(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
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/155762 A1

(51) 国际专利分类号:
G10H 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/117865

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 13 日 (13.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910078735.9 2019年1月28日 (28.01.2019) CN

(71) 申请人: 平安科技（深圳）有限公司 (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路5033号平安金融中心23楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 刘鼐智 (LIU, Aozhi); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路5033号平安金融中心23楼, Guangdong 518000 (CN)。 蔡梓丰 (CAI, Zifeng); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路5033号平安金融中心23楼, Guangdong 518000 (CN)。 王健宗 (WANG, Jianzong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路5033号平安金融中心23楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (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,

(54) **Title:** MELODY GENERATION METHOD AND APPARATUS, COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM AND COMPUTER DEVICE

(54) **发明名称**: 旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备



S110 Generate, according to n inputted fixed melodies, an initial melody aligned with each of the n fixed melodies, so as to obtain n initial melodies; n being a positive integer

S120 Calculate, according to a preset alignment determination condition and a scoring rule, scores of the n initial melodies

S130 Select, according to the scores of the n initial melodies, two initial melodies from the n initial melodies

S140 Cross the two selected initial melodies to obtain two new initial melodies, update the two selected initial melodies to be the two new initial melodies

S150 If a preset iterative stopping condition is satisfied, use the n initial melodies as final melodies aligned with the corresponding fixed melodies

图 2

(57) **Abstract:** A melody generation method and apparatus, a computer readable storage medium and a computer device, being applied to the field of voice processing technology. The method comprises: generating, according to n inputted fixed melodies, an initial melody aligned with each of the n fixed melodies, so as to obtain n initial melodies, n being a positive integer (S110); calculating, according to a preset alignment determination condition and a scoring rule, scores of the n initial melodies (S120); selecting, according to the scores of the n initial melodies, two initial melodies from the n initial melodies (S130); crossing the two selected initial melodies to obtain two new initial melodies, updating the two selected initial melodies to be the two new initial melodies (S140); and if a preset iterative stopping condition is satisfied, using the n initial melodies as final melodies aligned with the corresponding fixed melodies (S150). The method automatically generates melodies aligned with fixed melodies.

WO 2020/155762 A1

[见续页]

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

(57) 摘要：一种旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备，应用于语音处理技术领域。所述的方法包括：根据输入的n条固定旋律，生成与n条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到n条初始旋律；n为正整数（S110）；根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算n条初始旋律的分数（S120）；根据n条初始旋律的分数，从n条初始旋律中选取两条初始旋律（S130）；对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律（S140）；若满足预设的迭代停止条件，将n条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律（S150）。所述的方法能够自动生成与固定旋律对位的旋律。

旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备

本申请要求于 2019 年 01 月 28 日提交中国专利局、申请号为 201910078735.9、申请名称为“旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备”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

本申请涉及语音处理技术领域，具体而言，本申请涉及一种旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备。

背景技术

在传统音乐教学、写作中，对位法(counterpoint)是写作复调音乐的技术法则。对位法是从复调音乐中归纳出来概念和法则，适用于专门的针对写作训练。早在 17 世纪，奥地利作曲家、音乐理论家福克斯（J.J.Fux 1660–1741）就从复调音乐中总结了五类基本对位法，分别是“单音对单音”、“二音对单音”、“四音对单音”、“切分音对单音”和“混合节奏对单音”共五类，其中，第三类指的是“四音对单音”。虽然经过几百年的发展，复调音乐不断地丰富和变化，不再拘泥于以前的某些既定的规则，但福克斯对位法体系至今仍起着十分重要的基础性意义。

第三类二声部对位法为，给出一条全部由全音符构成的固定旋律（C.F），长度不定，根据若干规则，如图 1 所示，在 C.F 的上方或下方写作一条全部由四分音符组成的与该固定旋律对位的旋律，其中，四个四分音符对应 C.F 中的一个全音符，所以也成“四音对一音”。

目前，根据一条由全音符构成的固定旋律，一般是人工写作一条由四分音符组成的对位的旋律，效率和准确度较低。

发明内容

本申请针对现有方式的缺点，提出一种旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备，以根据由全音符构成的固定旋律，自动生成由四分音符组成的对位的旋律，提高了旋律生成的效率和准确度。

