

地理信息尺度的三重概念及其变换

刘 凯¹ 毋河海² 艾廷华² 秦耀辰³

(1 河南财经学院资源与环境科学系,郑州市文化路 80 号,450002)

(2 武汉大学资源与环境科学学院,武汉市珞喻路 129 号,430079)

(3 河南大学环境与规划学院,开封市明伦街 85 号,475001)

摘 要:提出了地理信息广义尺度的三重概念体系,解释了它们各自的涵义及其笛卡儿积的意义,讨论了广义尺度变换问题。

关键词:地理信息;三重概念;尺度变换

中图法分类号:P208

尺度对于地理信息具有重要意义,尺度问题已经引起国内外许多学者的关注^[1-3]。人类对地理现象的认知能力、表达介质对地理信息详细程度的制约、计算机储存和运算能力的限制、虚拟地理环境中纹理的详细程度都与地理信息尺度密切相关。在 Lam 尺度模型^[4]及吴凡广义尺度模型^[5]的基础上,本文提出了地理信息尺度的三重概念体系和广义地理信息尺度变换。

1 地理信息尺度的三重概念

地理信息尺度的三重概念即地理信息尺度的种类、维数和组分。

1.1 地理信息尺度的种类

从种类上讲,地理信息科学中尺度分为现象尺度、测度尺度(采样尺度)、分析尺度(模拟尺度)。现象尺度是地理现象(事物)的本身格局和变化过程尺度,为地球表层系统中的地理现象所固有,超出人的意识之外,因此现象尺度也称为特征尺度或者本征尺度。比如季风和山谷风的空间和时间范围有很大的差异,在空间上前者在百万 km² 的范围上,属于区域性的大气环流,而后者在数十 km² 的范围上,属于地方性的气流运动;在时间上前者以 1 a 为一个周期,后者则以 1 d 为一个周期。测度尺度是对地理现象(实体)观察、测量、采样时所依据的规范和标准,包括取样单元大

小、精度、间隔距离和幅度,其常常受测量仪器、认知目的的制约。地理信息的获得总是在一定的观测尺度下进行的,选取不同的观测尺度,将得到不同范围、精度、信息量、具有不同语义的地理信息。分析尺度是根据观测或者是测度的结果,根据实际需要通过一定的信息处理对地理信息进行分析 and 表达。分析尺度也叫表征尺度,受制于现象尺度和观测尺度。地图、GIS、虚拟地理环境都是对地理信息的模拟表达,如图 1 所示。

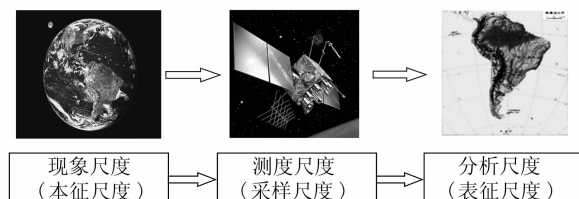


图 1 地理信息科学中的现象尺度、测度尺度与模拟尺度

Fig. 1 Phenomena Scale, Measure Scale and Analysis Scale in Geographical Information Science

1.2 地理信息尺度的维数

地理信息的维数包括空间尺度、时间尺度、语义尺度。地理信息的时间尺度和空间尺度是指在观察或研究某一地理现象时所采用的空间或时间尺度限定,通常指地理现象在空间和时间上所涉及到的范围,同时也包括空间与时间的间隔、频率、粒度(分辨率)。语义尺度是指地理信息所表

达的地理实体、地理现象组织层次大小及区分组织层次的分类体系在地理信息语义上的界定,体现了对于地理实体类的概括程度。语义层次尺度与时间和空间尺度有着密切的联系,其刻画受到时间和空间尺度的制约。语义尺度对于空间尺度具有依赖性,一般情况下,空间上表达得越细微,地理实体及属性类型也就越详细,语义粒度越小,语义分辨率也越高,但是二者有时不具有同步性。语义层次尺度的表征主要是通过定名量和次序量来表征,而空间尺度和时间尺度主要是通过测度量和比例量来表征。

