



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105320269 B

(45)授权公告日 2018.04.27

(21)申请号 201510341569.9

(22)申请日 2015.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105320269 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据

2014-133769 2014.06.30 JP

(73)专利权人 卡西欧计算机株式会社

地址 日本国东京都涉谷区本町1丁目6番2号

(72)发明人 长坂知明

(74)专利代理机构 北京瑞盟知识产权代理有限公司

公司 11300

代理人 刘昕

(51)Int.Cl.

G06F 3/01(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0034285 A1, 2004.02.19,

CN 102402291 A, 2012.04.04,

CN 103324288 A, 2013.09.25,

审查员 曹坤

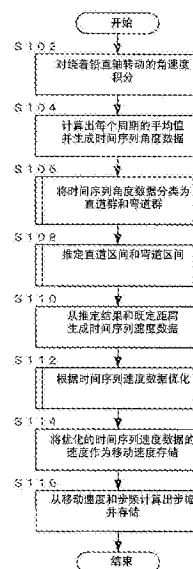
权利要求书3页 说明书15页 附图15页

(54)发明名称

数据解析装置及数据解析方法

(57)摘要

本发明提供一种数据解析装置,其根据从沿路径正在移动的用户所佩戴的传感器以时间序列收集的传感器数据,其中该路径具有沿延伸方向的形状相互不同且相互连接的多个区间,而推定与用户通过多个区间的各个之间的多个边界的时刻相对应的多个区间变化点的时刻,基于推定的多个区间变化点推定在各区间的移动所需要的时间,和各区间的距离的值,由此推定各区间的移动速度,计算出在多个区间中相互邻接的2个区间中的所述移动速度的差,在各个所述多个区间的多个所述差的合计值减少的方向上,调整所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻,优化所述各区间的所述移动速度的值。



1. 一种数据解析装置,其特征在于,具有:

区间推定部,其

(a) 以时间序列,对在具有相邻的2个区间相互连接的多个区间且相互连接的所述各区间在延伸方向上的形状相互不同的路径上移动的用户所佩戴的传感器,收集传感器数据

(b) 根据与所述路径的形状相对应的所述传感器数据的变化,推定与所述用户通过所述多个区间的各个之间的多个边界的时刻相对应的多个区间变化点的时刻;

时间序列速度数据生成部,其根据所述多个区间变化点的时间,和所述各区间的距离的值,生成表示所述用户在所述各区间的移动速度从所述用户开始移动的经过时间的推定值的时间序列速度数据;

速度数据调整部,其

(c) 计算出在所述多个区间中相互连接的2个所述区间中的所述移动速度的差,

(d) 在所述移动速度的差的合计值减少的方向上,调整所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻,而使所述各区间的所述移动速度的值为适当的值。

2. 根据权利要求1所述数据解析装置,其特征在于,

具有运动指标提供部,其提供基于所述各区间的所述移动速度的所述适当的值的指标,作为运动指标。

3. 根据权利要求1所述数据解析装置,其特征在于,

所述速度数据调整部根据

(i) 对所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻进行调整时的、在时间上相邻的2个所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、

(ii) 所述2个区间中时间靠前的一方区间,和与该一方区间在时间上相邻而时间靠前的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、以及

(iii) 所述2个区间中时间靠后的另一方区间,和与该另一方区间在时间上相邻而时间靠后的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化,

来调整所述各区间变化点的时刻。

4. 根据权利要求3所述数据解析装置,其特征在于,

所述速度数据调整部,

将所述区间推定部推定的1个第1区间变化点设为 CP_i ,

将与所述第1区间变化点 CP_i 相邻且比所述第1区间变化点 CP_i 时刻靠前的第2区间变化点设为 CP_{i-1} ,

将与所述第1区间变化点 CP_i 相邻且比所述第1区间变化点 CP_i 时刻靠后的第3区间变化点设为 CP_{i+1} ,

将相对于所述第1区间变化点 CP_i 在时间上处于前后的所述区间中的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整前的值设为 Δi_0 ,

将相对于所述第2区间变化点 CP_{i-1} 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 Δi_{-1} ,

将相对于所述第1区间变化点 CP_i 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 Δi ,

将相对于所述第3区间变化点 CP_{i+1} 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的

推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 $\Delta i+1$,

将 c_1 、 c_2 设为常数,而调整所述第1区间变化点 CP_i 时刻,以使式 (1) 的 $cost$ 值最小,
 $cost = c_1 \times |\Delta i - \Delta i_0| + c_2 \times (\Delta i - 1 + \Delta i + \Delta i + 1) \cdots (1)$ 。

5. 根据权利要求1所述数据解析装置,其特征在于,

具有时间序列角度数据生成部,其根据所述传感器数据生成时间序列角度数据,所述时间序列角度数据表示所述用户在所述路径上的行进方向的、相对于规定方向的角度、多个所述经过时间的每一个的多个值,

所述区间推定部根据所述时间序列角度数据的所述角度的相对于一定的所述经过时间的变化量的值的差异,推定所述多个区间变化点的时刻。

6. 根据权利要求5所述数据解析装置,其特征在于,

具有群分类部,其将所述时间序列角度数据的所述多个角度值,分类为所述多个角度的值的相对于所述经过时间的变化量的值的分布相互不同的多个群,

所述区间推定部根据所述群分类部对所述多个群的分类,推定所述区间变化点。

7. 根据权利要求6所述数据解析装置,其特征在于,

所述群分类部根据将所述时间序列角度数据的所述角度的多个值按一定的所述经过时间的每个变化量的值的顺序排序的结果,将所述角度的多个值分类为所述多个群,

并且根据所述多个群中的所述多个角度的值相对于所述经过时间的变化量的值的分布的中心值,确定所述多个群各个的与沿着所述路径的延伸方向的形状相对应的属性。

8. 根据权利要求6所述数据解析装置,其特征在于,

所述区间推定部计算出表示所述多个群中在时间上相邻的2个所述群各个的相对于所述时间序列角度数据的所述经过时间的变化倾向的直线交点,

并将针对所述多个群的多个所述交点推定为所述多个区间变化点。

9. 根据权利要求1所述数据解析装置,其特征在于,

所述传感器至少具有用于输出作为所述传感器数据的角速度数据的角速度传感器,并佩戴于所述用户的身体的体轴上或者其附近,

所述时间序列角度数据生成部,将所述角速度数据对所述经过时间积分,并对于将所述角速度数据进行所述积分的结果,计算出绕着所述用户的所述体轴转动的转动动作的1个周期的平均值,并生成所述时间序列角度数据。

10. 一种数据解析方法,其特征在于,

以时间序列,对在具有相邻的2个区间相互连接的多个区间且相互连接的所述各区间在延伸方向上的形状相互不同的路径上移动的用户所佩戴的传感器,收集传感器数据

根据与所述路径的形状相对应的所述传感器数据的变化,推定与所述用户通过所述多个区间的各个之间的多个边界的时刻相对应的多个区间变化点的时刻;

根据所述推定的所述多个区间变化点的时间,和所述各区间的距离的值,生成表示所述用户在所述各区间的移动速度的对于所述多个经过时间的每一个的推定值的时间序列速度数据;

计算出在所述多个区间中相互连接的2个所述区间中的所述移动速度的差,

在所述移动速度的差的合计值减少的方向上,调整所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻,而使所述各区间的所述移动速度的值为适当的值。

11. 根据权利要求10所述数据解析方法,其特征在于,
包括提供基于所述各区间的所述移动速度的所述适当的值的指标,作为运动指标的动作。

12. 根据权利要求11所述数据解析方法,其特征在于:

调整所述各区间的所述移动速度值的动作包括,根据

(i) 对所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻进行调整时的、在时间上相邻的2个所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、

(ii) 所述2个区间中时间靠前的一方区间,和与该一方区间在时间上相邻而时间靠前的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、以及

(iii) 所述2个区间中时间靠后的另一个区间,和与该另一方区间在时间上相邻而时间靠后的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化,

来调整所述各区间变化点的时刻。

13. 根据权利要求10所述数据解析方法,其特征在于,

包括:根据所述传感器数据生成时间序列角度数据的动作,其中,所述时间序列角度数据表示所述用户在所述路径上的行进方向的、相对于规定方向的角度、多个所述经过时间的每一个的多个值,

推定所述多个区间变化点时刻的动作包括,根据所述时间序列角度数据的所述角度的相对于一定的所述经过时间的变化量的值的差异,推定所述多个区间变化点的时刻的动作。

14. 根据权利要求13所述数据解析方法,其特征在于,

包括将所述时间序列角度数据的所述多个角度值,分类为所述多个角度的值的相对于所述经过时间的变化量的值的分布相互不同的多个群的动作,

推定所述多个区间变化点时刻的动作包括,根据分类为所述多个群的结构,推定所述区间变化点的动作。

15. 根据权利要求14所述数据解析方法,其特征在于:

分类为所述多个群的动作包括,

根据将所述时间序列角度数据的所述角度的多个值按一定的所述经过时间的每个变化量的值的顺序排序的结果,将所述角度的多个值分类为所述多个群,

并根据所述多个群中的所述多个角度的值相对于所述经过时间的变化量的值的分布的中心值,确定所述多个群各个的与沿着所述路径的延伸方向的形状相对应的属性的动作。

16. 根据权利要求14所述数据解析方法,其特征在于:

推定所述多个区间变化点的时刻的动作包括,

计算出表示所述多个群中在时间上相邻的2个所述群各个的相对于所述时间序列角度数据的所述经过时间对应的变化倾向的直线交点,并将针对所述多个群的多个所述交点推定为所述多个的区间变化点的动作。

数据解析装置及数据解析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种数据解析装置及数据解析方法,其用于提供人体运动时的动作状态(运动状态)的可视化。

背景技术

[0002] 近年,在健康意识的提高等的背景下,进行日常跑步或散步、骑行等的运动以维持、增进健康状态的人群在增加。通过日常运动,以参加马拉松比赛等竞技体育比赛为目标的人群也在增加。这样的人群为了把握自己的健康状态或运动状态,而有非常高的意识或兴趣用数值或数据测量和记录各种人体信息或运动信息。以参加竞技体育比赛为目标的人群为了在该竞技比赛中取得好成绩,而对高效且有效的训练方法有非常高的意识或兴趣。

[0003] 已知各种根据运动中测量的数值或数据,作为用于把握自己的健康状态或运动状态的指标。例如,当定量评价跑步的状况或姿势时,将移动速度或步幅等信息用作重要且基础的指标。这里,已知测量跑步中或马拉松中的移动速度或步幅的方法,例如利用由GPS(全球定位系统;Global Positioning System)测位置数据或接收信号的方法。例如,日本发明专利公开第平10-325735号公报中记载有:根据计算出的距离和步数计算出平均一步的步幅,然后,根据定期接收GPS电波并更新的步幅和累计的步数计算出移动距离或移动速度,该距离是基于从佩戴在人体的GPS接收装置接收的载波的多普勒频率测量的人体速度计算出,该步数是基于由加速度传感器检测的振动变位计算出。

