



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109118552 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 20

(21) 申请号 201710491368.6

(22) 申请日 2017.06.23

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109118552 A

(43) 申请公布日 2019.01.01

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司  
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22号  
专利权人 中国石油化工股份有限公司石油  
勘探开发研究院

(72) 发明人 苟斐斐 刘传喜 周宇 蒲军  
徐婷 秦学杰

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限  
公司 11372  
专利代理师 吴大建 何娇

(51) Int.Cl.  
G06T 9/20 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 106199745 A, 2016.12.07  
CN 103114848 A, 2013.05.22  
CN 106053315 A, 2016.10.26  
CN 104594888 A, 2015.05.06  
US 2016093094 A1, 2016.03.31  
郭晓宇 等. 基于连通区域矩阵的文本图像  
识别方法. 《信息工程大学学报》. 2012, 第13卷  
(第3期),

审查员 何祥鹏

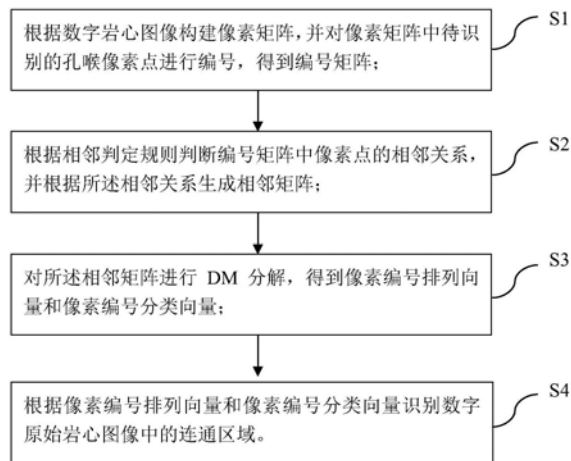
权利要求书1页 说明书13页 附图3页

## (54) 发明名称

一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法

## (57) 摘要

本申请提出了一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法, 包括以下步骤: S1、构建像素矩阵, 并对像素矩阵中待识别的孔喉像素点进行编号, 得到编号矩阵; S2、构建相邻矩阵; S3、对所述相邻矩阵进行DM分解, 得到像素编号排列向量和像素编号分类向量; S4、根据像素编号排列向量和像素编号分类向量识别数字原始岩心图像中的连通区域。本发明仅通过一次运算, 即可计算得到数字岩心中所有的孔喉连通区域, 计算复杂程度低, 数据存储量小, 运算速度快。能够正确的对数字岩心中的连通孔喉进行识别。



1. 一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、根据数字岩心图像构建像素矩阵,并对像素矩阵中待识别的孔喉像素点进行编号,得到编号矩阵;

S2、根据相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系,并根据所述相邻关系生成相邻矩阵;

S3、对所述相邻矩阵进行DM分解,得到像素编号排列向量和像素编号分类向量;

S4、根据像素编号排列向量和像素编号分类向量识别数字原始岩心图像中的连通区域;

其中,利用DM分解算法,得到强连通分量和偏序关系,根据所述偏序关系获取所述像素编号排列向量和所述像素编号分类向量;根据所述像素编号分类向量获取所述像素编号排列向量中所对应的每个孔喉连通区域的像素点的首尾编号,从而获取孔喉连通区域的像素点编号。

2. 根据权利要求1所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括:

将原始数字岩心图像中的孔喉表示为1,原始数字岩心图像中的骨架表示为0,构建像素矩阵;

将所述像素矩阵中待识别的孔喉按顺序进行编号,得到编号矩阵。

3. 根据权利要求1所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

采用4邻域或8邻域的相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系,将相邻的像素点编号记录成对,并根据记录成对的像素点编号生成相邻矩阵。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述相邻矩阵的行为 $a = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ ,列为 $b = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ ,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为1,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点不相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为0;

