

空间信息的自然语言表达模型

杜清运^{1,2,3} 任福^{1,2,3}

1 武汉大学资源与环境科学学院,湖北 武汉,430079

2 武汉大学地理信息系统教育部重点实验室,湖北 武汉,430079

3 武汉大学数字制图与国土信息应用工程国家测绘地理信息局重点实验室,湖北 武汉,430079

摘要:空间信息的自然语言表达是一个横跨空间信息科学和语言学的交叉研究。以空间信息作为研究对象,立足语言学提供方法论,从语用、语义和句法三个独特视角剖析其结构特征,提出完整的自然语言表达模型。从语用视角,分析可视化地图表达和自然语言表达的不同语境特征及其互补性;从语义视角,分别分析并建立空间信息的空间、属性和空间关系等三大特征到自然语言中的方位词、词汇(名词或形容词)和短语的映射关系,之后归纳形成空间场景到句群的映射思路;从语法视角,分析并构建空间方位(位置、距离和方向)和拓扑关系的计算规则。

关键词:空间信息;空间方位;拓扑关系;语义匹配;自然语言表达

中图法分类号:P208

文献标志码:A

从认知论的角度看,空间认知是一种能力,是对事物和现象的发生、影响、因果、趋势进行分析研究的基础,是在科学探索中启发形象思维,激发创造性思维的引擎^[1]。地图学要解决的问题基本上都是思维科学问题^[2]。地图制作和地图阅读是两个相反的认知过程,分别以制图表达为媒介进行地理知识的编码和解码^[3]。从符号学视角看,地图和自然语言分别是描述客观世界的两大符号体系,同属人类进行空间相关交流的基本手段^[4]。人类空间经验(即空间信息)既可以用精确、定量的地图符号表达,也可以用模糊、定性的自然语言符号表达(听觉形式为语音,视觉形式为文字),前者的科学基础包括测绘学、地理学、地图学与地理信息科学,后者的科学基础是语言学。语言学是一个百花齐放、百家争鸣的领域,不同视角、不同层次的新理论和新方法层出不穷,在整个科学体系中处于领先学科地位^[5]。一直以来,人们使用定量的可视化表达的地图作为空间信息交换的重要媒介,但对定性的自然语言表达的研究兴趣日益增加。

空间信息内容包括空间位置、空间分布、空间形态、空间关系、空间统计、空间关联、空间对比、空间趋势、空间运动^[6]。近年来,空间信息领域的语言学模型研究和自然语言领域(以现代汉语作为

研究对象)的空间方位研究各自从不同学科视角和路径去共同理解空间信息。语言学的研究对象具有的离散特征,其结构主义观点和系统性的研究方法对空间信息的结构研究提供了理论框架和方法体系^[7]。在人工智能领域,面向影像理解的自然语言描述^[8]和空间路径的自然语言描述自动生成^[9]的研究实践为比影像语义约束更明确、语法构图更清晰的地图的自然语言描述提供了算法思路。

本文从语用、语义和句法三个视角剖析了空间信息的空间位置、属性和空间关系等特征到现代汉语中对等物之间的映射,建立了空间信息的自然语言表达模型,最终为智能空间信息服务拓展新方式。

1 语用互补

从语用学(pragmatics)视角看,地图和自然语言分别是空间信息在不同语境中的表达方式,非语言的可视化形式和自然语言形式(文本或语音)是互相补充、彼此增强的,语义都是以一种可被人(即用户)快速识别并直接理解的自然方式来表达的,前者是视觉,后者是听觉。这也符合双重编码理论^[10]。

收稿日期:2014-02-18

项目来源:国家自然科学基金资助项目(41271455,41371427)。

第一作者:杜清运,博士,教授,博士生导师。主要从事地图语言学和地理空间信息科学研究。E-mail:qydu@whu.edu.cn

通讯作者:任福,博士,副教授。E-mail:renfu@whu.edu.cn

视觉方面,使用者和地图系统的交互程度决定地图的使用性质,典型包括传输型地图(communitive maps)、解析型地图(analytical maps)、探索型地图(exploratory maps)、网络地图(web maps)、移动网络地图(mobile maps)等^[11]。但空间信息并非必须要表现为地图(或图像)的形式,自然语言同样可以表达和传输空间知识,UCGIS(university consortium for geographic information science)报告曾指出,对于某些应用(如车辆导航系统)的大多数用户而言,听觉(语音介绍)形式比地图具有处理更快和错误更少的优点,因而更加安全。