1.3 地理信息尺度的组分

地理信息科学中尺度的组分是指用于刻画空间尺度、时间尺度、语义尺度的构成要素,主要包括幅度、粒度、间隔、频度、比率(比例尺、速率)等几个要素。通常意义上,幅度是指地理信息所表征的地理现象的广度和范围。空间幅度就是指空间的范围、面积,时间幅度指时间所持续的长度。幅度对于语义层次来讲则指地理信息所表达的地理事物类型及类型的层次。空间幅度大,也叫大尺度,一般对应较大的范围。时间幅度大,就是指地理现象过程持续的时间长。粒度本意是指微粒的大小,即构成物质或图案的微粒的相对尺寸。对于空间尺度来讲,粒度是指地理信息中最小单元所表示的特征长度、面积和体积,比如栅格数据格网的大小以及影像数据的分辨率。对于语义尺度来讲,粒度是指地理信息中最小单元所表示的意义以及层次,粒度越小,所能表达的语义层次越多,分辨率越高。在地图中,对于居民地的表示,在大比例尺的地图上可以表达出几个农户的村子,而在小比例尺的图上只能表示出县城和重要的城镇。时间粒度是指在获得地理信息时采样计

量的时间精度或者单位,单位时间采样点多少,比如 1 h 内采样的次数。空间粒度不仅与比例尺有关,还受地理现象本身、采样的精度、表达介质与技术、人的认知水平和认知需求的制约。地理信息空间粒度有空间大小粒度、空间关系粒度和空间特征粒度等 3 种类型。

1.4 地理信息尺度三重概念的内在关系

地理信息三重概念之间存在密切的内在联系。尺度种类划分的依据是地理信息运动过程中的阶段,体现了地理信息从地理现象(实体)经过观察测量得到原始的地理信息,到处理综合、类型转换等过程中不同阶段的尺度特征。现象尺度决定测度尺度和分析尺度。宏观的地理现象一般只能用小比例尺的地图来表示,采样时的粒度也比较大、间隔较大,而微观地理现象则相反。地理信息尺度的维数是地理现象本身特征及其在测度和分析时所界定的方面。地理现象是地理实体及其性质在空间和时间上的运动变化,因此对其抽象程度的界定要从语义、空间和时间 3 个维来考虑。时间、空间和语义层次尺度的界定是通过尺度的组分来实现的,组分是界定时间、空间和语义的要素,如幅度、粒度、频度、比例等。以空间尺度为例,仅以比例尺来表达尺度是不能完全正确地描述的,比如遥感影像,会出现比例尺相同、幅度相同、却是不同尺度的地理信息。

1.5 地理信息尺度维数与尺度组分的笛卡儿积及其意义

在地理信息中尺度的涵义是丰富而且具体的,用地理信息尺度域的笛卡儿积来详细描述地理信息的尺度的具体涵义如表 1 所示。对于一个量,用一个域来描述,每个域都用元来描述。

表 1 尺度维数、尺度组分的笛卡儿积的涵义

Tab. 1 Meanings of Cartesian Product of Scale Dimension and Scale Components

维数	组分				
	幅度(p_1)	粒度(分辨率)(p_2)	间隔(p_3)	频度(p_4)	比例(p_5)
空间(d_1)	范围	最小单元面积(长度)、空间特征、关系	相邻地理单元之间的距离	单位空间内采样数量	比例尺
时间(d_2)	长度时间单位(精度)	时间间隔	单位时间采样数量	速率	
语义(d_3)	类的总量与层次	最小的类	语义类之间的差异	—	—

2 地理信息的尺度变换

地理信息尺度变换是从一个尺度转换到另一个尺度,一般分为尺度上推和尺度下推,前者是由精微(详细)尺度上的地理信息得到较大尺度上概略的地理信息,后者是由较概略的地理信息得到

精微尺度上的地理信息。地理信息尺度变换的实质是刻画地理现象的抽象程度发生了变化,一般来讲刻画地理信息尺度的要素中的一个发生了变化就是尺度发生了变化。地理信息尺度变换包括时间、空间和语义 3 个方面。

