

DOI:10.13203/j.whugis.20140823



文章编号:1671-8860(2017)06-0768-07

时空约束下任务驱动的遥感影像发现案例推理方法

李 铭^{1,2,3,4} 朱欣焰² 段 炼^{3,4} 芮 维² 姚 明¹

1 南昌大学空间科学与技术研究院,江西 南昌,330031

2 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,湖北 武汉,430079

3 广西师范学院北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室,广西 南宁,530001

4 广西师范学院广西地表过程与智能模拟重点实验室,广西 南宁,530001

摘 要:遥感应用任务与遥感影像的关联关系在时空约束下非常复杂,难以抽象且不易精确建模。通过任务发现遥感影像的方法直接在遥感应用任务和遥感影像之间建立关联,不仅关联关系维护困难,而且忽略了时空因素的影响,导致查询准确率不高。利用基于案例的推理技术,将难以抽象成规则和精确建模的任务与遥感影像在时空约束下的关联隐含在案例中,设计相应的类比推理模型,实现通过任务智能检索相关遥感影像。原型系统实验表明了该方法的可行性,并提升了遥感影像数据的服务效果。

关键词:遥感影像发现;任务驱动;案例推理;类比推理;空间数据检索

中图法分类号:P237;TP79

文献标志码:A

遥感影像是农业、灾害、资源环境、公共安全等重大问题进行宏观决策的依据之一。遥感应用涉及部门众多、覆盖面广、需求复杂;因此,其面临的关键问题之一就是如何面向减灾、应急响应等各种遥感应用提供便捷、高效的数据发现手段,以快速获取所需遥感影像^[1-2]。

遥感影像发现通常是任务驱动的^[3],例如针对应急响应、水稻估产任务进行遥感影像查询^[4]。文献[5,6]利用规则建立任务和数据源之间的关联以实现通过任务自动检索空间数据。Bayarri等利用规则将查询任务转化为查询关键词来帮助用户发现所需数据^[7]。文献[8]使用用户需求语义模型实现了基于自然语言的遥感影像发现,其中包含了任务驱动的发现。这些方法大多基于本体和规则实现通过任务发现遥感影像或空间数据。一方面规则的获取需要大量领域专家的参与,另一方面规则的冲突和维护也是一个棘手问题。更为重要的是,这些研究都忽略了时空因素对遥感影像选择的影响。

时间和空间作为任务驱动的遥感影像查询条件,不仅是作为关键字对结果进行筛选过滤,也是作为一种约束与任务一起影响着遥感影像的选择^[9]。例如,对于水稻估产任务,在全国尺度下和省级尺度下所使用的遥感影像空间分辨率是不同的。但是,空间尺度和空间分辨率之间无确定的关系^[10-11]。在我国南部平原地区和西部山地对水稻估产任务的遥感影像空间分辨率的要求也不同,山地地区通常比平原地区需要更高空间分辨率的遥感影像。即尺度、地物时空分布规律等都影响着遥感影像的选择,使得任务与遥感影像特征参数的关系在时空因素影响下表现得非常复杂,难以精确对其建模或抽象为规则。因此,仅本体、规则技术还不能满足时空约束下任务驱动遥感影像发现的需求,需要引入其它理论和技术来建立两者间的关联。

案例推理(case-based reasoning, CBR)是人工智能中一项重要推理技术,其利用过去解决类似问题的经验来解决新的问题,非常适合于知识

收稿日期:2015-12-22

项目资助:国家科技支撑计划(2012BAH35B03);国家自然科学基金(41201405);测绘遥感信息工程国家重点实验室开放基金((16)重04);测绘遥感信息工程国家重点实验室专项科研经费;广西地表过程与智能模拟重点实验室开放基金(2015GXESPKF02);江西省自然科学基金(20151BAB207004)。

第一作者:李铭,博士,助理研究员,主要从事空间信息智能服务研究。liming10307@163.com

通讯作者:朱欣焰,博士,教授。geozxy@263.net

结构复杂、难以定义和描述以及须有丰富经验的领域^[12]。国内外已经在遥感影像处理、土地利用分类预测等空间信息领域进行了 CBR 的应用与研究,现在空间信息与 CBR 的结合正受到越来越多的关注^[13]。

