



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104162890 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201410318590. 2

B25J 11/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2014. 07. 04

G05B 19/042 (2006. 01)

(71) 申请人 倪立新

地址 528000 广东省佛山市南海区桂城富华村 1 号 404 房 (桂城医院宿舍)

申请人 刘达
刘汝发

(72) 发明人 倪立新 刘达 刘汝发

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 蒋康铭

(51) Int. Cl.

B25J 13/08 (2006. 01)

B25J 9/08 (2006. 01)

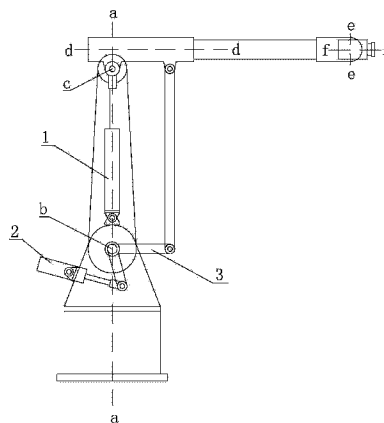
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于电机助力的手把手示教机器人及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于电机助力的手把手示教机器人,包括底座、与底座连接的多关节臂,多关节臂与底座的连接关节以及多关节臂自身的各关节处均通过关节轴传动连接,还包括检测并记录关节轴的动作情况的编码器,所述关节轴与电机连接,编码器与控制系统电连接,还设有助力运算系统,所述多关节臂末端设有操控感知机构,所述助力运算系统分别与电机以及操控感知机构电连接。还公开了上述机器人的控制方法。本发明通过操控感知机构上触发信号确定关节轴转动方向,使电机提供助力力矩的过程变得流畅、灵敏。并且其信号处理的运算量较少、无需求解复杂的动力学方程,因而对 CPU 的运算能力的要求也大大降低。本发明可用于如喷涂生产线等领域。



1. 一种基于电机助力的手把手示教机器人,包括底座、与底座连接的多关节臂,多关节臂与底座的连接关节以及多关节臂自身的各关节处均通过关节轴传动连接,还包括检测并记录关节轴的动作情况的编码器,所述关节轴与电机连接,编码器与控制系统电连接,其特征在于:还设有助力运算系统,所述多关节臂末端设有操控感知机构,所述助力运算系统分别与电机以及操控感知机构电连接。

2. 根据权利要求1所述的基于电机助力的手把手示教机器人,其特征在于:所述各个关节轴的减速比的取值范围是 $5:1 \sim 70:1$ 。

3. 根据权利要求1所述的基于电机助力的手把手示教机器人,其特征在于:还包括气缸平衡机构,所述气缸平衡机构包括固定端铰接在底座上、活塞杆端与多关节臂铰接的气缸。

4. 根据权利要求1~3任一所述的基于电机助力的手把手示教机器人,其特征在于:所述操控感知机构包括手柄和多个微动触点,所述手柄可摆动地铰接在多关节臂上,并设有复位弹簧,所述微动触点与助力运算系统电连接。

5. 根据权利要求1~3任一所述的基于电机助力的手把手示教机器人,其特征在于:所述操控感知机构是能检测操作力的大小动态以及方向的力传感器。

6. 一种应用于如权利要求1所述的基于电机助力的手把手示教机器人的控制方法,其特征在于包括以下步骤:

预先测定多关节臂处于任意位姿下各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值,建立一个与多关节臂位姿相关联的助力运算系统;

手把手示教时,按多关节臂所处的位姿,助力运算系统通过插值法得到各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值,并根据操作者在操控感知机构上触发的信号确定关节轴转动方向,由电机向关节轴提供助力力矩,使多关节臂易于被操作者拖动进行示教。

7. 根据权利要求6所述的基于电机助力的手把手示教机器人控制方法,其特征在于:当所述操控感知机构是力传感器时,电机提供的助力力矩包括是关节轴恰好处于静止的静态力矩,以及辅助多关节臂加速运动的、考虑了惯性影响的动态力矩。