2.1 时间尺度变换

时间尺度主要刻画地理现象的时间长度和变

化的粗略与详细程度。静态地理信息描述固定时间发生的地理现象,时间是一个固定点的值,所描述的事件是一个时间点的地理现象。动态地理信息记录和表征地理现象发生、发展的过程,这时可以记录离散时间点的地理事物及现象发生的空间及性质状态。时间尺度的下推是指由较为粗糙的时间粒度的地理信息得到时间轴上更为详细、精确的异质性的地理信息,使得对地理现象过程的表达更为详细,其本质就是地理信息时空插值。如图2所示,以某一地区的荒漠化土地为例,假设在时间段 T_1 和 T_k 之间得到等时间间隔 $T_1, T_2, \dots, T_{k-1}, T_k$ 时刻荒漠化土地的面积和边界,就可以用时空统计分析方法进行插值得到 T_1, T_2 之间某一时刻 T_{1-2} 的该地区荒漠化的面积和边界,从而得到时间粒度更为精细的地理信息。时间尺度的上推是由时间分辨率较高的地理信息转化为时间分辨率较低的更概略的地理信息的过程,舍弃细节的变化,这样可使对地理现象运动变化过程的表达更粗略,其实质是在时间轴上对空间或属性进行概括。以某一地区 1 a 的平均气温变化为例,如果时间粒度为 1 d,那么在 1 a 内有 365 d 进行采样,分别取得每天的平均气温,然后看一下 1 a 内气温的变化情况;如果以月为时间粒度,则要根据每个月每天的平均气温求出这个月的平均气温,这样也可以看出 1 a 内气温的变化情况,这样更为粗略。

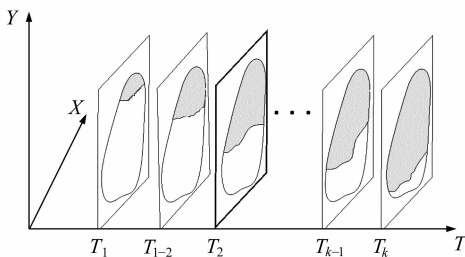


图2 地理信息的时空插值

Fig. 2 Spatio-temporal Interpolation of Geographical Information

2.2 空间尺度变换

空间尺度变换是地理信息尺度变换研究的重点,时间和语义尺度变换与其有着极其密切的关系。空间尺度上推是指由空间分辨率精细的地理信息得到空间分辨率粗糙的地理信息,其实质是分辨率变低、增加广度,使空间信息粗略概括、综合程度提高,对空间目标的表达趋于概括、宏观,反映地理现象的整体抽象的轮廓趋势,空间异质性降低,其基本方法是综合概括,如图3(a)所示。

空间尺度下推是由空间分辨率粗糙的地理信息得到精细的地理信息,其实质是分辨率变高,使空间信息具体化,对空间目标的表达趋于精细、微观,空间异质性增加,空间模式多样化,是一种信息的分解,反映地理现象的具体详细内容,其实质是空间插值,如图3(b)所示。