[0004] 例如,日本发明专利公开第2002-306660号公报记载有:根据利用GPS信号取得的用户的现在位置判定用户的运动状态,并在用户处于运动区域内时,计算出用户的移动距离或移动速度、消耗的热量等运动量。

[0005] 上述各文献中公开有,根据GPS的定位数据或接收信号计算人体移动速度或移动距离、步幅等,并对其进行补正的方法。然而,在上述的方法中,在接收GPS电波困难的屋内或大厦之间低洼处等,就不能够取得GPS信号,或者不能正常地取得GPS信号。这种情况下,使得计算出的移动速度或移动距离、步幅等的精度大大降低,从而不能够对准确地把握运动状态或对其的判断和改善起到效果。

发明内容

[0006] 本发明提供一种数据解析装置及数据解析方法,其优点是,不需要使用GPS,就能够根据从佩戴于人体的传感器按时间序列收集的传感器数据准确地推定人体的运动状态,并有助于运动状态的把握及对其的判断、改善。

[0007] 本发明的数据解析装置,具有:

[0008] 区间推定部,其

[0009] (a) 以时间序列,对在具有相邻的2个区间相互连接的多个区间且相互连接的所述各区间在延伸方向上的形状相互不同的路径上移动的用户所佩戴的传感器,收集传感器数据

[0010] (b) 根据与所述路径的形状相对应的所述传感器数据的变化,推定与所述用户通过所述多个区间的各个之间的多个边界的时刻相对应的多个区间变化点的时刻;

[0011] 时间序列速度数据生成部,其根据所述多个区间变化点的时间,和所述各区间的距离的值,生成表示所述用户在所述各区间的移动速度从所述用户开始移动的经过时间的推定值的时间序列速度数据;

[0012] 速度数据调整部,其

[0013] (c) 计算出在所述多个区间中相互连接的2个所述区间中的所述移动速度的差,

[0014] (d) 在所述差的合计值减少的方向上,调整所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻,而使所述各区间的所述移动速度的值为适当的值。

[0015] 本发明的数据解析装置,优选,具有运动指标提供部,其提供基于所述各区间的所述移动速度的所述适当的值的指标作为运动指标。

[0016] 本发明的数据解析装置,优选,所述速度数据调整部根据(i)对所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻进行调整时的、在时间上相邻的2个所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、(i)所述2个区间中时间靠前的一方区间,和与该一方区间在时间上相邻而时间靠前的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、以及(iii)所述2个区间中时间靠后的另一方区间,和与该另一方区间在时间上相邻而时间靠后的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化,来调整所述各区间变化点的时刻。

[0017] 本发明的数据解析装置,优选,所述速度数据调整部,将所述区间推定部推定的1个第1区间变化点设为 CP_i ,将与所述第1区间变化点 CP_i 相邻且比所述第1区间变化点 CP_i 时刻靠前的第2区间变化点设为 CP_{i-1} ,将与所述第1区间变化点 CP_i 相邻且比所述第1区间变化点 CP_i 时刻靠后的第3区间变化点设为 CP_{i+1} ,将相对于所述第1区间变化点 CP_i 在时间上处于前后的所述区间中的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整前的值设为 Δi_0 ,将相对于所述第2区间变化点 CP_{i-1} 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 $\Delta i-1$,将相对于所述第1区间变化点 CP_i 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 Δi ,将相对于所述第3区间变化点 CP_{i+1} 在时间上处于前后的所述区间的所述移动速度的推定值的差的绝对值的、进行所述区间变化点时刻调整后的值设为 $\Delta i+1$,将 c_1 、 c_2 设为常数,而调整所述第1区间变化点 CP_i 时刻,以使式(1)的cost值最小,

[0018]
$$\text{cost} = c_1 \times |\Delta i - \Delta i_0| + c_2 \times (\Delta i-1 + \Delta i + \Delta i+1) \cdots (1)$$

[0019] 本发明的数据解析装置,优选,具有时间序列角度数据生成部,其根据所述传感器数据生成时间序列角度数据,所述时间序列角度数据表示所述用户在所述路径上的行进方向的、相对于规定方向的角度、多个所述经过时间的每一个的多个值,所述区间推定部根据所述时间序列角度数据的所述角度的相对于一定的所述经过时间的变化量的值的差异,推定所述多个区间变化点的时刻。

[0020] 本发明的数据解析装置,优选,具有群分类部,其将所述时间序列角度数据的所述多个角度值,分类为所述多个角度的值的相对于所述经过时间的变化量的值的分布相互不同的多个群,所述区间推定部根据所述群分类部对所述多个群的分类,推定所述区间变化点。

[0021] 本发明的数据解析装置,优选,所述群分类部根据将所述时间序列角度数据的所述角度的多个值按一定的所述经过时间的每个变化量的值的顺序排序的结果,将所述角度的多个值分类为所述多个群,并且根据所述多个群中的所述多个角度的值相对于所述经过时间的变化量的值的分布的中心值,确定所述多个群各个的与沿着所述路径的延伸方向的形状相对应的属性。

[0022] 本发明的数据解析装置,优选,所述区间推定部计算出表示所述多个群中在时间上相邻的2个所述群各个的相对于所述时间序列角度数据的所述经过时间的变化倾向的直线交点,并将针对所述多个群的多个所述交点推定为所述多个区间变化点。

[0023] 本发明的数据解析装置,优选,所述传感器至少具有用于输出作为所述传感器数据的角速度数据的角速度传感器,并佩戴于所述用户的身体的体轴上或者其附近,所述时间序列角度数据生成部,将所述角速度数据对所述经过时间积分,并对于将所述角速度数据进行所述积分的结果,计算出绕着所述用户的所述体轴转动的转动动作的1个周期的平均值,并生成所述时间序列角度数据。

[0024] 本发明的数据解析方法,

[0025] 以时间序列,对在具有相邻的2个区间相互连接的多个区间且相互连接的所述各区间在延伸方向上的形状相互不同的路径上移动的用户所佩戴的传感器,收集传感器数据

[0026] 根据与所述路径的形状相对应的所述传感器数据的变化,推定与所述用户通过所述多个区间的各个之间的多个边界的时刻相对应的多个区间变化点的时刻;

[0027] 根据所述推定的所述多个区间变化点的时间,和所述各区间的距离的值,生成表示所述用户在所述各区间的移动速度的对于所述多个经过时间的每一个的推定值的时间序列速度数据;

[0028] 计算出在所述多个区间中相互连接的2个所述区间中的所述移动速度的差,

[0029] 在所述差的合计值减少的方向上,调整所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻,而使所述各区间的所述移动速度的值为适当的值。

[0030] 本发明的数据解析方法,优选,包括提供基于所述各区间的所述移动速度的所述适当的值的指标作为运动指标的动作。

[0031] 本发明的数据解析方法,优选,调整所述各区间的所述移动速度值的动作包括,根据对(i)所述多个区间变化点的至少任意一个的时刻进行调整时的、在时间上相邻的2个所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、(ii)所述2个区间中时间靠前的一方区间,和与该一方区间在时间上相邻而时间靠前的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化、以及(iii)所述2个区间中时间靠后的另一个区间,和与该另一方区间在时间上相邻而时间靠后的所述区间的各个中的所述移动速度的差的变化,来调整所述各区间变化点的时刻。

[0032] 本发明的数据解析方法,优选,包括:根据所述传感器数据生成时间序列角度数据的动作,其中,所述时间序列角度数据表示所述用户在所述路径上的行进方向的、相对于规定方向的角度、多个所述经过时间的每一个的多个值,推定所述多个区间变化点时刻的动作包括,根据所述时间序列角度数据的所述角度的相对于一定的所述经过时间的变化量的值的差异,推定所述多个区间变化点的时刻的动作。

[0033] 本发明的数据解析方法,优选,包括将所述时间序列角度数据的所述多个角度值,分类为所述多个角度的值的相对于所述经过时间的变化量的值的分布相互不同的多个群

的动作,推定所述多个区间变化点时刻的动作包括,根据分类为所述多个群的结构,推定所述区间变化点的动作。

[0034] 本发明的数据解析方法,优选,分类为所述多个群的动作包括,根据将所述时间序列角度数据的所述角度的多个值按一定的所述经过时间的每个变化量的值的顺序排序的结果,将所述角度的多个值分类为所述多个群,并根据所述多个群中的所述多个角度的值相对于所述经过时间的变化量的值的分布的中心值,确定所述多个群各个的与沿着所述路径的延伸方向的形状相对应的属性的动作。

[0035] 本发明的数据解析方法,优选,推定所述多个区间变化点的时刻的动作包括,计算出表示所述多个群中在时间上相邻的2个所述群各个的相对于所述时间序列角度数据的所述经过时间对应的变化倾向的直线交点,并将针对所述多个群的多个所述交点推定为所述多个的区间变化点的动作。

附图说明

[0036] 图1的(a)和(b)是表示应用了本发明的数据解析装置的运动辅助装置的一个实施方式的概略结构图。

[0037] 图2是表示一个实施方式的运动辅助装置的控制方法(数据解析方法)的一例的流程图。

[0038] 图3A、图3B、图3C表示在一个实施方式的数据解析方法中,用户行进的路径与行进该路径时生成的角速度数据的积分值和时间序列角度数据之间关系的图。

[0039] 图4表示一个实施方式的数据解析方法中的群分类处理的一例的流程图。

[0040] 图5的(a)、(b)和(c)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的群分类处理的概念图。

[0041] 图6是表示一个实施方式的数据解析方法中的区间推定处理的一例的流程图。

[0042] 图7的(a)、(b)、(c)和(d)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的区间推定处理的概念图(其1)。

[0043] 图8的(a)、(b)、(c)和(d)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的区间推定处理的概念图(其2)。

[0044] 图9是表示一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的一例的流程图。

[0045] 图10的(a)和(b)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的图(其1)。

[0046] 图11是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的图(其2)。

[0047] 图12是表示一个实施方式的数据解析方法中的变化点定位处理的一例的流程图。

[0048] 图13是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的变化点定位处理的图。

[0049] 图14是表示一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的效果图。

具体实施方式

[0050] 以下参考附图详细说明本发明的数据解析装置及数据解析方法的实施方式。

[0051] 在以下的实施方式中,将本发明的数据解析装置应用于运动辅助装置,根据用户(利用者)在田径赛场等的跑道或规定的跑步路径、马拉松路径等上跑步时收集的各种数据