本申请的实施例根据第一个方面，提供了一种旋律生成方法，包括：

根据输入的 n 条固定旋律 ,生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数；

根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

若满足预设的迭代停止条件 ,将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

本申请的实施例根据第二个方面，还提供了一种旋律生成装置，包括：

初始旋律生成模块，用于根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数；

分数计算模块，用于根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

初始旋律选取模块，用于根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

交叉模块 ,用于对选取的两条初始旋律进行交叉 ,获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

最终旋律获取模块，用于在满足预设的迭代停止条件时，将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

本申请的实施例根据第三个方面 ,还提供了一种计算机非易失性可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现上述任意一项所述的旋律生成方法。

本申请的实施例根据第四个方面，还提供了一种计算机设备，所述计算机设备包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序，

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行 ,使得所述一个或多个处理器实现上述任意一项所述的旋律生成方法。

上述的旋律生成方法、装置、计算机可读存储介质和计算机设备，通过生成初始旋律、计算初始旋律的分数、选取初始旋律进行交叉以及初始旋律更新的过程，实现了根据由全音符构成的固定旋律，自动生成由四分音符组成的对位的旋律，提高了旋律生成的效率和准确度。

本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，这些将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 为现有技术中基于第三类二声部对位法生成的一条对位旋律的示意图；

图 2 为本申请一个实施例的旋律生成方法的示意图；

图 3 为本申请一个实施例的旋律生成装置的示意图；

图 4 为本申请一个实施例的计算机设备的示意图。

具体实施方式

下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出。

如图 2 所示，为一实施例的旋律生成方法的示意图，该方法包括：

S110、根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数。

固定旋律 C.F 由全音符构成，本申请即要为这些固定旋律生成对位的旋律。正整数 n 可以根据实际需要进行确定，考虑到后续步骤需要选取两条初始旋律进行交叉，因此，优选的，n 大于 1。针对每一条固定旋律，生成与该固定旋律对位的一条初始旋律，那么输入 n 条固定旋律，就可以得到 n 条初始旋律。生成的对位的初始旋律可以在对应固定旋律的上方，也可以在对应固定旋律的下方等，本申请并不对此做出限定。

在一个实施例中，所述根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律，包括：

从 n 条固定旋律中选取一条固定旋律；

依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律；

从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律，返回依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符的步骤，直至所有的固定旋律均被选取；

其中，所述音程规则包括：初始旋律的每一小节的强拍（第一拍）的音，与对应该小节的固定旋律的全音符之间的音程关系必须为协和音程，即大小三度、纯五度、大小六度、纯八度及其复合音程；初始旋律的次强拍（第三拍）和弱拍（第二、四拍）分别包括协和音程、不协和音程以及不协和音程的复合音程。

应当理解的是，本申请并不对音程规则包括的内容进行限定，还可以根据实际需要添加或者删除其它规则。

为了快速生成旋律，可选的，所述依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符，包括：依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，若当前遍历的全音符在预设范围内，如在 C 自然大调音阶[CDEFGAB]体系下，预设范围指的是从 A3 到 E5 共 19 个音的范围，根据设置的音程规则，为所述全音符随机生成四个四分音符，若当前遍历的全音符不在预设范围内，不为该全音符生成四个四分音符，则遍历下一个全音符。

考虑到第三类二声部对位法规定对位的旋律（即初始旋律）的第一小节第一拍是空拍，最后一小节为全音符，因此，在一个实施例中，所述为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律之后，所述从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律之前，还包括：将生成的初始旋律中第一小节的第一拍以及最后一小节的倒数三个音删除。

S120、根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数。

每个初始旋律所得的分数（适应度）将决定其在之后步骤中的被挑选的几率。设置的对位判断条件用于确定生成的初始旋律与对应固定旋律之间对位的程度，可以实际需要进行设置。评分规则用于描述满足对位判断条件所应添加

的分数和不满足对位条件时所应减少的分数。根据对位判断条件和评分规则，计算出每一条初始旋律的分数。

基于效率性与可编码性的考虑，设置的判断条件分为三类，即，在一个实施例中，所述对位判断条件包括第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件；所述第一类判断条件用于描述初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程必须满足的关系；所述第二类判断条件用于描述当初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程满足预设关系时，初始旋律的音程禁止出现的情况；所述第三类判断条件用于描述初始旋律禁止出现的其它情况。为了描述方便，将第一类判断条件称之为必须满足，将第二类判断条件称之为禁止，将第三类判断条件称之为尽量避免。