其中, $a_i \in a, b_j \in b$ 。

5. 根据权利要求1所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述数字岩心图像中第n个孔喉连通区域的像素点编号为:

$$X_n = \{p_{r_n}, p_{r_{n+1}}, \dots, p_{r_{n+1}-1}\} \quad (1)$$

其中, $X_n$ 表示第n个孔喉连通区域的像素点编号, $p_{r_n}$ 表示第n个孔喉连通区域所对应的排列向量中的第 $r_n$ 个像素点, $p_{r_{n+1}-1}$ 表示第n个孔喉连通区域所对应的排列向量中的第 $r_{n+1}-1$ 个像素点。

6. 根据权利要求1所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述相邻矩阵存储于稀疏矩阵中。

7. 根据权利要求1所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,其特征在于,所述相邻矩阵中的元素采用布尔类型。

## 一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油田开发技术领域,尤其是涉及一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法。

### 背景技术

[0002] 岩心的三维数字图像由CT或扫描电镜等实验手段得到,图像中通常包含了岩心内部连通和非连通的全部孔喉空间。在进行流动模拟时,采用的数字岩心中应仅包含参与流动的孔喉空间,即与流动通道入口和出口均相连的连续孔喉空间。对于孤立的孔喉空间(死孔隙),应在流动模拟之前进行删除,以减少流动计算的工作量。

[0003] 假设数字岩心中0代表骨架,1代表孔喉。目前常用有两种方法来判断孔喉的连通性。

[0004] 第一种算法称为“洪水算法”,具体是:①从岩心中选取值为1的像素点a作为种子,将种子值设为2;②判断与a相邻的26个像素是否为1。如果为1,则认为该像素b代表的孔喉与种子相连;③将b作为新的种子(值设置为2);④重复②~③直到周围再也找不到值为1的点。此时,仅且全部与种子a连通的点被标记为2。

[0005] 第二种算法称为“扫描线算法”,具体是:①从岩心中选取值为1的像素作为种子a,种子值标记为2;②以a为中心沿x轴向两端查找边界,得到一条通过a的扫描线 $L_a$ ,将扫描线上的点的值标记为2。③在y方向上与 $L_a$ 相邻的像素中找到值为1的点,作为新的种子b,重复②得到新的扫描线 $L_b$ 。④重复3得到新的种子c,d...和相应的扫描线 $L_c, L_d \dots$ ;⑤以b,c,d...作为新的种子重复①~④,直到在第③步中找不到任何一个与扫描线相邻的值为1的点。此时,仅且全部与种子a连通的点被标记为2。

[0006] 在得到孔喉连通性的基础上,判断该连通区域是否与岩心流动的入口和出口相连。有以下两种方法:一是将种子布置在岩心的入口端,并判断该连通区域内是否有种子位于岩心出口端;二是直接求取该连通区域内所有点中是否同时包含位于入口和出口的点。

[0007] 但是上述两种方法均存在一定问题。“洪水算法”查找连通孔喉空间有两个主要缺点:一是运算效率低,每次都要搜索种子周围的26个像素,运算量大;二是需要的堆栈空间大,由于是递归算法,压入堆栈的种子数量很大。“扫描线算法”所用到的堆栈要小于洪水算法,但是由于要查找扫描线周围的点,运算效率仍然不高。

[0008] 基于计算方式的不同发展出了不同的识别方法,基于DM(Dulmage-Mendelsohn)分解的图像识别方法是将DM分解应用在数字岩心图像所对应的相邻矩阵上,通过DM分解对相邻矩阵进行分析,从而得到数字岩心图像的孔喉连通区域。DM算法是1958年由A.L.Dulmage和Nathan Mendelsohn提出的一种在图论中使用的算法,能够按照一定规律将二分图中的顶点分割为不同的集合,并且不同集合之间满足一定的偏序关系。

### 发明内容

[0009] 针对现有技术中所存在的上述技术问题,本发明提出了一种数字岩心图像的孔喉

连通区域识别方法,该方法仅通过一次运算,即可得到数字岩心中所有的孔喉连通区域,计算复杂程度低,数据存储量小,运算速度快,能够正确的对数字岩心中的连通孔喉进行识别。

[0010] 本申请提出了一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法,包括以下步骤:

[0011] S1、根据数字岩心图像构建像素矩阵,并对像素矩阵中待识别的孔喉像素点进行编号,得到编号矩阵;

[0012] S2、根据相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系,并根据所述相邻关系生成相邻矩阵;

[0013] S3、对所述相邻矩阵进行DM分解,得到像素编号排列向量和像素编号分类向量;

[0014] S4、根据像素编号排列向量和像素编号分类向量识别数字原始岩心图像中的连通区域。

[0015] 在一个实施方式中,所述步骤S1具体包括:

[0016] 将原始数字岩心图像中的孔喉表示为1,原始数字岩心图像中的骨架表示为0,构建像素矩阵。

[0017] 将所述像素矩阵中待识别的孔喉按顺序进行编号,得到编号矩阵。

[0018] 在一个实施方式中,所述步骤S2具体包括:

[0019] 采用4邻域、8邻域或其它相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系,将相邻的两个像素点编号记录成对。4邻域就是四个方向的像元;8邻域是八个方向的邻域。

[0020] 根据记录成对的像素点编号生成相邻矩阵。

[0021] 在一个实施方式中,所述相邻矩阵的行为 $a = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ ,列为 $b = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ ,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为1,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点不相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为0;

[0022] 其中, $a_i \in a, b_j \in b$ 。

[0023] 在一个实施方式中,所述步骤S3的具体方法为:利用DM分解算法,得到强连通分量和偏序关系,根据偏序关系获取像素编号排列向量和像素编号分类向量。

[0024] 在一个实施方式中,根据所述分类向量获取所述排列向量中所对应的孔喉连通区域的像素点的首尾编号,从而获取孔喉连通区域的像素点编号。

[0025] 在一个实施方式中,所述数字岩心图像中第n个孔喉连通区域的像素点编号为:

$$[0026] \quad X_n = \{p_{r_n}, p_{r_{n+1}}, \dots, p_{r_{n+1}-1}\} \quad (1)$$

[0027] 其中, $X_n$ 表示第n个孔喉连通区域的像素点编号, $p_{r_n}$ 表示第n个孔喉连通区域所对应的排列向量中的第 $r_n$ 个像素点, $p_{r_{n+1}-1}$ 表示第n个孔喉连通区域所对应的排列向量中的第 $r_{n+1}-1$ 个像素点。

[0028] 在一个实施方式中,所述相邻矩阵存储于稀疏矩阵中。

[0029] 在一个实施方式中,所述相邻矩阵中的元素采用布尔类型,每个元素仅占1Byte。

[0030] 与现有技术相比,本发明的优点在于,本发明仅通过一次运算,即可得到数字岩心中所有的孔喉连通区域,计算复杂程度低,数据存储量小,运算速度快。能够正确的对数字岩心中的连通孔喉进行识别。

## 附图说明

[0031] 下面将结合附图来对本发明的优选实施例进行详细地描述。在图中：

[0032] 图1显示了根据本发明的实施例所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法的流程图。

[0033] 图2显示了一种原始数字岩心图像。

[0034] 图3显示了根据本发明的实施例所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法对图2所示原始数字岩心图像进行识别得到的相邻矩阵示意图。

[0035] 图4显示了根据本发明的实施例所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法对图2所示原始数字岩心图像进行识别得到的识别效果示意图。

[0036] 图5显示了根据本发明的实施例所述的数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法所得到的孔喉连通区域示意图。

[0037] 在附图中，相同的部件使用相同的附图标记。附图并未按照实际的比例绘制。

## 具体实施方式

[0038] 以下结合附图及实施例来详细说明本发明的实施方式，借此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题，并达成技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。需要说明的是，只要不构成冲突，本发明中的各个实施例以及各实施例中的各个特征可以互相结合，所形成的技术方案均在本发明的保护范围之内。

[0039] 如图1所示，本发明公开了一种数字岩心图像的孔喉连通区域识别方法，采用平面图的对偶图相邻矩阵进行DM分解得到连通区域。包括以下步骤：

[0040] S1、根据数字岩心图像构建像素矩阵，并对像素矩阵中待识别的孔喉像素点进行编号，得到编号矩阵；

[0041] S2、根据相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系，并根据所述相邻关系生成相邻矩阵；