目前,在实际 GIS 应用中,可视化几乎成为空间信息表达和知识传播的主流手段,但有学者认为用户接受、解释和理解视觉信息的能力已经接近极限。研究表明,声音比图像适合于表现高维数据而不会使用户出现信息过载,采用自然语

言(语音形式)来表达空间知识,可以更好地适应日益成为主流的具有智能、个性、小巧用户界面的移动计算设备等新媒介,成为辅助空间决策的新型服务方式。

2 语义匹配

从语义学(semantics)视角看,空间信息的自然语言表达的本质是一个语义翻译过程,解决空间概念在自然语言中的正确匹配并传输,使双方的深层次特征彼此映射(见图 1)。空间信息语义特征是凭经验或对空间现象本质的了解而分析出来的语义特征,是一种不依赖具体语言环境的语义特征,包括空间特征、属性特征和空间关系特征,可分别同自然语言中的方位词、词汇(名词、形容词等)和短语建立匹配关系。空间场景代表着对空间格局的认知,其语义描述可同句群建立映射关系。

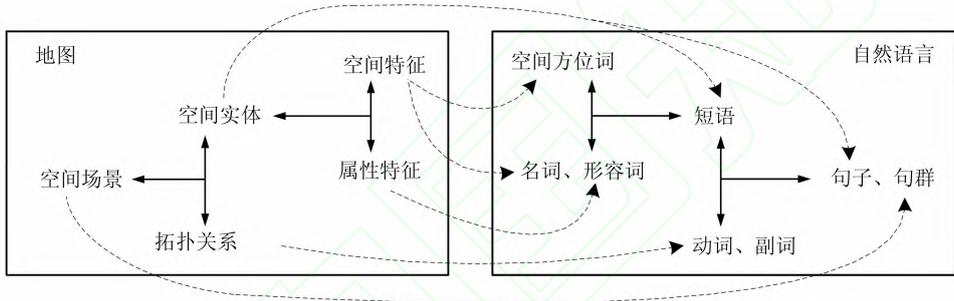


图 1 地图和自然语言之间的特征映射

Fig. 1 Feature Mapping Between Map and Natural Language

2.1 空间特征到方位词的映射

方位词是空间方位认知结构映射到自然语言中的句法结构标志^[12]。每种语言都有一套能够完整表达各种方位关系的方位词系统,都有一套能够适应于描写各种空间关系的句法结构,利用这些方位词和相关句式,人们可以组织各种各样的句子对所感知到的认知空间世界图景加以描写、叙述或说明^[12]。从方位词与空间的关系看,现代汉语空间系统包括方向、形状和位置等三个各自独立又互有联系的子系统^[13]。地理空间中,空间特征(也称几何特征)直接表现为位置、方向和距离,间接表现为形状,均与方位词相关。

2.1.1 位置

在 GIS 或地图学中,位置是指在某一参考框架(如经纬度)中的绝对位置;在语言学中,位置通常是一种相对的、模糊的处所(地点)描述,是通过在其所在的一定模糊半径的空间范围内,以某空间实体(或其特征标识点)作为视觉参照对象而体现出来的位置。换句话说,自然语言中,空间位置

描述一般是相对的,其表现是要有明确的视觉参照对象,如城市中的兴趣点。

在现代汉语中,位置表达有静态和动态之分。静态位置主要使用状态静态句(“是/有”字句或“着”字句),必不可少的视觉参照对象是以“处所名词+方位词”表达,如“武汉大学里有珞珈山”、“友谊广场上立着 3S 雕塑”等;动态位置描述需要三个条件:源点、位移轨迹和终点,典型的路径导航信息一般都属于“有源点、有终点”的类别,明确使用介词(如“从……到……”等)作为形式标志,是显性位移,视觉参照对象是使用趋向动词(如上、下、进、出、回、起等)表达,如“从广埠屯到武汉站,驶过鲁巷广场”等。

2.1.2 方向

在 GIS 或地图学中,方向通过直角坐标系或极坐标系表达,是位置描述的进一步明确量化;在语言学中,空间方位词是空间实体之间方向关系表达的基本词汇,位置加上方向后(即方位),进一步明确主体相对于视觉参照对象这一客体的具