(传感器数据),从而推定移动中的移动速度或步幅(步幅)。

[0052] (运动辅助装置)

[0053] 图1的(a)和(b)是表示应用了本发明的数据解析装置的运动辅助装置的一个实施方式的概略结构图。

[0054] 图1的(a)是表示应用了本实施方式的运动辅助装置的传感器设备等的佩戴于人体的状态的概念图,图1的(b)是表示传感器设备以及数据解析装置的结构概略框图。

[0055] 本发明的实施方式的运动辅助装置,例如,如图1的(a)所示,具有:佩戴在用户US腰部等的传感器设备100、佩戴在用户US手腕等的控制设备300和用于解析由传感器设备100收集的传感器数据的数据解析装置200。

[0056] 传感器设备100是一种运动传感器,其具有测定随着跑步或马拉松等运动中有关人体的动作状态的各种传感器数据并将数据蓄积的功能。

[0057] 这里,在本实施方式中,表示佩戴在用户US腰部的传感器设备100的结构。但是,本发明并不限于此。

[0058] 传感器设备100可以佩戴在通过人体中心的体轴上或者其附近,也可以佩戴在非腰部的其他位置,例如,胸部或颈部、腹部等。

[0059] 传感器设备100佩戴于人体的佩戴方法并没有特别地限定。例如,可以用夹子夹在训练服上或者用胶带部件粘贴在训练服上,也可以利用腰带缠绕在身体上等各种适用的佩戴方法。

[0060] 传感器设备100,具体地,例如,如图1的(b)所示,具有:加速度测量部110、角速度测量部120、存储部130、控制部140、无线通信接口(以下,简称为“无线通信I/F”)150和有线通信接口(以下,简称为“有线通信I/F”)160。

[0061] 加速度测量部110测量用户US在运动中的动作速度的变化的比例(加速度)。加速度测量部110具有3轴加速度传感器,检测沿着相互垂直的3轴方向的各个的加速度成分(加速度信号)并输出加速度数据。

[0062] 角速度测量部120测量用户US在运动中动作方向的变化(角速度)。角速度测量部120具有3轴角速度传感器,对于规定上述加速度数据的相互垂直的3轴,检测出沿着各轴转动运动的转动方向产生的角速度成分(角速度信号)并输出角速度数据。

[0063] 由加速度测量部110和角速度测量部120取得的传感器数据(加速度数据和角速度数据)与后述控制部140中生成的时间数据相关联,并保存在后述存储部130的规定存储区域。

[0064] 存储部130将加速度测量部110和角速度测量部120取得传感器数据(加速度数据和角速度数据)与时间数据相关联并保存在规定的存储区域。

[0065] 存储部130的一部分或全部,可以是例如存储卡等可拆卸存储介质,并可拆卸于传感器设备100。

[0066] 控制部140是具有计时功能的CPU(中央运算处理装置)或MPU(微处理器)等运算处理装置,根据规定的动作时钟,执行规定的控制程序。由此,控制部140控制加速度测量部110或角速度测量部120的传感动作、向存储部130保存或读取各种数据的动作、后述无线通信I/F150或有线通信I/F160的外部设备之间通信或数据传送动作等各种动作。

[0067] 无线通信I/F150至少接收由后述控制设备300发送的指示传感器设备100记录开

始或记录结束的命令信号,并传送到控制部140。由此,控制加速度测量部110或角速度测量部120的传感动作的开始或结束,该传感动作期间中取得的传感器数据按时间序列保存在存储部130的规定存储区域。

[0068] 这里,无线通信I/F150在传感器设备100和控制设备300之间传送各种信号的方法,可以应用例如蓝牙(Bluetooth(注册商标))或无线网络(WiFi;wireless fidelity(注册商标))等各种无线通信方式。

[0069] 有线通信I/F160至少具有将保存于存储部130的传感器数据传送到后述数据解析装置200的功能。由此,数据解析装置200执行推定用户US移动速度或步幅的规定的解析处理。这里,有线通信I/F160中,将传感器数据从传感器设备100传送到数据解析装置200的方法可应用利用例如USB(Universal Serial Bus)规格的通信电缆(USB电缆)等的各种有线通信方式。

[0070] 数据解析装置200根据用户US运动中由传感器设备100测量并蓄积的各种传感器数据,推定作为人体运动状态相关指标(运动指标)的移动速度(行进速度)以及步幅。

[0071] 这里,数据解析装置200只要是具有能够执行后述数据解析程序的功能,则可以是笔记本型或台式个人电脑,也可以是智能手机(高性能移动电话)或平板终端之类的便携信息终端。

[0072] 当利用网络上的云系统执行数据解析程序时,数据解析装置200也可以是与该云系统连接的通信终端。

[0073] 数据解析装置200,具体地,例如,如图1的(b)所示,具有:显示部210、存储部230、控制部(时间序列角度数据生成部、群分类部、区间推定部、时间序列速度数据生成部、速度数据调整部和运动指标提供部)240、输入操作部250和有线通信I/F260。

[0074] 显示部210例如具有能够彩色显示的液晶式或有机EL元件等发光元件式的显示面板,并至少对使用后述输入操作部250的输入操作或基于传感器数据的解析结果相关联的信息等以规定的形式进行显示。

[0075] 具体地,显示部210显示例如表示,保存于后述存储部230的传感器数据(加速度数据和角速度数据)或根据这些传感器数据算出的移动速度或步幅的图表、各种设定菜单等。

[0076] 存储部230利用后述的有线通信I/F260将从传感器设备100传送的传感器数据保存于规定的存储区域。这里,蓄积于存储部230的传感器数据与例如移动方法(练习内容等)或路径条件(路径种类或移动距离、弯道角度等)相关联并按时间序列保存。

[0077] 蓄积于存储部230的传感器数据可以是特定的一个用户的数据,也可以是多个用户的数据。

[0078] 在后述控制部240执行规定的控制程序或算法程序并生成表示移动速度或步幅的数据或图表时,或在显示部210表示各种信息时,存储部230保存使用的数据或生成的数据。

[0079] 存储部230也可以保存控制部240执行的控制程序或算法程序。

[0080] 存储部230的一部分或全部,可以是例如存储卡等可移动存储介质,并可相对于数据解析装置200拆卸。

[0081] 控制部240是CPU或MPU等运算处理装置,并通过执行规定的控制程序控制,显示部210的各种信息的显示,或从后述的有线通信I/F260的传感器设备100的传感器数据的传送,存储部230的传感器数据的保存或读取等的各种动作。

[0082] 控制部240通过执行保存于存储部130的规定的算法程序,对于用户US希望的锻炼或热身练习,进行从存储部230抽出对应的传感器数据,并推定作为运动指标的移动速度或步幅的解析处理。

[0083] 这里,控制部240执行的控制程序或算法程序也可以预先编入控制部240的内部。在后面对本实施方式的数据解析方法进行详细叙述。

[0084] 输入操作部250是附设于数据解析装置200的键盘或鼠标、触摸面板、触摸屏等的输入单元。输入操作部250通过用户US选择在显示部210显示的任意项目或图标,或指示画面显示中的任意位置,执行对应于该项目或图标、位置的功能。输入操作部250,例如,用于从保存于存储部230的传感器数据选择进行解析处理的锻炼或热身练习时等的输入操作。这里,应用于输入操作部250的输入单元,可以具备例如上述各种输入单元中任意1个,也可以具备上述各种输入单元中多个输入单元。

[0085] 有线通信I/F260,至少,具有接收从上述传感器设备100发送的传感器数据并传送到存储部230的功能。这里,有线通信I/F260从传感器设备100接收传感器数据的方法,可应用利用上述USB电缆等的有线通信方式。

[0086] 控制设备300,使用规定的无线通信方式至少与传感器设备100连接,用户US通过操作控制设备300的操作部,从控制设备300向传感器设备100发送指示记录开始或者记录结束的命令信号。由此,传感器设备100控制加速度测量部110或角速度测量部120的传感动作的开始或结束。

[0087] 这里,在控制设备300和传感器设备100之间传送各种信号的方法可使用上述蓝牙(Bluetooth(注册商标))或无线网络(WiFi;wireless fidelity(注册商标))等各种无线通信方式。

[0088] 控制设备300除了控制上述传感器设备100的传感动作以外,还可以具有显示(或通知)传感器设备100取得的传感器数据或传感器设备100的动作状态、时刻信息等的功能。

[0089] 本实施方式的运动辅助装置表示为,利用有线通信在传感器设备100和数据解析装置200之间进行数据传送,利用无线通信在传感器设备100和控制设备300之间进行数据传送的结构。然而,本发明并不限于此。

[0090] 即,可以利用无线通信在传感器设备100和数据解析装置200之间进行数据传送,也可以利用有线通信在传感器设备100和控制设备300之间进行数据传送。

[0091] 也可使用通过更换构成传感器设备100的存储部130或数据解析装置200的存储部230的存储卡等可移动存储介质,从传感器设备100向数据解析装置200传送传感器数据的方法。

[0092] 在本实施方式中,控制设备300,如图1的(a)所示,表示具有佩戴于用户US的手腕的手表型(或者腕带型)方式的设备。然而,本发明不限于此。

[0093] 即,控制设备也可以是例如收纳于口袋并佩戴在上臂部的智能手机等手持信息终端或专用终端。也可以不使用除传感器设备100外的其他的设备,而在传感器设备机身设置指示记录开始或者记录结束的操作开关。

[0094] (数据解析方法)

[0095] 接着,参照附图说明本实施方式的运动辅助装置的控制方法(数据解析方法)。

[0096] 这里,说明本实施方式的从传感器设备100在运动中收集和蓄积传感器数据,到推

定数据解析装置200的运动状态相关指标(移动速度、步幅)并提供给用户的一系列的控制处理。

[0097] 图2是表示一个实施方式的运动辅助装置的控制方法(数据解析方法)的一例的流程图。

[0098] 图3A、图3B、图3C表示在一个实施方式的数据解析方法中,用户行进的路径与行进该路径时生成的角速度数据的积分值和时间序列角度数据之间关系的图。

[0099] 图4表示一个实施方式的数据解析方法中的群分类处理的一例的流程图。

[0100] 图5的(a)、(b)和(c)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的群分类处理的概念图。

[0101] 图6是表示一个实施方式的数据解析方法中的区间推定处理的一例的流程图。

[0102] 图7的(a)、(b)、(c)和(d)以及图8的(a)、(b)、(c)和(d)是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的区间推定处理的概念图。