一种基于电机助力的手把手示教机器人及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种工业机器人的控制方法,特别是一种基于电机助力的手把手示教机器人,以及上述手把手示教机器人的控制方法。

背景技术

[0002] 对于手把手示教机器人,示教轻便与否是衡量其是否实用的一项重要指标。中国专利文件 CN103425100A 公开了一种基于力矩平衡的机器人直接示教控制方法其通过时刻检测关节轴的位置,提供相应的力矩以确保机器人的多关节臂自身处于力平衡状态,并采用编码器检测关节轴的电机信号,从而获得多关节臂运动时各关节轴的实际运动方向。但时刻检测关节轴位置的方案对检测系统和运算系统的要求很高;采用编码器检测运动方向则需要关节轴转动起来后才能感知运动方向,这样明显会产生滞后,不能及时消除多关节臂的运动阻力。

发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种低成本、反应灵敏的基于电机助力的手把手示教机器人。

[0004] 还提供了上述手把手示教机器人的控制方法。

[0005] 本发明解决技术问题的技术方案如下:

一种基于电机助力的手把手示教机器人,包括底座、与底座连接的多关节臂,多关节臂与底座的连接关节以及多关节臂自身的各关节处均通过关节轴传动连接,还包括检测并记录关节轴的动作情况的编码器,所述关节轴与电机连接,编码器与控制系统电连接,还设有助力运算系统,所述多关节臂末端设有操控感知机构,所述助力运算系统分别与电机以及操控感知机构电连接。

[0006] 本发明所述各个关节轴的减速比的取值范围是 5:1 ~ 70:1。

[0007] 本发明还包括气缸平衡机构,所述气缸平衡机构包括固定端铰接在底座上、活塞杆端与多关节臂铰接的气缸。

[0008] 本发明所述操控感知机构可以是包括手柄和多个微动触点,所述手柄可摆动地铰接在多关节臂上,并设有复位弹簧,所述微动触点与助力运算系统电连接;也可以是能检测操作力的大小动态以及方向的力传感器。

[0009] 一种应用于上述基于电机助力的手把手示教机器人的控制方法,包括以下步骤:

包括预先测定多关节臂处于任意位姿下各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值,建立一个与多关节臂位姿相关联的助力运算系统;

手把手示教时,按多关节臂所处的位姿,助力运算系统通过插值法得到各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值,并根据操作者在操控感知机构上触发的信号确定关节轴转动方向,由电机向关节轴提供助力力矩,使多关节臂易于被操作者拖动进行示教。

[0010] 上述控制方法中,当所述操控感知机构是力传感器时,电机提供的助力力矩包括是关节轴恰好处于静止的静态力矩,以及辅助多关节臂加速运动的、考虑了惯性影响的动态力矩。

[0011] 本发明的有益效果:

摒弃通过编码器获取关节轴运动方向的方法,改由操作者在操控感知机构上触发信号确定关节轴转动方向,使电机提供助力力矩的过程变得流畅、灵敏。并且其信号处理的运算量较少、无需求解复杂的动力学方程,因而对 CPU 的运算能力的要求也大大降低。本发明可用于如喷涂生产线等领域。

附图说明

[0012] 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单说明。显然,所描述的附图只是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,本领域的技术人员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设计方案和附图。

[0013] 图 1 是本发明所述的基于电机助力的手把手示教机器人结构示意图;

图 2 是助力运算系统测量大臂的助力力矩的示意图;

图 3 是助力运算系统测量小臂的助力力矩的示意图。

具体实施方式

[0014] 以下将结合实施例对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果进行清楚、完整地描述,以充分地理解本发明的目的、特征和效果。显然,所描述的实施例只是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例,基于本发明的实施例,本领域的技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的其他实施例,均属于本发明保护的范围。另外,文中所提到的所有联接/连接关系,并非单指构件直接相接,而是指可根据具体实施情况,通过添加或减少联接辅件,来组成更优的联接结构。本发明创造中的各个技术特征,在不互相矛盾冲突的前提下可以交互组合。