为了更好的理解上述三类判断条件，下面针对每一类判断条件均给出对应的示例，应当理解的是，每一类判断条件并不限制于下述示例。

1. 必须满足

11. 初始旋律的第一个音与固定旋律 C.F 间的音程为纯五度，或纯八度及纯八度的复合音程；

12. 初始旋律的最后一个音与固定旋律 C.F 间的音程为纯八度及纯八度的复合音程；

13. 初始旋律的倒数第二小节的最后一个音（第四拍）与固定旋律 C.F 间的音程为协和音程。

2. 禁止

21. 当初始旋律一个小节的第一个音与固定旋律 C.F 间形成纯五度或纯八度及纯八度的复合音程关系时，初始旋律的下一个小节的第一拍禁止出现与前一小节第一拍相同的音程，避免出现前后平行五度和平行八度关系。

3. 尽量避免

31. 初始旋律的相邻小节的第一拍，禁止连续出现多次相同音，也即是，初始旋律的相邻小节的第一拍，最多连续出现一次相同音；

32. 初始旋律的重复音禁止过多（如超过三分之一）；

33. 初始旋律的相邻音之间禁止大跳进过多；

34. 初始旋律禁止存在大七度、九度、增四度（减五度）的跳进。

针对每一类判断条件，分别设置评分规则，即，在一个实施例中，所述评分规则包括第一评分规则、第二评分规则和第三评分规则；所述第一评分规则用于描述满足第一类判断条件时需增加的分数，不满足第一类判断条件时需减少的分数；所述第二评分规则用于描述满足第二类判断条件时需增加的分数，不满足第二类判断条件时需减少的分数；所述第三评分规则用于描述满足第三类判断条件时需增加的分数，不满足第三类判断条件时需减少的分数。例如，设置加减分两项，三类规则的加减分分别是必须满足（加 1 分，减 0.1 分），禁止（加 0.1 分，减 1 分）和尽量避免（加 0.3 分，减 0.7 分）。

在一个实施例中，所述根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数，包括：

从 n 条初始旋律中选取一条初始旋律；

分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件，如果满足，则增加相应的分数，如果不满足，则减少相应的分数，根据增加的总分数以及减少的总分数得到所述初始旋律的分数；

从 n 条初始旋律中选取另一条初始旋律，返回分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件的步骤，直至所有的初始旋律均被选取。

本实施例中，针对每一条初始旋律，判断初始旋律是否满足上述设置的三类规则，如果满足，则加相应的分数，如果不满足，则减相应的分数，判断完成后增加的总分数以及减少的总分数的差所得的最终的分数则为该条初始旋律的分数。另外，在计算分数时，也可以先预设一个固定的基础分数，然后在该基础分数中根据判断的结果进行分数的添加或者减少，三个判断条件均判断完成后，最终的得分为初始旋律的分数。

S130、根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

如上所述，每个初始旋律所得的分数（适应度）将决定其在之后步骤中的被挑选的几率。原则上，初始旋律的分数越高，则被挑选的几率越大。在一个实施例中，所述根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律，包括：

S1301、根据 n 条初始旋律的分数，计算出 n 条初始旋律被选取的比例；

S1302、根据 n 条初始旋律被选取的比例，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

本实施例中，采用轮盘赌选择法来进行选择，避免互相交叉数代后差异性减小失去多样性。根据得到的 n 条初始旋律的分数，可选的，根据公式：一条初始旋律的分数/所有条初始旋律的分数之和，计算出每条初始旋律被选取的比例，根据每条初始旋律被选取的比例，制成一个饼状图，每条初始旋律就是一个扇形，其在饼状图中的面积与其被选取的比例相关。每一次的选择相当于在圆盘上旋转指针，指针落在的那片区域就代表选择某条初始旋律。进行两次随机选择，选择出来的两条初始旋律作为亲本，这种方法也叫随机普遍选择法。

S140、对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律。

将步骤 S130 获得的两个亲本作为父母，进行交叉，也就是生物学中的交配，得到两条新的初始旋律（即后代旋律）。在进行交叉时，可选的，选取双方亲本旋律的一半进行融合，可以得到两个后代旋律，称之为单点交叉。将选取的两条初始旋律替换为两个后代旋律。

应当理解的是，本申请并不对交叉的方法进行限定，用户还可以根据需要采取其它交叉方法。

S150、若满足预设的迭代停止条件，将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

迭代停止条件可以根据需要进行设置。例如，迭代停止条件为迭代次数达到预设次数，例如 100，则步骤 S140 执行完成后迭代次数加 1，判断加 1 后的当前迭代次数是否达到预设次数，如果达到，则满足迭代停止条件，如果还未达到，则不满足迭代停止条件。如果满足迭代停止条件，则此时 n 条初始旋律为与 n 条固定旋律对位的由四分音符构成的最终旋律。

