

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 4 月 27 日 (27.04.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/065477 A1

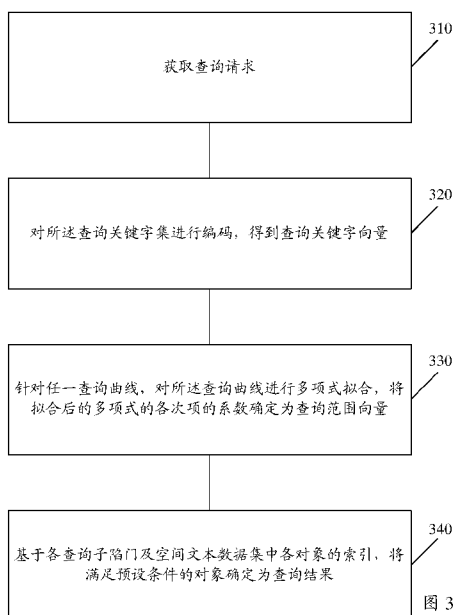
- (51) 国际专利分类号:
G06F 16/332 (2019.01) **G06F 16/36** (2019.01)
G06F 16/31 (2019.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/135363
- (22) 国际申请日: 2021 年 12 月 3 日 (03.12.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202111210427.0 2021年10月18日 (18.10.2021) CN
- (71) 申请人: 深圳前海微众银行股份有限公司
(**WEBANK CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 西安电子科技大学

(**XIDIAN UNIVERSITY**) [CN/CN]; 中国陕西省西安市雁塔区太白南路2号, Shaanxi 710071 (CN)。

- (72) 发明人: 苗银宾(**MIAO, Yinbin**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 杨玉涛(**YANG, Yutao**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 童秋云(**TONG, Qiuyun**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 范瑞彬(**FAN, Ruibin**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 张开翔(**ZHANG, Kaixiang**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。 李辉忠(**LI, Huizhong**); 中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1号A栋201室,

(54) **Title:** SPATIAL TEXT QUERY METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种空间文本的查询方法及装置



310 Obtain a query request
320 Encode a query keyword set to obtain a query keyword vector
330 For any one query curve, perform polynomial fitting on the query curve, and determine the coefficient of each item of a fitted polynomial to be a query range vector
340 On the basis of each query sub trap door and the index of each object in a spatial text data set, determine an object satisfying preset conditions to be a query result

图 3

(57) **Abstract:** Disclosed in the present invention are a spatial text query method and apparatus. The method comprises: obtaining a query request, wherein the query request comprises a query range and a query keyword set, and the query range is a closed region formed by a query curve; encoding the query keyword set to obtain a query keyword vector; performing polynomial fitting on the query curve to determine a query range vector; obtaining a first lower triangular matrix on the basis of the query range vector and the query keyword vector; encrypting the first lower triangular matrix by means of a first encryption matrix to obtain a query sub trap door; and

Guangdong 518027 (CN)。 李成博(LI, Chengbo);
中国广东省深圳市前海深港合作区前湾一路1
号A栋201室, Guangdong 518027 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司
(TDIP & PARTNERS); 中国北京市西城区裕民路
18号北环中心A座2002, Beijing 100029 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

on the basis of each query sub trap door and the index of each object in a spatial text data set, determining an object satisfying preset conditions to be a query result, wherein the index of any object is obtained by encrypting, by means of a second encryption matrix, a second lower triangular matrix that is obtained according to the spatial position of the object and a keyword set. Therefore, the present invention satisfies the query range actually required by a user, and improves the query accuracy.

(57) 摘要: 本发明公开了一种空间文本的查询方法及装置, 包括: 获取查询请求; 查询请求包括查询范围和查询关键字集; 查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域; 对查询关键字集进行编码, 得到查询关键字向量; 对查询曲线进行多项式拟合, 确定查询范围向量; 基于查询范围向量和查询关键字向量, 得到第一下三角矩阵; 将第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密, 得到查询子陷门; 基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引, 将满足预设条件的对象确定为查询结果; 任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。从而满足用户实际需要的查询范围, 提高了查询的准确度。

一种空间文本的查询方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在2021年10月18日提交中国专利局、申请号为202111210427.0、申请名称为“一种空间文本的查询方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及金融科技（Fintech）领域，尤其涉及一种空间文本的查询方法及装置。

背景技术

随着计算机技术的发展，越来越多的技术（例如：区块链、云计算或大数据）应用在金融领域，传统金融业正在逐步向金融科技转变，大数据技术也不例外，但由于金融、支付行业的安全性、实时性要求，也对大数据技术中空间关键字查询提出了更高的要求。

现有技术中，用户在查询某一范围内的对象时，所选择的查询范围一般是预设的范围与形状；具体的，使用预设编码算法将空间地理坐标生成格雷码；图一为本发明示例性示出的一种空间地理坐标的格雷码示意图，如图1所示，每一个单元格（如“0011”）表征一个区域范围，图1所示的格雷码中记录有空间文本数据集中的各对象（如对象P位于“0011”区域中）。

基于上述格雷码，用户在确定查询范围时，以单元格为单位，确定查询范围，如查询范围为“0011，0010，0111，0110”表征的区域；然后再根据查询请求的文本关键字，在“0011，0010，0111，0110”查询范围中确定查询结果。

但是，现有技术中无法实现查询任意形状的查询范围，无法满足用户实际需要查询范围，导致确定的查询结果包括用户不需要的对象，降低了查询的准确度。

发明内容

本发明实施例提供一种空间文本的查询方法及装置，用于实现查询任意形状的查询范围，满足用户实际需要的查询范围，提高查询的准确度以及提升确定查询结果的精确度。

第一方面，本发明实施例提供一种空间文本的查询方法，包括：

获取查询请求；所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；

对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量；

针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量；基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵；将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密，得到查询子陷门；

基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果；其中，任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三

角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。

上述技术方案中，查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域，也就是说，本发明中的查询范围可以是任意形状的；通过确定查询关键字向量实现多维关键字查询，提升关键字查询的准确度；然后通过查询曲线对应的拟合曲线确定出满足预设条件的对象，相当于确定出与查询关键字集对应，且在查询范围内的对象，从而满足用户实际需要的查询范围，即查询结果在用户实际需要的查询范围内，因此提高了查询的准确度；且通过加密矩阵对查询请求和对象的信息进行加密，保证了查询安全性。

可选的，对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量，包括：

基于关键字字典中关键字数量 m ，建立第一向量；所述关键字字典是对所述空间文本数据集中各对象的关键字集取并集得到的；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 1；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字未记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 0；

将各维元素赋值后的第一向量确定为所述查询关键字向量。

上述技术方案中，通过将查询关键字以向量的形式进行表征，实现多维的关键字查询，提升查询效率及查询准确度。

可选的，基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵，包括：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第一随机下三角矩阵；

根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第一下三角矩阵；

第二下三角矩阵通过如下方式得到，包括：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第二随机下三角矩阵；