[0015] 一种基于电机助力的手把手示教机器人,包括底座、与底座连接的多关节臂,多关节臂与底座的连接关节以及多关节臂自身的各关节处均通过关节轴传动连接,还包括检测并记录关节轴的动作情况的编码器,所述关节轴与电机连接,编码器与控制系统电连接,还设有助力运算系统,所述多关节臂末端设有操控感知机构,所述助力运算系统分别与电机以及操控感知机构电连接。

[0016] 作为上述技术方案的进一步改进,所述各个关节轴的减速比的取值范围是 5:1 ~ 70:1。控制关节轴减速比是为了使多关节臂能够被人力所拖动,也因为过大的减速比可能会过分放大电机提供的力矩而使得多关节臂不可控。

[0017] 作为上述技术方案的进一步改进,还包括气缸平衡机构,所述气缸平衡机构包括固定端铰接在底座上、活塞杆端与多关节臂铰接的气缸。

[0018] 实施例 1

参照图 1,所述基于电机助力的手把手示教机器人包括支承于底座上可绕垂直轴线 a-a (J1 关节轴)转动的大臂座,支承于大臂座可绕轴心 b (J2 关节轴)前后摆动的大臂,支

承于大臂可绕轴心 c (J3 关节轴) 上下摆动的小臂座, 安装于小臂座内可绕其轴线 d-d (J4 关节轴) 转动的小臂, 安装于小臂端部可绕轴线 e-e (J5 关节轴) 摆动的腕摆段, 安装于腕摆段可绕轴线 f-f (J6 关节轴) 转动并用于安装工具的腕转段。

[0019] 大臂座上安装有第一气缸 1, 其一端与大臂座铰接, 活塞杆一端与小臂座的支承轴铰接, 用于大臂的平衡。当大臂转动到某一位置时, 第一气缸 1 拉力产生一力矩, 其方向始终与大臂自身不平衡力矩相反, 角度越大大臂自身的不平衡力矩越大, 而第一气缸 1 的力臂也越大即其产生的抵抗力矩也越大, 选择良好的支承点将使大臂在任意位置都能达到基本的平衡。

[0020] 在大臂座上通过铰链安装有第二气缸 2, 第二气缸 2 的活塞杆端与连杆 3 下部铰接, 连杆 3 上部与小臂铰接, 所述第二气缸 2 与连杆 3 用于小臂的平衡, 工作原理同上。

[0021] 作为上述技术方案的进一步改进所述操控感知机构可以是包括手柄和多个微动触点, 所述手柄可摆动地铰接在多关节臂上, 并设有复位弹簧, 所述微动触点与助力运算系统电连接; 也可以是能检测操作力的大小动态以及方向的力传感器。

[0022] 一种应用于上述基于电机助力的手把手示教机器人的控制方法, 包括以下步骤:

包括预先测定多关节臂处于任意位姿下各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值, 建立一个与多关节臂位姿相关联的助力运算系统;

手把手示教时, 按多关节臂所处的位姿, 助力运算系统通过插值法得到各关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值, 并根据操作者在操控感知机构上触发的信号确定关节轴转动方向, 由电机向关节轴提供助力力矩, 使多关节臂易于被操作者拖动进行示教。

[0023] 实施例 2

助力力矩的大小可以通过事先测定得到, 测定的方法之一如, 对某一关节轴, 在某一位置下对电机施加不同的力矩, 可以得到在此位置下该关节轴在正方向或反方向恰好处于静止的临界平衡力矩值, 以此作为该关节在此位置下的正或反向助力力矩值。按此方法对若干位置进行测量可建立一个与多关节臂位姿相关联的助力运算系统, 示教控制时再通过助力运算系统内查找插值得到该关节轴在特定位置时所需的助力力矩。