[0103] 图9是表示一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的一例的流程图。

[0104] 图10的(a)、(b)以及图11是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的图。

[0105] 图12是表示一个实施方式的数据解析方法中的变化点定位处理的一例的流程图。

[0106] 图13是用于说明一个实施方式的数据解析方法中的变化点定位处理的图。

[0107] 图14是表示一个实施方式的数据解析方法中的调整处理的效果图。

[0108] 本实施方式的运动辅助装置的控制方法(数据解析方法)大致区分并具有,的收集并蓄积跑步时的运动状态相关的各种的传感器数据步骤(传感器数据收集步骤)和根据收集的传感器数据推定运动状态相关指标(移动速度、步幅)并提供给用户US的步骤(指标推定步骤)。

[0109] 这里,用于推定指标的处理根据数据解析装置200的控制部240执行的规定算法程序实现。

[0110] 在传感器数据收集步骤中,首先,如图1的(a)所示,在用户US将传感器设备100佩戴在腰部的状态下,在如运动场的跑道或规定的跑步路径、马拉松路径那样,具有沿着路径的延伸方向的形状相互不同并相互连接的多个区间(例如跑道的直道和弯道等),并且是全体距离和各区间距离已知的(明确)路径,用户US通过跑步等移动。

[0111] 这里,当开始跑步时,用户US通过操作佩戴在手腕等上的控制设备300,从控制设备300向传感器设备100发送指示记录开始的命令信号。

[0112] 由此,传感器设备100的控制部140开始测量加速度测量部110以及角速度测量部120的传感器数据(加速度数据、角速度数据)并按顺序保存在存储部130。

[0113] 而且,当结束跑步时,用户US通过操作控制设备300,向传感器设备100发送指示记录结束的命令信号,从而结束加速度测量部110以及角速度测量部120的传感器数据的测量。

[0114] 由此,表示跑步中动作状态的传感器数据与时间数据关联并取得。

[0115] 其次,传感器设备100和数据解析装置200通过例如USB电缆连接。由此,移动中蓄积的传感器数据从传感器设备100传送到数据解析装置200并保存在存储部230。

[0116] 这里,当用户US从传感器设备100向数据解析装置200传送传感器数据时(或者,在

显示部210参照保存于存储部230的传感器数据),将取得该传感器数据时的跑步(运动状态)相关的各信息使用输入操作部250输入到数据解析装置200。

[0117] 具体地,将跑步时的移动方法(练习内容等)或路径条件(路径的种类或移动距离、弯道角度等)、用户名等的项目信息输入到数据解析装置200。

[0118] 接着,控制部240对保存在存储部230的传感器数据中的加速度数据进行轴补正处理。

[0119] 一般地,在人体的体轴上或者其附近佩戴的传感器设备100受到跑步等运动中的上体摇动或倾斜的影响,因此在重力方向的轴和利用传感器设备100检测出的人体上下方向的加速度的轴之间产生差异。因此,根据传感器设备100取得的角速度数据的值,需要进行抵消每个时刻不同的上述轴方向的差异成分的补正。

[0120] 在轴补正处理中,具体地,首先,控制部240根据传感器设备100取得的角速度数据,推定各时刻的重力方向。然后,控制部240通过转动加速度数据的各轴,补正加速度数据的值,以使推定的重力方向和加速度数据的上下方向一致。该补正后的加速度数据和角速度数据作为补正的传感器数据保存在存储部230的规定存储区域。

[0121] 接着,在指标推定步骤中,控制部240对上述的补正后传感器数据进行解析,并在跑步动作的每一步计算作为跑步时的运动状态相关的指标的步频,上下动、触地时间等。然后,进一步计算出移动速度以及步幅从而进行推定移动速度以及步幅的处理。

[0122] 在本实施方式中,为了简要说明,如图3A所示,对用户US在具有沿着路径的延伸方向的形状相互不同并相互连接的弯道区间C1和直道区间C2的路径CS,在沿箭头所示顺时针方向例如多圈移动的情况进行说明。上述的路径CS,例如为田径运动场等的跑道。

[0123] 然而,为本实施方式对象的路径并不限定于上述的跑道。如果移动距离已知,即使是具有沿着路径的延伸方向的形状相互不同,并且相互连接的3个以上的区间(例如直道区间、平缓弯道区间、急转弯道区间等)的路径,也可应用同样的概念。

[0124] 在指标推定处理中,具体地,首先,用户US使用数据解析装置200的输入操作部250,选择保存在存储部230的任意补正后的传感器数据。

[0125] 由此,控制部240执行规定的算法程序(数据解析程序),如图2的流程图所示,该补正后的传感器数据是铅直轴旋转角速度对经过时间的积分(步骤S102)。

[0126] 这里,所谓铅直轴是表示与地表垂直的重力方向的轴,控制部240从补正后的传感器数据抽取该铅直轴的角速度数据,并对经过时间进行积分处理。对该角速度数据进行积分处理的结果用例如图3B中的虚线表示。

[0127] 接着,控制部240对上述角速度数据积分处理后的结果,按跑步动作的每1周期计算出平均值,生成时间序列角度数据(步骤S104)。

[0128] 该时间序列角度数据用例如图3B中的实线表示。这里,所谓周期是指,以跑步时面向正面时为起点,前进2步后直到再次面向正面,作为用户US的体轴转动的转动动作的1周期的期间。

[0129] 具体地,例如如图3C所示,反复周期地变化的角速度数据中,跑步动作的2步(角度在正方向和负方向逐次摆动的期间)表示1个周期。或者,跑步动作的周期也可以根据从传感器数据中的上下方向的加速度数据检测出的左右脚着地时间计算出1个周期。

[0130] 图3B所示的时间序列角度数据中,随着经过时间的增加而使角度增加的区域R1,

与用户在沿着路径的延伸方向的形状形成以一定的曲率大致沿着延伸方向弯曲的形状的、图3A的弯道区间C1移动的期间对应。另一方面,与经过时间的增加无关的、角度形成大致一定的(大致均等)区域R2,与用户在沿着路径的延伸方向的形状形成成为沿着延伸方向大致呈直线状的形状的、图3A的直道区间C2移动的期间对应。

[0131] 上述生成的时间序列角度数据,在例如在显示部210的画面上以图表等的规定的方式显示。

[0132] 接着,控制部240进行将上述时间序列角度数据分类为直道群和弯道群的一系列群分类处理(群集)(步骤S106)。

[0133] 在本实施方式中,适用例如公知的方法“识别分析法(大津的二值化)”执行群分类处理。

[0134] 具体地,如图4的流程图所示,控制部240首先对时间序列角度数据按照对应于一定的经过时间的角度变化量的值的顺序,按升序分类(按顺序排列)进行(步骤S202)。

[0135] 接着,控制部240,例如,如图5的(a)所示,对于按照角度对应于一定经过时间的变化量的值的顺序区分的时间序列角度数据,使用识别分析法,确定用于将时间序列角度数据按照后述多个群良好地分离的阈值(步骤S204)。

[0136] 这里,在判别分离法(例如,大津的二值化)中,例如,如图5的(a)、(b)所示,使成为阈值的角度顺序变化(增加),能够求出角度数据的分布中分散度(实质是类别间分散)的值形成为最大的阈值。

[0137] 接着,例如,如图5的(b)所示,控制部240以确定的阈值为基准(界限)计算出角度数据分布中不足该阈值的群(图中,左侧的群)的重心和该阈值以上的群(图中,右侧的群)的重心(步骤S206)。

[0138] 然后,例如,如图5的(b)所示,控制部240将计算能出的2个重心中,角度的绝对值接近0的重心的群(图中,左侧的群)设为直道群,将另一个群(图中,右侧的群)设为弯道群(步骤S208)。

[0139] 上述的群的分类以及属性确定的根据是,在一般的跑步等移动动作中,在直道区间移动中人体的倾斜或摇晃等角度变化相对较少,在弯道区间移动中角度的变化相对较大。

[0140] 接着,控制部240将按直道群和弯道群分类(确定)的角度数据,从按对应于经过一定时间的角度变化量的值的顺序区分的状态,重新按原来的时间序列区分(步骤S210),结束群分类处理后,返回图2所示的流程图。

[0141] 控制部240在上述步骤S208中将角度数据分类为直道群以及弯道群后,例如,如图5的(c)所示,也可以进一步执行将包含于各群中的角度数据中、偏离重心大的数据从该群排除出的处理。

[0142] 这里,所谓各群中偏离重心大的数据是指在直道区间和弯道区间的边界取得的数据,也可能是受突发的动作影响的数据。因此,例如,将各群的标准偏差2倍以上且偏离重心的数据作为排除的对象。

[0143] 在上述一系列群分类处理(群集)中,表示应用识别分析法(大津的二值化)的方法,但是本发明并不限于此,也可以应用例如“K平均法(k-means clustering)”等其他公知的方法。

[0144] 接着,控制部240根据上述的群分类处理的结果进行推定直道区间以及弯道区间的一系列的区间推定处理(步骤S108)。

[0145] 这里,在本实施方式中执行的区间推定处理,通过应用在时间序列角度数据,能够除去或降低由传感器设备100收集的传感器数据中包含的噪声或偏差成分的影响。

[0146] 在本实施方式中,根据上述步骤S106的群分类处理结果,例如,如图7的(a)所示,时间序列角度数据被分类为直道和弯道的2个的群。

[0147] 这里,图7的(a)所示的时间序列角度数据,如图5的(a)、(b)、(c)所示,与理想状态下的时间序列角度数据不同,其是传感器数据中包含有噪声或偏差成分且更现实状态下的时间序列角度数据的一个例子。

[0148] 在本实施方式中的区间推定处理,如图6的流程图所示,控制部240将在时间序列角度数据上分类为直道和弯道的群,从在下一步骤的规定的经过时间内集中到进行组化(步骤S302)。

[0149] 具体地,控制部240首先将在时间序列角度数据上相同的群中时间连续的点,如例如图7的(b)所示那样,集中在同一个组。

[0150] 图7的(b)表示组为直道1~3和弯道1~3的状态。这里,直道2和弯道2中含有的点是由包含于传感器数据的噪声或偏差成分引起的异常值。

[0151] 接着,控制部240比较相同群内的组之间,将未偏离规定时间 T_a 以上的组彼此合并。

[0152] 例如,图7的(b)关注于相同群内的直道1、2、3的各组,当组相互之间未距离超过例如10秒以上时,例如,如图7的(c)所示,将上述组合并为1个组(直道1)。