在一个实施例中，所述将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律之后，还包括：若不满足预设的迭代停止条件，返回根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数的步骤，直至满足预设的迭代停止条件。

本实施例中，如果不满足迭代停止条件，重新计算 n 条初始旋律的分数，其中，在计算分数时，两条后代旋律（新的初始旋律）与两个亲本对应的固定

旋律对应，例如，将一个后代旋律 A 作为一个亲本 A 的后代，将另一个后代旋律 B 作为另一个亲本 B 的后代，则后代旋律 A 和亲本 A 对应同一条固定旋律，计算分数时后代旋律 A 和亲本 A 对应的固定旋律进行比较，后代旋律 B 和亲本 B 对应同一条固定旋律，计算分数时后代旋律 B 和亲本 B 对应的固定旋律进行比较。重新计算出 n 条初始旋律的分数后，重新选取两条初始旋律进行交叉以及更新等等，依次循环，直至满足迭代停止条件。

基于同一发明构思，本申请还提供一种旋律生成装置，下面结合附图对本申请装置的具体实施方式进行详细介绍。

如图 3 所示，为一实施例的旋律生成装置的示意图，该装置包括：

初始旋律生成模块 210，用于根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律，n 为正整数；

分数计算模块 220，用于根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

初始旋律选取模块 230，用于根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

交叉模块 240，用于对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

最终旋律获取模块 250，用于在满足预设的迭代停止条件时，将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

在一个实施例中，最终旋律获取模块 250 用于在不满足预设的迭代停止条件，进入分数计算模块 220 根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数的功能，直至满足预设的迭代停止条件。

在一个实施例中，初始旋律选取模块 230 用于根据 n 条初始旋律的分数，计算出 n 条初始旋律被选取的比例；根据 n 条初始旋律被选取的比例，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

在一个实施例中，初始旋律生成模块 210 包括：

固定旋律选取单元，用于从 n 条固定旋律中选取一条固定旋律；

初始旋律生成单元，用于依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分

音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律；

固定旋律选取单元从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律，进入初始旋律生成单元执行依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符的功能，直至所有的固定旋律均被选取；

其中，所述音程规则包括：初始旋律的每一小节的强拍的音，与对应该小节的固定旋律的全音符之间的音程关系必须为协和音程；初始旋律的次强拍和弱拍分别包括协和音程、不协和音程以及不协和音程的复合音程。

在一个实施例中，初始旋律生成单元依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，在当前遍历的全音符在预设范围内时，根据设置的音程规则，为所述全音符随机生成四个四分音符，在当前遍历的全音符不在预设范围内时，遍历下一个全音符。

在一个实施例中，初始旋律生成单元在为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律之后，还用于将生成的初始旋律中第一小节的第一拍以及最后一小节的倒数三个音删除。

在一个实施例中，所述对位判断条件包括第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件；所述第一类判断条件用于描述初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程必须满足的关系；所述第二类判断条件用于描述当初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程满足预设关系时，初始旋律的音程禁止出现的情况；所述第三类判断条件用于描述初始旋律禁止出现的其它情况；

所述评分规则包括第一评分规则、第二评分规则和第三评分规则；所述第一评分规则用于描述满足第一类判断条件时需增加的分数，不满足第一类判断条件时需减少的分数；所述第二评分规则用于描述满足第二类判断条件时需增加的分数，不满足第二类判断条件时需减少的分数；所述第三评分规则用于描述满足第三类判断条件时需增加的分数，不满足第三类判断条件时需减少的分数；

在一个实施例中，初始旋律选取模块 230 包括：

初始旋律选取单元，用于从 n 条初始旋律中选取一条初始旋律；

分数计算单元，用于分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第

二类判断条件和第三类判断条件，如果满足，则增加相应的分数，如果不满足，则减少相应的分数，根据增加的总分数以及减少的总分数得到所述初始旋律的分数；

初始旋律选取单元从 n 条初始旋律中选取另一条初始旋律，进入分数计算单元执行分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件的功能，直至所有的初始旋律均被选取。