针对任一对象，将所述对象的纬度值经 $n+1$ 次处理的 $n+1$ 项纬度值和所述对象的经度值，确定索引空间向量；对所述对象的关键字集进行编码，得到索引关键字向量；

根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第二下三角矩阵。

上述技术方案中，通过第一下三角矩阵表征查询请求的查询范围和查询关键字集；通过第二下三角矩阵表征对象的空间位置和关键字集；以此实现根据第一下三角矩阵和第二下三角矩阵确定出与查询关键字集对应，且在查询范围内的对象，在用户实际需要的查询范围内确定查询结果，因此提高了查询的准确度。

可选的，根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值，包括：

将所述查询范围向量中第 r 次方项的系数赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素； $0 \leq r \leq n$ ；

将-1赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素;

将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素;

将查询关键字集中关键字的数量赋值至所述第一随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

上述技术方案中, 通过将查询请求的查询范围和查询关键字集通过一个矩阵进行表达, 以使在确定查询结果时减少计算量, 提升查询效率。

可选的, 根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值, 包括:

将所述对象的纬度值经 r 次处理的纬度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将所述对象的经度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素;

将所述索引关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+3+j$ 行第 $n+3+j$ 列的元素;

将-1赋值至所述第二随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

通过将对象的空间位置和关键字集通过一个矩阵进行表达, 以使在确定查询结果时, 不需要对每个对象进行重复计算, 减少计算量, 提升查询效率。

可选的, 将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密, 得到查询子陷门, 包括:

根据至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、对角线值为设定值的第三下三角矩阵和对角线值为1的第四下三角矩阵对所述第一下三角矩阵进行加密得到查询子陷门; 其中, 所述设定值为第1行第1列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值为预设正实数, 第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为1;

任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的, 包括:

根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵;

根据所述至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵对第二下三角方块矩阵进行加密得到所述对象的索引。

上述技术方案中, 通过随机矩阵对查询请求和对象的信息进行加密, 保证了查询安全性。

可选的, 所述查询曲线包括第一查询曲线和第二查询曲线; 所述各查询子陷门包括第一查询子陷门和第二查询子陷门; 基于所述查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引, 将满足预设条件的对象确定为查询结果, 包括:

针对任一对象, 基于所述对象的索引与所述第一查询子陷门确定第一结果矩阵; 基于所述对象的索引与所述第二查询子陷门确定第二结果矩阵;

确定所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹, 根据所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹确定所述对象是否满足预设条件。

可选的, 所述预设条件包括:

所述第一结果矩阵的迹的绝对值和所述第二结果矩阵的迹的绝对值小于第一阈值；且所述第一结果矩阵的迹大于第二阈值；所述第二结果矩阵的迹小于第二阈值；

所述第一阈值用于确定符合所述查询关键字集的对象；

所述第二阈值用于确定符合所述查询范围的对象。

5 上述技术方案中，通过第一阈值保证与查询关键字集相对应的对象，即该对象所包含的关键字集包括查询关键字集或与查询关键字集一致；通过第一阈值保证对象在查询范围内，从而实现基于阈值的确定查询结果，提高查询的准确度以及提升确定查询结果的精确度。

第二方面，本发明实施例提供一种空间文本的查询装置，包括：

10 获取模块，用于获取查询请求；所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；

处理模块，用于对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量；

15 针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量；基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵；将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密，得到查询子陷门；

基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果；其中，任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。

可选的，所述处理模块具体用于：

20 基于关键字字典中关键字数量 m ，建立第一向量；所述关键字字典是对所述空间文本数据集中各对象的关键字集取并集得到的；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 1；

25 若确定所述关键字字典中第 j 关键字未记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 0；

将各维元素赋值后的第一向量确定为所述查询关键字向量。

可选的，所述处理模块具体用于：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第一随机下三角矩阵；

30 根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第一下三角矩阵；

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第二随机下三角矩阵；

35 针对任一对象，将所述对象的纬度值经 $n+1$ 次处理的 $n+1$ 项纬度值和所述对象的经度值，确定索引空间向量；对所述对象的关键字集进行编码，得到索引关键字向量；

根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第二下三角矩阵。

可选的,所述处理模块具体用于:

将所述查询范围向量中第 r 次方项的系数赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将-1赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素;

5 将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素;

将查询关键字集中关键字的数量赋值至所述第一随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

可选的,所述处理模块具体用于:

10 将所述对象的纬度值经 r 次处理的纬度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将所述对象的经度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+2$ 行第 $r+2$ 列的元素;

将所述索引关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+3+j$ 行第 $n+3+j$ 列的元素;

15 将-1赋值至所述第二随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

可选的,所述处理模块具体用于:

根据至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、对角线值为设定值的第三下三角矩阵和对角线值为1的第四下三角矩阵对所述第一下三角矩阵进行加密得到查询子陷门;其中,所述设定值为第1行第1列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值为预设正实数,第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为1;

根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵;

根据所述至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵对第二下三角方块矩阵进行加密得到所述对象的索引。

可选的,所述查询曲线包括第一查询曲线和第二查询曲线;所述各查询子陷门包括第一查询子陷门和第二查询子陷门;所述处理模块具体用于:

25 针对任一对象,基于所述对象的索引与所述第一查询子陷门确定第一结果矩阵;基于所述对象的索引与所述第二查询子陷门确定第二结果矩阵;

确定所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹,根据所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹确定所述对象是否满足预设条件。

30 第三方面,本发明实施例还提供一种计算机设备,包括:

存储器,用于存储程序指令;

处理器,用于调用所述存储器中存储的程序指令,按照获得的程序执行上述空间文本的查询方法。

第四方面,本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于使计算机执行上述空间文本的查询方法。

35

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简要介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例提供的一种空间地理坐标的格雷码示意图；

图 2 为本发明实施例提供的一种系统架构示意图；

图 3 为本发明实施例提供的一种空间文本的查询方法的流程示意图；

图 4 为本发明实施例提供的一种查询范围示意图；

图 5 为本发明实施例提供的一种应用场景的结构示意图；

图 6 为本发明实施例提供的一种空间文本的查询装置的结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

现有技术中，基于查询范围确定查询结果的方法包括以下四个阶段：

S1、系统初始化；

数据所有者生成主密钥 msk 。

S2、数据加密；

数据所有者根据预设编码方式对空间文本数据集中的对象进行编码，得到对象信息向量；例如，空间文本数据集 $DB=\{D1, D2, \dots, Dz\}$ ，第 i 个对象 $Di=\{Dp, Dq\}$ ，其中， Dp 为对象 Di 的空间坐标， Dq 为对象 Di 的关键字集；使用预设编码算法将空间地理坐标生成如图 1 所示的格雷码，然后通过预设编码方式将对象 Di 的空间坐标编码为格雷码，如图 1 所示，对象 P 被编码为“0011”；然后再使用位图编码方式将对象 Di 的关键字集编码成位图；最后基于对象的格雷码和位图生成对象信息向量；