本文利用 CBR 来桥接时空约束下任务与遥感影像特征参数之间的关联,围绕 CBR 的关键问题,建立遥感影像应用案例的表达模型和相似性度量模型,实现从任务到遥感影像特征参数的转化,完成遥感影像的智能检索,并对将来推进遥感信息的智能服务及遥感数据的行业应用及大众化应用具有积极意义。

1 概念模型

案例推理过程是一个循环过程^[12],如图 1 所示。该循环包含四个基本步骤:①案例检索;②案例复用;③案例修正;④案例保留。

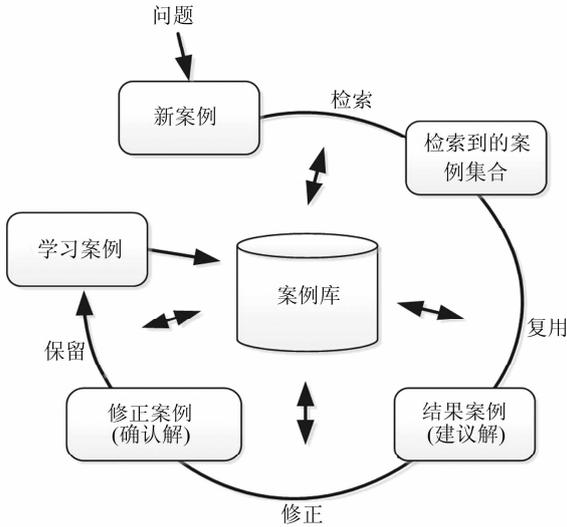


图 1 CBR 问题解决流程
Fig. 1 Cycle of CBR

在 CBR 中,案例是指对解决问题起关键作用的经验,一般包括问题描述和解决方案两个部分。案例通常存储于案例库中,是对案例检索、复用、修正、保留过程的数据支撑。CBR 推理时,新问题首先用与历史案例相同的结构进行表示、描述,即是一个不包含解决方案部分的新案例;然后在案例库中检索一个或多个之前的与新案例相似的案例;检索到的相似案例与该新案例一起,通过复用形成一个新的建议解决方案;建议解决方案在修正阶段通过测试或者评价以确定该方案是否可行,如果不行则对其进行修正;保留阶段是 CBR 的学习过程,如果新的解决方案可用,则根据案例

库的标准对其进行评估,在证实其确实为一种新的有用的经验时,将该经验知识更新到案例库,更新过程可以是添加新的案例也可以是修改部分已有案例。

基于 CBR 进行任务驱动的遥感影像发现也遵循案例推理的一般流程,如图 2 所示。当用户提交遥感应用任务、空间及时间的查询后,系统在案例库中寻找与查询对象相似的历史案例,检索到的案例与查询一起形成结果案例,最后从结果案例中获取遥感影像参数信息并转化为对遥感影像元数据的查询。本文重点关注图 2 中的案例检索部分,虚线部分的案例修正和案例保留不作讨论。

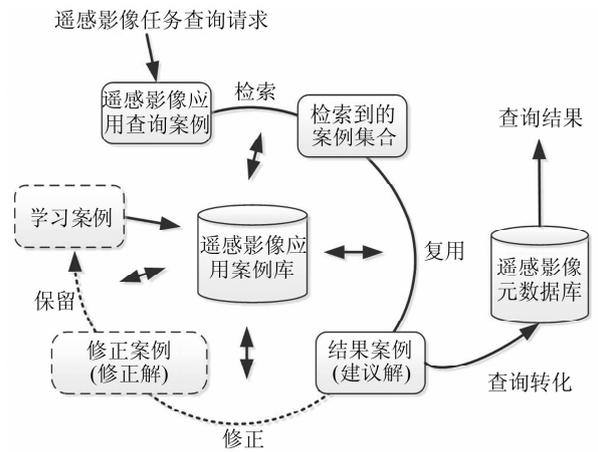


图 2 基于 CBR 的任务驱动的遥感影像发现概念模型
Fig. 2 CBR Based Concept Model for Task-Driven Remote Sensing Image Discovery

2 关键技术

遥感影像应用案例由问题描述和解决方案两部分组成。问题描述包含时间、空间以及遥感应用任务三个要素,其含义为在什么时间、什么地点进行了何种遥感影像应用任务。解决方案描述了使用何种传感器的何种遥感影像、达到了什么效果以及通常记录所使用的遥感影像参数或传感器信息。即遥感影像应用案例在结构上可表示为一个五元组:遥感影像应用案例=(遥感应用任务,时间,空间,遥感影像参数,效果)。