[0153] 这里,用于判断组之间是否合并的规定时间 T_a ,在本实施方式中的跑道移动时,优选设定为例如10秒左右。

[0154] 接着,控制部240在上述组合并后,例如如图7的(d)所示,删除各组内存在的规定时间 T_b 以下的组。

[0155] 图7的(d)表示删除直道1的组内存在的弯道2的组后的状态。这里,用于判断是否消除组的规定时间 T_b ,在本实施方式的跑道移动的情况下,优选设定为例如10秒左右。

[0156] 接着,控制部240使用组化后的每个群使用最小二乘法计算出直线(步骤S304)。

[0157] 具体地,例如,如图8的(a)所示,时间序列角度数据中分别包含有组 $G_1 \sim G_4$ 的各族,例如,如图8的(b)所示,计算出表示各族(组 $G_1 \sim G_4$)的角度相对于经过时间的变化的倾向的直线 $L_1 \sim L_4$ 。

[0158] 接着,控制部240计算出相邻时间的不同的群的直线的交点(步骤S306)。

[0159] 具体地,例如,如图8的(b)所示,在时间序列角度数据上的每个群(组 $G_1 \sim G_4$)计算出的直线 $L_1 \sim L_4$,例如如图8的(c)所示,计算出相邻时间上不同群的直线的相互的交点。

[0160] 图8的(c)表示计算出直线 L_1 和 L_2 的交点 CP_1 、直线 L_2 和 L_3 的交点 CP_2 以及直线 L_3 和 L_4 的交点 CP_3 的状态。

[0161] 接着,控制部240将相邻时间的2个交点间的区间基于该区间的群属性确定为直道区间、弯道区间并保存于存储部230(步骤S308)。

[0162] 具体地,例如,如图8的(c)所示,对于根据时间序列角度数据上每个群(组 $G_1 \sim G_4$)的直线 $L_1 \sim L_4$ 计算出的交点 $CP_1 \sim CP_3$,相邻的交点间的区间根据例如包含于该区间的群的

组G1~G4的角度相对于经过时间的变化的倾向(或者,直线L1~L4的倾斜度),例如,如图8的(d)所示,确定各区间为直道区间或弯道区间。

[0163] 图8的(d)表示将交点CP1和CP2之间的区间确定为直道区间,将交点CP2和CP3之间的区间确定为弯道区间的状态。

[0164] 上述的区间推定处理结束后,返回图2所示的流程图。

[0165] 在以下的说明中,为方便将上述的交点表述为“区间变化点”。

[0166] 如上所述,区间变化点(交点CP1~CP3)规定各直道区间以及弯道区间,而且也表示直道区间和弯道区间相互的边界。

[0167] 接着,控制部240,根据上述步骤S108确定(推定)的直道区间以及弯道区间的所需时间和已知的各区间距离,利用下面的(1)式计算出跑步中的移动速度并生成时间序列速度数据(步骤S110)。

[0168] 移动速度(m/s) = 区间距离(m) / 所需时间(s) · · · (1)

[0169] 上述生成的时间序列速度数据在例如显示部210的画面上以图表等的规定方式显示。

[0170] 接着,控制部240对上述步骤S110中生成的时间序列速度数据进行调整移动速度的一系列的调整处理(步骤S112)。

[0171] 在本实施方式中,如田径运动场等跑道,至少在连续的直道区间和弯道区间移动时,移动速度不需要急剧地变化,而是基于缓和(或者,平滑)地变化的假设进行调整处理。

[0172] 这里,在本实施方式执行的调整处理中,应用通过进行反复处理使处理结果逐渐接近解(真值)的方法。

[0173] 在调整处理中,具体地,如图9的流程图所示,首先,控制部240判定一系列反复调整处理是否未达到规定次数(步骤S402)。

[0174] 而且,在反复处理未达到规定次数时,控制部240计算每个时间序列速度数据的相邻区间的速度差以及其总和(步骤S404)。

[0175] 一系列调整处理以规定次数反复时,控制部240结束反复处理,并返回图2所示的流程图。

[0176] 接着,在上次反复处理中存在由上述步骤S404计算的速度差的总和时,控制部240判定这次和上次速度差的总和之差的绝对值是否在规定的阈值以下(步骤S406)。

[0177] 如果速度差的总和之差的绝对值在规定的阈值以下,控制部240结束反复处理,返回图2所示的流程图。

[0178] 即,上述速度差总和之差的绝对值在规定的阈值以下时,在这次和上次的反复处理中,处理结果可看作是结束于解(真值),因此控制部240结束调整处理。

[0179] 另一方面,当不满足上述结束条件(步骤S402、S406)时,即,调整处理不会以规定次数反复进行,并且,这次和上次速度差的总和的差的绝对值比规定的阈值大时,根据每个区间的速度差,计算相邻的速度差的和(相邻速度差和)(步骤S408)。

[0180] 这里,在图10的(a)所示的图表中表示的时间序列角度数据(上图)以及与其对应的时间序列速度数据(下图)中,使时间序列角度数据的某个区间变化点CPa移动时(上图中,用箭头表示),如图10的(b)所示,由时间序列速度数据的、该区间变化点CPa规定的相邻的弯道区间SCa和直道区间SCb之间的速度差同时受到影响(下图中,用箭头表示)。

[0181] 因此,不能仅考虑一处(即,特定区间)的速度差,也需要考虑相邻区间的速度差。

[0182] 因此,在本实施方式中,对相邻区间的速度差的和进行计算,并用于移动速度的调整处理。

[0183] 具体地,例如,如图11所示,对于时间序列角度数据(上图)的各区间变化点CPa~CPd,控制部240使用时间序列速度数据(下图)的各区间的移动速度的差 $\Delta 1 \sim \Delta 6$ 计算各相邻速度差和A~D。

[0184] 在图11中,表示在关注于区间变化点CPa的情况下,将该区间变化点CPa的弯道区间和直道区间之间的移动速度差 $\Delta 2$ 、与区间变化点CPa相邻的区间变化点CPx的弯道区间和直道区间之间的移动速度差 $\Delta 1$ 以及与区间变化点CPb的弯道区间与直道区间的移动速度差 $\Delta 3$ 的总和,作为区间变化点CPa的相邻速度差和A计算出的状态。

[0185] 在此省略了详细说明,但其他的区间变化点CPb~CPd的相邻速度差和B~D也同样计算出。

[0186] 接着,控制部240利用上述步骤S408计算出各区间变化点的相邻速度差和后,按照该相邻速度差和的大小顺序,执行将区间变化点位置向适当的位置确定的一系列变化点定位处理(步骤S410)。

[0187] 变化点定位处理,具体地,如图12的流程图所示,首先,控制部240判定一系列变化点定位处理相对于全部相邻速度差和是否执行(步骤S502)。

[0188] 当对于全部相邻速度差和的处理结束时,控制部240结束变化点定位处理,并返回图9所示的流程图。

[0189] 另一方面,当对于全部相邻速度差和的处理未结束时,控制部240确定(抽出)相邻速度差和中最大的(步骤S504)。

[0190] 接着,控制部240在规定范围内计算出确定的最大相邻速度差和的区间变化点在移动时的特定的参数。

[0191] 具体地,如图13所示,控制部240使最大相邻速度差和的区间变化点CPi在规定范围内移动(上图中,用箭头表示),而且计算出在下面的(2)式表示参数的“cost”,并且,该“cost”与此时区间变化点CPi的位置(移动位置)相关联且按顺序保存在存储部230的规定存储区域(步骤S508)。

[0192] 这里,使区间变化点移动的规定范围内,是指在形成对象的区间变化点相邻的直道区间和弯道区间的长度的和设为1时优选设定为 ± 0.1 范围内。

[0193]
$$\text{cost} = c1 \times |\Delta i - \Delta i0| + c2 \times (\Delta i-1 + \Delta i + \Delta i+1) \cdots (2)$$

[0194] 这里, $\Delta i-1$ 、 Δi 和 $\Delta i+1$ 分别是在区间变化点CPi-1、CPi和CPi+1的时间上的前一个区间的移动速度和后一个区间的移动速度的速度差的绝对值, $\Delta i0$ 是速度差的初始值, $c1$ 和 $c2$ 是系数。

[0195] 在表示该cost的(2)式中,第一项是使最大的相邻速度差和的区间变化点CPi移动时速度差 Δi 与初始值的速度差 $\Delta i0$ 的差的绝对值。

[0196] 因此,使该cost变小是指对区间变化点CPi作用,以使其不从初始值的位置变化。

[0197] 在(2)式中,第二项是区间变化点CPi的相邻速度差和(区间变化点CPi的速度差 Δi 和其两侧相邻区间变化点CPi-1、CPi+1的速度差 $\Delta i-1$ 、 $\Delta i+1$ 的总和)。

[0198] 因此,使cost变小是指作用使相邻区间的速度差消失(或者,降低),以使其平滑地

变化。

[0199] 在(2)式中,通过调制系数 c_1 和 c_2 的值,调整处理上述2项的影响(作用)。

[0200] 具体地,在本实施方式中取得作为数据解析对象的传感器数据时的练习内容在例如是长距离匀速走等的那样基本速度不变化的移动动作时,系数 c_1 和 c_2 的值,例如设定为如 $c_1=1, c_2=2$ 那样,将 c_2 的值设定为相对较大,以消除相邻区间速度差(降低),以平滑地变化。

[0201] 另一方面,练习内容例如是加速跑或间歇训练等时,也假设速度差急剧地变化的情况,例如,如 $c_1=2, c_2=1$ 那样,将 c_1 的值设定较大,以对初始值的影响变大。

[0202] 而且,为了对应急剧的速度变化,可根据练习内容设定速度差的上限。

[0203] 控制部240对计算出上述cost并存储的处理,在使最大相邻速度差和的区间变化点 CP_i 在规定范围内移动结束前反复执行(步骤S506)。

[0204] 而且,最大相邻速度差和的区间变化点 CP_i 在规定范围内移动结束后,控制部240对由上述(2)式计算出并保存于存储部230的、使区间变化点 CP_i 的各移动位置的cost最小的移动位置,确定为区间变化点 CP_i 的位置并保存于存储部230的规定的存储区域(步骤S510)。

[0205] 接着,控制部240,在除去在上述步骤S510中关注的cost的最小区间变化点和分别位于其两侧相邻的第一邻接和第二邻接(合计4个点)的区间变化点后(步骤S512),再次返回步骤S502,而反复执行上述的一系列的变化点定位处理。

[0206] 即,控制部240对一系列变化点定位处理,按照区间变化点的相邻速度差和的大小顺序执行。然而,如上所述,在使为对象的区间变化点移动时,如图10的(a)、(b)所示,导致相邻的区间的速度受到影响。因此,为了完全排除该影响,对相邻(第一邻接以及第二邻接的)区间变化点,反复处理而去除。