[0024] 以大臂为例, 虽然经过平衡设计已经可以实现比较容易被拖动示教的功能, 但由于其承载重量较大, 相应地其转动时的磨擦阻力和惯性阻力也会略大些, 而通过电机提供助力力矩则会使其示教时的轻便性大大提高。助力力矩的具体实现方法如下: 首先在调试阶段测量出大臂在不同姿态下的临界平衡力矩值(分正向和反向), 如图 2 所示, 以正向为例, 将大臂运动区间均分为 10 段, 对应 11 个位置点(D1, D2, ……, D11), 分别测出各位置点的正向临界平衡力矩(T1, T2, ……, T11), 这些数据保存在助力运算系统中, 在示教时实时检测大臂的当前位置 D, 设其所对应的区间为 (D7, D8), 则对应此位置的正向助力力矩为:

$$T = T7 + (T8 - T7) / (D8 - D7) * (D - D7)。$$

[0025] 实施例 3

前端关节轴的平衡状态通常会与后端关节的姿态有关, 如 J5 关节轴会对 J3 关节轴有影响。当影响不大时为简化处理可以不用考虑, 仅按实施例 1 的方法处理就可以了; 当需要考虑这种影响时, 则需要标定出对应前端关节轴某一位置时其后端关节轴在不同位置时的临界平衡力矩, 由此得到的是一组多元数据, 在示教控制时要根据相关关节轴的实际位置

数据来得到确定的助力力矩。

[0026] 以小臂上的 J3 关节轴为例,考虑腕摆段的姿态对小臂的影响,当负载较大且重心较远时,其影响还是比较明显的。考虑这种影响时的助力力矩标定方法如图 3 所示。

[0027] 设定小臂的标定位置(A1, A2, ……, A9),对小臂的每一位置 Ai,测出其对应不同腕摆段位置(Bi1, Bi2, ……, Bi6)时的临界平衡力矩(Ti1, Ti2, ……, Ti6)。在示教控制时,实时检测小臂和腕摆段的编码位置 A、B,设小臂所在区间为(A3, A4),腕摆段所在区间为(B4, B5),则对应 A3、A4 位置的力矩分别为:

$$T3=T34+ (T35-T34) / (B35-B34) * (B-B34);$$

$$T4=T44+ (T45-T44) / (B45-B44) * (B-B44);$$

因此对应位置 A 的力矩为 $T=T3+ (T4-T3) / (A4-A3) * (A-A3)$ 。

[0028] 作为上述控制方法的进一步改进,当所述操控感知机构是力传感器时,电机提供的助力力矩包括是关节轴恰好处于静止的静态力矩,以及辅助多关节臂加速运动的、考虑了惯性影响的动态力矩。所述的动态力矩是通过关节轴的转动惯量与惯量补偿系数相乘求得,所述惯量补偿系数是通过传感器的反馈量与比例系数相乘求得。

[0029] 以上对本发明的较佳实施方式进行了具体说明,但本发明创造并不限于所述实施例,熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可作出种种的等同变型或替换,这些等同的变型或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