案例的相似性计算与检索是 CBR 问题求解的核心,其相似性计算公式为:

$$\text{Sim}(c_i, c_j) = \omega_t \cdot S_t(c_i, c_j) + \omega_s \cdot S_s(c_i, c_j) + \omega_m \cdot S_m(c_i, c_j) \quad (1)$$

式中, S_t 、 S_s 、 S_m 分别为两案例 (c_i, c_j) 在时间、空间和遥感应用任务上的局部相似度; ω_t 、 ω_s 、 ω_m

分别是三个相似度的权重系数,总和为1,且具体取值因遥感应用任务的特点而有所差异,可利用先验知识进行设定。

2.1 时间相似度

时间相似度是两个案例在时间元素上的相似程度。一般来说,时间间隔越远,相似度越低。但是,某些遥感应用任务存在一定的周期性,例如对于中稻,其抽穗期在每年九月上旬左右,其相似度计算应以此为基准计算相似度。根据这些特点,将时间相似度表达为式(2):

$$S_t(c_i, c_j) = \begin{cases} \alpha_d^{d_d}, & \text{一般任务} \\ \alpha_y^{|d_y|} \alpha_m^{|d_m|} \alpha_d^{|d_d|}, & \text{周期任务} \end{cases} \quad (2)$$

式中, $\alpha_y, \alpha_m, \alpha_d$ 分别是时间在单位年、月、日上的衰减因子,一般取值在 0~1 之间;对于一般任务,间隔越远相似度越低, d_d 是以日为单位的时间距离;对于周期型任务, $|d_y|, |d_m|, |d_d|$ 分别是以周期为基准计算的在年、月和日上的时间距离。例如,对于水稻估产任务,通过物候历时间可以获得每年的九月上旬都是中稻的抽穗期,则 2013 年 9 月 3 日与 2012 年 9 月 8 日属于同一周期上的特殊日期,此时 $|d_m|$ 和 $|d_d|$ 都为 0, $|d_y|$ 为 1, 只有 α_y 衰减因子发挥作用。判断两个日期是否属于同一周期上的特殊日期,可以根据遥感应用任务类型来动态计算。

2.2 空间相似度

文献[14]认为空间案例的相似性计算可以分为三类:① 加入符号化空间关系的空间案例相似性计算;② 加入空间几何形态信息的相似性计算;③ 空间关系和空间几何形态同时加入的相似性计算。由于成像区的空间几何形态对遥感影像的选择无直接影响,本研究对其暂不考虑。在遥感影像发现的背景下,遥感应用案例的空间相似性由空间尺度相似性、空间关系相似性两部分组成,如式(3)所示:

$$S_s(c_i, c_j) = S_{scale}(c_i, c_j) \cdot S_{sr}(c_i, c_j) \quad (3)$$

1) 尺度是遥感的基本问题之一^[15-16]。地物的电磁波谱特征在不同的尺度下,呈现不同的性质。遥感影像的选择受到观测区空间尺度和遥感影像成像尺度的影响,尺度相差越大,遥感影像选择的差异越大。本文使用一个基于维度和面积的空间尺度相似因子作为衡量指标,如式(4)所示:

$$S_{scale}(c_i, c_j) = \beta^{-\ln D_{shape} \frac{\min(Area_i, Area_j)}{\max(Area_i, Area_j)}} \quad (4)$$

$$D_{shape} = \begin{cases} 0, & \text{diff(shape}_i, \text{shape}_j) > 0 \\ 1, & \text{其它} \end{cases} \quad (5)$$

式中, β 是尺度衰减因子,取值在 0~1 之间; $Area_i, Area_j$ 分别是用户查询的观测区和案例库中某个案例观测区的面积,当观测区为线状要素时,取其外界矩形的面积;当两观测区都为点状要素时,空间尺度相似性为 1。 D_{shape} 是用户查询的观测区与待比较案例的观测区几何形状维度差异系数。几何形状维度按点、线、面依次排列,点与线、线与面的维度差异系数为 0,其他情况为 1。在一个尺度下观测到的地物特征,在另一个尺度下可能相似,也可能需要修正。因此,当尺度相似度小于某一个阈值时,还需要直接否定该案例的结果。

