

(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 2 月 23 日 (23.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/019751 A1

(51) 国际专利分类号:
G05B 19/19 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/128422

(22) 国际申请日: 2021 年 11 月 3 日 (03.11.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110954971.X 2021年8月19日 (19.08.2021) CN

(71) 申请人: 五邑大学(WUYI UNIVERSITY) [CN/CN];
中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号,
Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 贺跃帮(HE, Yuebang); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。王瑞超(WANG, Ruichao); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。冯均鹏(FENG, Junpeng); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。林铭杰(LIN, Mingjie); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司(JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910, Guangdong 510627 (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,

(54) **Title:** NUMERICAL CONTROL PROCESSING SYSTEM-BASED CURVE FITTING METHOD, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 基于数控加工系统的曲线拟合方法、电子设备和存储介质

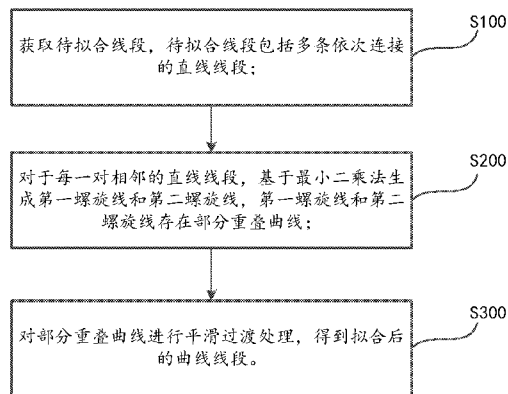


图 1

S100 Obtain a line segment to be fitted, the line segment to be fitted comprising a plurality of straight line segments connected in sequence;
S200 For each pair of adjacent straight line segments, generate a first spiral line and a second spiral line on the basis of a least square method, the first spiral line and the second spiral line having a partially overlapped curve;
S300 Perform smooth transition on the partially overlapped curve, to obtain a fitted curve segment.

(57) **Abstract:** Disclosed are a numerical control processing system-based curve fitting method, an electronic device, and a storage medium. The numerical control processing system-based curve fitting method comprises: obtaining a line segment to be fitted, the line segment to be fitted comprising a plurality of straight line segments connected in sequence; for each pair of adjacent straight line segments, generating a first spiral line and a second spiral line on the basis of a least square method, the first spiral line and the second spiral line having a partially overlapped curve; and performing smooth transition on the partially overlapped curve, to obtain a fitted curve segment. According to the technical solution provided in the embodiments of the present invention, fast fitting of a curve can be implemented while both the speed and the acceleration are transitioned smoothly.

(57) **摘要:** 本发明公开了一种基于数控加工系统的曲线拟合方法、电子设备和存储介质, 其中, 所述基于数控加工系统的曲线拟合方法, 包括: 获取待拟合线段, 所述待拟合线段包括多条依次连接的直线线段; 对于每一对相邻的所述直线线段, 基于最小二乘法生成第一螺旋线和第二螺旋线, 所述第一螺旋线和所述第二螺旋线存在部分重叠曲线; 对所述部分重叠曲线进行平滑过渡处理, 得到拟合后的曲线线段。根据本发明实施例提供的技术方案, 能够在速度和加速度均过渡平滑的情况下, 实现曲线的快速拟合。

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)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

基于数控加工系统的曲线拟合方法、电子设备和存储介质

技术领域

本发明涉及数控加工技术领域，特别涉及一种基于数控加工系统的曲线拟合方法、电子设备和计算机可读存储介质。

背景技术

数控系统是根据计算机存储器中存储的控制程序，执行部分或全部数值控制功能，并配有接口电路和伺服驱动装置的专用计算机系统。通常地，数控系统及相关的自动化产品主要是为数控机床配套。现有的数控机床按控制轴数可分为三轴、四轴和五轴的加工中心，其中，三轴数控系统的输入数据多为直线和圆弧，四轴和五轴数控系统的输入数据为直线。但是，当输入数据中存在大量连续小直线时，直接应用现有的直线加工方式就会出现频繁加减速的情况，既影响加工效率，又影响加工效果。

相关技术中，针对这种大量连续小直线，一般采用曲线拟合的方式来改善加工效率和加工效果。现有的曲线拟合技术主要采用 A 样条、B 样条、C 样条以及 NURBS 样条，但是 A 样条无法实现加速度光滑，B、C、NURBS 样条要么拟合曲线过渡不平滑，要么实时计算耗时大、硬件要求高，给用户带来不便。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明提出一种基于数控加工系统的曲线拟合方法、电子设备和计算机可读存储介质，能够在速度和加速度均过渡平滑的情况下，实现曲线的快速拟合。

第一方面，本发明实施例提供了一种基于数控加工系统的曲线拟合方法，包括：

获取待拟合线段，所述待拟合线段包括多条依次连接的直线线段；

对于每一对相邻的所述直线线段，基于最小二乘法生成第一螺旋线 and 第二螺旋线，所述

第一螺旋线和所述第二螺旋线存在部分重叠曲线；

对所述部分重叠曲线进行平滑过渡处理，得到拟合后的曲线线段。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述相邻的所述直线线段包括第一相邻线段和第二相邻线段，所述第一相邻线段与所述第二相邻线段部分重叠，所述基于最小二乘法生成第一螺旋线 and 第二螺旋线，包括：

获取所述第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点，并获取所述第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点；

根据所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末端端点得到第一旋转方向和第一旋转中心，并根据所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末端端点得到第二旋转方向和第二旋转中心；