[0207] 而且,控制部240对全部相邻速度差和结束上述一系列变化点定位处理后,返回图9所示流程图,进而,在使上述一系列调整处理以规定次数反复执行的情况下,结束调整处理返回图2所示流程图。

[0208] 接着,控制部240将根据上述调整处理(步骤S112)确定的区间变化点的位置规定的时间序列速度数据的各直道区间以及弯道区间的值,作为移动速度保存于存储部230的规定存储区域(步骤S114)。

[0209] 这里,如果验证本实施方式的调整处理的效果,如图14所示,比较调整处理前的移动速度(图中,用虚线表示),判明调整处理后的移动速度(图中,用实线表示)更大幅度地接近正确的移动速度(真值;图中用点划线表示)。

[0210] 控制部240在各直道区间以及弯道区间,根据上述得到的移动速度和随时间计算的步频利用下面(3)式计算出跑步中的步幅并将其保存在存储部230的规定存储区域(步骤S116)。

[0211] 这里,步频是1分钟时间的步数,例如,通过在各区间,测量存储于存储部230的加速度数据中在上下方向的成分信号波形的、相当于1分钟的周期的次数得到。

[0212] 步幅(m/步) = 移动速度(m/s) / 步频(步/s) · · · (3)

[0213] 这种情况下,在本实施方式中,移动距离是已知的(判明),并且,在具有路径角度不同的多个区间的路径(例如,具有直道以及弯道的田径运动场跑道等)移动时的移动速度

以及步幅,不需要使用GPS,而仅根据动作传感器按时间序列收集的传感器数据,就能够准确地推定。

[0214] 这里,在本实施方式中,能够根据收集的传感器数据中的铅直轴转动角速度对生成的时间序列角度数据群集,并根据该结果推定用于规定直道区间和弯道区间的区间变化点。

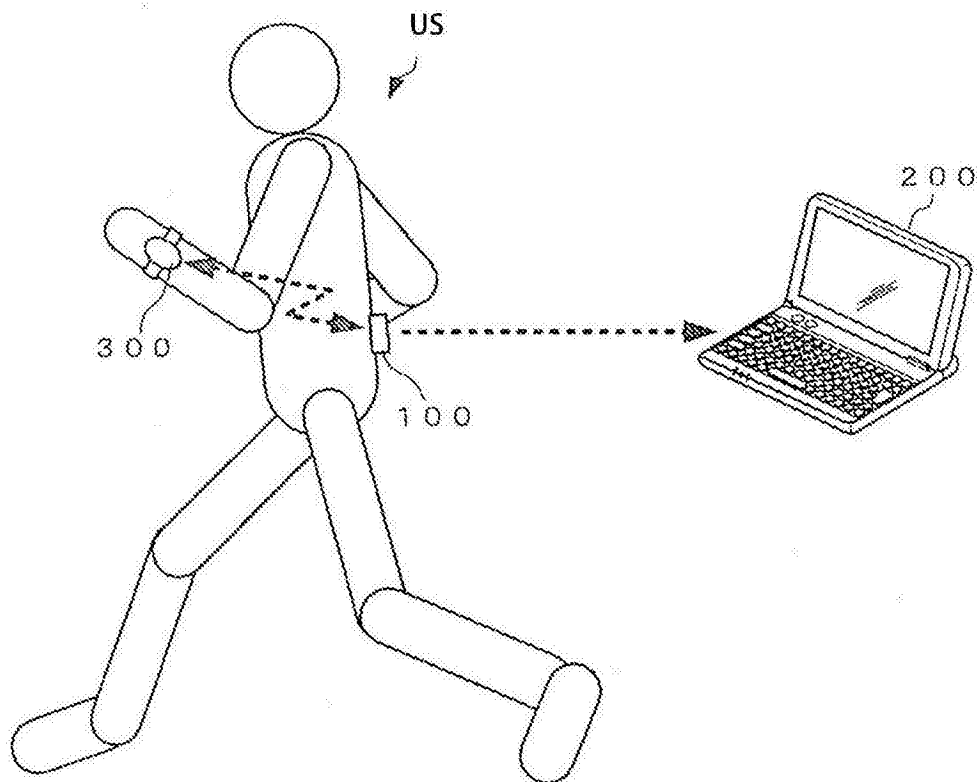
[0215] 而且,对于根据推定结果生成的时间序列速度数据,将各区间的速度变化以平滑地方式进行调整,从而能够根据调整的时间序列速度数据准确地推定各区间的移动速度以及步幅。

[0216] 因此,根据本实施方式,能够自动准确地推定用户US的跑步中的运动状态相关的指标(移动速度以及步幅),并将该结果以图表或数值的方式显示在显示部210的画面上,因此用户US能够准确把握该运动状态,而有助于自身判断或改善。

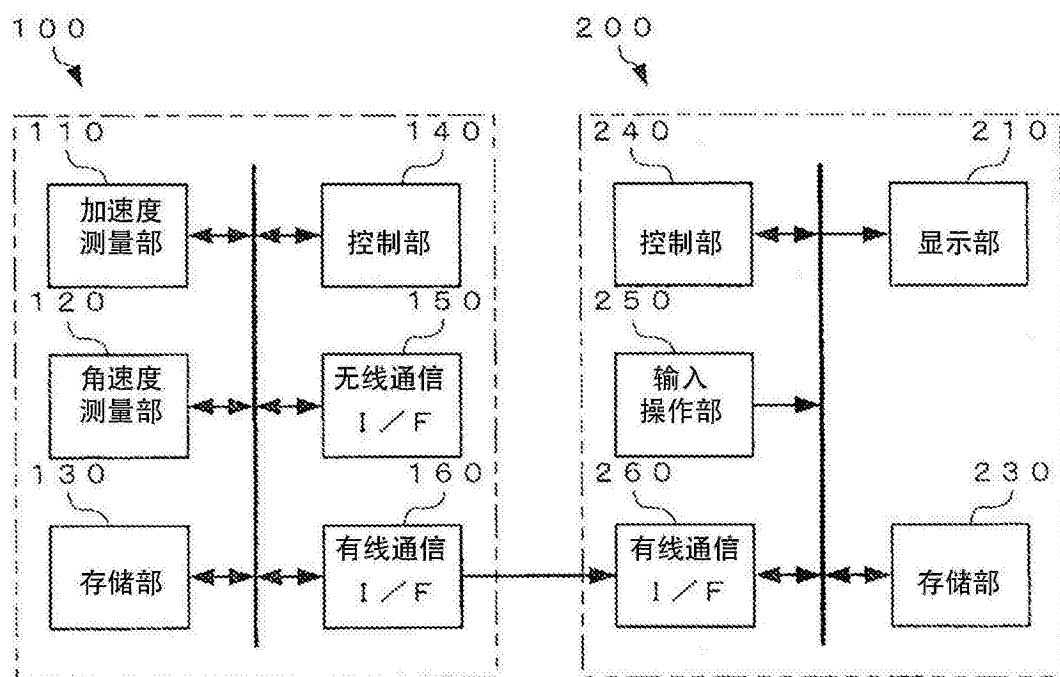
[0217] 在上述实施方式中,为了使说明简单化,对具体说明用户US绕着田径运动场等跑道移动的情形进行说明。可是,本发明并不限于此。

[0218] 本发明中,如果移动距离是已知的,并且用户在具有路径角度不同的多个区间(直道或角度不同的弯道等)的路径移动,即使在任意的跑步路径或马拉松比赛的路径等跑步的情况下,也能够对直道区间以及弯道区间进行更精确推定并为用户提供跑步中运动状态相关的指标(移动速度以及步幅)。

[0219] 以上,虽然说明了本发明的几个实施方式,但是本发明并不限定在上述实施方式,本发明包括与权利要求范围中记载的发明均等的范围。



(a)



(b)