2) 空间关系相似性。在缺乏第三个参照物的情况下,两个对象之间的空间关系呈现为相关性而非相似性。依据空间关系组成,空间关系相关性分为拓扑关系相关性、方位关系相关性和度量关系相关性三类。记 I_i, I_j 分别为两空间对象实例,以下为三类空间关系相关性计算方法。

(1) 拓扑关系

两空间对象通过空间关系 R_d 直接相连,取两空间对象比较方向上的拓扑关系权重作为相关性取值,记为:

$$S_{topo}(I_i, I_j) = \omega(R_d) \quad (6)$$

式中, $\omega(R_d)$ 的取值需要依据两空间对象间可能的拓扑关系来设定,本文以面面间拓扑关系为例进行说明。依据拓扑概念邻居图思想^[17],如表 1 所示设定不同几何类型之间 $\omega(R_d)$ 值,其中对于覆盖/包含、被覆盖/被包含不做严格区分,且权重可根据实际计算结果不断调整,以达到最优状态。

表 1 拓扑关系权重

Tab. 1 Weights of Topology Relationships						
拓扑关系	相离	相接	重叠	包含	被包含	相等
面/面	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
线/面	0	0.2	0.5	/	1	/
点/面	0	0.5	/	/	1	/
线/线	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
点/线	0	0.3	1	/	1	/
点/点	0	0.8	1	/	/	1

(2) 方位关系

在方位关系相关性中,以包含两空间对象实例的最小行政区 S_{MinAdm} 作为参考对象,依据方位概念邻居图^[18],计算两者的方位关系联系强度。空间对象 I 相对于参考对象 S_{MinAdm} 的定性方位关系表示为 $Dir(S_{MinAdm}, I)$; DIS_{dir} 是两空间对象方位关系在方位概念邻居图中的路径长度,方位概念邻居图中的最大路径长度为 6;则方位关系相关性为:

$$S_{dir}(I_i, I_j) = 1 - \frac{DIS_{dir}(Dir(S_{MinAdm}, I_i), Dir(S_{MinAdm}, I_j))}{6} \quad (7)$$

(3)度量关系

记 $dis(I_i, I_j)$ 为空间对象 I_i, I_j 基于质心的距离, $MaxDis$ 是空间场景中两空间对象的最大距离, 则空间对象 I_i, I_j 度量关系的相关性为:

$$S_{dis}(I_i, I_j) = 1 - \frac{dis(I_i, I_j)}{MaxDis} \quad (8)$$

两空间对象实例的空间关系相关性是三类空间关系相关性的加权和:

$$S_{sr}(c_i, c_j) = \omega_1 \cdot S_{topo} + \omega_2 \cdot S_{dir} + \omega_3 \cdot S_{dis} \quad (9)$$

式中, $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 是三类空间关系相关性的权重, 其总和为 1。

2.3 遥感影像应用任务相似度

以农业领域为例, 阐述遥感影像应用任务本体, 其片段如图 3 所示。遥感影像应用任务可依据不同的领域分类, 在农业领域主要有农作物估产、农业灾害监测、农业工程监测、农业资源监测等若干大类任务, 农作物估产还可细分为作物精细分类、作物长势监测、作物单产监测、作物面积监测等。每个遥感影像应用任务都有一个“是否周期”的布尔属性, 对于每个农业领域应用任务还有“观测对象”属性, 其目标是农作物。一季稻估产是作物单产监测的实例, 是一个周期型任务, 观测对象为一季稻; 通过一季稻特性可进一步确定观测时间周期。

基于文献[19], 进行遥感影像应用任务的相似度计算, 首先将遥感影像应用任务概念表示为与其关联节点的密度函数向量, 并最终基于余弦相似度模型来计算遥感应用任务的相关度。对于两个不同遥感应用任务, 设其对应的关联节点密度函数向量分别为 M_i, M_j , 遥感应用任务概念相似度计算为:

$$S_m(c_i, c_j) = \frac{M_i \cdot M_j}{\|M_i\| \|M_j\|} \quad (10)$$

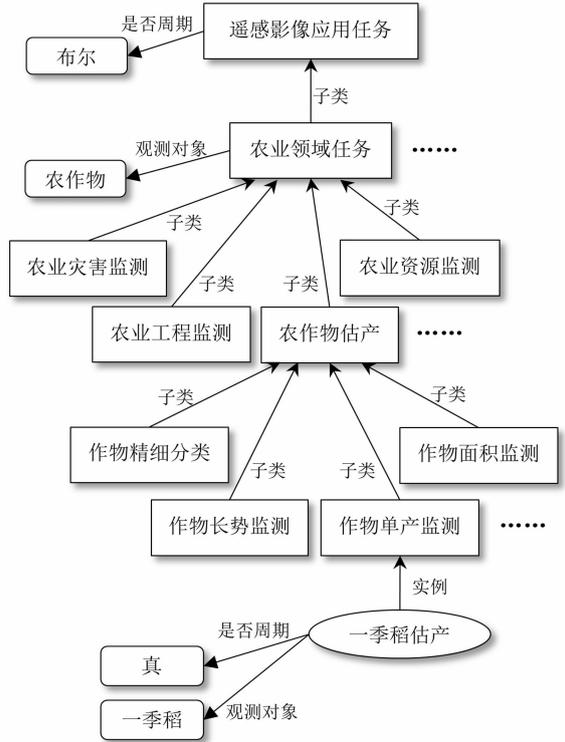


图 3 遥感影像应用任务本体片段
Fig. 3 Fragments of Task Ontology

通过案例相似度计算, 获得与查询相似的案例集合, 截取相似度大于某一阈值的案例, 并从其解决方案部分提取可能的遥感影像参数, 用以构造遥感影像元数据的查询。

3 实验

基于本文提出的检索方法, 以 Java 为开发工具开发了一个原型系统。利用 Protégé 建立遥感应用任务的本体, 共包含概念 341 个。以农业遥感应用相关文献资料为基础, 提取并整理出相关案例 387 个, 并以此形成案例库, 部分案例如表 2 所示。该系统以时间、空间以及遥感应用任务作为输入, 对遥感影像元数据进行查询, 验证本文提出的模型及算法。系统运行界面如图 4 所示。

表 2 部分案例

Tab. 2 Parts of Cases

时间	空间	遥感应用任务	所需传感器特征	完成效果	
1	2012-04-10	河南省	冬小麦估产	MODIS-NDVI	90-72
2	2012-04-05	陕西省	冬小麦估产	SPOT VGT/NDVI	92
3	2000-06-04	广东省	水稻估产	RADARSAT-SNB	95
4	2010-02-05	龙口市	冬小麦估产	MOD13A1	90
5	2007-04-15	聊城市	农作物长势监测	CBERS	85

为验证本文方法的查询效率,收集了经用户确认的4条农业遥感影像应用任务查询,如表3所示。4条查询覆盖了三类农业遥感应用任务,以及不同的空间范围、空间尺度及时间范围。以ISO19139标准模拟了200条元数据作为测试集。元数据的地域范围覆盖湖北省,时间跨度为2012年全年,传感器信息从NOAA/AVHRR、MODIS、SPOT、IKONOS、RADARSAT、TerrSAR、资源一号02C、资源三号、HJ-1-A/B上搭载的传感器中随机选择。将200条农业领域的遥感影像需求用例平均分为4组,进行准确率和召回率的测试。将本文提出的CBR方法与文献[5]的基于规则的方法进行对比。规则的获取采用与案例来源相同的文献资料,不考虑其中的时空因素的影响,仅建立任务与遥感影像之间的关联,最终获取规则45条。两方法查询结果的准确率和召回率的对比结果如图5所示,本文基于CBR方法的准确率明显高于基于规则的方法,CBR方法的平均准确率约为77.7%,基于规则的方法的平均准确率约为55.9;在召回率方面,CBR方法的平均召回率约为77.3%,基于规则的方法的平均召回率约为80.5%,两者较为接近。虽然基于规则的方法的召回率略高,但其准确度很低,用户需要花费大量时间和精力判断检索结果是否可用。

定程度上的原因是查询1、2中的估产类型任务具有更多的案例数;查询3的效率最低,其部分原因也是洪涝农作物损失估计类型案例数量过少。因此,需要在以后的实验中通过丰富案例库来保障查询的高效性。

