



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103631990 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310538345. 8

(22) 申请日 2013. 11. 04

(71) 申请人 北京环境特性研究所

地址 100854 北京市海淀区永定路 50 号

(72) 发明人 朱国庆 董纯柱 王超 殷红成

(74) 专利代理机构 北京市京大律师事务所

11321

代理人 张璐 方晓明

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006. 01)

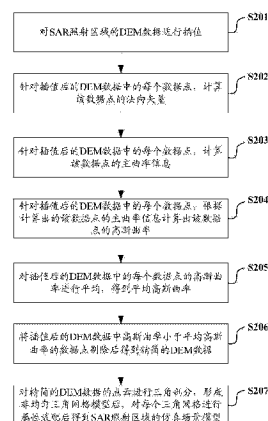
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法和系统,所述方法包括:对照射区域的 DEM 数据进行插值后,针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的法向矢量、主曲率信息,并根据主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率;并对插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率;将插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据;对精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到照射区域的仿真场景模型。应用本发明,以精简 DEM 数据,提高对建立的 SAR 照射区域的仿真场景模型的仿真效率。



1. 一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法,其特征在于,包括:

对所述照射区域的 DEM 数据进行插值后,针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的法向矢量、主曲率信息,并根据所述主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率;并

对所述插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率;

将所述插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于所述平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据;

对所述精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到所述照射区域的仿真场景模型。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述对所述照射区域的 DEM 数据进行插值,具体为:

对所述照射区域的 DEM 数据进行分形插值:

对所述照射区域的 DEM 数据进行至少一次中点线性插值;并在每次中点线性插值后,对于本次插入到所述 DEM 数据中的插值点进行补偿;

其中,对于第 k 次插入到所述 DEM 数据中的一个平面坐标为 (x0, y0) 的插值点进行补偿的补偿项根据如下公式 1 计算得到:

$$S_k = \left(\frac{L}{2^k}\right)^H \times \sigma \times \sqrt{1 - 2^{2H-2}} \times N(0,1) \quad (\text{公式 1})$$

其中,L 为所述照射区域的 DEM 数据的初始网格间距;N(0, 1) 为白噪声随机值;分形参数 H 和方差 σ 根据如下公式 2 和 3 计算得到:

$$H = \left(\sum_{j=0,1,2} y_j\right) / 3 - \sigma * \left(\sum_{i=0,1,2} x_i\right) / 3 \quad (\text{公式 2})$$

$$\sigma = 3 \sum_{i=0,1,2} x_i y_j - \left[\left(\sum_{i=0,1,2} x_i \sum_{j=0,1,2} y_j \right) \right] / \left[3 \sum_{i=0,1,2} x_i^2 - \left(\sum_{i=0,1,2} x_i \right)^2 \right] \quad (\text{公式 3})$$

其中,(x₁, y₁) 和 (x₂, y₂) 分别为平面坐标为 (x₀, y₀) 的插值点所插入的两个插值点的平面坐标。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述计算该数据点的法向矢量,具体包括:

根据如下公式 4 将该数据点的邻域三角面元的法向矢量进行面积和内夹角加权平均后,得到该数据点的法向矢量 $\hat{n}_{v_e}$:

$$\hat{n}_{v_e} = \frac{\sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m} \hat{n}_{f_m}}{\left| \sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m} \hat{n}_{f_m} \right|} \quad (\text{公式 4})$$

其中, F^e 为该数据点的邻域三角面元的集合; f_m 为所述集合中的第 m 个三角面元; γ_{f_m} 为 f_m 在顶点 v_e 处的内角; A_{f_m} 为 f_m 的面积; $\hat{n}_{f_m}$ 为 f_m 的外法矢。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述计算该数据点的主曲率信息,具体包括:

确定出该数据点的局部点集后,根据所述局部点集中各数据点的法向矢量计算出该数

据点的主曲率信息。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述确定出该数据点的局部点集,具体包括:

以该数据点为中心,按最近邻域法则搜索选取设定数量的数据点组成该数据点的局部点集。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述根据所述主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率,具体包括:

求取该数据点的主曲率信息中两个正交主曲率的大小的乘积,作为该数据点的高斯曲率。

7. 一种 SAR 照射区域的回波仿真方法,其特征在于,包括:

根据如权利要求 1-6 任一所述的方法建立所述 SAR 照射区域的仿真场景模型;

根据建立的仿真场景模型进行所述 SAR 照射区域的回波仿真。

8. 一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统,其特征在于,包括:

插值模块,用于对所述照射区域的 DEM 数据进行插值;