根据所述第一起始端点、所述第一当前端点、所述第一旋转方向和所述第一旋转中心得到所述第一螺旋线，并根据所述第二起始端点、所述第二当前端点、所述第二旋转方向和所述第二旋转中心得到所述第二螺旋线。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述第一旋转方向和所述第二旋转方向通过如下公式获得：

$$V_0 = \frac{(p_0 - p_{-1}) \times (p_1 - p_0)}{\|p_0 - p_{-1}\| \|p_1 - p_0\|}$$

其中，所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向，所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点，所述 p_{-1} 表示所述第一起始端点和所述第二起始端点，所述 p_1 表示所述第一末端端点和所述第二末端端点，所述 $\times$ 表示三维向量叉乘，所述 $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离，所述 $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述第一旋转中心和所述第二旋转中心通过如下公式获得：

$$C = \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T + V_0 V_0^T \right)^{-1} \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T \left(\frac{p_t + p_k}{2} \right) + V_0 V_0^T \frac{p_{-1} + p_0}{2} \right)$$

其中，所述 C 表示所述第一旋转中心和所述第二旋转中心，所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向，所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点，所述 p_{-1} 表示

所述第一起始端点和所述第二起始端点,所述 n 表示预设常数且 $n \geq 1$,所述 i 表示满足 $1 \leq i \leq n$ 的最大常数,所述 j 表示满足 $2 \leq j \leq n$ 的最大常数。

根据本发明第一方面的一些实施例,在所述根据所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点得到第一旋转方向和第一旋转中心,并根据所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点得到第二旋转方向和第二旋转中心之后,还包括:

根据预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点,确定所述第一相邻线段是否可以拟合,并根据所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点,确定所述第二相邻线段是否可以拟合。

根据本发明第一方面的一些实施例,所述根据预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点,确定所述第一相邻线段是否可以拟合,并根据所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点,确定所述第二相邻线段是否可以拟合,包括:

判断所述预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点,是否满足预设拟合判定公式,若满足,则所述第一相邻线段可以拟合;

判断所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点,是否满足所述预设拟合判定公式,若满足,则所述第二相邻线段可以拟合;

其中,所述预设拟合判定公式如下:

$$\frac{\|p_1 - p_{-1}\|}{\|V_0\|} \geq \frac{\max(\|p_0 - p_{-1}\|, \|p_1 - p_0\|)}{4\varepsilon_{\max}} + \varepsilon_{\max}$$

所述 $\varepsilon_{\max}$ 表示所述预设误差值,所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向,所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点,所述 p_{-1} 表示所述第一起始端点和所述第二起始端点,所述 p_1 表示所述第一末尾端点和所述第二末尾端点,所述 $\|p_1 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_1 的欧氏距离,所述 $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离,所述 $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

根据本发明第一方面的一些实施例,所述对所述部分重叠曲线进行平滑过渡处理,得到拟合后的曲线线段,包括:

在所述第一螺旋线和所述第二螺旋线处于相同的预设旋转角度的情况下，取所述第一螺旋线的第一三维位置和所述第二螺旋线的第二三维位置；

根据所述第一三维位置和所述第二三维位置生成与所述部分重叠曲线对应的平滑曲线；

使用所述平滑曲线取代所述部分重叠曲线。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述平滑曲线通过如下公式获得：

$$f(u) = (1-u)^3 f_{p_0}^0(u\theta_{p_0}^0) + u^3 f_{p_1}^1(u\theta_{p_1}^1)$$

其中，所述 $f(u)$ 表示所述平滑曲线，所述 $f_{p_0}^0(\theta)$ 表示所述第一螺旋线在所述预设旋转角度为 θ 时的三维位置，所述 $f_{p_1}^1(\theta)$ 表示所述第二螺旋线在所述预设旋转角度为 θ 时的三维位置， $0 \leq u \leq 1$ 。

第二方面，本发明实施例提供了一种电子设备，所述电子设备包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现第一方面任意一项实施例所述的基于数控加工系统的曲线拟合方法。

第三方面，本发明实施例还提供了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如上第一方面任意一项实施例所述的基于数控加工系统的曲线拟合方法。

本申请实施例中提供的一个或多个技术方案，至少具有如下有益效果：通过获取包括多条依次连接的直线线段的待拟合线段，然后对于每一对相邻的直线线段，基于最小二乘法生成存在部分重叠曲线的第一螺旋线和第二螺旋线，再对部分重叠曲线进行平滑过渡处理，即可根据第一螺旋线、平滑过渡处理后的部分重叠曲线、第二螺旋线得到拟合后的曲线线段。根据本发明实施例的技术方案，能够将待拟合线段拟合成第一螺旋线和第二螺旋线，并使第一螺旋线经过平滑过渡处理后的部分重叠曲线平滑过渡至第二螺旋线，从而实现在速度和加速度均过渡平滑的情况下，完成曲线的快速拟合。

本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

本发明的附加方面和优点结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 为本发明一个实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的步骤流程图；

图 2 为本发明另一个实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的步骤流程图；

图 3 为本发明另一个实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的步骤流程图；

图 4 为本发明另一个实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的步骤流程图；

图 5 为本发明另一个实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的步骤流程图；

图 6 为本发明一个实施例的电子设备的模块示意图。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例，实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，若干的含义是一个或者多个，多个的含义是两个以上，大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

在本发明的描述中，需要理解的是，涉及到方位描述，例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中，如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

在本发明的描述中，除非另有明确的限定，设置、安装、连接等词语应做广义理解，所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

在本发明实施例的描述中，参考术语“一个实施例/实施方式”、“另一实施例/实施方式”或“一些实施例/实施方式”等的描述意指结合实施方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少两个实施例或实施方式中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的示实施例或实施方式。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或实施方式中以合适的方式结合。