根据主密钥 msk 将对象信息向量进行加密。

S3、生成陷门；

获取查询请求后，根据预设编码算法对查询请求的查询范围进行编码，得到查询编码；根据位图编码算法对查询请求的查询关键字集进行编码，得到查询位图；基于查询编码和查询位图确定查询向量；

根据主密钥 msk 对查询向量进行加密。

S4、查询；

根据查询向量和对象信息向量确定出在查询范围内的与查询关键字集相对应的对象。

但在上述查询方法中，因为预设编码算法只能将查询范围确定为矩形，如图 1 所示，以每一个单元格（如“0011”）为基础单元，确定矩形的查询范围，无法实现查询任意形状

的查询范围，无法满足用户实际需要查询范围。例如，用户想查询某一城市中共有多少银行，因为大多数城市的区域是不规则区域，按照现有技术的方案，确定的矩形查询范围需要包括该城市，但矩形查询范围包括该城市的基础上，还会包括其他区域，如其他城市，导致在该矩形查询范围内的银行不仅局限于该城市，还包括了其他城市的银行，导致确定的查询结果（银行）并非针对该城市，从而导致确定的查询结果包括用户不需要的对象，使查询的准确度降低，确定的查询结果精确度低。

在另一种查询方式中，查询请求包括查询位置和查询关键字，例如，用户 A 在某一具体位置发起了查询请求，则该位置为查询请求的查询位置，该查询位置一般为经纬度坐标值，即查询点。

针对于查询点查询时，需要确定出该查询点与预先根据明文空间文本数据构建的索引树中各最小外包矩形的最小空间距离，然后再根据各最小外包矩形中存在的空间文本对应的关键字和查询请求的关键字，确定出各空间文本与查询请求的关键字相似度。最后根据预设权重、空间距离和关键字相似度确定出查询值，根据查询值的大小确定查询结果，例如，将最大查询值对应的空间文本（相当于索引树中的叶子节点）作为查询结果。其中，索引树是数据所有者根据明文空间文本进行构建的，最小外包矩形为非叶子节点的空间范围。

但上述方法存在的问题是，查询值与预设权重相关，例如，对空间距离所预设的权重较小，对关键字相似度所预设的权重较大时，则查询结果易出现与查询请求中的关键字相似的节点，因此导致确定的查询结果包括空间文本数据的相关度值的排序泄露，易发生攻击者根据相关度值的排序推测出各对象的信息，并且可能会分析出查询用户的日常习惯和喜好，存在安全隐患。

因此，现亟需一种空间文本的查询方法，用于满足用户实际需要的查询范围，即查询结果在用户实际需要的查询范围内，提高查询的准确度，提升确定查询结果的精确度，并增加查询安全性。

图 2 示例性的示出了本发明实施例所适用的一种系统架构，该系统架构包括服务器 200，该服务器 200 可以包括处理器 210、通信接口 220 和存储器 230。

其中，通信接口 220 用于接收查询请求和发送查询结果。

处理器 210 是服务器 200 的控制中心，利用各种接口和路线连接整个服务器 200 的各个部分，通过运行或执行存储在存储器 230 内的软件程序/或模块，以及调用存储在存储器 230 内的数据，执行服务器 200 的各种功能和处理数据。可选地，处理器 210 可以包括一个或多个处理单元。

存储器 230 可用于存储软件程序以及模块，处理器 210 通过运行存储在存储器 230 的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理。存储器 230 可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等；存储数据区可存储根据业务处理所创建的数据等。此外，存储器 230 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

需要说明的是，上述图 3 所示的结构仅是一种示例，本发明实施例对此不做限定。

基于上述描述，图 3 示例性的示出了本发明实施例提供的一种空间文本的查询方法的流程示意图，该流程可由空间文本的查询装置执行。

如图 3 所示，该流程具体包括：

5 步骤 310，获取查询请求。

本发明实施例中，所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；例如查询范围是由两条曲线形成的椭圆形区域，查询关键字集包括查询关键字为“四川”和“火锅”。

步骤 320，对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量。

10 本发明实施例中，查询关键字向量是通过确定关键字字典中记录的关键字在查询关键字集是否存在，从而得到的。

步骤 330，针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量。

15 本发明实施例中，通过将查询曲线拟合成多项式，以使查询曲线可以表征在矩阵中，以参与计算。

步骤 340，基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果。

本发明实施例中，预设条件包括第一阈值和第二阈值，所述第一阈值用于确定符合所述查询关键字集的对象；所述第二阈值用于确定符合所述查询范围的对象。

20 在步骤 310 中，查询范围可以是任一形状的区域，查询范围可以是由多条查询曲线形成的闭合区域，在此不对查询曲线的数量做限定；图 4 为本发明实施例示例性提出的一种查询范围示意图，如图 4 所示，查询范围是根据两条查询曲线形成的闭合区域，分别为第一查询曲线 θ_1 （图 4 中虚线所示）和第二查询曲线 θ_2 （图 4 中实线所示）；其中，查询曲线可以是任意形状的曲线，在此不做具体限定。

25 在步骤 320 中，通过建立第一向量，并根据关键字字典和查询关键字集对第一向量中各维元素进行赋值，从而得到查询关键字向量。

具体的，基于关键字字典中关键字数量 m ，建立第一向量；若确定所述关键字字典中第 j 关键字记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 1；若确定所述关键字字典中第 j 关键字未记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 0；将各维元素赋值后的第一向量确定为所述查询关键字向量。

30 其中，所述关键字字典是对所述空间文本数据集中各对象的关键字集取并集得到的；例如，给定一个空间文本数据集 D ，空间文本数据集 D 中包括多个对象的信息（空间位置和关键字集），如，空间文本数据集 D 中共包括多个对象，以第 1 对象为例；第 1 对象的空间位置坐标为 (x_1, y_1) ，关键字集包括“四川”、“麻辣”和“火锅”。其中， x_1 表示第 1 对象的纬度值， y_1 表示第 1 对象的经度值。

35 然后针对空间文本数据集 D 中的所有对象的关键字集，确定关键字字典 W ；例如，空间文本数据集 D 中共包括两个对象，第 1 对象的关键字集包括关键字“四川”、“麻辣”和

“火锅”，第2对象的关键字集包括关键字“麻辣”和“烤肉”，则关键字字典 W 为第1对象的
关键字集和第2对象的
关键字集的并集，具体包括关键字“四川”、“麻辣”、“烤肉”
和“火锅”；即 $m=4$ 。

基于上述示例举例说明，基于 $m=4$ ，建立第一向量为 $\{m1, m2, m3, m4\}$ ；假设查询
关键字集包括关键字“四川”和“火锅”；当 $j=1$ 时，关键字字典 W 中第1关键字为“四川”，
确定第1关键字在查询关键字集中存在，则将第一向量中第1维元素($m1$)赋值为1；
以此类推，第2维元素($m2$)赋值为0；第3维元素($m3$)赋值为0；第4维元素($m4$)
赋值为1；从而确定查询关键字向量为 $\{1, 0, 0, 1\}$ 。