表3 查询用例
Tab.3 Query Cases

序号	查询
1	长江流域稻作区,早稻估产,2012年6月23日~2012年6月30日
2	湖北省,一季稻估产,2012年8月底~9月初
3	湖北省枣阳市,洪涝农作物损失估计,2012年5月30日
4	湖北省竹山县,土壤墒情监测,2012年3月

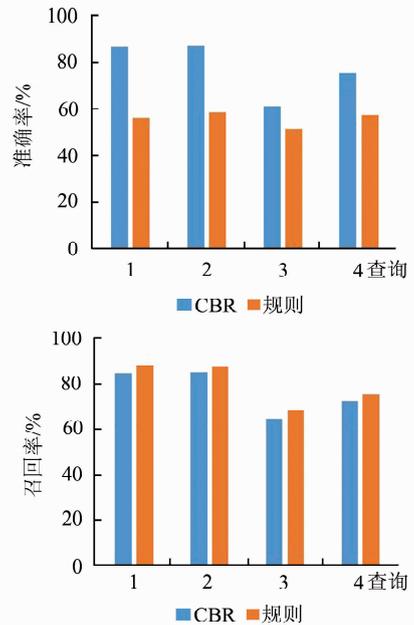


图5 CBR方法与规则方法的检索性能对比
Fig.5 Comparison of Query Performances of CBR-based and Rule-based Methods



图4 遥感影像查询结果界面

Fig.4 Screenshots of RS Image Searching Results

查询1、2的效率均比查询3、4的效率高一

4 结语

随着对观测技术不断发展,遥感数据源将不断丰富^[20]。遥感信息作为一种基础性、战略性空间信息资源,服务于国家安全与国民经济建设。

基于案例推理技术,本文提出了一种通过任务驱动来简化用户的遥感影像发现的方法。该方法降低了对用户专业知识的要求,同时顾及时空约束的影响,提高了遥感影像的查询检索效率。实例验证本文提出的方法是可行的。