上述旋律生成装置的其它技术特征与上述旋律生成方法的技术特征相同，在此不予赘述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现上述任意一项所述的旋律生成方法。其中，所述存储介质包括但不限于任何类型的盘（包括软盘、硬盘、光盘、CD-ROM、和磁光盘）、ROM（Read-Only Memory，只读存储器）、RAM（Random AcceSS Memory，随即存储器）、EPROM（EraSable Programmable Read-Only Memory，可擦写可编程只读存储器）、EEPROM（Electrically EraSable Programmable Read-Only Memory，电可擦可编程只读存储器）、闪存、磁性卡片或光线卡片。也就是，存储介质包括由设备（例如，计算机）以能够读的形式存储或传输信息的任何介质。可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

本申请实施例还提供一种计算机设备，所述计算机设备包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序，

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现上述任意一项所述的旋律生成方法。

图 4 为本申请计算机设备的结构示意图，包括处理器 320、存储装置 330、输入单元 340 以及显示单元 350 等器件。本领域技术人员可以理解，图 4 示出的结构器件并不构成对所有计算机设备的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件。存储装置 330 可用于存储应用程序 310 以及各功能模块，处理器 320 运行存储在存储装置 330 的应用程序 310，从而执行设备的各种功能应用以及数据处理。存储装置 330 可以是内存储器或外存储器，或者包括内存储器和外存储器两者。内存储器可以包括只读存储器、可编程

ROM(PROM)、电可编程 ROM(EPROM)、电可擦写可编程 ROM(EEPROM)、快闪存储器、或者随机存储器。外存储器可以包括硬盘、软盘、ZIP 盘、U 盘、磁带等。本申请所公开的存储装置包括但不限于这些类型的存储装置。本申请所公开的存储装置 330 只作为例子而非作为限定。

输入单元 340 用于接收信号的输入，以及接收固定旋律等。输入单元 340 可包括触控面板以及其它输入设备。触控面板可收集用户在其上或附近的触摸操作（比如用户使用手指、触笔等任何适合的物体或附件在触控面板上或在触控面板附近的操作），并根据预先设定的程序驱动相应的连接装置；其它输入设备可以包括但不限于物理键盘、功能键（比如播放控制按键、开关按键等）、轨迹球、鼠标、操作杆等中的一种或多种。显示单元 350 可用于显示用户输入的信息或提供给用户的信息以及计算机设备的各种菜单。显示单元 350 可采用液晶显示器、有机发光二极管等形式。处理器 320 是计算机设备的控制中心，利用各种接口和线路连接整个电脑的各个部分，通过运行或执行存储在存储装置 330 内的软件程序和/或模块，以及调用存储在存储装置内的数据，执行各种功能和处理数据。

在一实施方式中，计算机设备包括一个或多个处理器 320，以及一个或多个存储装置 330，一个或多个应用程序 310，其中所述一个或多个应用程序 310 被存储在存储装置 330 中并被配置为由所述一个或多个处理器 320 执行，所述一个或多个应用程序 310 配置用于执行以上实施例所述的旋律生成方法。

应该理解的是，虽然附图的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，其可以以其他的顺序执行。而且，附图的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段，这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，其执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其他步骤或者其他步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

应该理解的是，在本申请各实施例中的各功能单元可集成在一个处理模块中，也可以各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成于一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块

的形式实现。

以上所述仅是本申请的部分实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

权利要求

1、一种旋律生成方法，其特征在于，包括：

根据输入的 n 条固定旋律 ,生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数；

根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

若满足预设的迭代停止条件 ,将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

2、根据权利要求 1 所述的旋律生成方法，其特征在于，所述将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律之后，还包括：

若不满足预设的迭代停止条件 ,返回根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数的步骤，直至满足预设的迭代停止条件。

3、根据权利要求 1 所述的旋律生成方法，其特征在于，所述根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律，包括：

根据 n 条初始旋律的分数，计算出 n 条初始旋律被选取的比例；

根据 n 条初始旋律被选取的比例，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

4、根据权利要求 1 所述的旋律生成方法，其特征在于，所述根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律，包括：

从 n 条固定旋律中选取一条固定旋律；

依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符 ,生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律；

从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律 ,返回依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符的步骤，直至所有的固定旋律均被选取；

其中，所述音程规则包括：初始旋律的每一小节的强拍的音，与对应该小节的固定旋律的全音符之间的音程关系必须为协和音程 ;初始旋律的次强拍和

弱拍分别包括协和音程、不协和音程以及不协和音程的复合音程。

5、根据权利要求 4 所述的旋律生成方法，其特征在于，所述依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符，包括：

依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，若当前遍历的全音符在预设范围内，根据设置的音程规则，为所述全音符随机生成四个四分音符，若当前遍历的全音符不在预设范围内，则遍历下一个全音符。