在步骤330中，在对所述查询曲线进行多项式拟合时，多项式拟合的度越大，拟合的
精确度越高，计算量也相对较大，如 n 表示多项式拟合的度， n 越大，拟合的精确度越高，
当 $n=10$ 时，拟合精确度超过99%，在本发明实施例中，以 $n=10$ 为例，但不限于 $n=10$ 。

基于上述步骤310，第一查询曲线 θ_1 和第二查询曲线 θ_2 进行多项式拟合后，得到对应的
的第一拟合曲线 θ_1^* 和第二拟合曲线 θ_2^* ，如 $\theta_1^*(x)=a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n$ ；
 $\theta_2^*(x)=b_0+b_1x+b_2x^2+\dots+b_nx^n$ 。

在得到拟合曲线之后，根据拟合曲线的多项式确定查询范围向量，如拟合曲线 θ_1^* 的查
询范围向量为 $\{a_0, a_1, \dots, a_{10}\}$ ；拟合曲线 θ_2^* 的查询范围向量为 $\{b_0, b_1, \dots, b_{10}\}$ 。

针对任一拟合曲线，基于查询范围向量和查询关键字向量对构建的随机下三角矩阵进
行赋值，以此得到表征拟合曲线查询范围信息和查询关键字集的第一下三角矩阵。需要说
明的是，在本发明实施例中，矩阵均为方块矩阵。

具体的，基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第
一随机下三角矩阵；根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一
随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第一下三角矩阵。其中，下三角矩阵为对角线上
方的元素全部为0的矩阵。

举例来说，随机生成一个 $(n+m+3) \times (n+m+3)$ 维下三角矩阵 E_1 (第一随机下三角

矩阵)， $E_1 = \begin{bmatrix} e_1^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e_1^{n+m+3} & \dots & e_{n+m+3}^{n+m+3} \end{bmatrix}$ ；然后根据查询范围向量和查询关键字向量中各维元素

对第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值。

进一步地，将所述查询范围向量中第 r 次方项的系数赋值至所述第一随机下三角矩阵
中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素； $0 \leq r \leq n$ ；将-1赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第
 $n+2$ 列的元素；将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第一随机下三角矩阵中第
 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素；将查询关键字集中关键字的数量赋值至所述第一随机下三角
矩阵中最后一行最后一列的元素。

以第一拟合曲线 θ_1^* 举例来说，当 $r=0$ 时，查询范围向量中第0次方项的系数为 a_0 ，将
 a_0 赋值至第一随机下三角矩阵 E_1 中的第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素 (e_1^1)；同理将查询范围向
量中各维元素对应的赋值至第一随机下三角矩阵 E_1 中；

将-1赋值至第一随机下三角矩阵 E_1 中的第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素 (e_{n+2}^{n+2})；

将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至第一随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素; 如 $j=1$ 时, 确定查询关键字向量中第 j 维元素的值为 1, 则将“1”赋值至第一随机下三角矩阵 E_1 中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素;

5 将查询关键字集中关键字的数量 (如上述查询关键字集中关键字的数量为 2) 赋值至所述第一随机下三角矩阵 E_1 中最后一行最后一列的元素 e_{n+m+3}^{n+m+3} 。

综上, 得到第一拟合曲线 θ_1^* 的第一下三角矩阵 E_1^* , $E_1^* = \begin{bmatrix} a_0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e_1^{n+m+3} & \dots & 2 \end{bmatrix}$; 同理, 第二

拟合曲线 θ_2^* 的第一下三角矩阵为 E_2^* 。

10 基于上述描述, 针对空间文本数据集中的任一对象, 存储有表征所述对象的空间位置和关键字集的第二下三角矩阵; 具体的, 第二下三角矩阵通过如下方式得到, 包括: 基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第二随机下三角矩阵; 针对任一对象, 将所述对象的纬度值经 $n+1$ 次处理的 $n+1$ 项纬度值和所述对象的经度值, 确定索引空间向量; 对所述对象的关键字集进行编码, 得到索引关键字向量; 根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值, 得到第二下三角矩阵。

15 举例来说, 第 i 对象 o_i 的关键字集包括关键字“麻辣”和“烤肉”, 则根据上述确定查询关键字向量的方法, 确定该对象的索引关键字向量为 $\{0, 0, 0, 0\}$ 。

假设对象 o_i 的空间位置为 (x_i, y_i) ; 其中, x_i 的对象 o_i 的纬度值, y_i 的对象 o_i 的经度值; 则确定索引空间向量为 $\{x_i^0, x_i^1, \dots, x_i^n\}$; 在得到对象 o_i 的索引空间向量和索引关键字向量之后, 对第二随机下三角矩阵的对角线 E_2 进行赋值; 具体的, 将所述对象的纬度值经 r 次处理的纬度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$; 将所述对象的经度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+2$ 行第 $r+2$ 列的元素; 将所述索引关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+3+j$ 行第 $n+3+j$ 列的元素; 将 -1 赋值至所述第二随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

25 基于上述确定第一下三角矩阵举例说明, 随机生成一个 $(n+m+3) \times (n+m+3)$ 维下三角矩阵 F_1 (第二随机下三角矩阵), $F_1 = \begin{bmatrix} l_1^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_1^{n+m+3} & \dots & l_{n+m+3}^{n+m+3} \end{bmatrix}$; 然后根据第 1 对象 o_1 的索引空间向量和索引关键字向量中各维元素对第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值。

当 $r=0$ 时, 索引空间向量中第 0 次的纬度值为 x_i^0 , 将 x_i^0 赋值至第二随机下三角矩阵 F_1 中的第 1 行第 1 列的元素 (l_1^1); 同理将索引空间向量中各维元素对应的赋值至第二随机下三角矩阵 F_1 中;

30 将 y_i 赋值至第二随机下三角矩阵 E_2 中的第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素 (l_{n+2}^{n+2});

将索引关键字向量中第 j 维元素赋值至第二随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素; 如 $j=1$ 时, 确定索引关键字向量中第 j 维元素的值为 0, 则将“0”赋值至第二随机下三角矩阵 F_1 中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素 (l_{n+3}^{n+3});

将 -1 赋值至所述第二随机下三角矩阵 E_2 中最后一行最后一列的元素 l_{n+m+3}^{n+m+3} 。

综上, 得到第二下三角矩阵 F_1^* , $F_1^* = \begin{bmatrix} x_i^0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_1^{n+m+3} & \dots & -1 \end{bmatrix}$ 。

在得到第一下三角矩阵和第二下三角矩阵之后, 为了保证查询安全性, 需要对第一下三角矩阵和第二下三角矩阵进行加密。

具体的, 根据至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、对角线值为设定值的第三随机下三角矩阵和对角线值为 1 的第四下三角矩阵对所述第一下三角矩阵进行加密得到查询子陷门; 其中, 所述设定值为第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值为预设正实数, 第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为 1。