图1

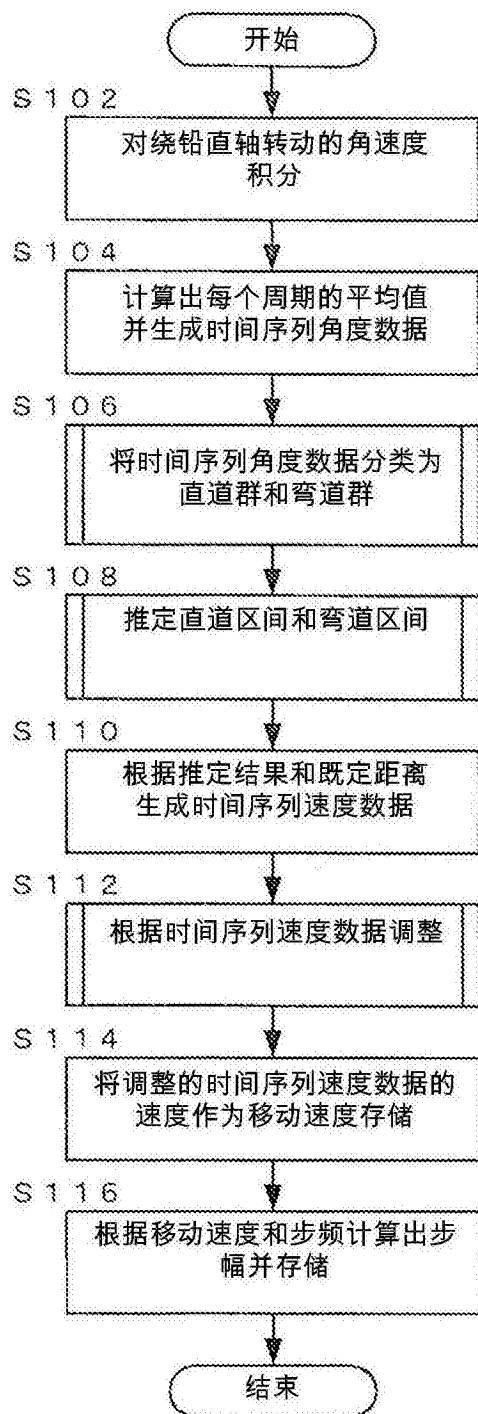


图2

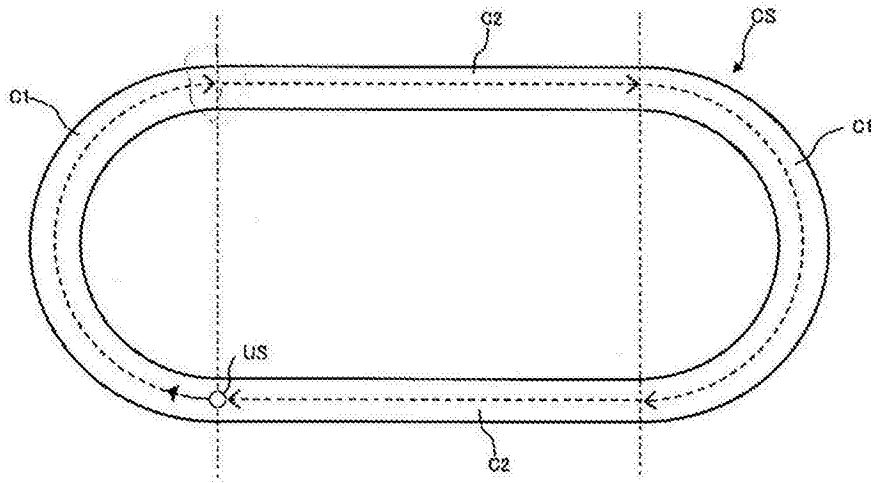


图3A

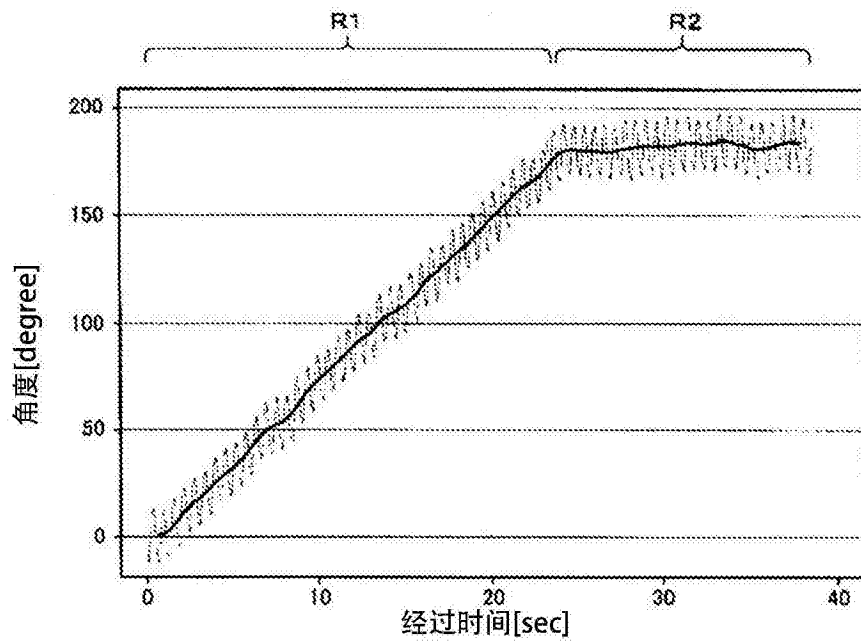


图3B

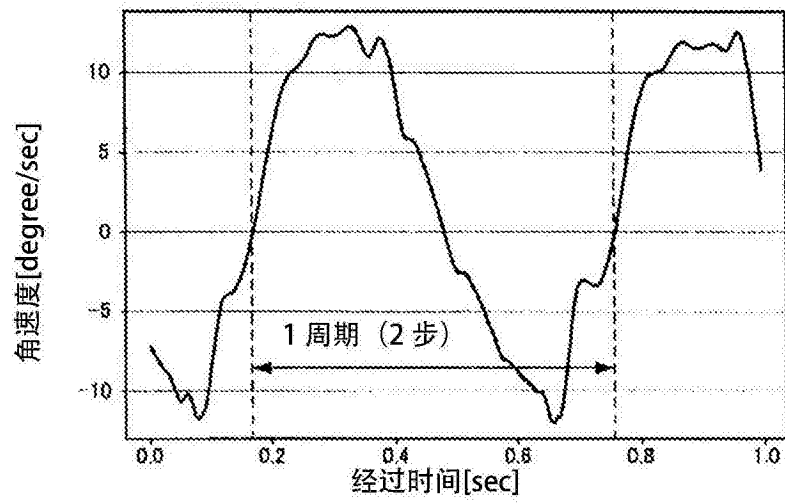


图3C