[0042] S3、对所述相邻矩阵进行DM分解，得到像素编号排列向量 $p$ 和像素编号分类向量 $r$ ；

[0043] S4、根据像素编号排列向量和像素编号分类向量识别数字原始岩心图像中的连通区域。

[0044] 在一个实施方式中，所述步骤S1具体包括：

[0045] 如图2所示，提供了一张原始数字岩心图像，该图像中的黑色区域表示孔喉，白色区域表示骨架。该原始数字岩心图像的原图像素为 $13 \times 12$ ，将该原始数字岩心图像中的孔喉表示为1，原始数字岩心图像中的骨架表示为0，构建像素矩阵。该像素矩阵具体如下所示：

	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
[0046]	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

[0047] 将所述像素矩阵中待识别的孔喉按顺序进行编号,该实施方式中,自上而下沿横向依次编号,得到编号矩阵。该编号矩阵如下所示:

	0	0	0	22	34	44	0	0	0	0	0	0
	0	3	12	23	35	45	51	0	0	0	0	0
	0	4	13	24	36	46	52	57	0	0	0	0
	0	5	14	25	37	47	53	58	0	0	0	0
	0	6	15	26	38	48	54	59	0	0	0	0
[0048]	0	7	16	27	39	49	55	60	0	0	0	0
	0	0	17	28	40	50	56	0	0	0	0	0
	0	0	0	29	41	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	61	65	69	73	77
	0	8	18	30	0	0	0	62	66	70	74	78
	1	9	19	31	42	0	0	63	67	71	75	79
	2	10	20	32	43	0	0	64	68	72	76	80
[0049]	0	11	21	33	0	0	0	0	0	0	0	0

[0050] 在一个实施方式中,所述步骤S2具体包括:

[0051] 采用4邻域、8邻域或其它相邻判定规则判断编号矩阵中像素点的相邻关系,将相邻的两个像素点编号记录成对。

[0052] 在本实施例中,采用4邻域相邻判定规则来判断编号矩阵中像素点的相邻关系。例如,针对编号矩阵中的像素点编号1,与其相邻的分别为右侧的像素点编号9和下方的像素

点编号2,故将相邻的像素点编号记录成对,也即(1,2)和(1,9)。又如,针对编号矩阵中的像素点编号70,与其相邻的分别为上方的像素点编号69,下方的像素点编号71,左侧的像素点编号66和右侧的像素点编号74,故将该相邻的像素点编号记录成对,也即(70,69)、(70,71)、(70,66)和(70,74)。该编号矩阵中像素点的相邻关系具体如下所示:

	1	2
	1	9
	2	1
	2	10
	3	4
	3	12
	4	3
	4	5
	4	13
	5	4
[0053]	5	6
	5	14
	6	5
	6	7
	6	15
	7	6
	7	16
	8	9
	8	18
	9	8
	9	10
	9	1

	9	19
	10	9
	10	11
	10	2
	10	20
	11	10
	11	21
	12	13
	12	3
	12	23
	13	12
	13	14
	13	4
	13	24
	14	13
	14	15
	14	5
	14	25
[0054]	15	14
	15	16
	15	6
	15	26
	16	15
	16	17
	16	7
	16	27
	17	16
	17	28
	18	19
	18	8
	18	30
	19	18
	19	20
	19	9
	19	31
	20	19
	20	21

	20	10
	20	32
	21	20
	21	11
	21	33
	22	23
	22	34
	23	22
	23	24
	23	12
	23	35
	24	23
	24	25
	24	13
	24	36
	25	24
	25	26
	25	14
[0055]	25	37
	26	25
	26	27
	26	15
	26	38
	27	26
	27	28
	27	16
	27	39
	28	27
	28	29
	28	17
	28	40
	29	28
	29	41
	30	31
	30	18
	31	30
	31	32