本发明实施例中, 随机可逆方块矩、第三随机下三角矩阵、第三下三角矩阵、第四随机下三角矩阵和第四下三角矩阵是预先生成的, 作为密钥分量, 用于对信息进行加密。

举例来说, 随机生成两个 $(n+m+3) \times (n+m+3)$ 维的可逆方块矩阵 M_1 和 M_2 ;

$$M_1 = \begin{bmatrix} p_1^1 & \dots & p_1^{n+m+3} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_1^{n+m+3} & \dots & p_{n+m+3}^{n+m+3} \end{bmatrix}, M_2 = \begin{bmatrix} q_1^1 & \dots & q_1^{n+m+3} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_1^{n+m+3} & \dots & q_{n+m+3}^{n+m+3} \end{bmatrix};$$

随机生成一个 $(n+m+3) \times (n+m+3)$ 维的随机下三角矩阵 D_1 , 将 D_1 作为第三随机下三角矩阵; 基于第三随机下三角矩阵 D_1 , 将第三随机下三角矩阵 D_1 中第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值设为 0.001(预设正实数), 第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$

列的值为 1, 以此得到第三下三角矩阵 D_2 ; $D_2 = \begin{bmatrix} 0.001 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_1^{n+m+3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$ 。

随机生成一个 $(n+m+3) \times (n+m+3)$ 维的随机下四角矩阵 S_1 , 将 S_1 作为第四随机下三角矩阵; 基于第四随机下三角矩阵 S_1 , 将第四随机下三角矩阵 S_1 的对角线赋值为 1, 得

到第四下三角矩阵 S_2 ; $S_2 = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_1^{n+m+3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$ 。

将可逆方块矩阵 M_1 和 M_2 的逆矩阵、第三下三角矩阵 D_2 以及第四下三角矩阵 S_2 与第一下三角矩阵相乘, 得到查询子陷门; 如查询曲线 θ_1 的第一查询子陷门为 $R_1 = M_1^{-1} \times S_2 \times E_1^* \times D_2 \times M_2^{-1}$; 查询曲线 θ_2 的第二查询子陷门为 $R_2 = M_1^{-1} \times S_2 \times E_2^* \times D_2 \times M_2^{-1}$ 。

针对任一对象的第二下三角矩阵, 根据所述至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四下三角矩阵对第二下三角方块矩阵进行加密得到所述对象的索引; 如对象 o_i 的索引 $C_i = M_1 \times S_1 \times F_i^* \times D_1 \times M_2$ 。

在步骤 340 中, 针对任一对象, 通过将对象的索引分别与第一查询子陷门 R_1 和第二查询子陷门 R_2 相乘, 确定该对象是否满足预设条件。

具体的, 针对任一对象, 基于所述对象的索引与所述第一查询子陷门确定第一结果矩阵; 基于所述对象的索引与所述第二查询子陷门确定第二结果矩阵; 确定所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹, 根据所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹确定所述对象是否满足预设条件。其中, 矩阵的迹为矩阵中对角线上各个元素的总和。

举例来说, 第一结果矩阵为 $\text{tr}(C_i R_1)$;

$$\begin{aligned}\text{tr}(C_i R_1) &= \text{tr}(M_1 S_1 F_i^* D_1 M_2 M_2^1 S_2 E_1^* D_2 M_1^1); \\ &= \text{tr}(S_1 F_i^* D_1 S_2 E_1^* D_2); \\ &= \alpha \beta (\theta_1^*(x_i) - y_i) + (K - \delta);\end{aligned}$$

第二结果矩阵为 $\text{tr}(C_i R_2)$;

$$\begin{aligned}\text{tr}(C_i R_2) &= \text{tr}(M_1 S_1 F_i^* D_1 M_2 M_2^1 S_2 E_2^* D_2 M_1^1); \\ &= \text{tr}(S_1 F_i^* D_1 S_2 E_2^* D_2); \\ &= \alpha \beta (\theta_2^*(x_i) - y_i) + (K - \delta);\end{aligned}$$

其中, K 可以为第 i 对象的关键字集包括的查询关键字的数量; 如第 i 对象的关键字集包括“火锅”、“四川”和“麻辣”, 查询关键字集包括的关键字为“火锅”和“四川”, 则 $K=2$; K 也可以为第 i 对象的关键字集的关键字数量; δ 为查询关键字集中查询关键字的数量。

进一步地, 预设条件包括:

所述第一结果矩阵的迹的绝对值和所述第二结果矩阵的迹的绝对值小于第一阈值; 且所述第一结果矩阵的迹大于第二阈值; 所述第二结果矩阵的迹小于第二阈值; 其中, 所述第一阈值用于确定符合所述查询关键字集的对象; 所述第二阈值用于确定符合所述查询范围的对象。

举例来说, 第一阈值为 0.1; 因为在第三下三角矩阵 D_2 中, 第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为 1, 而第一下三角矩阵和第二下三角矩阵的第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的元素用于表征关键字;

在第三下三角矩阵 D_2 中, 第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的值设为 0.001 (预设正实数), 而第一下三角矩阵和第二下三角矩阵的第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素用于表征查询范围。

若 $K=\delta$, 则结果矩阵的迹因为预设正实数 (0.001) 的缘故会较小, 因此, 若第一结果矩阵的迹的绝对值和第二结果矩阵的迹的绝对值不小于第一阈值, 则证明 K 与 δ 不相等, 该对象的关键字与查询关键字不对应, 即该对象不能作为查询结果; 反之, 该对象具有作为查询结果的前提要求。

在本发明实施例中, 第一结果矩阵用于表征第一查询子陷门, 第一查询子陷门对应第一查询曲线 θ_1 (图 4 中虚线所示), 在空间位置上, 第一查询曲线 θ_1 位于上半部分, 因此, 若第一结果矩阵的迹大于 0 (第二阈值), 则表明该对象位于第一查询曲线 θ_1 的下方; 若第二结果矩阵的迹小于 0 (第二阈值), 则表明该对象位于第二查询曲线 θ_1 的上方。

因此, 针对任一对象的第一结果矩阵和第二结果矩阵, 若第一结果矩阵的迹的绝对值和第二结果矩阵的迹的绝对值小于第一阈值, 且第一结果矩阵的迹大于第二阈值, 且第二结果矩阵的迹小于第二阈值, 则确定该对象的关键字集与查询关键字集相对应, 且该对象处于查询范围内, 因此将该对象确定为查询结果。

图 5 示例性的示出了一种应用场景的结构示意图, 如图 5 所示, 包括数据所有者 510、云服务器 520 和用户端 530;

由数据拥有者 510 确定至少一个随机可逆方块矩阵、第三下三角矩阵、第四下三角矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵，并将至少一个随机可逆方块矩阵、第三下三角矩阵、第四下三角矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵作为密钥分量；数据拥有者 510 将其中至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、第三下三角矩阵、第四下三角矩阵发送至用户端 530；

数据拥有者 510 对空间文本数据集中每个对象确定第二下三角矩阵，并基于至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵对每个对象的第二下三角矩阵进行加密，得到每个对象的索引；并将索引发送至云服务器 520；