体方位,使语言的表述更加清楚,如“车停在武汉大学正门口东边”。空间实体之间的方向关系与语言中的空间方位词是一种精确到模糊、定量到定性的映射,语言中的每一个基本空间方位词都对应着一系列语义相似但几何形态显著不同的空间方向关系(如点和点、点和线、点和面、线和面、线和线、面和面等)。

现代汉语空间方位词中,“东西、南北、前后、上下、左右”相当于数学中的直角坐标系,而“内、外、里、中”相当于数学中的极坐标系,这正好构成了人们对空间的两种基本认知方式,现代汉语的语言模式与数学模式恰好相合。最常用的绝对方向是东、南、西、北四个方位词,在实际使用中,人们往往习惯于八方向描述,即东、西、南、北、东北、东南、西南、西北,分别代表着一定的邻域空间,其坐标原点是视觉参照对象,坐标轴的方向是绝对的,语言中的表述十分明确。最常用的相对方向包括前、后、左、右,其坐标原点是观察者的空间位置,以面向视觉参考点的方向为“前”,其他方向以“前”为基准推导而出,语言中的表述不是十分明确。两者都很容易映射成为一种数学函数,通过空间推理可相互转换,均具有普适性,适合描述宏观空间或微观空间中的方向关系。

2.1.3 距离

距离描述两个空间实体之间的远近或亲疏程度。在GIS或地图学中,距离是单纯几何距离,具有较少的语义约束条件。在语言学中,距离表述是一种语义距离,采用两种表达方式:一是使用“数词+量词”的比较精确的表述,如“房子与湖泊的距离约是500 m”;二是使用一些表示远近的形容词表述,如很远、较远、远、近、较近、很近等。这与空间方向类似,也是一种精确到模糊、定量到定性的映射。以上两种表述方式中,前者是一种直接表述,实现简单,但通常人的思维对数字距离不敏感,在大脑中仍然不自觉地将其定性化或与已知的空间实体做比较;后者是一种间接表述,将数字距离映射为习惯使用的汉语词汇,这种映射机制(数学中的分段函数)本身很简单,比较复杂的是临界值的确定,不同文化背景的人的选择也可能不同,可以通过广泛的认知心理学试验来确定。

2.1.4 形状

形状是一个广为理解而又难以定义的概念。在GIS或地图学中,形状是空间实体所占据的空间范围所体现出来的特点,数学描述是对一条封闭边界及其所包围区域的几何图形的概括,有点、线、面、体等几何类型的差异。从语言学的视角

看,空间实体的形状(空间范围)一般用“一般名词+方位词”或者“处所名词+方位词”来表达,如“里”和“外”等,这反映的是一种极坐标的思维方式,涉及到空间拓扑关系。空间实体的形状(空间范围)也可以通过对形状的比喻来表达,如“扇形的广场”、“椭圆形的公园”、“梅花形的建筑”、“S形的道路”等,这种比喻在日常生活中经常使用,可以将其作为空间实体的属性之一予以记录。

2.2 属性特征到词汇的映射

属性是空间实体某一方面特征的定义,是其被识别的主要依据。属性按照用途分为两部分:一部分应用于空间分析,一部分应用于空间信息查询服务(即语义扩充)。属性可与自然语言中的某类词汇建立对应关系。空间实体的典型属性特征包括标识、类别、等级或大小、物质、名称、特征、形态和功能等,可对应到自然语言中的名词和形容词。

在GIS或地图学中,名词是表达各种地理事物的词类,是分布在地球空间上各种形态、过程和行为的符号表达。在语言学中,名词是实词,也是开放性词类,具有很强的表达能力。任何一个空间实体可以不断扩充名词系统来适应不同的应用需求,但对于所有的空间实体,有一些共同的基本名词,它们对应基本的概念或分类,这是空间实体语义表达的基础。在空间实体属性中,一些是由对某些名词附加形容词限定得到的名词,如高层建筑、综合商场、专业市场等,它们都是在独立房屋上附加反映性质和状态的形容词生成的名词,这时形容词已成为词汇语义结构的一部分;另一些是形容词和名词结合形成新的复合名词,如“受污染河流”、“宜居城市”等。