此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

下面结合附图，对本发明实施例作进一步阐述。

第一方面，本发明实施例提供了一种基于数控加工系统的曲线拟合方法。

参照图 1，基于数控加工系统的曲线拟合方法具体包括但不限于有以下步骤 S100、步骤 S200 和步骤 S300。

步骤 S100：获取待拟合线段，待拟合线段包括多条依次连接的直线线段；

需要说明的是，一般地，待拟合线段包括大量、连续的小直线，可以理解的是，本实施例并不对其直线线段的数量和长度做限制。

步骤 S200：对于每一对相邻的直线线段，基于最小二乘法生成第一螺旋线 and 第二螺旋线，第一螺旋线 and 第二螺旋线存在部分重叠曲线；

需要说明的是，部分重叠曲线处即为第一螺旋线 and 第二螺旋线的过渡部分，因此，部分重叠曲线既可以由第一螺旋线表示，也可以由第二螺旋线表示。

步骤 S300：对部分重叠曲线进行平滑过渡处理，得到拟合后的曲线线段。

需要说明的是，由于第一螺旋线 and 第二螺旋线均为平滑的线段，而部分重叠曲线处为第一螺旋线 and 第二螺旋线的过渡部分，因此，对部分重叠曲线进行平滑处理后，即可得到拟合后平滑的曲线线段。

可以理解的是，通过上述步骤 S100、步骤 S200 和步骤 S300，先获取包括多条依次连接的直线线段的待拟合线段，然后对于每一对相邻的直线线段，基于最小二乘法生成存在部分重叠曲线的第一螺旋线 and 第二螺旋线，再对部分重叠曲线进行平滑过渡处理，即可根据第一螺旋线、平滑过渡处理后的部分重叠曲线、第二螺旋线得到拟合后的曲线线段。根据本发明实施例的技术方案，能够将待拟合线段拟合成第一螺旋线 and 第二螺旋线，并使第一螺旋线

经过平滑过渡处理后的部分重叠曲线平滑过渡至第二螺旋线，从而实现在速度和加速度均过渡平滑的情况下，完成曲线的快速拟合。

参照图 2，示例性的，相邻的直线线段包括第一相邻线段和第二相邻线段，第一相邻线段与第二相邻线段部分重叠，关于上述步骤 S200，具体可以包括但不限于以下步骤 S210、步骤 S220 和步骤 S230。

步骤 S210：获取第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点，并获取第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点；

步骤 S220：根据第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点得到第一旋转方向和第一旋转中心，并根据第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点得到第二旋转方向和第二旋转中心；

步骤 S230：根据第一起始端点、第一当前端点、第一旋转方向和第一旋转中心得到第一螺旋线，并根据第二起始端点、第二当前端点、第二旋转方向和第二旋转中心得到第二螺旋线。

具体地，由第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点即可计算得到第一旋转方向和第一旋转中心，再由第一起始端点、第一当前端点、第一旋转方向和第一旋转中心即可计算得到与第一相邻线段对应的第一螺旋线；由第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点即可计算得到第二旋转方向和第二旋转中心，再由第二起始端点、第二当前端点、第二旋转方向和第二旋转中心即可计算得到与第二相邻线段对应的第二螺旋线。

示例性的，第一旋转方向和第二旋转方向通过如下公式获得：

$$V_0 = \frac{(p_0 - p_{-1}) \times (p_1 - p_0)}{\|p_0 - p_{-1}\| \|p_1 - p_0\|}$$

其中， V_0 表示第一旋转方向和第二旋转方向， p_0 表示第一当前端点和第二当前端点， p_{-1} 表示第一起始端点和第二起始端点， p_1 表示第一末端端点和第二末端端点， $\times$ 表示三维向量叉乘， $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离， $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

具体地，将第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点代入上述公式即可得到第一旋转方向；同理，将第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点代入上述公式即可得到第二旋转方向。

示例性的，第一旋转中心和第二旋转中心通过如下公式获得：

$$C = \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T + V_0 V_0^T \right)^{-1} \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T \left(\frac{p_t + p_k}{2} \right) + V_0 V_0^T \frac{p_{-1} + p_0}{2} \right)$$

其中， C 表示第一旋转中心和第二旋转中心， V_0 表示第一旋转方向和第二旋转方向， p_0 表示第一当前端点和第二当前端点， p_{-1} 表示第一起始端点和第二起始端点， n 表示预设常数且 $n \geq 1$ ， i 表示满足 $1 \leq i \leq n$ 的最大常数， j 表示满足 $2 \leq j \leq n$ 的最大常数。

具体地，将第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一旋转方向代入上述公式即可得到第一旋转中心；同理，将第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二旋转方向代入上述公式即可得到第二旋转中心。

示例性的，具体地，先查找最大的 i ， j ，满足 $1 \leq i \leq n$ ， $2 \leq j \leq n$ ， $n \geq 1$ 为给定的一个常数，且 p_{-i} 、 p_{-i+1} 、……， p_{-1} 为 p_0 的依次向前查询的端点， p_1 、 p_2 、……， p_j 为依次向后查询的端点。

然后，按下式求解旋转中心 C 。

$$C = \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T + V_0 V_0^T \right)^{-1} \left(\sum_{t=-i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T \left(\frac{p_t + p_k}{2} \right) + V_0 V_0^T \frac{p_{-1} + p_0}{2} \right)$$

之后，针对查找的所有端点，按下式求出每个端点与旋转中心的距离。

$$L_t = \|p_t - C\|, t \in (-i, j)$$

然后，按如下公式求出平均距离。

$$L = \frac{\sum_{t=-i}^j L_t}{i + j + 1}$$

之后，按如下公式所有端点与平均距离的误差的绝对值。

$$e_t = |L_t - L|$$

然后，定义端点拟合误差 ε ，如果所有 $e_t < \varepsilon$ ，则表明点 p_{-i} ， p_{-i+1} ，……， p_{-1} ， p_0 ， p_1 ， p_2 ，……， p_j 全部符合拟合要求， C 即为求解的旋转中心，否则求 e_t 的最大值对应的 t ，如果 $t < 0$ ，