用户端 530 基于查询请求的查询范围和查询关键字集，确定出第一查询曲线和第二查询曲线的第一下三角矩阵，并根据数据拥有者 510 发送的至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、第三下三角矩阵、第四下三角矩阵对第一下三角矩阵进行加密，确定第一查询曲线和第二查询曲线的查询子陷门，并将第一查询曲线和第二查询曲线的查询子陷门发送至云服务器 520。

云服务器 520 基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果，并将查询结果返回至用户端 530。

基于相同的技术构思，图 6 示例性的示出了本发明实施例提供的一种空间文本的查询装置的结构示意图，该装置可以执行空间文本的查询方法的流程。

如图 6 所示，该装置具体包括：

获取模块 610，用于获取查询请求；所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；

处理模块 620，用于对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量；

针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量；基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵；将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密，得到查询子陷门；

基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果；其中，任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。

可选的，所述处理模块 620 具体用于：

基于关键字字典中关键字数量 m ，建立第一向量；所述关键字字典是对所述空间文本数据集中各对象的关键字集取并集得到的；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 1；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字未记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 0；

将各维元素赋值后的第一向量确定为所述查询关键字向量。

可选的，所述处理模块 620 具体用于：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第一随机下

三角矩阵;

根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值, 得到第一下三角矩阵;

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第二随机下三角矩阵;

针对任一对象, 将所述对象的纬度值经 $n+1$ 次处理的 $n+1$ 项纬度值和所述对象的经度值, 确定索引空间向量; 对所述对象的关键字集进行编码, 得到索引关键字向量;

根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值, 得到第二下三角矩阵。

可选的, 所述处理模块 620 具体用于:

将所述查询范围向量中第 r 次方项的系数赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将-1 赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素;

将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素;

将查询关键字集中关键字的数量赋值至所述第一随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

可选的, 所述处理模块 620 具体用于:

将所述对象的纬度值经 r 次处理的纬度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将所述对象的经度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+2$ 行第 $r+2$ 列的元素;

将所述索引关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+3+j$ 行第 $n+3+j$ 列的元素;

将-1 赋值至所述第二随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

可选的, 所述处理模块 620 具体用于:

根据至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、对角线值为设定值的第三下三角矩阵和对角线值为 1 的第四下三角矩阵对所述第一下三角矩阵进行加密得到查询子陷门; 其中, 所述设定值为第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值为预设正实数, 第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为 1;

根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵;

根据所述至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵对第二下三角方块矩阵进行加密得到所述对象的索引。

可选的, 所述查询曲线包括第一查询曲线和第二查询曲线; 所述各查询子陷门包括第一查询子陷门和第二查询子陷门; 所述处理模块 620 具体用于:

针对任一对象, 基于所述对象的索引与所述第一查询子陷门确定第一结果矩阵; 基于所述对象的索引与所述第二查询子陷门确定第二结果矩阵;

确定所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹, 根据所述第一结果矩阵的迹和

所述第二结果矩阵的迹确定所述对象是否满足预设条件。

基于相同的技术构思，本发明实施例还提供一种计算机设备，包括：

存储器，用于存储程序指令；

处理器，用于调用所述存储器中存储的程序指令，按照获得的程序执行上述空间文本的查询方法。

基于相同的技术构思，本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于使计算机执行上述空间文本的查询方法。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求

1、一种空间文本的查询方法，其特征在于，包括：

获取查询请求；所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；

5 对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量；

针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量；基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵；将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密，得到查询子陷门；

10 基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果；其中，任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量，包括：

15 基于关键字字典中关键字数量 m ，建立第一向量；所述关键字字典是对所述空间文本数据集中各对象的关键字集取并集得到的；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 1；

若确定所述关键字字典中第 j 关键字未记录在所述查询关键字集，则将所述第一向量的第 j 维元素赋值为 0；

20 将各维元素赋值后的第一向量确定为所述查询关键字向量。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵，包括：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第一随机下三角矩阵；

25 根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第一下三角矩阵；

第二下三角矩阵通过如下方式得到，包括：

基于所述多项式中最高次方项的次数 n 和关键字字典中关键字数量 m 确定第二随机下三角矩阵；

30 针对任一对象，将所述对象的纬度值经 $n+1$ 次处理的 $n+1$ 项纬度值和所述对象的经度值，确定索引空间向量；对所述对象的关键字集进行编码，得到索引关键字向量；

根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值，得到第二下三角矩阵。

35 4、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，根据所述查询范围向量和所述查询关键字向量中各维元素对所述第一随机下三角矩阵的对角线进行赋值，包括：

将所述查询范围向量中第 r 次方项的系数赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行

第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将-1 赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2$ 行第 $n+2$ 列的元素;

将所述查询关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第一随机下三角矩阵中第 $n+2+j$ 行第 $n+2+j$ 列的元素;

5 将查询关键字集中关键字的数量赋值至所述第一随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

5、如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,根据所述索引空间向量和所述索引关键字向量中各维元素对所述第二随机下三角矩阵的对角线进行赋值,包括:

10 将所述对象的纬度值经 r 次处理的纬度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+1$ 行第 $r+1$ 列的元素; $0 \leq r \leq n$;

将所述对象的经度值赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $r+2$ 行第 $r+2$ 列的元素;

将所述索引关键字向量中第 j 维元素赋值至所述第二随机下三角矩阵中第 $n+3+j$ 行第 $n+3+j$ 列的元素;

将-1 赋值至所述第二随机下三角矩阵中最后一行最后一列的元素。

15 6、如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密,得到查询子陷门,包括:

20 根据至少一个随机可逆方块矩阵的逆矩阵、对角线值为设定值的第三下三角矩阵和对角线值为 1 的第四下三角矩阵对所述第一下三角矩阵进行加密得到查询子陷门;其中,所述设定值为第 1 行第 1 列至第 $n+2$ 行 $n+2$ 列的值为预设正实数,第 $n+3$ 行第 $n+3$ 列至第 $n+m+3$ 行第 $n+m+3$ 列的值为 1;

任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的,包括:

根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵;

25 根据所述至少一个随机可逆方块矩阵、第三随机下三角矩阵和第四随机下三角矩阵对第二下三角方块矩阵进行加密得到所述对象的索引。

7、如权利要求 1 至 6 任一项所述的方法,其特征在于,所述查询曲线包括第一查询曲线和第二查询曲线;所述各查询子陷门包括第一查询子陷门和第二查询子陷门;基于所述查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引,将满足预设条件的对象确定为查询结果,包括:

30 针对任一对象,基于所述对象的索引与所述第一查询子陷门确定第一结果矩阵;基于所述对象的索引与所述第二查询子陷门确定第二结果矩阵;

确定所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹,根据所述第一结果矩阵的迹和所述第二结果矩阵的迹确定所述对象是否满足预设条件。

8、如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述预设条件包括:

35 所述第一结果矩阵的迹的绝对值和所述第二结果矩阵的迹的绝对值小于第一阈值;且所述第一结果矩阵的迹大于第二阈值;所述第二结果矩阵的迹小于第二阈值;