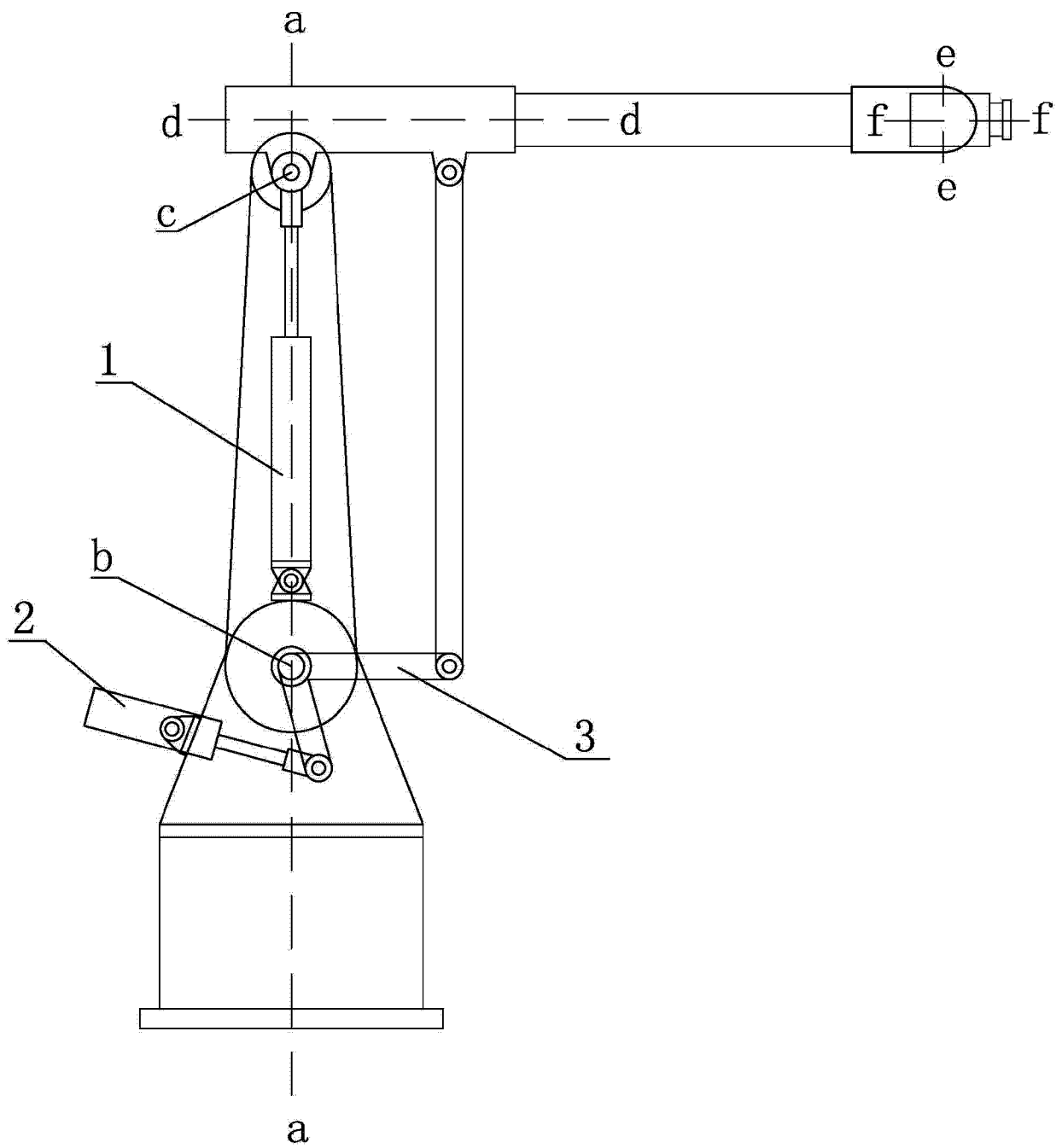


图 1

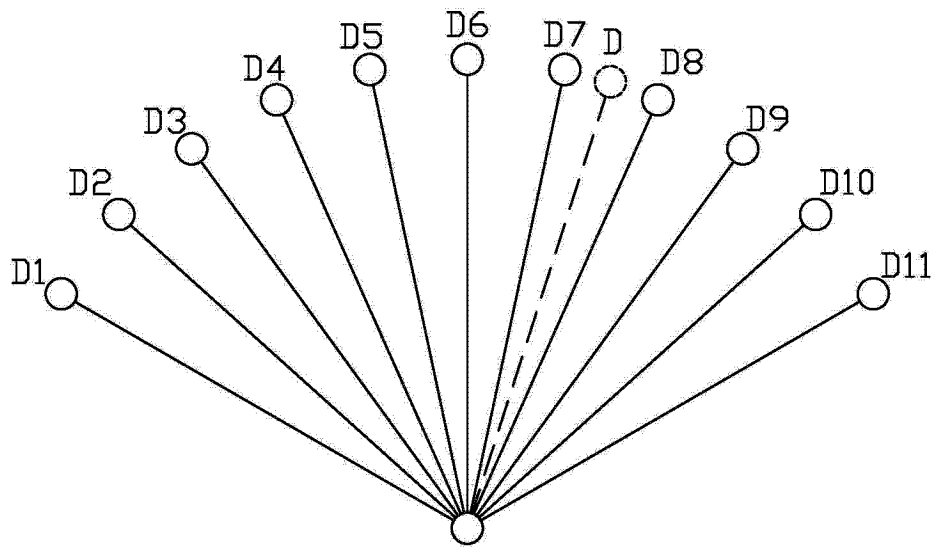