法向矢量确定模块,用于针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的法向矢量;

高斯主曲率确定模块,用于根据插值后的 DEM 数据中的各数据点的法向矢量计算每个数据点的主曲率信息和高斯曲率;并对所述插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率;

数据精简模块,用于将所述插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于所述平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据;

三角剖分模块,用于对所述精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到所述照射区域的仿真场景模型。

9. 如权利要求 8 所述的系统,其特征在于,

所述插值模块具体用于对所述照射区域的 DEM 数据进行分形插值。

10. 一种 SAR 照射区域的回波仿真系统,其特征在于,包括:如权利要求 8 或 9 所述的 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统。

SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达技术,尤其涉及一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法和系统。

背景技术

[0002] SAR (Synthetic Aperture Radar, 合成孔径雷达) 是新计算机模拟技术支持下诞生的一种新型遥感设备,广泛应用于航空测量、航空遥感、卫星海洋观测、航天侦察、图像匹配制导等领域,其中, SAR 回波仿真技术对于 SAR 系统的设计、验证、噪声和杂波抑制、成像处理算法研究,以及 SAR 成像的自动解译等具有重要作用,可以代替高成本的飞行试验,提供大量符合特定参量需求的 SAR 回波数据;由于 SAR 回波仿真效率和准确性依赖于 SAR 仿真场景模型的可靠性和质量,如何保证 SAR 仿真场景模型的可靠性和质量便成了目前研究的热点。

[0003] 对 SAR 回波获取的 DEM (Digital Elevation Model, 数字高程模型) 数据采用 Delaunay 狄洛尼三角划分进行 SAR 照射区域的仿真场景建模是现有技术中常用的方法,该方法虽然简单易于实现,但是进行 Delaunay 三角划分需要去掉 DEM 格网中的一些数据点,用这些不规则的点连成三角网格表现地形表面的起伏,如果 SAR 回波获取的 DEM 数据点比较稀疏,而对场景模型的使用和精度要求较高时,则在此基础上建立的模型不能准确地反映地形起伏。

[0004] 一种改进的 SAR 照射区域的仿真场景建模方法,该方法的流程如图 1 所示,首先利用细分过程中,在两个或多个 DEM 数据点之间进行插值,以增加 DEM 数据,之后,对 DEM 数据进行 Delaunay 三角划分,能够对地形起伏进行准确的模拟,是目前公认的较佳的方法。

[0005] 然而,上述方法即使在场景模型的使用和精度要求不高时,也会对间距较小的 DEM 数据点之间进行插值,造成了 DEM 数据冗余,在此基础上,采用冗余的 DEM 数据点建立的场景模型会严重降低对该模型的仿真效率。因此,必要提供一种能够采用精简的 DEM 数据对 SAR 照射区域的仿真场景建模的方法和系统。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法和系统,以更为精简的 DEM 数据建立的仿真场景模型。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法,包括:

[0008] 对所述照射区域的 DEM 数据进行插值后,针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的法向矢量、主曲率信息,并根据所述主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率;并

[0009] 对所述插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率;

[0010] 将所述插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于所述平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据；

[0011] 对所述精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分，形成非均匀三角网格模型后，对每个三角网格进行属性装配后得到所述照射区域的仿真场景模型。

[0012] 进一步，所述对所述照射区域的 DEM 数据进行插值，具体为：

[0013] 对所述照射区域的 DEM 数据进行分形插值；

[0014] 对所述照射区域的 DEM 数据进行至少一次中点线性插值；并在每次中点线性插值后，对于本次插入到所述 DEM 数据中的插值点进行补偿；

[0015] 其中，对于第 k 次插入到所述 DEM 数据中的一个平面坐标为 (x₀, y₀) 的插值点进行补偿的补偿项根据如下公式 1 计算得到：

$$[0016] \quad S_k = \left(\frac{L}{2^k}\right)^H \times \sigma \times \sqrt{1 - 2^{2H-2}} \times N(0,1) \quad (\text{公式 1})$$

[0017] 其中，L 为所述照射区域的 DEM 数据的初始网格间距；N(0, 1) 为白噪声随机值；分形参数 H 和方差 σ 根据如下公式 2 和 3 计算得到：

$$[0018] \quad H = \left(\sum_{j=0,1,2} y_j \right) / 3 - \sigma * \left(\sum_{i=0,1,2} x_i \right) / 3 \quad (\text{公式 2})$$

$$[0019] \quad \sigma = 3 \sum_{i=0,1,2} x_i y_j - \left[\left(\sum_{i=0,1,2} x_i \sum_{j=0,1,2} y_j \right) \right] / \left[3 \sum_{i=0,1,2} x_i^2 - \left(\sum_{i=0,1,2} x_i \right)^2 \right] \quad (\text{公式 3})$$