所述第一阈值用于确定符合所述查询关键字集的对象;

所述第二阈值用于确定符合所述查询范围的对象。

9、一种空间文本的查询装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取查询请求；所述查询请求包括查询范围和查询关键字集；所述查询范围是通过查询曲线形成的闭合区域；

5 处理模块，用于对所述查询关键字集进行编码，得到查询关键字向量；

针对任一查询曲线，对所述查询曲线进行多项式拟合，将拟合后的多项式的各次方项的系数确定为查询范围向量；基于所述查询范围向量和所述查询关键字向量，得到第一下三角矩阵；将所述第一下三角矩阵经第一加密矩阵加密，得到查询子陷门；

10 基于各查询子陷门及空间文本数据集中各对象的索引，将满足预设条件的对象确定为查询结果；其中，任一对象的索引是根据所述对象的空间位置和关键字集得到的第二下三角矩阵经第二加密矩阵加密后得到的。

10、一种计算机设备，其特征在于，包括：

存储器，用于存储程序指令；

15 处理器，用于调用所述存储器中存储的程序指令，按照获得的程序执行权利要求 1 至 8 任一项所述的方法。

	00	01	11	10
00	0000	0001	0011 ^(P)	0010
01	0100	0101	0111	0110
11	1100	1101	1111	1110
10	1000	1001	1011	1010

图 1

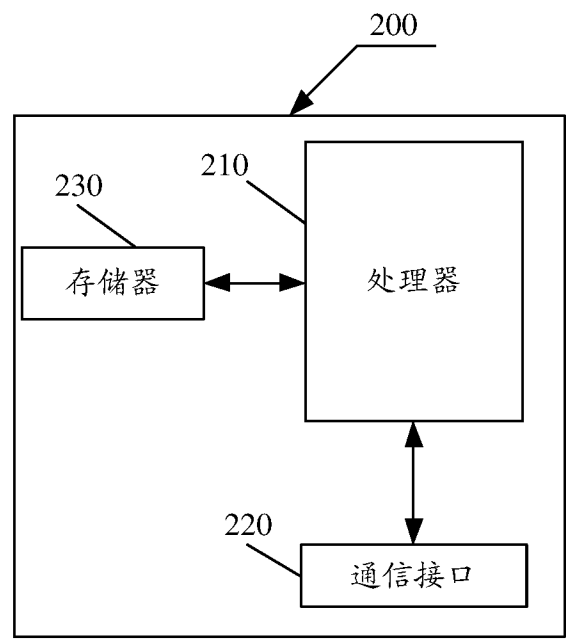


图 2

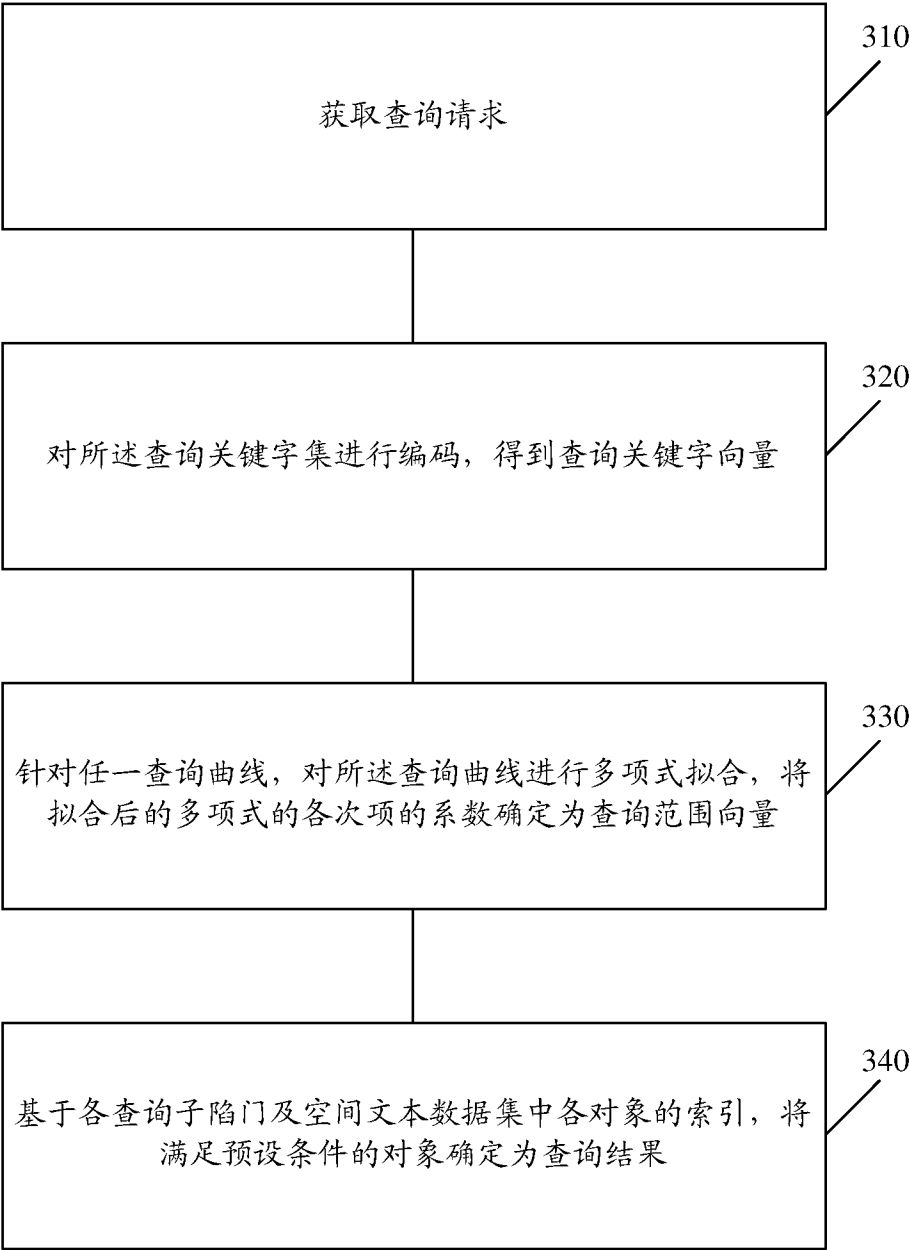


图 3

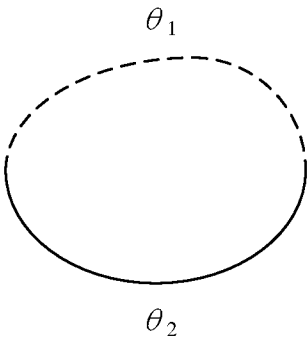


图 4

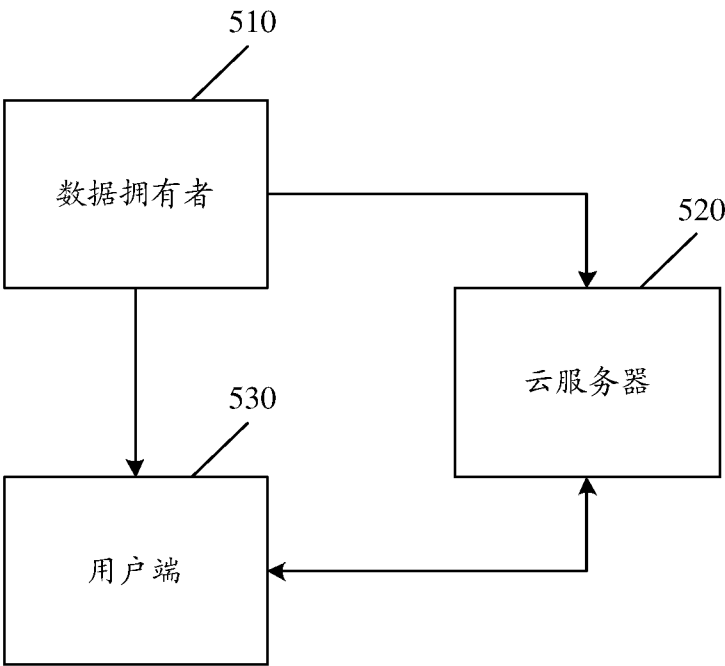


图 5

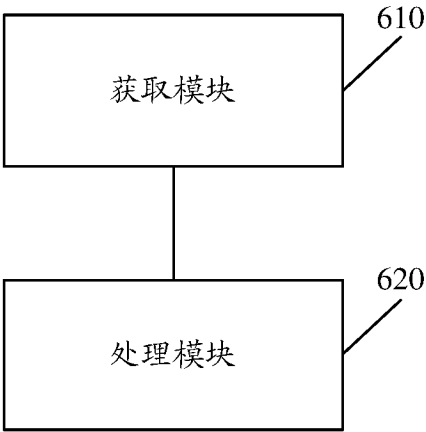


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/135363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 16/332(2019.01)i; G06F 16/31(2019.01)i; G06F 16/36(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F; G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: 空间, 文本, 数据, 查询, 陷门, 下三角, 对角, 矩阵, 索引, 多项式, 拟合, 关键字, 字典, 向量, 编码, space, text, data, inquire, search, trapdoor, matrix, index, polynomial, fitting, keyword, vector

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 113177167 A (HUNAN UNIVERSITY) 27 July 2021 (2021-07-27) description, paragraphs [0006]-[0072], and figures 1-2	1-10
Y	CN 112528064 A (XIDIAN UNIVERSITY) 19 March 2021 (2021-03-19) description, paragraphs [0043]-[0080], and figure 1	1-10
Y	CN 110222012 A (XIDIAN UNIVERSITY) 10 September 2019 (2019-09-10) description, paragraphs [0083]-[0094]	2
A	CN 113221140 A (HANGZHOU NORMAL UNIVERSITY) 06 August 2021 (2021-08-06) entire document	1-10
A	CN 110222081 A (XIDIAN UNIVERSITY) 10 September 2019 (2019-09-10) entire document	1-10
A	CN 112257455 A (XIDIAN UNIVERSITY) 22 January 2021 (2021-01-22) entire document	1-10
A	CN 112948848 A (HANGZHOU NORMAL UNIVERSITY) 11 June 2021 (2021-06-11) entire document	1-10
A	CN 108710698 A (HUNAN UNIVERSITY) 26 October 2018 (2018-10-26) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2022

Date of mailing of the international search report

22 July 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/135363**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108985094 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 11 December 2018 (2018-12-11) entire document	1-10
A	CN 101673307 A (CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY) 17 March 2010 (2010-03-17) entire document	1-10