	31	19
	31	42
	32	31
	32	33
	32	20
	32	43
	33	32
	33	21
	34	35
	34	22
	34	44
	35	34
	35	36
	35	23
	35	45
	36	35
	36	37
	36	24
[0056]	36	46
	37	36
	37	38
	37	25
	37	47
	38	37
	38	39
	38	26
	38	48
	39	38
	39	40
	39	27
	39	49
	40	39
	40	41
	40	28
	40	50
	41	40
	41	29

	42	43
	42	31
	43	42
	43	32
	44	45
	44	34
	45	44
	45	46
	45	35
	45	51
	46	45
	46	47
	46	36
	46	52
	47	46
	47	48
	47	37
	47	53
[0057]	48	47
	48	49
	48	38
	48	54
	49	48
	49	50
	49	39
	49	55
	50	49
	50	40
	50	56
	51	52
	51	45
	52	51
	52	53
	52	46
	52	57
	53	52
	53	54

	53	47
	53	58
	54	53
	54	55
	54	48
	54	59
	55	54
	55	56
	55	49
	55	60
	56	55
	56	50
	57	58
	57	52
	58	57
	58	59
	58	53
	59	58
[0058]	59	60
	59	54
	60	59
	60	55
	61	62
	61	65
	62	61
	62	63
	62	66
	63	62
	63	64
	63	67
	64	63
	64	68
	65	66
	65	61
	65	69
	66	65
	66	67

	66	62
	66	70
	67	66
	67	68
	67	63
	67	71
	68	67
	68	64
	68	72
	69	70
	69	65
	69	73
	70	69
	70	71
	70	66
	70	74
	71	70
	71	72
[0059]	71	67
	71	75
	72	71
	72	68
	72	76
	73	74
	73	69
	73	77
	74	73
	74	75
	74	70
	74	78
	75	74
	75	76
	75	71
	75	79
	76	75
	76	72
	76	80

[0060]

77	78
77	73
78	77
78	79
78	74
79	78
79	80
79	75
80	79
80	76

[0061] 根据上述记录成对的像素点编号生成相邻矩阵。所述相邻矩阵如图3所示,所述相邻矩阵中的每个点代表了上述的一对编号像素点。所述相邻矩阵的行为 $a = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ ,列为 $b = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ ,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为1,当 $a_i$ 所代表的像素点和 $b_j$ 所代表的像素点不相邻时,相邻矩阵中的 $(a_i, b_j)$ 为0;

[0062] 其中, $a_i \in a, b_j \in b$ 。

[0063] 在一个实施方式中,所述步骤S3的具体方法为:利用DM分解算法,得到强连通分量 and 偏序关系,根据偏序关系获取像素编号排列向量 $p$ 和像素编号分类向量 $r$ ,其中,

[0064]

$p =$	(	1	2	8	9	10	11	18	19	20	21	30
		31	32	33	42	43	3	4	5	6	7	12
		13	14	15	16	17	22	23	24	25	26	27
		28	29	34	35	36	37	38	39	40	41	44
		45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
		56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
		67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
		78	79	80)								

[0065]  $r = (1 \ 17 \ 61 \ 81)$ 。

[0066] 在一个实施方式中,所述步骤S4具体包括:

[0067] 根据所述分类向量 $r$ 获取所述排列向量 $p$ 中所对应的孔喉连通区域的像素点的首尾编号,从而获取孔喉连通区域的像素点编号。数字岩心图像中第 $n$ 个孔喉连通区域的像素点编号为:

$$[0068] \quad X_n = \{p_{r_n}, p_{r_{n+1}}, \dots, p_{r_{n+1}-1}\} \quad (1)$$

[0069] 其中, $X_n$ 表示第 $n$ 个孔喉连通区域的像素点编号, $p_{r_n}$ 表示第 $n$ 个孔喉连通区域所对应的排列向量 $p$ 中的第 $r_n$ 个像素点, $p_{r_{n+1}-1}$ 表示第 $n$ 个孔喉连通区域所对应的排列向量 $p$ 中的第 $r_{n+1}-1$ 个像素点。