[0020] 其中，(x₁, y₁) 和 (x₂, y₂) 分别为平面坐标为 (x₀, y₀) 的插值点所插入的两个插值点的平面坐标。

[0021] 进一步，所述计算该数据点的法向矢量，具体包括：

[0022] 根据如下公式 4 将该数据点的邻域三角面元的法向矢量进行面积和内夹角加权平均后，得到该数据点的法向矢量 $\hat{n}_{v_i}$ ：

$$[0023] \quad \hat{n}_{v_e} = \frac{\sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m} \hat{n}_{f_m}}{\sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m} \hat{n}_{f_m}} \quad (\text{公式 4})$$

[0024] 其中，F^e 为该数据点的邻域三角面元的集合；f_m 为所述集合中的第 m 个三角面元； γ_{f_m} 为 f_m 在顶点 v_e 处的内角；A_{f_m} 为 f_m 的面积； $\hat{n}_{f_m}$ 为 f_m 的外法矢。

[0025] 进一步，所述计算该数据点的主曲率信息，具体包括：

[0026] 确定出该数据点的局部点集后，根据所述局部点集中各数据点的法向矢量计算出该数据点的主曲率信息。

[0027] 进一步，所述确定出该数据点的局部点集，具体包括：

[0028] 以该数据点为中心，按最近邻域法则搜索选取设定数量的数据点组成该数据点的局部点集。

[0029] 进一步，所述根据所述主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率，具体包括：

[0030] 求取该数据点的主曲率信息中两个正交主曲率的大小的乘积，作为该数据点的高

斯曲率。

[0031] 根据本发明的另一个方面,还提供了一种 SAR 照射区域的回波仿真方法,包括:

[0032] 根据上述方法建立所述 SAR 照射区域的仿真场景模型;

[0033] 根据建立的仿真场景模型进行所述 SAR 照射区域的回波仿真。

[0034] 根据本发明的另一个方面,还提供了一种 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统,包括:

[0035] 插值模块,用于对所述照射区域的 DEM 数据进行插值;

[0036] 法向矢量确定模块,用于针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的法向矢量;

[0037] 高斯主曲率确定模块,用于根据插值后的 DEM 数据中的各数据点的法向矢量计算每个数据点的主曲率信息和高斯曲率;并对所述插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率;

[0038] 数据精简模块,用于将所述插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于所述平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据;

[0039] 三角剖分模块,用于对所述精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到所述照射区域的仿真场景模型。

[0040] 较佳地,所述插值模块具体用于对所述照射区域的 DEM 数据进行分形插值。

[0041] 根据本发明的另一个方面,还提供了一种 SAR 照射区域的回波仿真系统,包括:上述 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统。

[0042] 本发明实施例的技术方案中,在对 SAR 照射区域回波获取的 DEM 数据进行插值处理后,通过计算得出各数据点的主曲率信息、高斯曲率,以及所有数据点的平均高斯曲率,并根据平均高斯曲率对 DEM 数据进行精简,保留高斯曲率高于平均高斯曲率的数据点,之后再行 Delaunay 三角划分建模,这样,剔除了冗余的 DEM 数据,从而提高了对采用精简 DEM 数据基础上建立的 SAR 照射区域的仿真场景模型的仿真效率。

附图说明

[0043] 图 1 为现有的 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法的流程示意图;

[0044] 图 2 为本发明实施例提供的 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法的流程示意图;

[0045] 图 3 为本发明实施例的提供的建立 SAR 照射区域的仿真场景模型的系统的结构示意图。

具体实施方式

[0046] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举出优选实施例,对本发明进一步详细说明。然而,需要说明的是,说明书中列出的许多细节仅仅是为了使读者对本发明的一个或多个方面有一个透彻的理解,即便没有这些特定的细节也可以实现本发明的这些方面。

[0047] 本申请使用的“模块”、“系统”等术语旨在包括与计算机相关的实体,例如但不限于硬件、固件、软硬件组合、软件或者执行中的软件。例如,模块可以是,但并不仅限于:处理

器上运行的进程、处理器、对象、可执行程序、执行的线程、程序和 / 或计算机。举例来说, 计算设备上运行的应用程序和此计算设备都可以是模块。一个或多个模块可以位于执行中的一个进程和 / 或线程内。

