接,在连接中可能会破坏原有应急预案本体的语义甚至产生不一致,因而本文提出了应急预案连接约束规则,避免了这样问题的发生。对连接之后的本体进行查询和推理,从而找到所需预案和结论。为避免由于本体中的概念不能明确定义而影响推理效果的问题,本文通过自定义原语和规则弥补物流应急预案本体在表达能力上的不足。用本体描述物流应急预案模型可促进知识共享,同时可促进物流应急处理的自动化和智能化发展。

参考文献:

- [1] 徐东. RFID 在应急物流领域的应用[J]. 中国电子商情( RFID 技术与应用) 2007 4(6): 18-20.
- [2] 欧忠文,王会云,姜大立,等. 应急物流[J]. 重庆大学学报, 2004, 27(3): 164-167.
- [3] 王旭坪,傅克俊,胡祥培. 应急物流系统及其快速反应机制研究[J]. 中国软科学 2005(6): 127-131.
- [4] HU Jia-xiang, ZHAO Lin-du. Research on agent-based modeling for an emergency logistics management system[C]//Proc of the 4th International Conference on WiCom. 2008: 1-4.
- [5] GRATHWOHL M, De BERTR F, De BEUVRON F de B et al. A new application for description logics: disaster management[C]//Proc of International Workshop on Description Logics. 1999: 17-22.
- [6] HOOGENDOORN M, JONKER C M, POPOVA V, et al. Formal modelling and comparing of disaster plans[C]//Proc of the 2nd International Conference on Information Systems for Crisis and Management. 2005: 97-107.

(下转第 4227 页)

圆绘制在 MO 控件上, 利用 MO 求得椭圆与河道岸的交点, 使得椭圆能与河道岸相交于四点, 如图 1 所示的 A、B、C、D, 其中有两个点为第一个控制断面两岸的控制节点(图中 A、D)。连接 AD、BC, 同时保证 AB 与河流中心线交点到 BC 与河流中心线交点的距离为网格的大小; 然后根据网格大小的需要, 将 AB、CD 分成相同的段数, 连接相应点形成网格。

在绘制完成第一个椭圆之后, 沿着河流中心线, 在离上一个椭圆中心不远处选取第二个点作为下一个椭圆的中心点, 按上述方法建立直角坐标系和绘制椭圆, 同样利用 MapObjects 求出椭圆与河道岸线的交点, 使其满足以下各个条件:

- 椭圆与河岸线有四个交点, 图 1 中的 B、C、E、F;
- 其中两个交点是上一个椭圆河岸线的交点(B 和 C);
- 沿垂直河流中心线方向连接四个交点, 两两交点之间连线的距离为网格大小, 形如上面所提到的 AD 与 BC 或者是 BC 与 EF 的距离。

在椭圆确定后, 利用上述原理形成网格线, 绘制网格。绘制完成之后, 再沿河流中心线方向选取下一个点, 继续绘制椭圆, 重复上面的工作, 直至达到最后一个控制断面。

### 3 仿真分析

依据上述所说的河流中心线拟合算法和网格生成算法, 在 VC 6.0 开发平台中搭建系统平台, 利用 MO 控件加载长江河流的地图信息, 之后利用鼠标选定需要进行网格化的区域, 再在这些区域的河岸线上选取控制点, 确定控制断面, 设置好网格大小和网格生成算法, 点击启动仿真按钮, 对选定区域进行网格化处理, 得到效果图如图 2 所示。

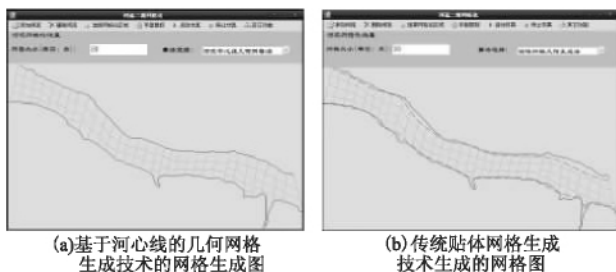


图2 长江某段网格化图

图 2(a) 和 (b) 分别为基于河流中心线几何网格生成技术和传统的贴体网格技术生成的河流网格仿真图, (b) 中的虚线是贴体网格生成技术拟合得到的河岸边界线。通过对比两图不难发现, 虽然两种方法都能够对河流选定区域进行网格化处理, 但是 (b) 中拟合的河岸线与实际河岸线出现偏差, 尤其是在河道形状变化区域较大的地方, 河岸的拟合效果相对较差, 所得出的网格边界与实际河岸边界相差甚远。虽然本文中用到了三次插值函数的拟合, 但是由于拟合的是河流的中心