[0070] 在该实施例中, $r_1=1, r_2=17, r_3=61, r_4=81$ ,根据分类向量 $r$ 将排列向量 $p$ 分为三个区间:(1-16)、(17-60)和(61-80),也即该数字岩心图像有3个连通区域,根据公式(1)可以得到所述三个孔喉连通区间的像素点编号分别为:

$$[0071] \quad X_1 = \{p_1, p_2, \dots, p_{16}\} \quad (2)$$

[0072]  $X_2 = \{p_{17}, p_{18}, \dots, p_{60}\}$  (3)

[0073]  $X_3 = \{p_{61}, p_{62}, \dots, p_{80}\}$  (4)

[0074] 具体的,也即:(1-16)表示排列向量p中第1-16个像素点,所述(17-60)表示排列向量p中第17-60个像素点,所述(61-80)表示排列向量p中第61-80个像素点。

[0075] 故该数字岩心图像的连通区域的像素点编号为:

[0076]  $X_1 = [1\ 2\ 8\ 9\ 10\ 11\ 18\ 19\ 20\ 21\ 30\ 31\ 32\ 33\ 42\ 43]$ ;

[0077]  $X_2 = [3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16\ 17\ 22\ 23\ 24\ 25\ 26\ 27\ 28\ 29\ 34\ 35\ 36\ 37\ 38\ 39\ 40\ 41\ 44\ 45\ 46\ 47\ 48\ 49\ 50\ 51\ 52\ 53\ 54\ 55\ 56\ 57\ 58\ 59\ 60]$ ;

[0078]  $X_3 = [61\ 62\ 63\ 64\ 65\ 66\ 67\ 68\ 69\ 70\ 71\ 72\ 73\ 74\ 75\ 76\ 77\ 78\ 79\ 80]$ 。

[0079] 根据所述连通区域的像素点编号可以获取最终的识别效果,如图4所示,所述区域 $X_1$ 、区域 $X_2$ 和区域 $X_3$ 即为对图2采用本发明所述识别方法识别出的孔喉连通区域。所述区域 $X_1$ 对应图2数字岩心图像中的A区域,区域 $X_2$ 对应图2数字岩心图像中的B区域,区域 $X_3$ 对应图2数字岩心图像中的C区域。从图4能够看出,A区域的孔喉相连通,B区域的孔喉相连通;C区域的孔喉相连通。A、B和C区域之间不连通。

[0080] 此为一种较简单的实施例,图5给出了较为复杂的数字岩心图像采用本发明所述识别方法识别出的孔喉连通区域示意图。图中颜色深度一致的区域表示相连通的孔喉,例如:a1、a2、a3和a4区域颜色深度一致,表明该四个孔喉相连通,同样的,b1、b2、b3和b4区域颜色深度一致,表明该四个孔喉相连通。可以理解的,颜色深度不一致的区域之间不连通。

[0081] 得到孔喉连通性的基础上,可以通过以下两种方法判断该连通区域是否与岩心流动的入口和出口相连。一是将种子布置在岩心的入口端,并判断该连通区域内是否有种子位于岩心出口端;二是直接求取该连通区域内所有点中是否包含位于入口和出口的点。

[0082] 在一个实施方式中,所述相邻矩阵存储于稀疏矩阵中。且所述相邻矩阵中的元素采用布尔类型,每个元素仅占1Byte。

[0083] 与现有技术相比,本发明的优点在于,本发明仅通过一次运算,即可计算得到数字岩心中所有的孔喉连通区域,计算复杂程度低,数据存储量小,运算速度快。能够正确的对数字岩心中的连通孔喉进行识别。

[0084] 以上所述仅为本发明的优选实施方式,但本发明保护范围并不局限于此,任何本领域的技术人员在本发明公开的技术范围内,可容易地进行改变或变化,而这种改变或变化都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求书的保护范围为准。