6、根据权利要求 4 所述的旋律生成方法，其特征在于，所述为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律之后，所述从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律之前，还包括：

将生成的初始旋律中第一小节的第一拍以及最后一小节的倒数三个音删除。

7、根据权利要求 1 至 6 任意一项所述的旋律生成方法，其特征在于，

所述对位判断条件包括第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件；所述第一类判断条件用于描述初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程必须满足的关系；所述第二类判断条件用于描述当初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程满足预设关系时，初始旋律的音程禁止出现的情况；所述第三类判断条件用于描述初始旋律禁止出现的其它情况；

所述评分规则包括第一评分规则、第二评分规则和第三评分规则；所述第一评分规则用于描述满足第一类判断条件时需增加的分数，不满足第一类判断条件时需减少的分数；所述第二评分规则用于描述满足第二类判断条件时需增加的分数，不满足第二类判断条件时需减少的分数；所述第三评分规则用于描述满足第三类判断条件时需增加的分数，不满足第三类判断条件时需减少的分数；

所述根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数，包括：

从 n 条初始旋律中选取一条初始旋律；

分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件，如果满足，则增加相应的分数，如果不满足，则减少相应的分数，

根据增加的总分数以及减少的总分数得到所述初始旋律的分数；

从 n 条初始旋律中选取另一条初始旋律，返回分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件的步骤，直至所有的初始旋律均被选取。

8、一种旋律生成装置，其特征在于，包括：

初始旋律生成模块，用于根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数；

分数计算模块，用于根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

初始旋律选取模块，用于根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

交叉模块，用于对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

最终旋律获取模块，用于在满足预设的迭代停止条件时，将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

9、根据权利要求 8 所述的旋律生成装置，其特征在于，

所述最终旋律获取模块，还用于在不满足预设的迭代停止条件时，返回根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数的步骤，直至满足预设的迭代停止条件。

10、根据权利要求 8 所述的旋律生成装置，其特征在于，所述初始旋律选取模块具体用于：

根据 n 条初始旋律的分数，计算出 n 条初始旋律被选取的比例；

根据 n 条初始旋律被选取的比例，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

11、根据权利要求 8 所述的旋律生成装置，其特征在于，所述初始旋律生成模块包括：

固定旋律选取单元，用于从 n 条固定旋律中选取一条固定旋律；

初始旋律生成单元，用于依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，根据设置的音程规则，为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律；

固定旋律选取单元从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律 ,返回依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符的步骤，直至所有的固定旋律均被选取；

其中，所述音程规则包括：初始旋律的每一小节的强拍的音，与对应该小节的固定旋律的全音符之间的音程关系必须为协和音程 ;初始旋律的次强拍和弱拍分别包括协和音程、不协和音程以及不协和音程的复合音程。

12、根据权利要求 11 所述的旋律生成装置，其特征在于，

初始旋律生成单元，用于依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符，若当前遍历的全音符在预设范围内，根据设置的音程规则，为所述全音符随机生成四个四分音符 ,若当前遍历的全音符不在预设范围内 ,则遍历下一个全音符。

13、根据权利要求 11 所述的旋律生成装置，其特征在于，

所述初始旋律生成单元，在所述为每一个全音符随机生成四个四分音符，生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律之后 ,还用于将生成的初始旋律中第一小节的第一拍以及最后一小节的倒数三个音删除。

14、根据权利要求 6 至 13 任意一项所述的旋律生成装置，其特征在于，

所述对位判断条件包括第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件 ;所述第一类判断条件用于描述初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程必须满足的关系 ;所述第二类判断条件用于描述当初始旋律的音与对应固定旋律之间的音程满足预设关系时，初始旋律的音程禁止出现的情况；所述第三类判断条件用于描述初始旋律禁止出现的其它情况；

所述评分规则包括第一评分规则、第二评分规则和第三评分规则；所述第一评分规则用于描述满足第一类判断条件时需增加的分数 ,不满足第一类判断条件时需减少的分数 ;所述第二评分规则用于描述满足第二类判断条件时需增加的分数，不满足第二类判断条件时需减少的分数；所述第三评分规则用于描述满足第三类判断条件时需增加的分数 ,不满足第三类判断条件时需减少的分数；

初始旋律选取单元，用于从 n 条初始旋律中选取一条初始旋律；

分数计算单元，用于分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件 ,如果满足 ,则增加相应的分数 ,如果不满足，则减少相应的分数 ,根据增加的总分数以及减少的总分数得到所述初始旋律的