A	EP 2709306 A1 (ALCATEL LUCENT) 19 March 2014 (2014-03-19) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/135363

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113177167	A	27 July 2021	None			
CN	112528064	A	19 March 2021	None			
CN	110222012	A	10 September 2019	None			
CN	113221140	A	06 August 2021	None			
CN	110222081	A	10 September 2019	None			
CN	112257455	A	22 January 2021	None			
CN	112948848	A	11 June 2021	None			
CN	108710698	A	26 October 2018	None			
CN	108985094	A	11 December 2018	None			
CN	101673307	A	17 March 2010	None			
EP	2709306	A1	19 March 2014	WO	2014041066	A1	20 March 2014
				KR	20150043431	A	22 April 2015
				US	2015193486	A1	09 July 2015
				JP	2015528609	A	28 September 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/135363

A. 主题的分类

G06F 16/332(2019.01)i; G06F 16/31(2019.01)i; G06F 16/36(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06F; G06Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 空间, 文本, 数据, 查询, 陷门, 下三角, 对角, 矩阵, 索引, 多项式, 拟合, 关键字, 字典, 向量, 编码, space, text, data, inquire, search, trapdoor, matrix, index, polynomial, fitting, keyword, vector

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 113177167 A (湖南大学) 2021年7月27日 (2021 - 07 - 27) 说明书第[0006]-[0072]段及图1-2	1-10
Y	CN 112528064 A (西安电子科技大学) 2021年3月19日 (2021 - 03 - 19) 说明书第[0043]-[0080]段及图1	1-10
Y	CN 110222012 A (西安电子科技大学) 2019年9月10日 (2019 - 09 - 10) 说明书第[0083]-[0094]段	2
A	CN 113221140 A (杭州师范大学) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 全文	1-10
A	CN 110222081 A (西安电子科技大学) 2019年9月10日 (2019 - 09 - 10) 全文	1-10
A	CN 112257455 A (西安电子科技大学) 2021年1月22日 (2021 - 01 - 22) 全文	1-10
A	CN 112948848 A (杭州师范大学) 2021年6月11日 (2021 - 06 - 11) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年6月13日

国际检索报告邮寄日期

2022年7月22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

沈敏洁

电话号码 86-(10)-53961293

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 108710698 A (湖南大学) 2018年10月26日 (2018 - 10 - 26) 全文	1-10
A	CN 108985094 A (电子科技大学) 2018年12月11日 (2018 - 12 - 11) 全文	1-10
A	CN 101673307 A (中国农业大学) 2010年3月17日 (2010 - 03 - 17) 全文	1-10
A	EP 2709306 A1 (ALCATEL LUCENT) 2014年3月19日 (2014 - 03 - 19) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/135363

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	113177167	A	2021年7月27日	无	
CN	112528064	A	2021年3月19日	无	
CN	110222012	A	2019年9月10日	无	
CN	113221140	A	2021年8月6日	无	
CN	110222081	A	2019年9月10日	无	
CN	112257455	A	2021年1月22日	无	
CN	112948848	A	2021年6月11日	无	
CN	108710698	A	2018年10月26日	无	
CN	108985094	A	2018年12月11日	无	
CN	101673307	A	2010年3月17日	无	
EP	2709306	A1	2014年3月19日	WO	2014041066 A1 2014年3月20日
				KR	20150043431 A 2015年4月22日
				US	2015193486 A1 2015年7月9日
				JP	2015528609 A 2015年9月28日