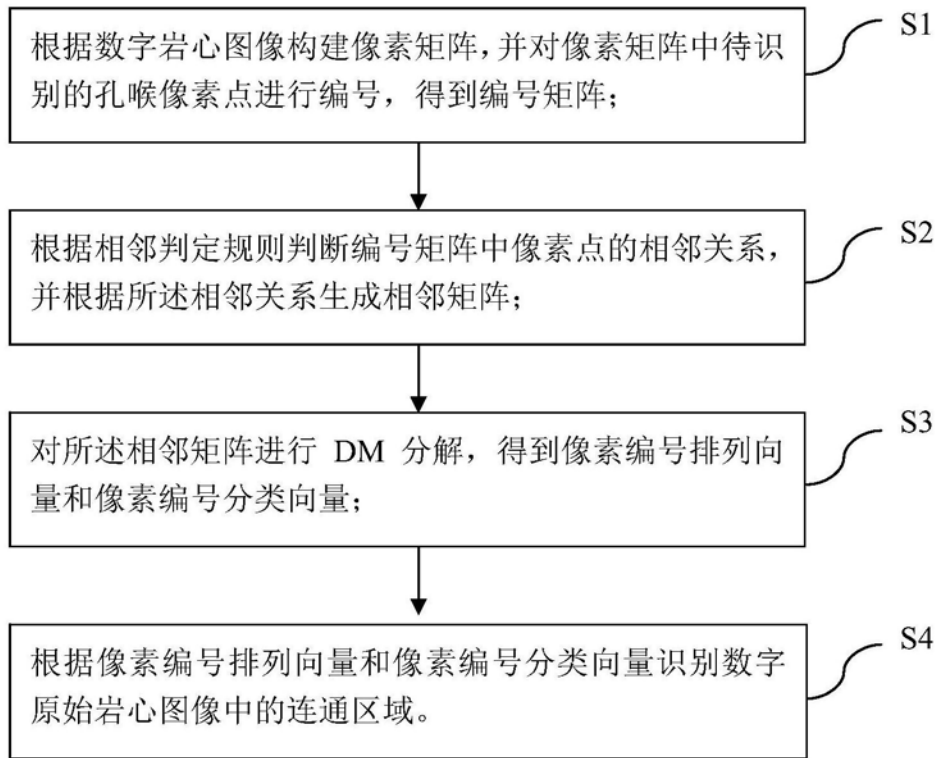


图1

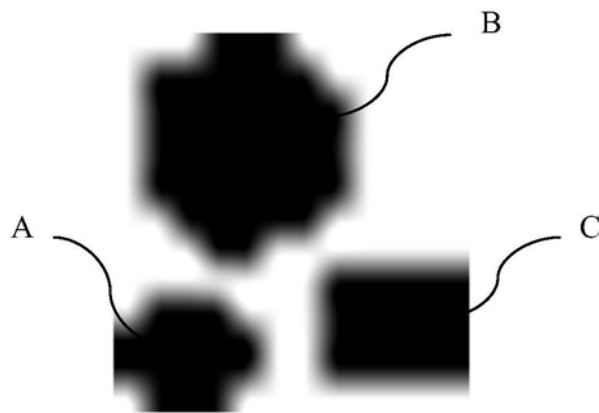


图2

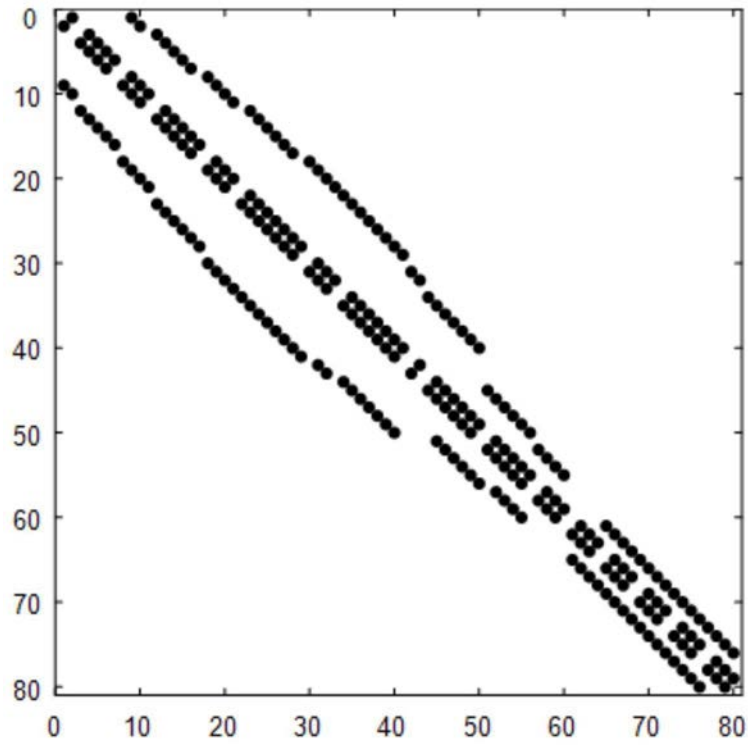