2.3 拓扑关系特征到短语的映射

空间关系往往由空间实体的几何特性、非几何特性或两者联合所引起^[14],通常分组为拓扑、方向和距离,是定性空间推理的核心^[15]。从几何视角看,空间关系定义是由基本几何要素组合而成的,空间关系一般是隐含在图形的具体结构中,依靠读图者的认知得以提取。如在拓扑关系定义中,边界、内部和外部的两两之间的交集、相接关系的交集维数、个数即可以作为反映其几何方面的语义要素。目前公认的点集拓扑定义方法是按照严格的数学原则推导出来的^[16],也应用在ArcGIS等商业系统中,直观感觉很完备,但许多推导结果在自然界并不存在。从语言学视角看,空间关系更趋向于从人的认知结构中提取,采用经验和内省的方法,从自然语言中去发现和总结,如空

间方位词,因而具有更强的语义背景。空间关系也可以用描述轨迹或其他空间动作的动词来表达^[17]。更多的人类地理空间认知和语言学方面的认识是逐渐丰富这种空间关系本体语义特征的有效途径。

地理空间中,拓扑关系是空间关系的核心,由于受空间实体之间的语义关系制约,其类型相对单一,大体上可分为接触(相邻和相交)和非接触(相离)两大类,其中相离关系占绝大部分。动词成为反映空间实体之间拓扑关系的词类,将作为名词的主语和宾语联系起来的词类,名词的语义则对空间关系的形成起约束作用。每种拓扑关系至少产生在两个空间实体之间,每个空间实体属性语义可直接转换为名词和形容词,拓扑关系语义直接转换为动词,间接地与副词相关,因此,拓扑关系自然地按照句法规则转换到短语,进而构成单句或复句(见图 2)。

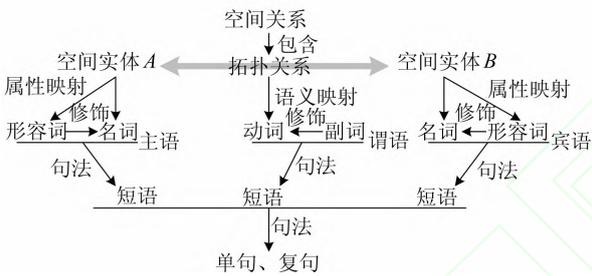


图 2 拓扑关系到短语的转换流程

Fig. 2 Conversion from Topological Relation to Phrase

2.4 空间场景到句群的映射

自动场景描述是高层次计算机视觉领域的一个十分重要且艰巨的任务,其中对空间实体的关注不仅仅停留在底层视觉单元(如特征点、线、面)以及由其构成的几何模型,更多的是对空间关系的理解,实现有关空间组织、结构与关系的逻辑判断、归纳与演绎推理分析所形成的有关空间格局的认识。

著名的认知语言学家 Langacker 指出,层次对于人类的认知是非常重要的。回顾地图制作过程,首先确定地图的应用主题;其次,根据这个主题安排各类地理要素,分为若干个图层,一些层成为背景,另一些成为前景,背景层起渲染或衬托的作用,每个前景层要有明确的专题属性,如道路、旅游景点等,每个层的基本组成单位为空间对象集。空间场景可理解为静态地图的用户视图,由空间对象依据其空间关系或者语义关系的疏密程度而形成,是地图主题的重要表现。

从文章学的角度看,句群是从句子向段过渡

的桥梁,是构成文章的基本单位,也是段或篇章的一个缩影。篇章的生成不是随意把许多句子堆砌在一起就能完成的,要着眼于全篇,立足于整体。首先是要确定文章的中心(也叫主题),然后根据这个中心安排文章的结构层次,分为若干个段,每个段也要有一个中心。段的基本组成单位是句子,这些句子往往要围绕一个中心意思组成一个或者几个句群,段的中心意思就是通过这些句群表达出来的。

可见,从地图学(空间信息领域)和语言学(自然语言领域)形式对照的视角看,同一空间主题既可以用地图语言来表达,也可以用自然语言的形式来表达。在过去,这两种方式一直独立发展,随着语言学和地图学研究的深入进展,两者在不同层面上可建立映射关系,互相借鉴。最后,双方在共同的语义基础之上统一起来,而这种语义基础本身就深深地打上了空间认知的烙印(见图 3)。