但受制于案例库的规模,其查询效率还有待进一步提高,未来将进一步完善案例库建设,并研

究案例的修正和案例的保留机制,同时将该方法推广至更多的遥感应应用领域,以验证其适用性。

参 考 文 献

- [1] Karimi H A. Big Data: Techniques and Technologies in Geoinformatics [M]. Boca Raton, USA: CRC Press, 2014
- [2] Mechouche A, Abadie N, Prouteau E, et al. Ontology-Based Formal Specifications for User-Friendly Geospatial Data Discovery[M]. Berlin, Germany: Springer, 2013
- [3] Egenhofer M J. Toward the Semantic Geospatial Web[C]. ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, McLean, USA, 2002
- [4] Zhang C, Zhao T, Anselin L, et al. A Map-Reduce Based Parallel Approach for Improving Query Performance in a Geospatial Semantic Web for Disaster Response[J]. *Earth Science Informatics*, 2014, 8(3): 1-11
- [5] Wiegand N, García C. A Task-based Ontology Approach to Automate Geospatial Data Retrieval[J]. *Transactions in GIS*, 2007, 11(3): 355-376
- [6] Yang Xiaozhong, Jia Zhanjun, Liu Shilin, et al. Multi-satellites Remote Sensing Data Retrieval Based on Application Ontology[J]. *Remote Sensing Information*, 2007, 43(1): 30-36(杨小忠,贾占军,刘士彬,等.基于应用本体的多卫星遥感数据检索[J].遥感信息,2007,43(1):30-36)
- [7] Molina M, Bayarri S. A Multinational SDI-Based System to Facilitate Disaster Risk Management in the Andean Community[J]. *Computers & Geosciences*, 2011, 37(9): 1 501-1 510
- [8] Zhu X, Li M, Guo W, et al. Semantic-Based User Demand Modeling for Remote Sensing Images Retrieval[C]. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Munich, Germany, 2012
- [9] Li M, Zhu X, Guo W, et al. A Case-based Reasoning Approach for Task-Driven Remote Sensing Image Discovery Under Spatial Temporal Constraints [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations & Remote Sensing*, 2016, 9(1): 454-466
- [10] Atkinson P M, Aplin P. Spatial Variation in Land Cover and Choice of Spatial Resolution for Remote Sensing[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2004, 25(18): 3 687-3 702
- [11] Cao C, Lam N S. Understanding the Scale and Resolution Effects in Remote Sensing and GIS[M]// Scale in Remote Sensing and GIS. New York, USA: CRC Press, 1997
- [12] Aamodt A, Plaza E. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches[J]. *AI Communications*, 1994, 7(1): 39-59
- [13] Du Y, Wu D, Liang F, et al. Integration of Case-Based Reasoning and Object-Based Image Classification to Classify Spot Images: A Case Study of Aquaculture Land Use Mapping in Coastal Areas of Guangdong Province, China[J]. *GIScience & Remote Sensing*, 2013, 50(5): 574-589
- [14] Du Yunyan, Wen Wei, Cao Feng. A Study on Spatial Data Mining Using Geo-CBR and Its Application [J]. *Geographical Research*, 2009, 28(5): 1 285-1 296(杜云艳,温伟,曹锋.空间数据挖掘的地理案例推理方法及试验[J].地理研究,2009,28(5):1 285-1 296)
- [15] Su Lihong, Li Xiaowen, Huang Yuxia. An Review on Scale in Remote Sensing[J]. *Advances in Earth Science*. 2001, 16(4): 544-548(苏理宏,李小文,黄裕霞.遥感尺度问题研究进展[J].地球科学进展,2001,16(4):544-548)
- [16] Han Peng, Gong Jianya. A Review on Choice of Optimal Scale in Remote Sensing[J]. *Remote Sensing Information*, 2008, 23(1): 96-99(韩鹏,龚健雅.遥感尺度选择问题研究进展[J].遥感信息,2008,23(1):96-99)
- [17] Egenhofer M J, Al-Taha K K. Reasoning About Gradual Changes of Topological Relationships [M]// Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space. New York, USA: Springer, 1992
- [18] Bruns T, Egenhofer M. Similarity of Spatial Scenes [C]. International Symposium on Spatial Data Handling, London, UK, 1996
- [19] Liu H, Bao H, Xu D. Concept Vector for Similarity Measurement Based on Hierarchical Domain Structure[J]. *Computing & Informatics*, 2011, 30(5): 881-900
- [20] Li Deren, Shen Xin, Gong Jianya, et al. On Construction of China's Space Information Network [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2015,40(6):711-715(李德仁,沈欣,龚健雅,等.论我国空间信息网络的构建[J].武汉大学学报·信息科学版,2015,40(6):711-715)

A Case-based Reasoning Approach for Task-driven Remote Sensing Image Discovery under Spatial-Temporal Constrains

LI Ming^{1,2,3,4} ZHU Xinyan² DUAN Lian^{3,4} GUO Wei² YAO Ming¹

1 Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330031, China

2 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China

3 Key Laboratory of Environment Change and Resource Use in Beibu Gulf of Ministry of Education, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China

4 Guangxi Key Laboratory of Earth Surface Processes and Intelligent Simulation, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China

Abstract: Remote sensing (RS) images are an important source of geospatial data. However, current approaches in task-driven RS images discovery establish links between tasks and RS image parameters directly, without spatial-temporal constraints, leading to hard maintenance and low query precision. Moreover, the complex relationship between tasks and RS images under spatial-temporal constraints is difficult to model and represent by rules. Thus, this research proposes an location and time method that not only filters but also acts as spatial-temporal constraint in the discovery process, and exploits the relationships between tasks and RS data sources under spatial-temporal constraints through Case-based Reasoning (CBR). The RS application case representation model and similarity assessment model is proposed to support analogical reasoning in CBR. A prototype system was developed to validate this method. The results show that the method is a feasible approach that improves the service efficacy of remote sensing data.

Key words: remote sensing image discovery; task-driven; case-based reasoning; analogical reasoning; spatial data searching

First author: LI Ming, PhD, specializes in the intelligent geospatial information service. E-mail: liming10307@hotmail.com

Corresponding author: ZHU Xinyan, PhD, professor. E-mail: geozxy@263.net

Foundation support: The National Basic Research Program of China, No. 2012BAH35B03; the National Natural Science Foundation of China, No. 41201405; the Open Research Fund of State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, No. 16 (Key 04); the Special Research Fund of State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing; the Open Fund of Guangxi Key Laboratory of Earth Surface Processes and Intelligent Simulation, No. 2015GXESPKF02; the Natural Science Foundation of Jiangxi Province, No. 20151BAB207004.