曲线, 造成的误差对整体的网格质量影响小。在基于河流中心线的网格生成方法中, 由于没有对河道两岸进行模拟, 直接求其与椭圆得到交点, 所以得出的网格边界与河道边界完全重合。

### 4 结束语

基于河流中心线的网格生成技术提高了河道二维网格化的质量, 解决了网格边界与河岸边界的拟合问题, 但是由于选取控制断面的过程是依靠人工完成, 取决于操作人员的主观判断, 这会对河流网格化造成误差, 所以如何实现控制点的自动选取或是避开手动选择控制点以此进一步提高生成的网格质量还有待于进一步的研究和探索。

#### 参考文献:

- [1] 宋国浩, 张云怀. 水质模型研究进展及发展趋势[J]. 装备环境工程, 2008, 5(2): 32-36.
- [2] 耿庆斋, 张行南, 王思宇. 基于 MO 的二维正交曲线网格生成技术及其应用[J]. 水电能源科学, 2006, 24(3): 18-20.
- [3] 戎贵文, 魏文礼, 刘玉玲, 等. 复杂边界正交曲线网格生成技术[J]. 武汉大学学报: 工学版, 2010, 43(4): 454-456.
- [4] 蒋丽丽, 孙建国. 基于 Poisson 方程的曲网格生成技术[J]. 世界地质, 2008, 27(3): 298-299.
- [5] THOMPSON J F, WEATHERILL N P. Aspects of numerical grid generation[C]//Proc of the 11th AIAA Applied Aerodynamics Conference, 1993: 1029-1070.
- [6] SHIH T I P, BAILEY R T. Algebraic grid generation for complex geometries[J]. International Journal Numerical Methods in Fluids, 1991, 13(10): 1-13.
- [7] 孙力胜, 郝建靖, 陈建军, 等. 二维自适应前沿推进网格生成[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(3): 146-148.
- [8] 张明进, 杨星. TK-2DC 软件前处理模块—贴体正交网格生成软件开发[J]. 水道港口, 2008, 29(2): 124-125.
- [9] THOMPSON J F, WARSIELE U A. Numerical grid generation[M]. Amsterdam: North-Holland, 1985: 321-323.
- [10] MATSUNO K. High-order upwind method for hyperbolic grid generation[J]. Computers & Fluids, 1999, 28(10): 825-851.
- [11] 傅俊银, 逢勇, 夏明芳. 长江(江苏段)贴体二维正交网格的生成技术[J]. 科技信息(科学教研), 2008(3): 16-20.
- [12] 董耀华. 河势贴体河道平面二维正交网格生成方法的研究及应用[J]. 长江科学院院报, 2001, 18(4): 14-17.
- [13] 韩鹏. 地理信息系统开发——MapObjects 方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004: 272-287.
- [14] 薛伟. MapObjects——地理信息系统程序设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 73-77.
- [15] 杨程, 李春光, 吕岁菊. 贴体网格的生成方法及其在天然河道数值模拟中的应用[J]. 宁夏工程技术, 2009, 8(1): 5-6.

(上接第 4212 页)

- [7] STUDER R, BENJAMINS V R, FENSEL D. Knowledge engineering principles and methods[J]. Data and Knowledge Engineering, 1988, 25(1-2): 161-197.
- [8] REYNOLDS D. Jena2 inference support [EB/OL]. (2010) [2011-03-22]. <http://jena.sourceforge.net/>.
- [9] RICARDO B Y, BERTHIER R N. Modern information retrieval[M]. [S.l.]: Addison Wesley, 1999.
- [10] 虞为, 陈俊鹏, 曹家恒. 一种对语义网上本体进行检索和排序新

方法[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(6): 1044-1048.

- [11] MIKE D, DAN C, van FRANK H, et al. Web ontology language (OWL) reference version 1.0 [EB/OL]. (2002-10-01) [2011-03-12]. <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- [12] SMITH M K, WELTY C, MCGUINNESS D L. OWL Web ontology language guide [EB/OL]. (2004-02-10) [2011-03-15]. <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>.
- [13] W3C. SPARQL query language for RDF [EB/OL]. (2011) [2011-03-22]. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.