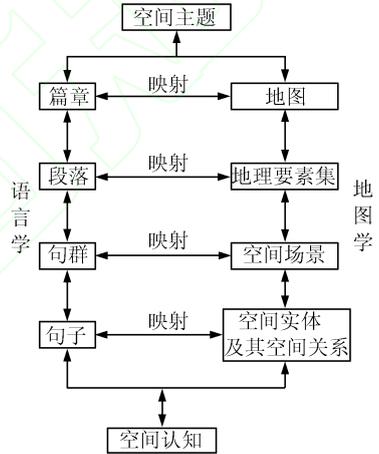


图 3 语言学和地图学的形式对照

Fig. 3 Formal Frame Between Linguistics and Cartography

静态地图提供的空间场景分为背景和前景。背景是一种烘托或者陪衬,是无意义的空间实体之间的空间关系的记录,可以是真实的(如航空相片或者卫星影像),也可以是虚拟的(如地图的各种色块)。前景是空间实体对象的集合,是在背景基础之上经过制图者认知加工所形成的,既表达了实体的知识,又表达了实体之间的空间关系。

空间场景到句群的转换是一个由宏观到微观、由整体到个体、由场景到对象的渐进式复合思维过程(见图 4)。具体解释如下:

1) 描述整个空间场景,从外部和内部两个视角考察。外部视角是把空间场景作为一个整体,放在一个更大的场景或者整个地图空间中考察;内部视角是考察空间场景内部的要素类别、空间

对象的数目、面积等。

2) 选择方位坐标系,绝对方位坐标系和相对方位坐标系的差异将导致空间方位词使用的差异。

3) 指定层内、层间和混合三种描述策略。层内是仅对场景中某一要素层中的空间对象及其空间关系进行描述;层间是对场景中某两个要素层中的空间对象叠加后一起进行描述;混合是指打破图层的分类约束,对场景中指定范围内所有的空间对象及其之间的空间关系进行描述。

4) 选择并描述视觉参照对象,作为场景中第一个被考察的空间对象,为其他空间对象提供计算参照,其自身描述主要是属性特征的表达。

5) 选择并描述考察对象,考察对象可采用依次描述和组对描述策略。依次描述是从视觉参照对象开始,依次选择考察对象进行描述,前一个考察对象描述结束后,依次成为后一个考察对象的视觉参考对象。依此类推,直到最后一个考察对象。组对描述与其恰恰相反,场景中的每一个考察对象都和开始指定的视觉参照对象“配对”进行描述。考察对象描述包括其自身属性特征的表达和与视觉参照对象之间的空间关系的描述。

是一个特定领域的自然语言生成(natural language generation, NLG)过程,是文景转换的逆过程,其核心是构建空间方位、拓扑关系等计算规则和实现自然语言生成算法两个问题。

3.1 空间方位计算规则

计算规则是空间实体的计算方法、查询规则、分析功能的集合,是应用系统设计的核心内容,包括空间方位(位置、方向和距离)、拓扑关系的计算规则。在实现中,充分考虑空间实体及其空间关系的认知因素和语义约束条件,具体和连续的空间实体本质上通常是被其抽象且离散的特征标识点集所替代,如提到“武汉大学”,大多数人第一直觉是几个门口和校园景点;提到“高速公路”,往往想到入口、出口和加油站等。因此,点和点之间的空间位置计算是其他各类计算的基础。

点和点之间的位置计算的传统方法是根据两点之间的欧氏距离来判断两点是否重合或者是否为同一个点,如果空间两点之间的欧氏距离小于或者等于一个确定的阈值,则认为两个点重合或者为同一个点,否则认为两个点不重合或不是同一个点。但由于点的位置本身往往存在着某种程度的模糊性和不确定性,空间位置的计算就引入模糊半径(fuzzy radius, FR),FR的数值可以通过统计方法得到,也可以由用户交互指定。

空间方向的计算包括绝对方向和相对方向的计算。空间实体之间的空间方向的计算完全转化为其特征标识点之间“点到点”的空间方向的计算,这种转换的前提是语义约束,基础是空间认知,这种方法明显不同于空间对象之间的空间方位关系的计算,是一种探索性方法,要根据不同的分析对象和应用环境来不断改进。

空间实体之间的距离关系同样可以看作是空间实体特征标识点集之间的距离关系,这样,距离关系的计算就转换为点对象集合之间的关系。从语义的视角看,距离又分为最小距离、中心距离、最大距离,默认情况下是最小距离。