则表明 p_0 前向端点 p_{-i} , p_{-i+1} , $\dots$, p_{-1} 拟合误差大于后向 p_1 , p_2 , $\dots$, p_j , 此时如果 $i > 1$, 则 $i = i - 1$, 如果 $i = 1$, 则 $j = j - 1$; 如果 $t > 0$, 则如果 $j > 1$, 则 $j = j - 1$, 如果 $j = 1$, 则 $i = i - 1$; 如果 $t = 0$, 则如果 $i > j$, 则 $i = i - 1$, 否则 $j = j - 1$ 。

最后, 重复上述步骤, 直到找到符合拟合要求的端点 p_{-i} , p_{-i+1} , $\dots$, p_{-1} , p_0 , p_1 , p_2 , $\dots$, p_j , 以及旋转中心 C 。

可以理解的是, 第一旋转中心和第二旋转中心通过上述步骤分别代入计算得到。

参照图 3, 示例性的, 在上述步骤 S220 之后, 该方法还包括但不限于以下步骤 S240。

步骤 S240: 根据预设误差值、第一旋转方向、第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点, 确定第一相邻线段是否可以拟合, 并根据预设误差值、第二旋转方向、第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点, 确定第二相邻线段是否可以拟合。

具体地, 在将第一相邻线段拟合成第一螺旋线之前, 判断第一相邻线段是否可以拟合, 从而保证拟合后的第一螺旋线与第一相邻线段的贴合性; 同理, 在将第二相邻线段拟合成第二螺旋线之前, 判断第二相邻线段是否可以拟合, 从而保证拟合后的第二螺旋线与第二相邻线段的贴合性。

参照图 4, 示例性的, 关于上述步骤 S240, 具体可以包括但不限于以下步骤 S241 和步骤 S242。

步骤 S241: 判断预设误差值、第一旋转方向、第一当前端点、第一起始端点和第一末端端点, 是否满足预设拟合判定公式, 若满足, 则第一相邻线段可以拟合;

步骤 S242: 判断预设误差值、第二旋转方向、第二当前端点、第二起始端点和第二末端端点, 是否满足预设拟合判定公式, 若满足, 则第二相邻线段可以拟合;

需要说明的是, 预设拟合判定公式如下:

$$\frac{\|p_1 - p_{-1}\|}{\|V_0\|} \geq \frac{\max(\|p_0 - p_{-1}\|, \|p_1 - p_0\|)}{4\varepsilon_{\max}} + \varepsilon_{\max}$$

$\varepsilon_{\max}$ 表示预设误差值, V_0 表示第一旋转方向和第二旋转方向, p_0 表示第一当前端点和第二当前端点, p_{-1} 表示第一起始端点和第二起始端点, p_1 表示第一末端端点和第二末端端点, $\|p_1 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_1 的欧氏距离, $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离, $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

参照图 5，示例性的，关于上述步骤 S300，具体可以包括但不限于以下步骤 S310、步骤 S320 和步骤 S330。

步骤 S310：在第一螺旋线和第二螺旋线处于相同的预设旋转角度的情况下，取第一螺旋线的第一三维位置和第二螺旋线的第二三维位置；

步骤 S320：根据第一三维位置和第二三维位置生成与部分重叠曲线对应的平滑曲线；

步骤 S330：使用平滑曲线取代部分重叠曲线。

具体地，假设 p_0 点可以构成第一螺旋线 $N_{p_0}^0(C_0, V_{0,0}, \theta_{p_0}^0)$ ， p_1 点也可以构成第二螺旋线 $N_{p_1}^1(C_1, V_{0,1}, \theta_{p_1}^1)$ ，则 p_0 指向 p_1 的线段可以由这两条螺旋线的任意一条构成。由于 $N_{p_0}^0(C_0, V_{0,0}, \theta_{p_0}^0)$ 与 $N_{p_1}^1(C_1, V_{0,1}, \theta_{p_1}^1)$ 具有不同的 C ， V_0 ，它们之间的过渡无法实现平滑，为此，定义 $f_{p_0}^0(\theta)$ ， $f_{p_1}^1(\theta)$ 分别表示第一螺旋线 $N_{p_0}^0(C_0, V_{0,0}, \theta_{p_0}^0)$ 与第二螺旋线 $N_{p_1}^1(C_1, V_{0,1}, \theta_{p_1}^1)$ 在旋转角度为 θ 时的三维位置，则 p_0 指向 p_1 的双螺旋线当前三维位置可按公式计算得到，从而生成平滑曲线。

示例性的，平滑曲线通过如下公式获得：

$$f(u) = (1-u)^3 f_{p_0}^0(u\theta_{p_0}^0) + u^3 f_{p_1}^1(u\theta_{p_1}^1)$$

其中， $f(u)$ 表示平滑曲线， $f_{p_0}^0(\theta)$ 表示第一螺旋线在预设旋转角度为 θ 时的三维位置， $f_{p_1}^1(\theta)$ 表示第二螺旋线在预设旋转角度为 θ 时的三维位置， $0 \leq u \leq 1$ 。

需要说明的是，当 u 从 0 变化到 1 时，第一螺旋线平滑从 $N_{p_0}^0(C_0, V_{0,0}, \theta_{p_0}^0)$ 过渡到第二螺旋线 $N_{p_1}^1(C_1, V_{0,1}, \theta_{p_1}^1)$ 。

