



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 110232737 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 201910394827.8

G06Q 50/26 (2012.01)

(22) 申请日 2019.05.13

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107563019 A, 2018.01.09

申请公布号 CN 110232737 A

US 2011219009 A1, 2011.09.08

(43) 申请公布日 2019.09.13

WO 2013121340 A1, 2013.08.22

(73) 专利权人 杭州师范大学

左俊杰等. 平原河网地区汇水区的划分方法——以上海市为例.《水科学进展》.2011, (第03期),

地址 310015 浙江省杭州市余杭区余杭塘路2318号

左文君等. 基于DEM的城市数字河网提取.

(72) 发明人 胡潭高 沈黎达 李瑶 张路
李东臣

《水电能源科学》.2010, (第02期),

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务有限公司 33109

薛丰昌等. 面向城市平原地区暴雨积涝汇水区分级划分的方法研究.《地球信息科学学报》. (第04期),

专利代理师 尉伟敏

审查员 路丽芳

(51) Int. Cl.

G06T 17/05 (2011.01)

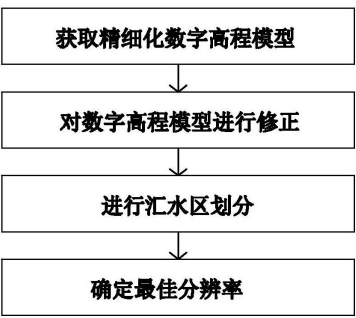
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种城市汇水区划分方法

(57) 摘要

本发明为一种城市汇水区划分方法,包括获取精细化数字高程模型,对数字高程模型进行修正,对不同分辨率的数字高程模型进行汇水区划分和确定最佳分辨率。本发明的优点是:对数字高程模型进行精细化处理,充分考虑所有城市地形对汇水区划分的影响;基于城市排水点对数字高程模型进行修正,将排水点对于汇水区划分的影响转换为高程值,提高汇水区划分的准确性;通过确定最佳分辨率,充分考虑不同分辨率的DEM数据对于汇水区划分的影响,提高汇水区划分的合理性。



1. 一种城市汇水区划分方法,其特征是:包括以下步骤:

S1:获取精细化数字高程模型;

S2:对数字高程模型进行修正;

S3:对不同分辨率的数字高程模型进行汇水区划分;

S4:确定最佳分辨率;

所述步骤S2,包括以下步骤:

S21:确定研究区的排水点;

S22:以每个排水点为中心建立缓冲区;

S23:对高程减少计算公式对缓冲区的高程作降低处理,高程减少计算公式如下,

$$h = \frac{d * S_{\text{截面}}}{n * S_{\text{范围}}}$$

式中h为减少的高程值,d为排水点雨水井的深度,单位为m; $S_{\text{截面}}$ 为排水点的横截面积,单位为 m^2 ;n为缓冲区分级数量; $S_{\text{范围}}$ 为排水点影响范围的面积,单位为 m^2 ;

所述步骤S3,包括以下步骤:

S31:对精细化数字高程模型进行重采样,得到不同分辨率的数字高程模型数据;

S32:进行汇水区划分。

2. 根据权利要求1所述的一种城市汇水区划分方法,其特征是:所述步骤S1,包括以下步骤:

S11:获取城市的数字高程模型;

S12:利用获取的城市土地利用类型数据对研究区数字高程模型中对应的栅格单元进行补偿。

3. 根据权利要求1所述的一种城市汇水区划分方法,其特征是:所述步骤S32中汇水区划分,包括以下步骤:

S321:对数字高程模型进行填洼处理,获得无洼地数字高程模型;

S322:提取每个栅格单元的水流方向,获取区域地形的水流方向数据;

S323:根据区域地形的水流方向数据计算每一栅格流过的水量数值,得到该区域的汇流累积量;

S324:确定划分阈值,以汇流累积量大于划分阈值为依据的提取出河网水系;