[0048] 本发明的发明人考虑到, DEM 数据点的高斯曲率能够近似地反映出地形的起伏: 对于每一个 DEM 数据点, 其高斯曲率低于所有 DEM 数据点的平均高斯曲率时, 曲面的弯曲程度较小, 说明该数据点处地形较为平缓; 其高斯曲率高于所有 DEM 数据点的平均高斯曲率时, 曲面的弯曲程度较大, 说明该数据点处地形较为陡峭; 于是将现有的对 DEM 数据进行插值处理后再进行三角划分的建模方法进行改进, 利用局部曲率信息计算出所有 DEM 数据点的平均高斯曲率, 对经过插值处理后的 DEM 数据进行精简: 将高斯曲率低于平均高斯曲率的数据点剔除; 这样, 采用精简后的 DEM 数据建立 SAR 照射区域的仿真场景模型, 其仿真的效率也会相对提高。

[0049] 下面结合附图详细说明本发明的技术方案。本发明实施例提供的 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法的流程如图 2 所示。包括如下步骤:

[0050] S201: 对 SAR 照射区域的 DEM 数据进行插值。

[0051] 具体地, 对 SAR 照射区域的 DEM 数据进行至少一次中点线性插值; 并在每次中点线性插值后, 对于本次插入到 DEM 数据中的插值点进行补偿。

[0052] 其中, 根据如下公式 1 计算对于第 k 次插入到 DEM 数据中的一个平面坐标为 (x_0, y_0) 的插值点进行补偿的补偿项 S_k :

$$[0053] \quad S_k = \left(\frac{L}{2^k}\right)^H \times \sigma \times \sqrt{1 - 2^{2H-2}} \times N(0, 1) \quad (\text{公式 1})$$

[0054] 公式 1 中, k 为迭代次数; L 为初始网格间距; H 为分形参数; σ 为方差; $N(0, 1)$ 为白噪声随机值;

[0055] 根据 SAR 照射区域地形表面的 DEM 数据还可以有如下公式 2:

$$[0056] \quad \ln E[|z(x_a, y_a) - z(x_b, y_b)|] - H \cdot \ln d = \ln\left(\frac{2\sigma}{\sqrt{2\pi}}\right) \quad (\text{公式 2})$$

[0057] 公式 2 中, $d = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$; (x_a, y_a) 和 (x_b, y_b) 为任意两个待插入插值点的 DEM 数据点的平面坐标; $E[|z(x_a, y_a) - z(x_b, y_b)|]$ 为期望值;

[0058] 由公式 2 可以得出 $\ln E[|z(x_a, y_a) - z(x_b, y_b)|]$ 与 $\ln d$ 成线性关系, 根据如下公式 3 和公式 4 利用最小二乘法计算得到分形参数 H 和方差 σ :

$$[0059] \quad H = \left(\sum_{j=0,1,2} y_j\right) / 3 - \sigma * \left(\sum_{i=0,1,2} x_i\right) / 3 \quad (\text{公式 3})$$

$$[0060] \quad \sigma = 3 \sum_{i=0,1,2} x_i y_j - \left[\left(\sum_{i=0,1,2} x_i \sum_{j=0,1,2} y_j\right) / \left[3 \sum_{i=0,1,2} x_i^2 - \left(\sum_{i=0,1,2} x_i\right)^2\right]\right] \quad (\text{公式 4})$$

[0061] 公式 3 和公式 4 中, (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 分别为平面坐标为 (x_0, y_0) 的插值点所插入的两个插值点的平面坐标。

[0062] S202: 针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点, 计算该数据点的法向矢量。

[0063] 本步骤中, 对于插值后的 DEM 数据中的每个数据点, 根据公式 5 将该数据点的领域

三角面元的法向矢量进行面积和内夹角加权平均后,得到该数据点的法向矢量:

$$[0064] \quad \hat{n}_{v_e} = \frac{\sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m} \hat{n}_{f_m}}{\sum_{f_m \in F^e} \gamma_{f_m} A_{f_m}} \quad (\text{公式 5})$$

[0065] 公式 5 中, F^e 为该数据点的邻域三角面元的集合; f_m 为该集合中的第 m 个三角面元; γ_{f_m} 为三角面元 f_m 在顶点 v_e 处的内角; A_{f_m} 为三角面元 f_m 的面积; $\hat{n}_{f_m}$ 为三角面元 f_m 的外法矢。

[0066] S203:针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,计算该数据点的主曲率信息。

[0067] 具体地,以该数据点为中心,按最近邻域法则搜索选取设定数量的数据点组成该数据点的局部点集,确定出该数据点的局部点集后,根据上述公式 4 已计算出的局部点集中各数据点的法向矢量计算该数据点的主曲率信息。