示例性的，对于加工第一螺旋线和第二螺旋线的相关速度值可由如下方式得到，从而更加便于数控系统的使用。

设平滑曲线的向心最大加速度为 $a_{\max}$ ，最大速度为 F ，则 p_0 指向 p_1 的拟合后的平滑曲线的起点、终点以及最大速度分别通过如下公式获得。

$$\begin{aligned} v_{p_0} &= \sqrt{a_{\max} \|p_0 - C_0\|} \\ v_{p_1} &= \sqrt{a_{\max} \|p_1 - C_1\|} \\ v_{\max} &= \max(v_{p_0}, v_{p_1}, F) \end{aligned}$$

基于上述第一方面实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法，提出本发明第二方面各个实施例的电子设备。

参照图 6, 该电子设备包括存储器 100、处理器 200 及存储在存储器 100 上并可在处理器 200 上运行的计算机程序; 计算机程序被处理器 200 执行时实现如上述第一方面任意一项实施例所描述的基于数控加工系统的曲线拟合方法。

需要说明的是, 电子设备可以为路由器、交换机、服务器或者其他数据处理传输设备。

可以理解的是, 处理器 200 和存储器 100 可以通过总线或者其他方式连接。

需要说明的是, 实现上述实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法所需的非暂态软件程序以及指令存储在该存储器 100 中, 当被处理器 200 执行时, 执行上述实施例中的基于数控加工系统的曲线拟合方法, 例如, 执行如图 1 中的方法步骤 S100 至 S300、图 2 中的方法步骤 S210 至 S230、图 3 中的方法步骤 S240、图 4 中的方法步骤 S241 至 S242 和图 5 中的方法步骤 S310 至 S330。

可以理解的是, 由于本发明第二方面实施例的物联网数据监控装置执行包括有上述第一方面任一实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法, 因此, 本发明第二方面实施例的电子设备的实施方式和技术效果, 可参照上述第一方面任一实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法的具体实施方式和技术效果, 在此不做赘述。

以上所描述的电子设备的实施例仅仅是示意性的, 其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

基于上述第一方面实施例的基于数控加工系统的曲线拟合方法, 提出本发明第三方面各个实施例的计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令, 该计算机可执行指令被一个处理器 200 或控制器执行, 例如, 被上述电子设备实施例中的一个处理器 200 执行, 可使得上述处理器 200 执行上述实施例中的基于数控加工系统的曲线拟合方法, 例如, 执行如图 1 中的方法步骤 S100 至 S300、图 2 中的方法步骤 S210 至 S230、图 3 中的方法步骤 S240、图 4 中的方法步骤 S241 至 S242 和图 5 中的方法步骤 S310 至 S330。

本领域普通技术人员可以理解, 上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器 200, 如中央处理器 200、数字信号处理器 200 或微处理器 200 执行的软件, 或者被实施为硬件, 或者被实施为集成电路, 如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上,

计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器 100 技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所属技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明宗旨的前提下，作出各种变化。

权 利 要 求 书

1、一种基于数控加工系统的曲线拟合方法，其特征在于，包括：

获取待拟合线段，所述待拟合线段包括多条依次连接的直线线段；

对于每一对相邻的所述直线线段，基于最小二乘法生成第一螺旋线和第二螺旋线，所述第一螺旋线和所述第二螺旋线存在部分重叠曲线；

对所述部分重叠曲线进行平滑过渡处理，得到拟合后的曲线线段。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述相邻的所述直线线段包括第一相邻线段和第二相邻线段，所述第一相邻线段与所述第二相邻线段部分重叠，所述基于最小二乘法生成第一螺旋线和第二螺旋线，包括：

获取所述第一相邻线段的第一当前端点、第一起始端点和第一末尾端点，并获取所述第二相邻线段的第二当前端点、第二起始端点和第二末尾端点；

根据所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点得到第一旋转方向和第一旋转中心，并根据所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点得到第二旋转方向和第二旋转中心；

根据所述第一起始端点、所述第一当前端点、所述第一旋转方向和所述第一旋转中心得到所述第一螺旋线，并根据所述第二起始端点、所述第二当前端点、所述第二旋转方向和所述第二旋转中心得到所述第二螺旋线。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述第一旋转方向和所述第二旋转方向通过如下公式获得：

$$V_0 = \frac{(p_0 - p_{-1}) \times (p_1 - p_0)}{\|p_0 - p_{-1}\| \|p_1 - p_0\|}$$

其中，所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向，所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点，所述 p_{-1} 表示所述第一起始端点和所述第二起始端点，所述 p_1 表示所述第一末尾端点和所述第二末尾端点，所述 $\times$ 表示三维向量叉乘，所述 $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离，所述 $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第一旋转中心和所述第二旋转中心通过如下公式获得：

$$C = \left(\sum_{t=i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T + V_0 V_0^T \right)^{-1} \left(\sum_{t=i}^{j-1} \sum_{k=t+1}^j (p_t - p_k)(p_t - p_k)^T \left(\frac{p_t + p_k}{2} \right) + V_0 V_0^T \frac{p_{-1} + p_0}{2} \right)$$

其中，所述C表示所述第一旋转中心和所述第二旋转中心，所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向，所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点，所述 p_{-1} 表示所述第一起始端点和所述第二起始端点，所述 n 表示预设常数且 $n \geq 1$ ，所述 i 表示满足 $1 \leq i \leq n$ 的最大常数，所述 j 表示满足 $2 \leq j \leq n$ 的最大常数。

5、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，在所述根据所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点得到第一旋转方向和第一旋转中心，并根据所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点得到第二旋转方向和第二旋转中心之后，还包括：

根据预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点，确定所述第一相邻线段是否可以拟合，并根据所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点，确定所述第二相邻线段是否可以拟合。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述根据预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点，确定所述第一相邻线段是否可以拟合，并根据所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点，确定所述第二相邻线段是否可以拟合，包括：