分数；

初始旋律选取单元从 n 条初始旋律中选取另一条初始旋律，返回分别判断所述初始旋律是否满足第一类判断条件、第二类判断条件和第三类判断条件的步骤，直至所有的初始旋律均被选取。

15、一种计算机非易失性可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 7 中任意一项所述的旋律生成方法。

16、一种计算机设备，其特征在于，所述计算机设备包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序，

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器执行以下步骤：

根据输入的 n 条固定旋律，生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律；n 为正整数；

根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数；

根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律；

对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律；

若满足预设的迭代停止条件，将 n 条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律。

17、根据权利要求 16 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器在将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律之后，还执行以下步骤：

若不满足预设的迭代停止条件，返回根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算 n 条初始旋律的分数的步骤，直至满足预设的迭代停止条件。

18、根据权利要求 16 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器在执行所述根据 n 条初始旋律的分数，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律时，具体执行以下步骤：

根据 n 条初始旋律的分数，计算出 n 条初始旋律被选取的比例；

根据 n 条初始旋律被选取的比例，从 n 条初始旋律中选取两条初始旋律。

19、根据权利要求 16 所述的旋律生成计算机设备，其特征在于，所述处理器在执行所述根据输入的 n 条固定旋律 ,生成与 n 条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到 n 条初始旋律时，具体执行以下步骤：

从 n 条固定旋律中选取一条固定旋律；

依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符 ,根据设置的音程规则 ,为每一个全音符随机生成四个四分音符 ,生成的所有四分音符构成与所述固定旋律对位的一条初始旋律；

从 n 条固定旋律中选取另一条固定旋律 ,返回依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符的步骤，直至所有的固定旋律均被选取；

其中，所述音程规则包括：初始旋律的每一小节的强拍的音，与对应该小节的固定旋律的全音符之间的音程关系必须为协和音程 ;初始旋律的次强拍和弱拍分别包括协和音程、不协和音程以及不协和音程的复合音程。

20、根据权利要求 19 所述的计算机设备，其特征在于，所述处理器在执行所述依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符 ,根据设置的音程规则 ,为每一个全音符随机生成四个四分音符时，具体执行以下步骤：

依次遍历所述固定旋律中每一小节的全音符 ,若当前遍历的全音符在预设范围内，根据设置的音程规则，为所述全音符随机生成四个四分音符，若当前遍历的全音符不在预设范围内，则遍历下一个全音符。

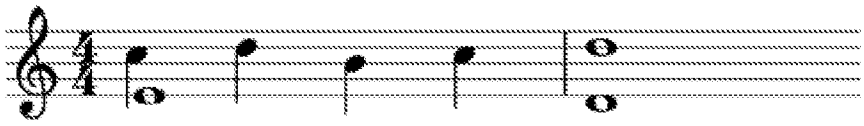

图 1


根据输入的n条固定旋律，生成与n条固定旋律中每一条固定旋律对位的一条初始旋律，得到n条初始旋律；n为正整数
S110
根据预设的对位判断条件以及评分规则，计算n条初始旋律的分数
S120
根据n条初始旋律的分数，从n条初始旋律中选取两条初始旋律
S130
对选取的两条初始旋律进行交叉，获得两条新的初始旋律，将选取的两条初始旋律更新为两条新的初始旋律
S140
若满足预设的迭代停止条件，将n条初始旋律作为与对应固定旋律对位的最终旋律
S150

图 2

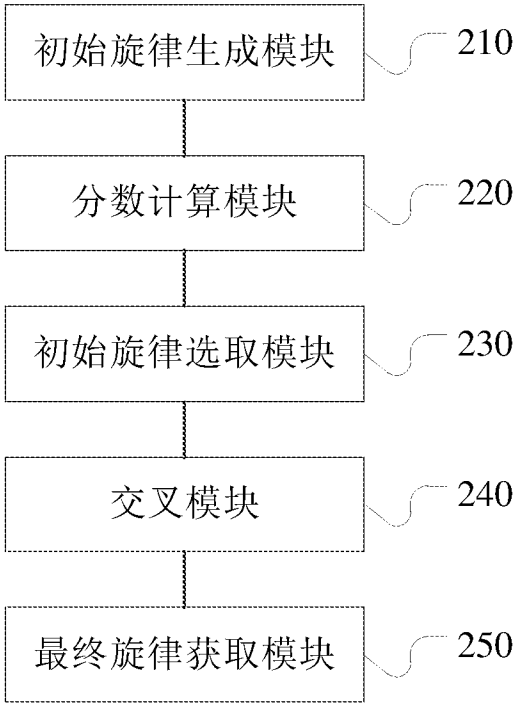
初始旋律生成模块
210
分数计算模块
220
初始旋律选取模块
230
交叉模块
240
最终旋律获取模块
250