S325:确定区域出水口,根据水流方向找到该出水口上游的栅格,确定汇水区。

4. 根据权利要求3所述的一种城市汇水区划分方法,其特征是:所述步骤S322中水流方向通过以下步骤获取:

S01:计算一个栅格单元与该栅格单元相邻栅格单元的距离权落差,距离权落差为两个栅格单元中心点的高程差与距离的比值;

S02:筛选出距离权落差最大的栅格为该栅格流出栅格;

S03:确定水流方向为流出栅格对应该栅格的方向。

5. 根据权利要求3所述的一种城市汇水区划分方法,其特征是:所述划分阈值利用对应地区的现有地形图确定。

一种城市汇水区划分方法

技术领域

[0001] 本发明涉及城市水文领域,尤其涉及一种城市汇水区划分方法。

背景技术

[0002] 汇水区划分(catchment delineation)是分布式水文模型中汇水区数据输入的基础和前提。分布式水文模型中的每个子汇水区是独立的水力学单元,在这些单元中,地形和排水系统因子使得地表径流直接汇入到一个排出点(O' Callaghan等,1984)。汇水区划分的尺度、准确性及流向真实性等会对模拟精度和效率产生重要影响(周思斯等,2014)。在研究城市暴雨积涝模型时,由于复杂的模型结构,涉及到更多的模型参数以及更大的数据量,汇水区划分的准确性会对模型结果产生更大的影响。同时,由于城市下垫面具有高度复杂、破碎、起伏微小却突兀等特征,诸如道路隔断、河道堤坝、地下空间、建筑结构等城市微地形会显著改变水流方向,对地表径流以及积水扩散过程产生明显影响,进而增加了汇水区划分的难度。因此,在建模前如何科学合理的划分子汇水区成为研究中一项十分重要工作。

[0003] 目前,子汇水区划分方法大致归纳为以下类型:(1)人工勾画法。传统的汇水区划分一般以遥感影像图为背景,通过人工勾绘得到,但是对于大面积、多管线点的区域,这将是一项非常耗时且繁杂的工作,而且人工勾绘的随机性较大,地形因素考虑不周到,所以会对模型结果造成较大的影响。(2)排水管网为主的汇水区划分方法。该方法主要根据雨水井的空间位置采用泰森多边形的方法进行汇水区划分,使得每个雨水井在理论上处于汇水区的中心。该方法虽然考虑了排水管网的影响,但是未充分考虑地形对径流的影响,难以准确模拟城市地表径流的真实情况。

发明内容

[0004] 本发明主要解决了现有的汇水区划分方法忽略了城市管网、道路、建筑物等复杂下垫面对于径流方向的影响,缺乏将地形和城市排水管网结合考虑,提供了一种综合考虑城市复杂下垫面及地形和排水网关的城市汇水区划分方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是,一种城市汇水区划分方法,包括以下步骤:

[0006] S1:获取精细化数字高程模型;

[0007] S2:对数字高程模型进行修正;

[0008] S3:对不同分辨率的数字高程模型进行汇水区划分;

[0009] S4:确定最佳分辨率。

[0010] 对城市不同的地形进行补偿后获取精细化数字高程模型,提高水流方向判断的准确性,结合城市地下管网数据对精细化数字高程模型进行进一步修正,提高汇水区划分的准确性。

[0011] 作为上述方案的一种优选方案,所述步骤S1,包括以下步骤:

[0012] S11:获取城市的数字高程模型;

[0013] S12:利用获取的城市土地利用类型数据对研究区数字高程模型中对应的栅格单元进行补偿。城市土地利用类型包括道路、建筑、绿地、水渠等,根据不同的城市土地利用类型对相应的栅格单元进行高程值增加或减少。

[0014] 作为上述方案的一种优选方案,所述步骤S2,包括以下步骤:

[0015] S21:确定研究区的排水点;

[0016] S22:以每个排水点为中心建立缓冲区;