判断所述预设误差值、所述第一旋转方向、所述第一当前端点、所述第一起始端点和所述第一末尾端点，是否满足预设拟合判定公式，若满足，则所述第一相邻线段可以拟合；

判断所述预设误差值、所述第二旋转方向、所述第二当前端点、所述第二起始端点和所述第二末尾端点，是否满足所述预设拟合判定公式，若满足，则所述第二相邻线段可以拟合；

其中，所述预设拟合判定公式如下：

$$\frac{\|p_1 - p_{-1}\|}{\|V_0\|} \geq \frac{\max(\|p_0 - p_{-1}\|, \|p_1 - p_0\|)}{4\varepsilon_{\max}} + \varepsilon_{\max}$$

所述 $\varepsilon_{\max}$ 表示所述预设误差值, 所述 V_0 表示所述第一旋转方向和所述第二旋转方向, 所述 p_0 表示所述第一当前端点和所述第二当前端点, 所述 p_{-1} 表示所述第一起始端点和所述第二起始端点, 所述 p_1 表示所述第一末尾端点和所述第二末尾端点, 所述 $\|p_1 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_1 的欧氏距离, 所述 $\|p_0 - p_{-1}\|$ 表示三维向量 p_{-1} 与 p_0 的欧氏距离, 所述 $\|p_1 - p_0\|$ 表示三维向量 p_0 与 p_1 的欧氏距离。

7、根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述对所述部分重叠曲线进行平滑过渡处理, 得到拟合后的曲线线段, 包括:

在所述第一螺旋线和所述第二螺旋线处于相同的预设旋转角度的情况下, 取所述第一螺旋线的第一三维位置和所述第二螺旋线的第二三维位置;

根据所述第一三维位置和所述第二三维位置生成与所述部分重叠曲线对应的平滑曲线;

使用所述平滑曲线取代所述部分重叠曲线。

8、根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述平滑曲线通过如下公式获得:

$$f(u) = (1-u)^3 f_{p_0}^0(u\theta_{p_0}^0) + u^3 f_{p_1}^1(u\theta_{p_1}^1)$$

其中, 所述 $f(u)$ 表示所述平滑曲线, 所述 $f_{p_0}^0(\theta)$ 表示所述第一螺旋线在所述预设旋转角度为 θ 时的三维位置, 所述 $f_{p_1}^1(\theta)$ 表示所述第二螺旋线在所述预设旋转角度为 θ 时的三维位置, $0 \leq u \leq 1$ 。

9、一种电子设备, 其特征在于, 包括: 存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 8 任意一项所述的基于数控加工系统的曲线拟合方法。

10、一种计算机可读存储介质, 其特征在于: 存储有计算机可执行指令, 所述计算机可执行指令用于执行如权利要求 1 至 8 任意一项所述的基于数控加工系统的曲线拟合方法。