3.2 拓扑关系计算规则

空间实体之间的拓扑关系计算用于确定自然语言生成过程中的方位词和动词。

拓扑关系和部分空间方位词之间存在着直接的几何语义映射关系。通过计算拓扑关系来确定方位词,主要是针对拓扑相离(含相邻关系)和拓扑包含关系。这里的方位词是指“里(内)”、“外”、“中”、“旁”、“附近”、“周围”等。这些方位词的共同特征是基于一定的空间范围展开描述的,用到计算机图形学中点和多边形关系的判断算法。可

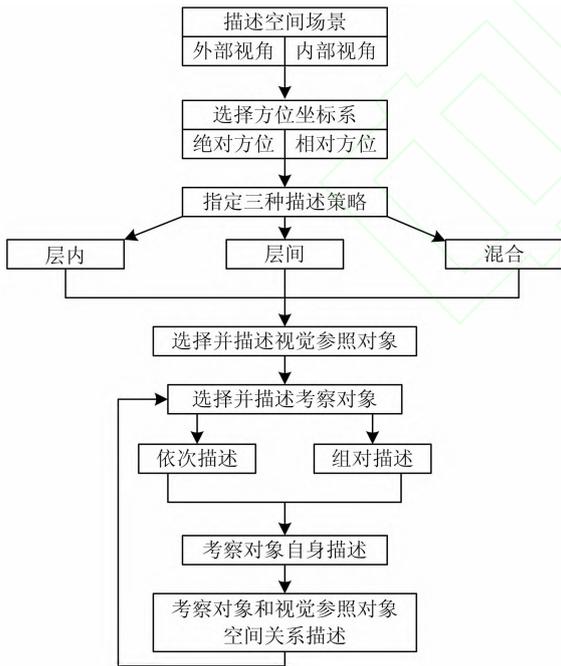


图4 空间场景到句群的转换思维过程

Fig. 4 Conversion Process from Space Scene to Sentence Groups

3 句法转换

从句法学视角看,空间信息的自然语言表达

见,与拓扑关系有关的方位词的确定本质上是一个点在多边形内的纯几何关系的判断,是计算机图形学的经典算法,根据计算结果分出“内(里)”和“外”两类,再分别依据多边形表示的空间范围的大小区分“中”、“旁”、“附近”和“周围”等。拓扑关系和动词之间存在着间接的属性语义的映射关系。

通过计算拓扑关系来确定动词,主要是针对空间实体之间的相交关系。动词代表着动作或行为,不同类型(语义)的空间实体之间的相交关系在自然语言中通过不同的动词体现出其不同的行为特征。如桥和河流之间有“横跨”动作,两条道路之间有“相交”或“相接”动作,道路和公园之间有“穿越”或“穿过”动作,河流和森林之间是“流经”动作等。可见,不同类型的空间实体在拓扑相交时所对应的动词明显不同,这种规律是无法用计算描述的,通过建立拓扑关系和动词对照字典来实现这种关联。

4 结 语

本文从语言学这个独特视角去思考空间信息表达,先汲取语言学家对现代汉语中关于空间方位的研究成果,而后将其纳入空间信息领域的研究背景中去考察,发现两者之间具有一种天然的可逆对照结构,从语用、语义和句法三平面建立作为空间信息核心载体的地图和作为自然语言典型实例的现代汉语两者之间一个完整形式对照的表达模型。