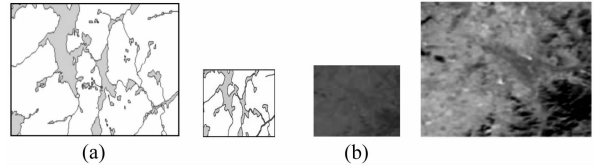


图3 地理信息的空间尺度综合概括与插值

Fig. 3 Generalization and Interpolation of Geographical Information

2.3 语义层次尺度变换

语义尺度变换是与时间变换和空间变换相联系的尺度变换,一般来讲,当时间尺度和空间尺度发生变化时,语义尺度也要发生变化。但是,有时候在时间尺度和空间尺度相同的情况下语义层次也会不同。如图4(a)所示,地块 I (1)、I (2) 和 I (3) 表示种植经济作物,地块 II (1) 和 II (2) 表示种植粮食作物,这样语义尺度仅分为经济作物和粮食作物。图4(b)中,把种植经济作物的 3 个地块分别详细地表示为地块 I (1) 种植棉花、地块 I (2) 种植烟草、地块 I (3) 种植花生;而种植粮食作物的两个地块,细分为地块 II (1) 种植水稻、地块 II (2) 种植玉米,这样空间尺度相同而语义尺度不同。地理信息语义尺度变换也分为两种,即由具有较多细节描述的语义向概略语义的变换,称为概括;相反,由概略语义向详细语义的变换称为具体化。实际上,概括就是类的归类、聚合和等级层次的减少,而具体化就是分类、分解和等级层次的增加。归类与聚类、聚合与分解、等级层次的增加、减少分别对应着分类关系、聚合关系和等级关系的地理实体及其属性的语义尺度变换。图5(a)和5(b)分别是等级关系和分类关系的语义尺度变换。



图4 空间尺度相同而语义尺度不同

Fig. 4 Same in Spatial Scale and Different in Semantic Cscale

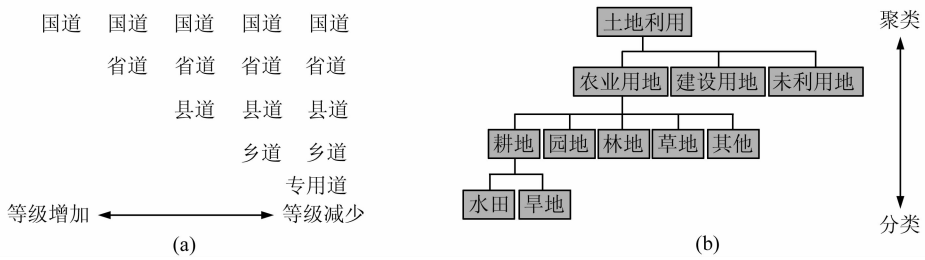


图 5 语义尺度变换
Fig. 5 Transformation of Semantic Scale

3 结 语

地理信息科学中尺度问题是一个核心理论问题,是一个复杂的问题,是人们对地理现象进行认知、分析、建模和表达的基础。本文在已有研究的基础上提出了地理信息广义尺度的三重概念体系及其内在联系,并探讨了地理信息广义尺度变换,有助于研究的演化。

参 考 文 献

[1] 李志林. 地理空间数据处理的尺度理论[J]. 地理信息世界, 2005, 3(2): 1-5
 [2] Goodchild M F. Models of Scale and Scales of Mod-

eling [M]//Tate N J, Atkinson P M. Modelling Scale in Geographical Information Sciences. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2001: 3-10
 [3] 李霖, 应申. 空间尺度基础性问题研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2005, 30(3): 119-123
 [4] Lam N, Quattrochi D A. On the Issues of Scale, Resolution, and Fractal Analysis in the Mapping Sciences[J]. Prof Geogr, 1992, 44: 88-987
 [5] 吴凡, 李霖. 空间数据多尺度表达模型及其可视化 [M]. 北京: 科学出版社, 2005

第一作者简介: 刘凯, 博士。研究方向为地理信息科学、地理空间认知。
 E-mail: liukai106@eyou.com

Three-Tiered Concepts of Scale of Geographical Information and Its Transformation

LIU Kai¹ WU Hehai² AI Tinghua² QIN Yaochen³

(1 Department of Resources and Environment Science, Henan University of Finance and Economics, 80 Wenhua Road, Zhengzhou 450002, China)
 (2 School of Resources and Environment Science, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)
 (3 College of Environment and Planning, Henan University, 85 Minglun Street, Kaifeng 475001, China)

Abstract: At first, the connotation and the dimension of scale of geographical information are extended to full the need of describing the every aspects of it; and three types of concepts of its scale are defined as: dimensions of scale, kinds of scale, components of scale. The dimension of scale of geographical information is consisted of spatial dimension, temporal dimension and semantic dimension. The classifications of scale of geographical information are of phenomena scale, measure scale and token scale. The components of scale of geographical information are of extension, granularity (resolution) and frequency. At last the transform of scale of geographical information and issue of scale choice are discussed.

Key words: geographical information; three-tiered concepts; transformation of scale