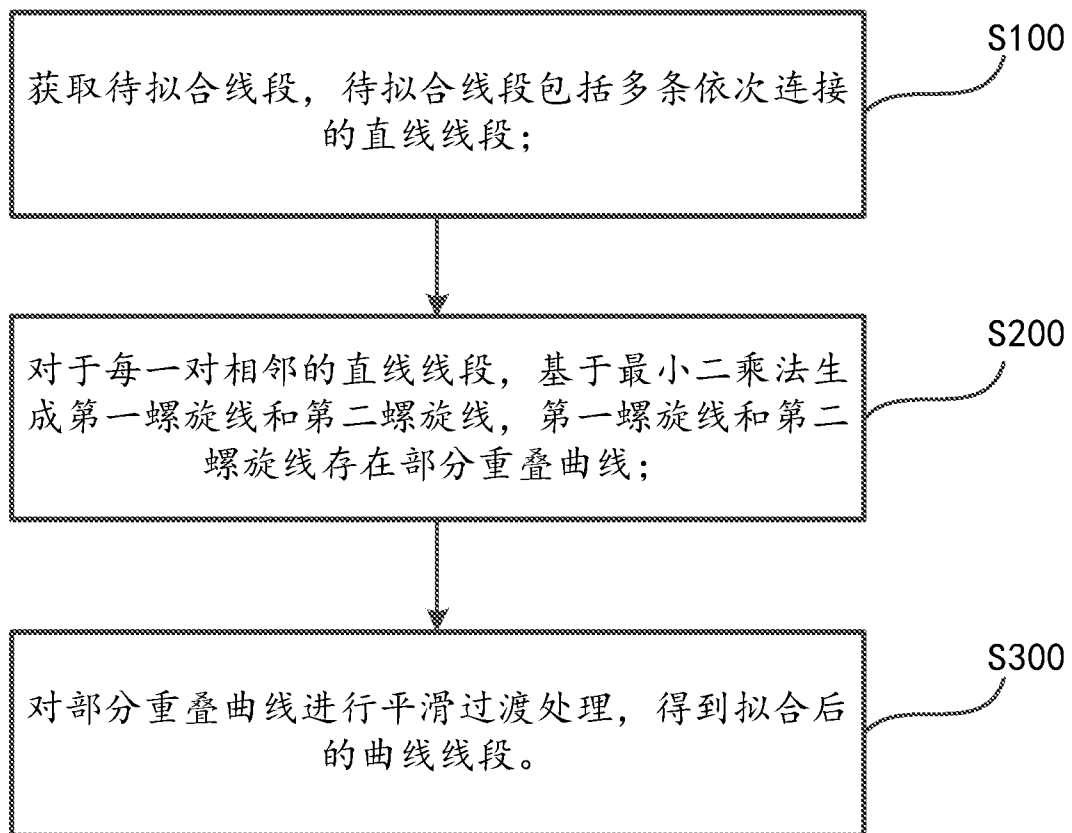


图 1

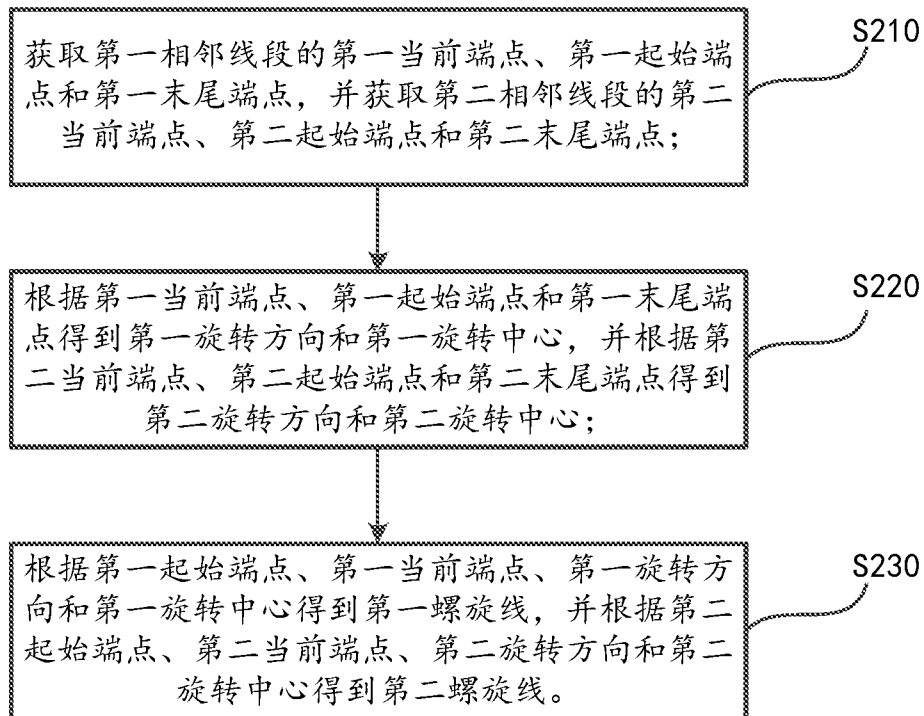


图 2

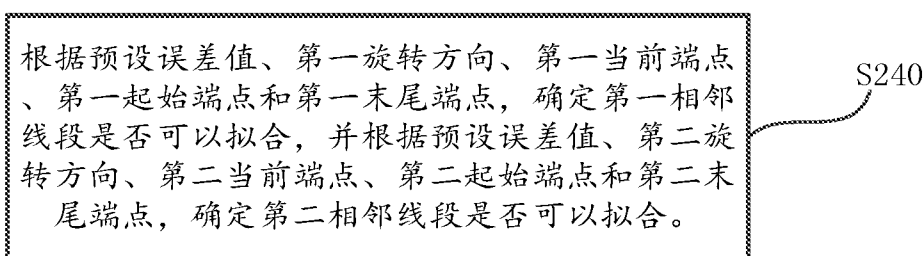


图 3

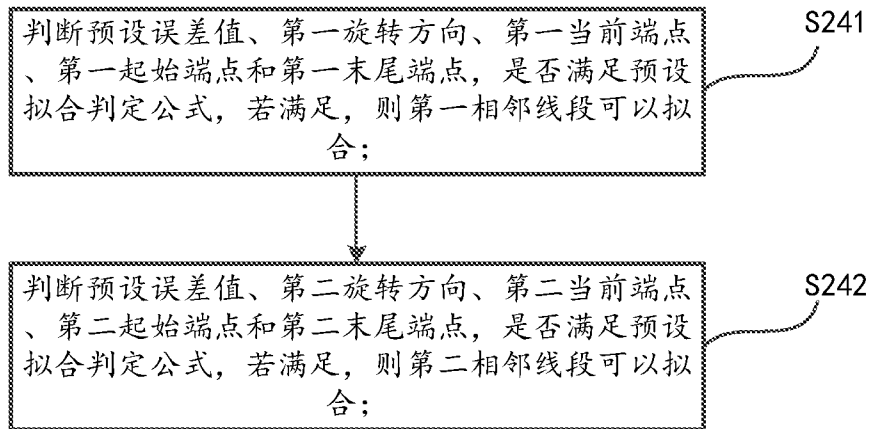


图 4

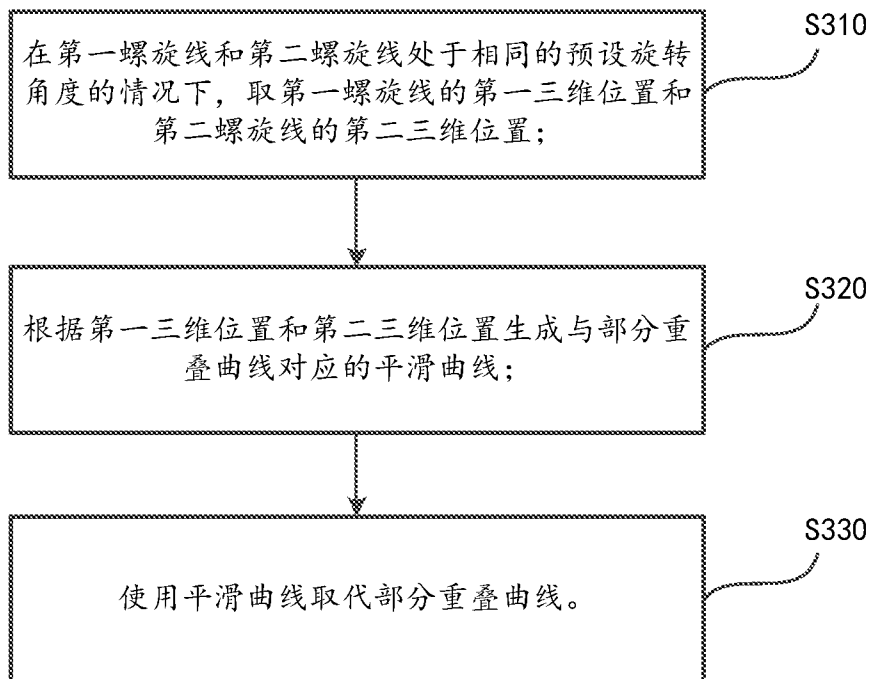


图 5

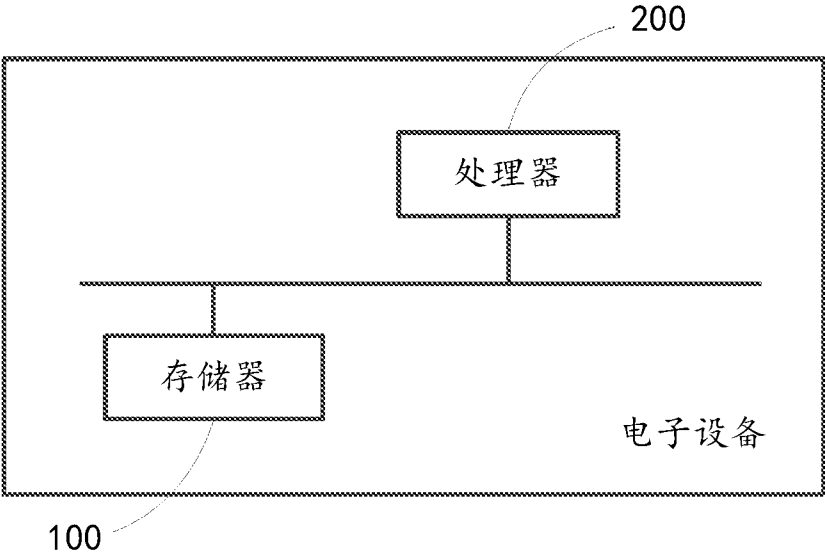


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/128422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 19/19(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)

G05B

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: 数控, 曲线拟合, 线段, 相邻, 最小二乘, 螺旋线, 重叠, 平滑, 端点, 方向, 中心, numerical control, curve fitting, line, adjacent, least square, spiral line, overlap, smooth, point, direction, center

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 111571316 A (KEDE NUMERICAL CONTROL CO., LTD.) 25 August 2020 (2020-08-25) description, paragraphs [0005]-[0021] and [0110]-[0118]	1-4, 9, 10
Y	CN 109270892 A (TIANJIN UNIVERSITY) 25 January 2019 (2019-01-25) description, paragraphs [0003]-[0021]	1-4, 9, 10
A	CN 110823238 A (HUNAN UNIVERSITY) 21 February 2020 (2020-02-21) entire document	1-10
A	CN 104678894 A (BEIJING PEITIAN ROBOTICSTECHNOLOGY CO., LTD.) 03 June 2015 (2015-06-03) entire document	1-10
A	CN 112015142 A (WUXI XINJE ELECTRONIC CO., LTD.) 01 December 2020 (2020-12-01) entire document	1-10
A	US 4926102 A (FANUC LTD.) 15 May 1990 (1990-05-15) 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

06 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/128422

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111571316	A	25 August 2020	None			
CN	109270892	A	25 January 2019	None			
CN	110823238	A	21 February 2020	None			
CN	104678894	A	03 June 2015	WO	2016127821	A1	18 August 2016