[0017] S23:对高程减少计算公式对缓冲区的高程作降低处理,高程减少计算公式如下,

$$[0018] \quad h = \frac{d * S_{\text{截面}}}{n * S_{\text{范围}}}$$

[0019] 式中h为减少的高程值,d为排水点雨水井的深度,单位为m; $S_{\text{截面}}$ 为排水点的横截面积,单位为 m^2 ;n为缓冲区分级数量; $S_{\text{范围}}$ 为排水点影响范围的面积,单位为 m^2 。将地下管网对于汇水区划分的影响转化为单元栅格的高程值,提高最终汇水区划分的准确度。

[0020] 作为上述方案的一种优选方案,所述步骤S3,包括以下步骤:

[0021] S31:对精细化数字高程模型进行重采样,得到不同分辨率的数字高程模型数据;

[0022] S32:进行汇水区划分。

[0023] 作为上述方案的一种优选方案,所述步骤S32中汇水区划分,包括以下步骤:

[0024] S321:对数字高程模型进行填洼处理,获得无洼地数字高程模型;

[0025] S322:提取每个栅格单元的水流方向,获取区域地形的水流方向数据;

[0026] S323:根据区域地形的水流方向数据计算每一栅格流过的水量数值,得到该区域的汇流累积量;

[0027] S324:确定划分阈值,以汇流累积量大于划分阈值为依据的提取出河网水系;

[0028] S325:确定区域出水口,根据水流方向找到该出水口上游的栅格,确定汇水区。

[0029] 作为上述方案的一种优选方案,步骤S322中水流方向通过以下步骤获取:

[0030] S01:计算一个栅格单元与该栅格单元相邻栅格单元的距离权落差,距离权落差为两个栅格单元中心点的高程差与距离的比值;

[0031] S02:筛选出距离权落差最大的栅格为该栅格流出栅格;

[0032] S03:确定水流方向为流出栅格对应该栅格的方向。

[0033] 作为上述方案的一种优选方案,所述划分阈值利用对应地区的现有地形图确定。

[0034] 本发明的优点是:对数字高程模型进行精细化处理,充分考虑所有城市地形对汇水区划分的影响;基于城市排水点对数字高程模型进行修正,将排水点对于汇水区划分的影响转换为高程值,提高汇水区划分的准确性;通过确定最佳分辨率,充分考虑不同分辨率的DEM数据对于汇水区划分的影响,提高汇水区划分的合理性。

附图说明

[0035] 图1为本发明的一种流程示意图。

[0036] 图2为本发明中获取精细化数字高程模型的一种流程示意图。

[0037] 图3为本发明中对数字高程模型进行修正的一种流程示意图。

[0038] 图4为本发明中对不同分辨率的数字高程模型进行汇水区划分的一种流程示意

图。

[0039] 图5为本发明中汇水区划分的一种流程示意图。

[0040] 图6为本发明中水流方向获取的一种流程示意图。

具体实施方式

[0041] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0042] 实施例1:

[0043] 本实施例一种城市汇水区划分方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0044] S1:获取精细化数字高程模型,如图2所示,包括以下步骤:

[0045] S11:利用地形图、高分辨率遥感影像、城市行政边界数据、城市土地利用数据等获取城市的数字高程模型;

[0046] S12:利用获取的城市土地利用类型数据对研究区数字高程模型中对应的栅格单元进行补偿,得到精细化数字高程模型,城市土地利用类型包括道路、建筑物、绿地和水渠,道路的凸起容易阻止水系的生成,两侧低洼地势会将降雨引入周边河流或者排水口,因此,对道路图层所占栅格处的高程值增加相应的值;密集分布的建筑物常常阻隔自然径流,自然径流常常沿建筑物边界汇入河流。因此,对建筑物所占栅格高程值增加相应的值;绿地作使得降雨到达地表后部分水量耗损于植被截留,并且粗糙系数较大,对地表径流有较大的阻碍作用,会影响地表径流的方向。对绿地所占栅格高程值减少相应的值;水渠的地势较低,对于地表径流起到分流作用。因此,对沟渠图层的高程值减去一个值;不同地形增加或减少的值具体由现场调查获取。