图3

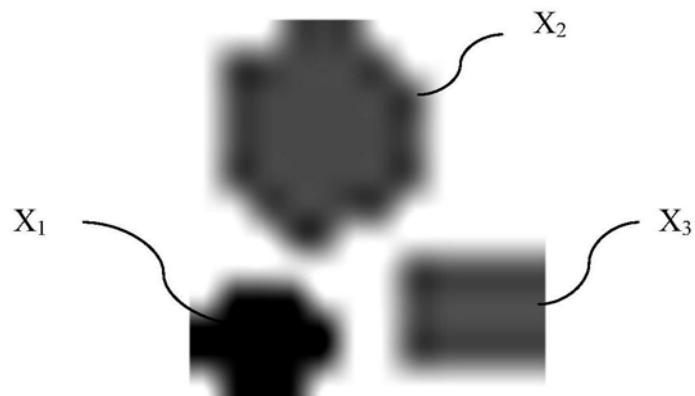


图4

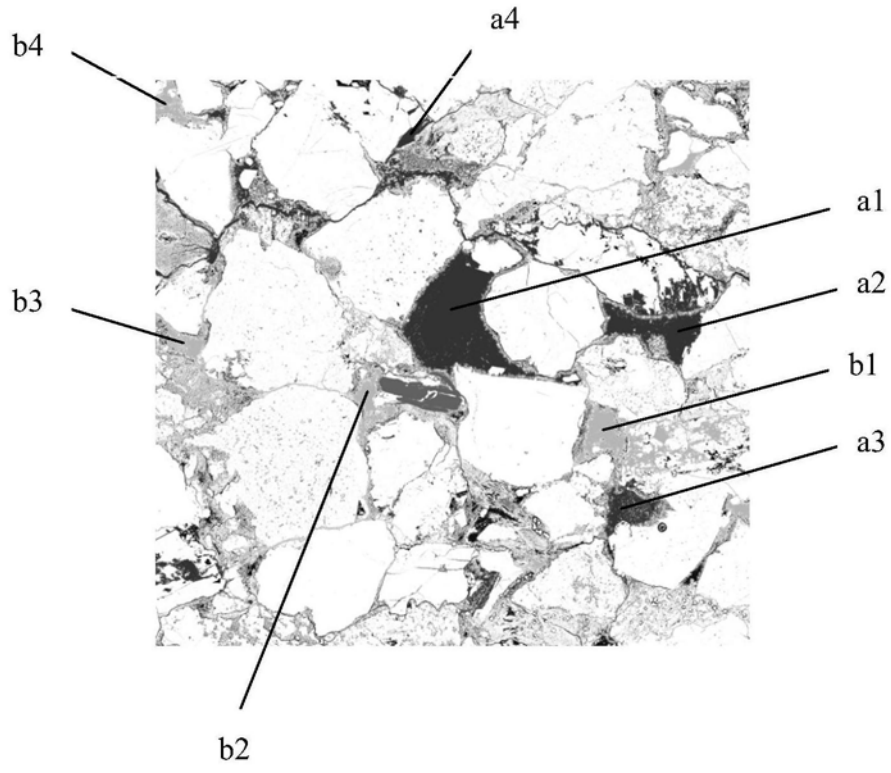


图5