图 2

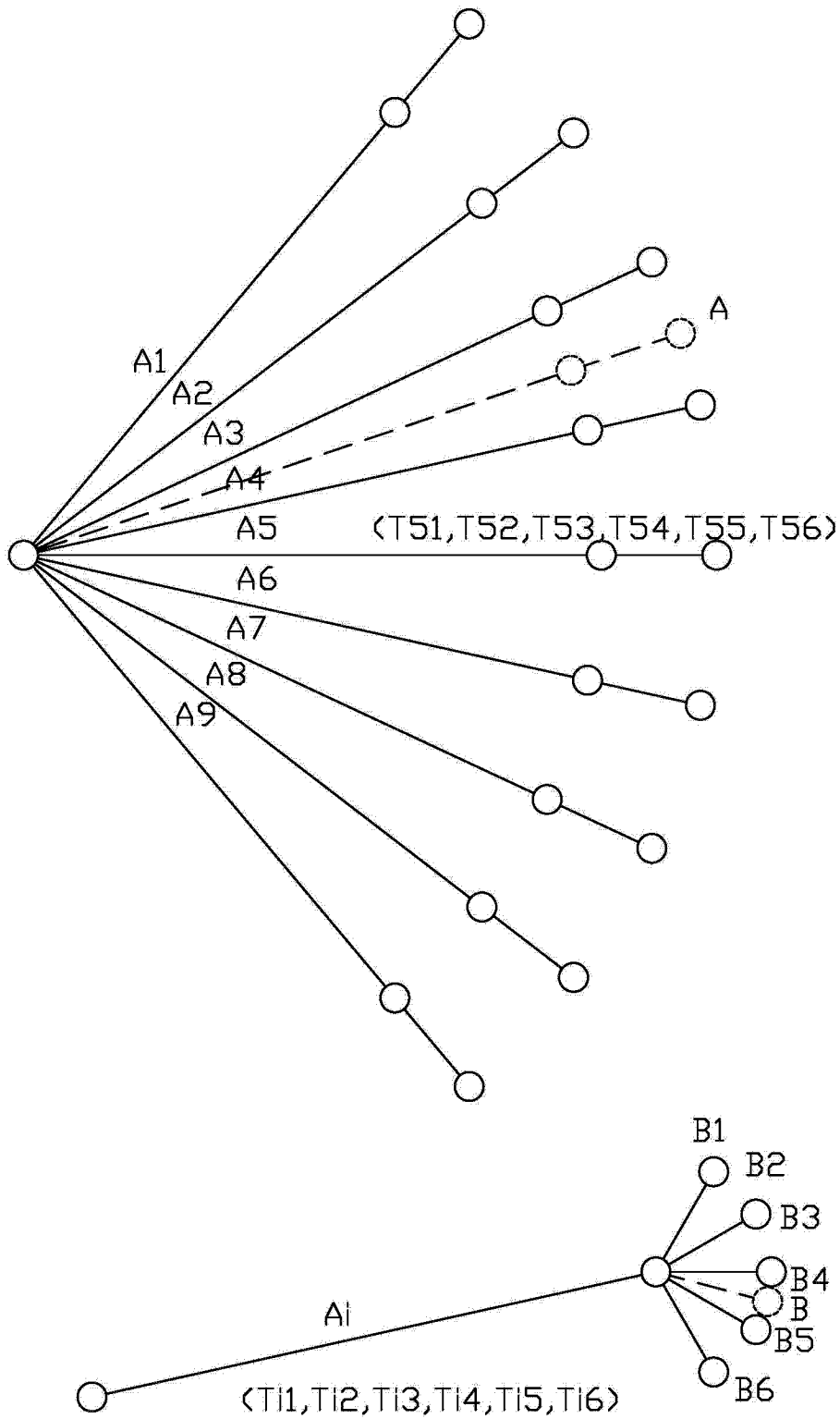


图 3