[0047] S2:对数字高程模型进行修正,如图3所示,包括以下步骤:

[0048] S21:以研究区的地下管网数据为基础,根据主干道路交叉点和建筑物的分布确定研究区的排水点;

[0049] S22:以每一个排水点为中心建立三级缓冲区;

[0050] S23:对高程减少计算公式对缓冲区的高程作降低处理,高程减少计算公式如下,

$$[0051] \quad h = \frac{d * S_{\text{截面}}}{n * S_{\text{范围}}}$$

[0052] 式中h为减少的高程值,d为排水点雨水井的深度,单位为m; $S_{\text{截面}}$ 为排水点的横截面积,单位为 m^2 ;n为缓冲区分级数量; $S_{\text{范围}}$ 为排水点影响范围的面积,单位为 m^2 。

[0053] S3:对不同分辨率的数字高程模型进行汇水区划分,如图4所示,包括以下步骤:

[0054] S31:对精细化数字高程模型进行重采样,得到分辨率为2m、4m、6m、8m的数字高程模型数据;

[0055] S32:进行汇水区划分,如图5所示,包括以下步骤:

[0056] S321:结合实际地形对数字高程模型在采集时因误差产生的洼地进行填洼处理,获得无洼地数字高程模型,;

[0057] S322:提取每个栅格单元的水流方向,获取区域地形的水流方向数据,如图6所示,包括以下步骤:

[0058] S01:在 3×3 的栅格区域上,计算中心栅格与各相邻栅格间的距离权落差,距离权

落差为两个栅格单元中心点的高程差与距离的比值；

[0059] S02:筛选出距离权落差最大的栅格为该栅格流出栅格；

[0060] S03:在 3×3 的栅格区域上,中心栅格有8个有效输出方向,根据不同方向对8个相连栅格进行编码,从中心栅格正右方的栅格开始,以顺时针方向依次编码为1、2、4、8、16、32、64、128,分别代表中心栅格的东、东南、南、西南、西、西北、北、东北8个方向,每一个中心栅格的水流都向都由这8个值中的某一个值来确定,流出栅格对应的编码即为该中心栅格的水流方向；

[0061] S323:数字高程模型每点处均有一个单位的水量,按照水流从高处往低处流的自然规律,根据区域地形的水流方向数据计算每一栅格处所流过的水量数值,便得到了该区域的汇流累积量；

[0062] S324:确定划分阈值,以汇流累积量大于划分为阈值为依据的提取出河网水系,不同区域对应的阈值不同,所以应根据研究区实际的地物状况,利用现有地形图等其他资料辅助检验的方法来确定合适的划分阈值,从而提取出符合实际的河网水系,以海宁市为例,最佳划分阈值为450；

[0063] S325:先确定出水口,即该集水区的最低点,然后结合水流方向,分析搜索该出水口上游所有流过该出水口的栅格,搜索至流域的边界为止。

[0064] S4:确定最佳分辨率,经过上述步骤后会得到4种分辨率的汇水区划分结果,对不同分辨率下的海宁市汇水区划分结果进行局部放大进行比较,2m和4m分辨率的DEM数据所划分的汇水区较为细碎,遥感图像上的建筑物区块被分为独立的子汇水区数量过多,不符合实际汇流情况,且过高分辨率DEM划分产生了一些错误的平形状汇水区。8m分辨率的DEM数据所划分的汇水区数量过少,6m分辨率DEM得到的结果沿主干道将建筑物区块划分为四个主要的子汇水区,且将四个相对独立的社区区块划分开来,汇水区边界也较为贴合建筑物和道路,符合实际的汇流情况。因此确定最佳分辨率为6m。