[0068] 其中,该数据点的主曲率信息中主曲率的个数与局部点集中数据点的个数相等,根据法向矢量计算主曲率信息的方法为本领域技术人员所熟知,此处不再赘述。

[0069] S204:针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点,根据计算出的该数据点的主曲率信息计算出该数据点的高斯曲率。

[0070] 本步骤中,对于插值后的 DEM 数据中的每个数据点,将该数据点的主曲率信息中两个正交主曲率的大小的乘积,作为该数据点的高斯曲率。

[0071] S205:对插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均,得到平均高斯曲率。

[0072] 本步骤中,得到的平均高斯曲率将作为后续对 DEM 数据点进行精简的判断标准。

[0073] S206:将插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据。

[0074] 本步骤中,对于插值后的每一个 DEM 数据,将其高斯曲率与平均高斯曲率进行比较,若该数据的高斯曲率大于平均高斯曲率,曲面的弯曲程度较大,说明该数据点处地形较为陡峭,则保留该数据点;若该数据的高斯曲率小于平均高斯曲率,曲面的弯曲程度较小,说明该数据点处地形较为平缓,则剔除该数据点;进而得到能够准确反映 SAR 照射区域地形起伏的精简的 DEM 数据。

[0075] S207:对精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到 SAR 照射区域的仿真场景模型。

[0076] 本步骤中,对 DEM 数据的点云进行三角剖分,形成非均匀三角网格模型后,对每个三角网格进行属性装配后得到 SAR 照射区域的仿真场景模型为本领域技术人员所熟知,此处不再赘述。

[0077] 其中,上述属性具体为 SAR 照射区域的沙地、岩石、植被等。

[0078] 上述 SAR 照射区域的仿真场景模型建立方法可以应用到 SAR 照射区域的回波仿真方法中:根据建立的仿真场景模型进行 SAR 照射区域的回波仿真。

[0079] 本发明实施例提供的 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统的结构如图 3 所示。包括:插值模块 301、法向矢量确定模块 302、高斯主曲率确定模块 303、数据精简模块 304、

三角剖分模块 305。

[0080] 插值模块 301 对 SAR 照射区域的 DEM 数据进行分形插值；

[0081] 针对插值后的 DEM 数据中的每个数据点，法向矢量确定模块 302 计算该数据点的法向矢量；

[0082] 高斯主曲率确定模块 303 根据插值后的 DEM 数据中的各数据点的法向矢量计算每个数据点的主曲率信息和高斯曲率；并对插值后的 DEM 数据中的每个数据点的高斯曲率进行平均，得到平均高斯曲率；

[0083] 数据精简模块 304 将插值后的 DEM 数据中高斯曲率小于平均高斯曲率的数据点剔除后得到精简的 DEM 数据；

[0084] 三角剖分模块 305 对精简的 DEM 数据的点云进行三角剖分，形成非均匀三角网格模型后，对每个三角网格进行属性装配后得到所述照射区域的仿真场景模型。

[0085] 上述 SAR 照射区域的仿真场景模型建立系统可以应用到 SAR 照射区域的回波仿真系统中。

[0086] 本发明的技术方案中，在对 SAR 照射区域回波获取的 DEM 数据进行插值处理后，通过计算得出各数据点的主曲率信息、高斯曲率，以及所有数据点的平均高斯曲率，并根据平均高斯曲率对 DEM 数据进行精简，保留高斯曲率高于平均高斯曲率的数据点，之后再继续进行 Delaunay 三角划分建模，这样，避免了 DEM 数据冗余，基于精简的 DEM 数据所构建的 SAR 照射区域的仿真场景模型可以提高仿真效率。

[0087] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成，该程序可以存储于一计算机可读取存储介质中，如：ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0088] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以作出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

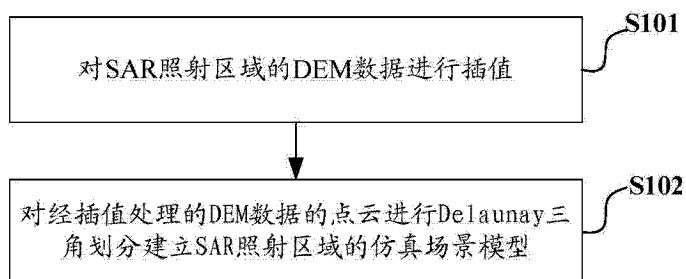


图 1