				US	2018143608	A1	24 May 2018
CN	112015142	A	01 December 2020	None			
US	4926102	A	15 May 1990	WO	8810456	A1	29 December 1988
				JP	S642107	A	06 January 1989
				EP	0321577	A1	28 June 1989

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/128422

A. 主题的分类

G05B 19/19(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)

G05B

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, EP0D0C, IEEE: 数控, 曲线拟合, 线段, 相邻, 最小二乘, 螺旋线, 重叠, 平滑, 端点, 方向, 中心, numerical control, curve fitting, line, adjacent, least square, spiral line, overlap, smooth, point, direction, center

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 111571316 A (科德数控股份有限公司) 2020年8月25日 (2020 - 08 - 25) 说明书第[0005]-[0021], [0110]-[0118]段	1-4, 9, 10
Y	CN 109270892 A (天津大学) 2019年1月25日 (2019 - 01 - 25) 说明书第[0003]-[0021]段	1-4, 9, 10
A	CN 110823238 A (湖南大学) 2020年2月21日 (2020 - 02 - 21) 全文	1-10
A	CN 104678894 A (北京配天技术有限公司) 2015年6月3日 (2015 - 06 - 03) 全文	1-10
A	CN 112015142 A (无锡信捷电气股份有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文	1-10
A	US 4926102 A (FANUC LTD.) 1990年5月15日 (1990 - 05 - 15) 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5月6日

国际检索报告邮寄日期

2022年5月17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

郭婉莹

电话号码 86-(10)-53961361

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/128422

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	111571316	A	2020年8月25日	无			
CN	109270892	A	2019年1月25日	无			
CN	110823238	A	2020年2月21日	无			
CN	104678894	A	2015年6月3日	WO	2016127821	A1	2016年8月18日
				US	2018143608	A1	2018年5月24日
CN	112015142	A	2020年12月1日	无			
US	4926102	A	1990年5月15日	WO	8810456	A1	1988年12月29日
				JP	S642107	A	1989年1月6日
				EP	0321577	A1	1989年6月28日