[0065] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

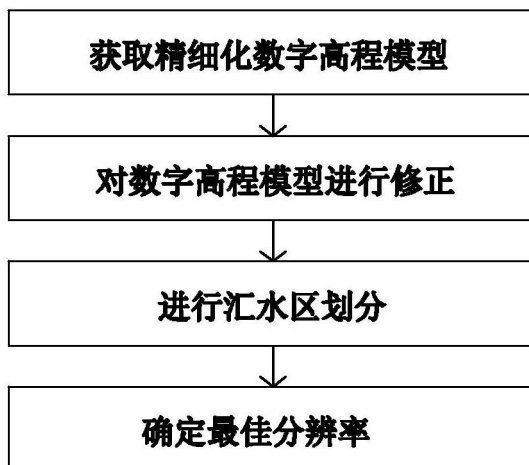


图1

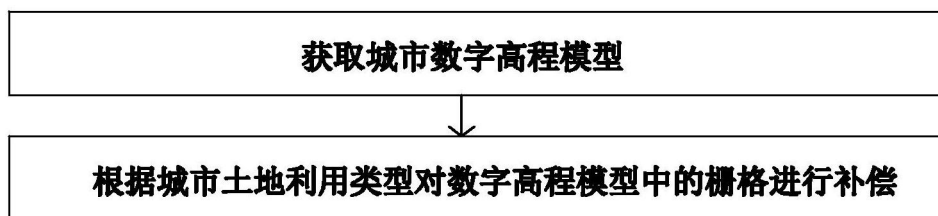


图2

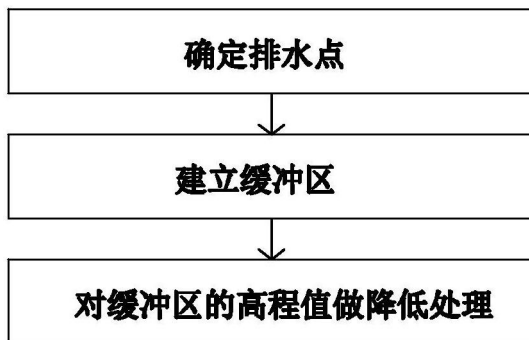


图3

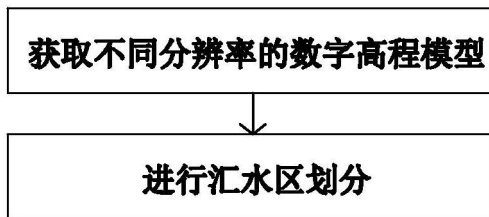


图4

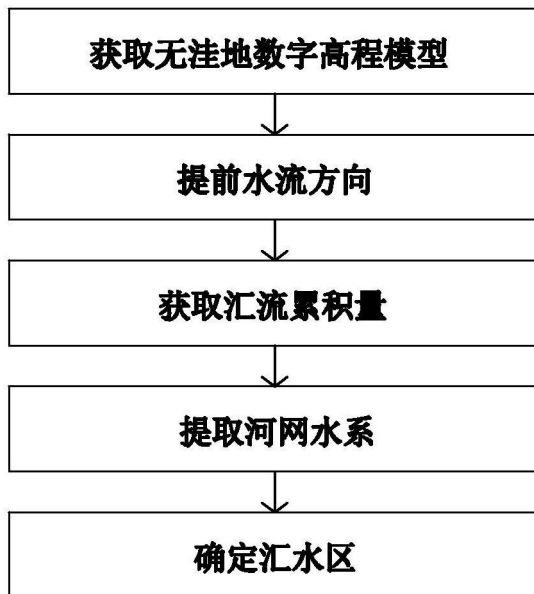


图5

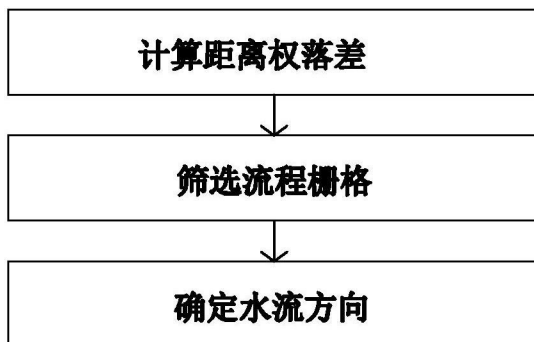


图6