图 3

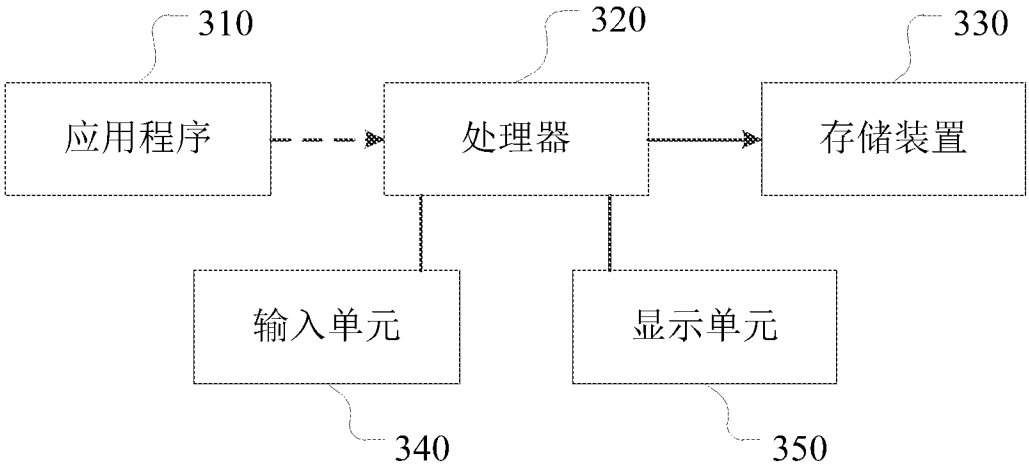
310
320
330
应用程序
处理器
存储装置
输入单元
显示单元
340
350

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/117865

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10H 1/00(2006.01)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)

G10H

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 旋律, 生成, 交叉, 初始, 评分, 固定, 对位, 更新, 全音符, 四分音符, 评分, 分数, melody, generation, fixed, initial, score, intersect, correspond, update, note, score, quarter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109903744 A (PING'AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 18 June 2019 (2019-06-18) claims 1-10	1-20
A	CN 104464702 A (YE, Xuzhou) 25 March 2015 (2015-03-25) description, paragraphs [0016]-[0077]	1-20
A	CN 105374347 A (COMMUNICATION UNIVERSITY OF CHINA) 02 March 2016 (2016-03-02) entire document	1-20
A	CN 107644630 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 30 January 2018 (2018-01-30) entire document	1-20
A	US 2013125732 A1 (NGUYEN, P. N.) 23 May 2013 (2013-05-23) entire document	1-20

☐ 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	Date of mailing of the international search report
20 January 2020	**07 February 2020**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/117865

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 109903744 A	18 June 2019	None	
CN 104464702 A	25 March 2015	None	
CN 105374347 A	02 March 2016	None	
CN 107644630 A	30 January 2018	None	
US 2013125732 A1	23 May 2013	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/117865

A. 主题的分类

G10H 1/00(2006.01)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)

G10H

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）)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 旋律，生成，交叉，初始，评分，固定，对位，更新，全音符，四分音符，评分，分数，melody, generation, fixed, initial, score, intersect, correspond, update, note, score, quarter

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
PX	CN 109903744 A (平安科技深圳有限公司) 2019年 6月 18日 (2019-06-18) 权利要求1-10	1-20
A	CN 104464702 A (叶煦舟) 2015年 3月 25日 (2015-03-25) 说明书第[0016]-[0077]段	1-20
A	CN 105374347 A (中国传媒大学) 2016年 3月 2日 (2016-03-02) 全文	1-20
A	CN 107644630 A (清华大学) 2018年 1月 30日 (2018-01-30) 全文	1-20
A	US 2013125732 A1 (NGUYEN, Paul Nho) 2013年 5月 23日 (2013-05-23) 全文	1-20

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2020年 1月 20日	2020年 2月 7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 刘剑 电话号码 86-(10)-53961304

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/117865

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 109903744 A	2019年 6月 18日	无	
CN 104464702 A	2015年 3月 25日	无	
CN 105374347 A	2016年 3月 2日	无	
CN 107644630 A	2018年 1月 30日	无	
US 2013125732 A1	2013年 5月 23日	无	