参 考 文 献

- [1] Gao Jun. Cartographic Tetrahedron: Explanation of Cartography in the Digital Era[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2004, 33(1): 6-11(高俊. 地图学四面体——数字化时代地图学的诠释[J]. 测绘学报, 2004, 33(1): 6-11)
- [2] Wang Jiayao. Rethinking About the Information Age Cartography[J]. *Journal of Zhengzhou Institute of Surveying and Mapping*, 2013, 30(4): 329-333(王家耀. 关于信息时代地图学的再思考[J]. 测绘科学技术学报, 2013, 30(4): 329-333)
- [3] Du Qingyun. A Carto-linguistic Paradigm Taking a Methodological Perspective[C]. The 21st International Cartographic Conference (ICC), Durban, South Africa, 2003
- [4] Du Qingyun. Structure, Representation and Understanding of Spatial Information[J]. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 1998, 23(4): 388-393(杜清运. 空间信息的结构、表达及其理解机制[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1998, 23(4): 388-393)
- [5] Feng Zhiwei. Three Major Pillars of Applied Linguistics[J]. *Journal of College of Chinese Language and Culture of Jinan University*, 2003(1): 27-31(冯志伟. 应用语言学的三大支柱[J]. 暨南大学华文学院学报, 2003(1): 27-31)
- [6] Guo Renzhong. Spatial Analysis [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001(郭仁忠. 空间分析[M]. 北京:高等教育出版社, 2001)
- [7] Du Qingyun. Linguistic Conceptual Model of Spatial Information[J]. *Geospatial Information*, 2004, 2(3): 1-4(杜清运. 空间信息的语言学概念模型[J]. 地理空间信息, 2004, 2(3): 1-4)
- [8] Herzog G, Wazinski P. Visual Translator: Linking Perceptions and Natural Language Descriptions[J]. *Artificial Intelligence Review*, 1994, 8(2/3): 175-187
- [9] Maass W. How Spatial Information Connects Visual Perception and Natural Language Generation in Dynamic Environments: Towards a Computational Model[M]. Berlin, Heidelberg: Springer, 1995
- [10] Paivio A. Mental Representations: A Dual Coding Approach [M]. New York: Oxford University Press, 1986
- [11] Meng Liqiu. Some Theoretical Concerns Along with the Development of Cartographic Technologies[J]. *Journal of Zhengzhou Institute of Surveying and Mapping*, 2006, 23(2): 89-96(孟丽秋. 地图学技术发展中的几点理论思考[J]. 测绘科学技术学报, 2006, 23(2): 89-96)
- [12] Fang Jingmin. Cognitive Structure of Chinese Spatial Reference[J]. *Chinese Teaching in the World*, 1999(4): 32-38(方经民. 汉语空间方位参照的认知结构[J]. 世界汉语教学, 1999(4): 32-38)
- [13] Qi Huyang. Modern Chinese Space Problem Study [J]. *Chinese Teaching in the World*, 1998(1): 22-33(齐沪扬. 现代汉语空间问题研究[J]. 世界汉语教学, 1998(1): 22-33)
- [14] Guo Renzhong. A Philosophical Study on Spatial Information[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 1995, 23(3): 236-240(郭仁忠. 关于空间信息的哲学思考[J]. 测绘学报, 1994, 23(3): 236-240)
- [15] Cohn A G, Hazarika S M. Qualitative Spatial Representation and Reasoning: An Overview[J]. *Fundamenta Informaticae*, 2001, 46(1): 1-29
- [16] Egenhofer M J, Franzosa R D. Point-set Topological Spatial Relations[J]. *International Journal of*

Geographical Information System, 1991, 5(2):
161-174

[17] Longley P A, Goodchild M F, Maguire D J, et al.

*Geographical Information Systems: Principles and
Technical Issues*[M]. New York: John Wiley &
Sons, 1999

Representation Model of Spatial Information in Natural Language

DU Qingyun^{1,2,3} REN Fu^{1,2,3}

1 School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China

2 Key Laboratory of GIS, Ministry of Education, Wuhan University, Wuhan 430079, China

3 Key Laboratory of Digital Mapping and Land Information Application Engineering, State Bureau of
Surveying and Mapping, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: Representation of spatial information in natural language is a interdisciplinary research realm involving spatial information science and linguistics. Based on a linguistic methodology, this paper considers spatial information to be a direct object, analyzes the structural characteristics of spatial information with three unique perspectives, and puts forward a full representation model of spatial information in natural language. From the perspective of pragmatics, differences in contextual and complementary features are dissected using visual map presentation and natural language expression for spatial information. From the perspective of semantics, mapping relationships are discussed and built from spatial features to location words, from attribute characteristics to words (noun or adjective), from topologic features of spatial relationships to phrases. Mapping ideas are converted from spatial scenes into sentence groups. From the perspective of syntax, calculation rules are established for spatial orientation (location, distance and direction) and topological relations.

Key words: spatial information; spatial orientation; topological relation; semantic matching; natural language representation

First author: DU Qingyun, PhD, professor, PhD supervisor, specializes in carto-linguistics, online dynamic thematic cartography geospatial information. E-mail: qydu@whu.edu.cn

Corresponding author: REN Fu, PhD, associate professor. E-mail: renfu@whu.edu.cn

Foundation support: The National Natural Science Foundation of China, Nos. 41271455, 41371427.