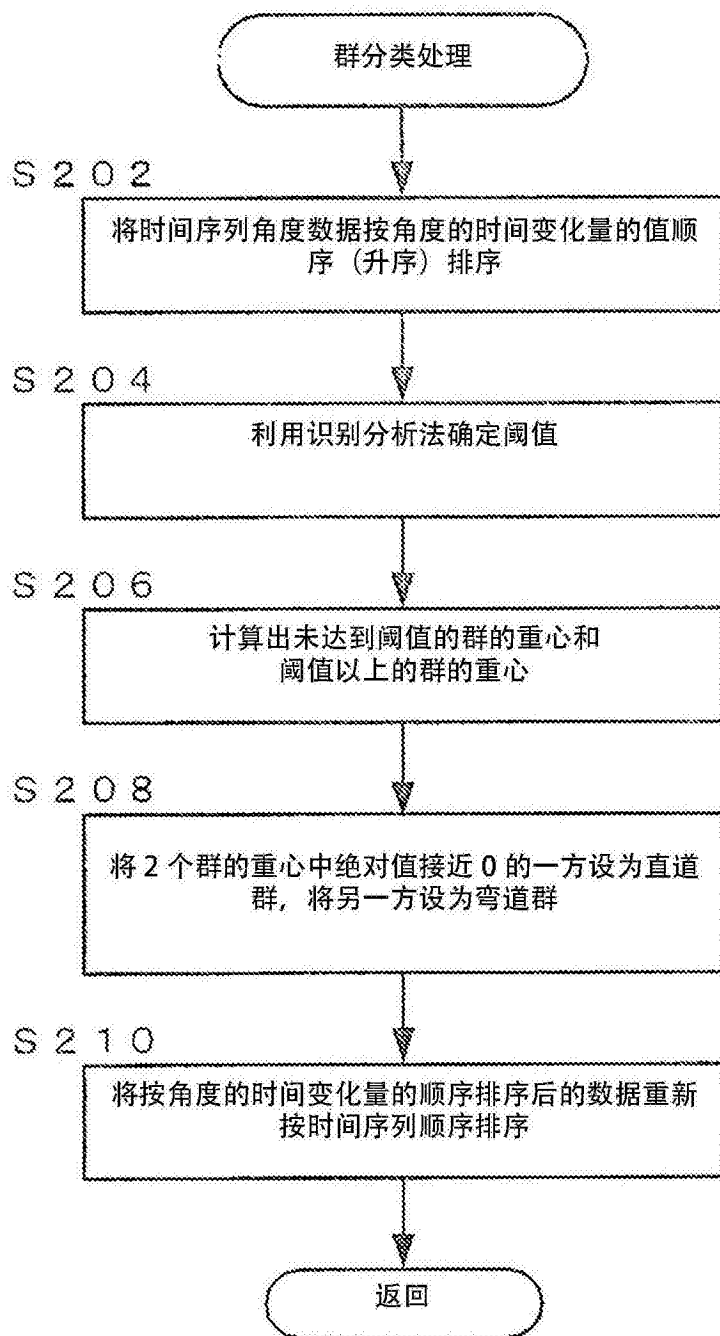


图4

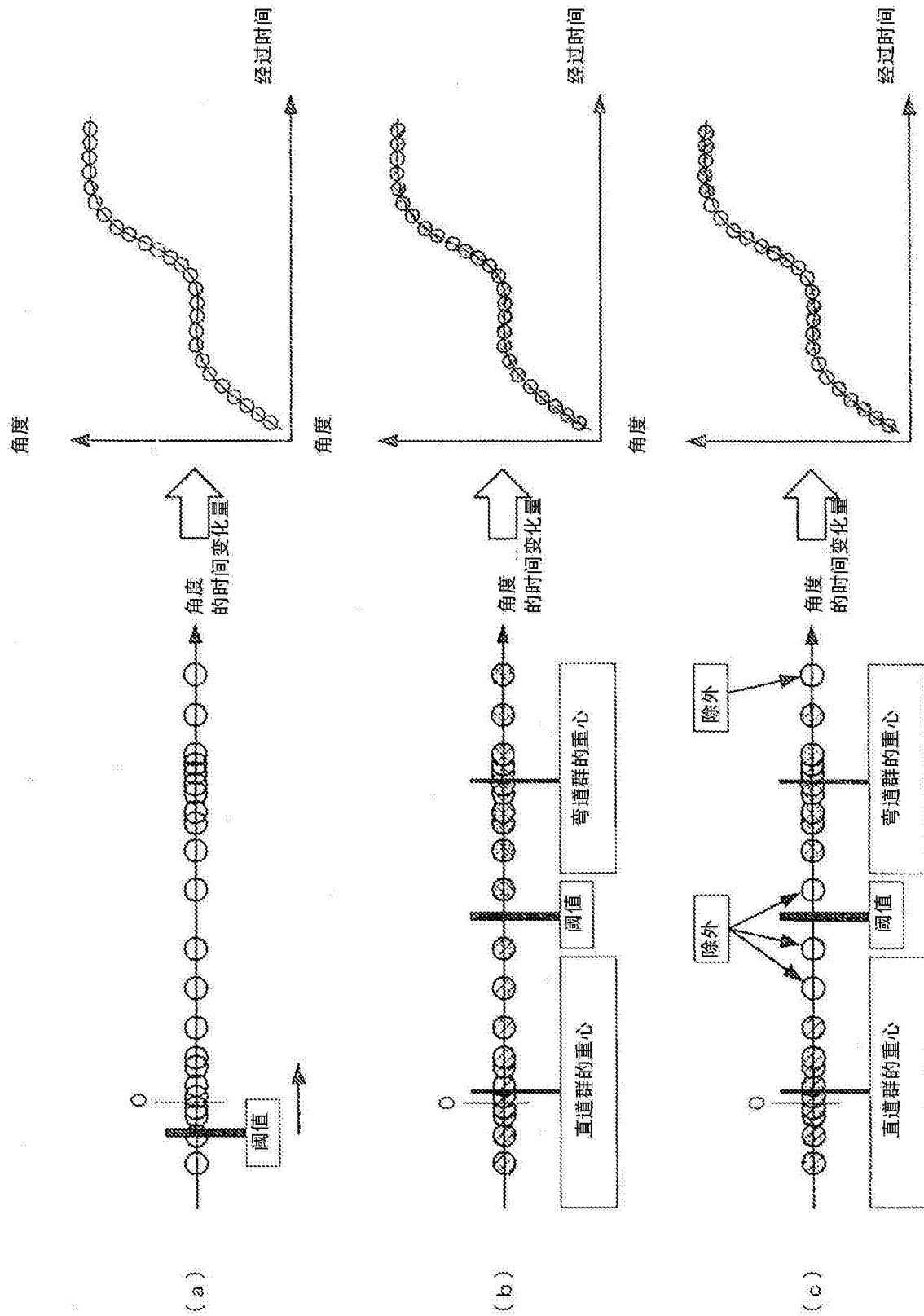


图5

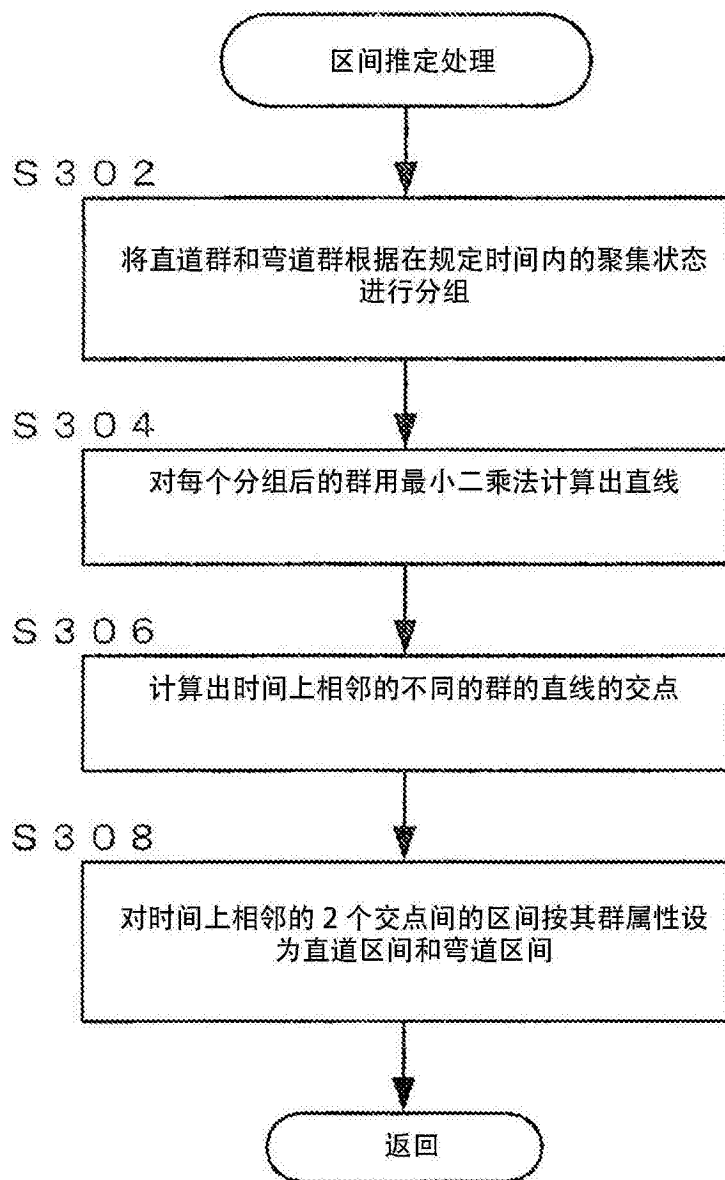


图6

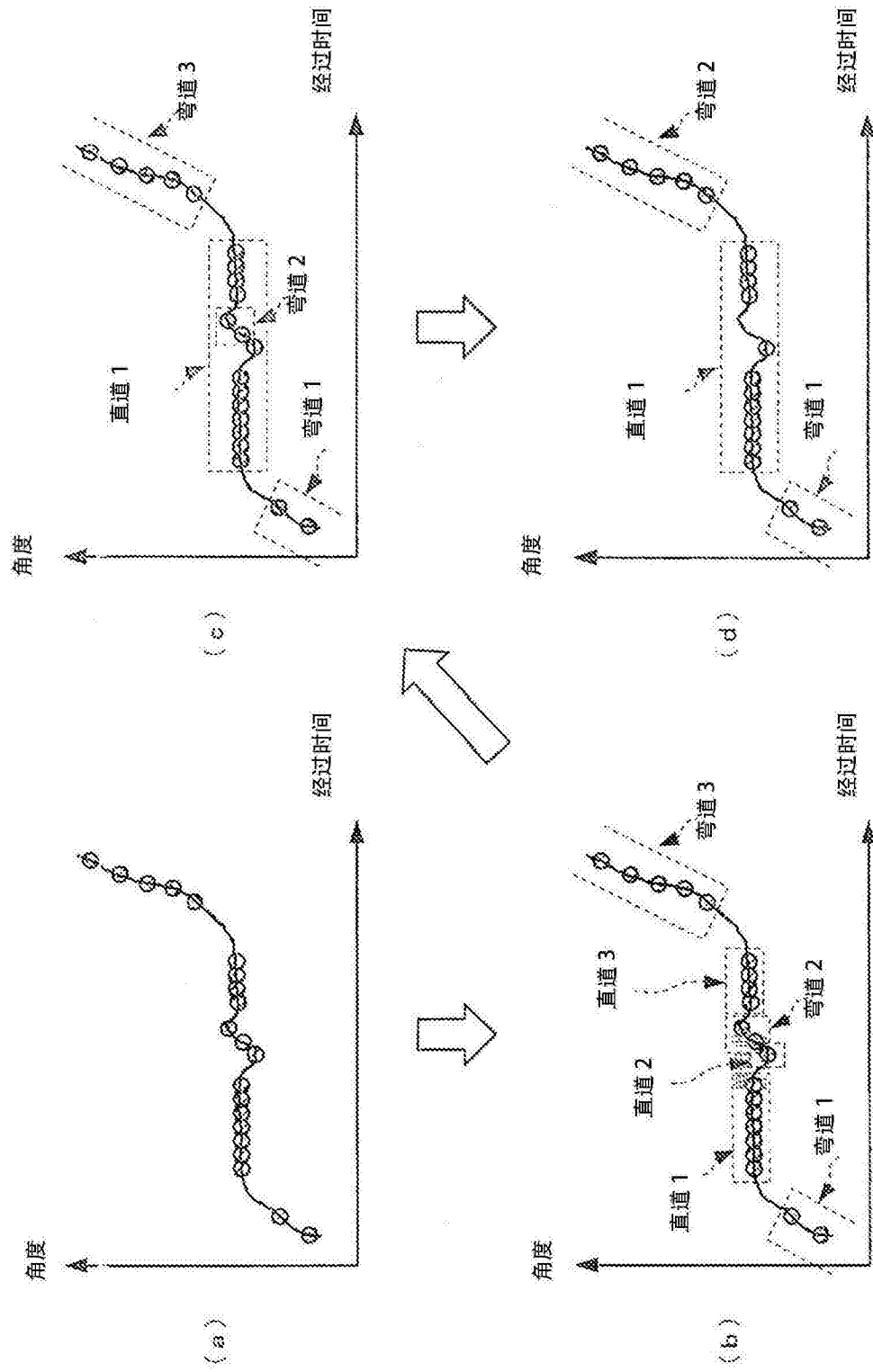


图7

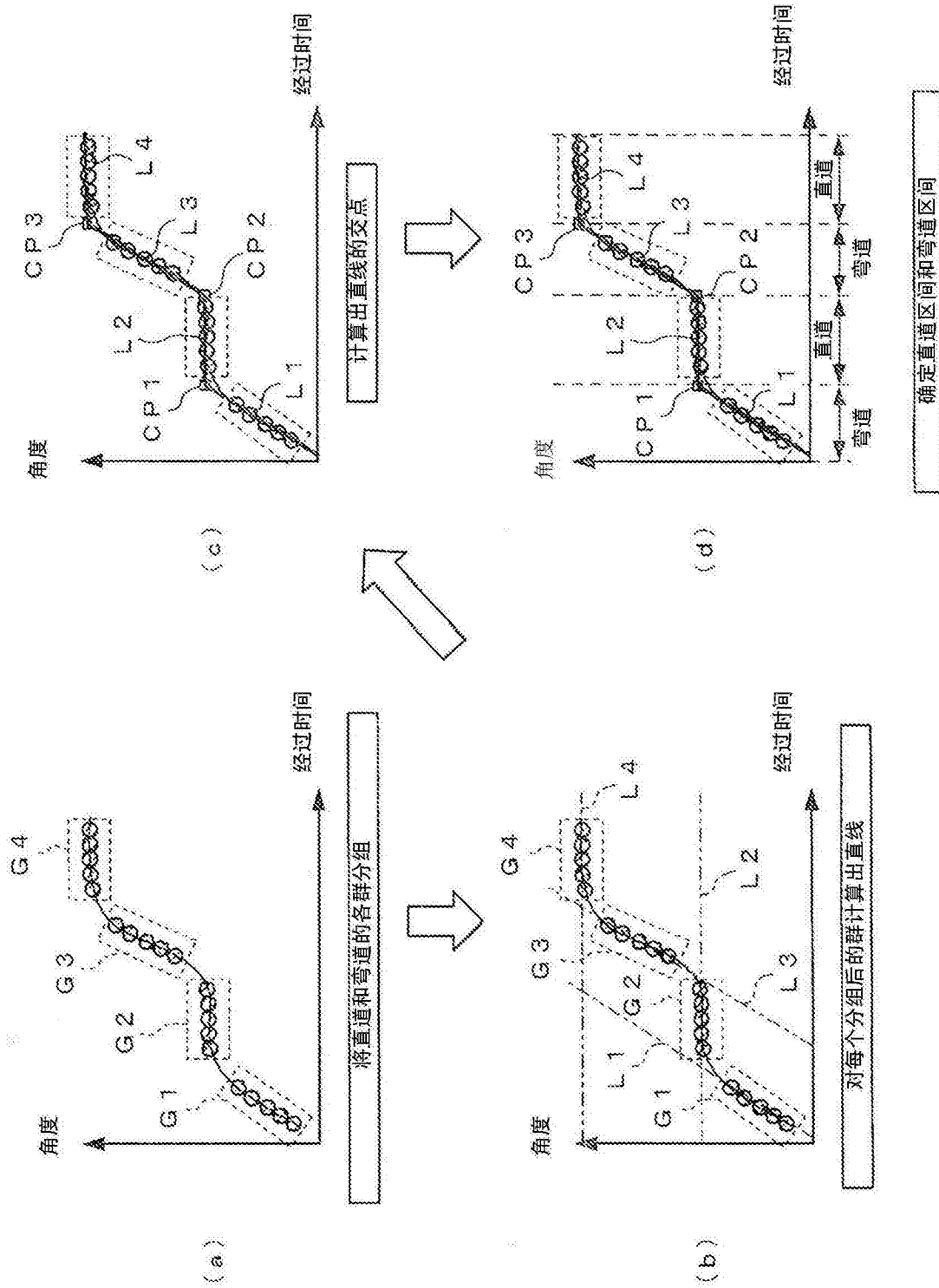


图8

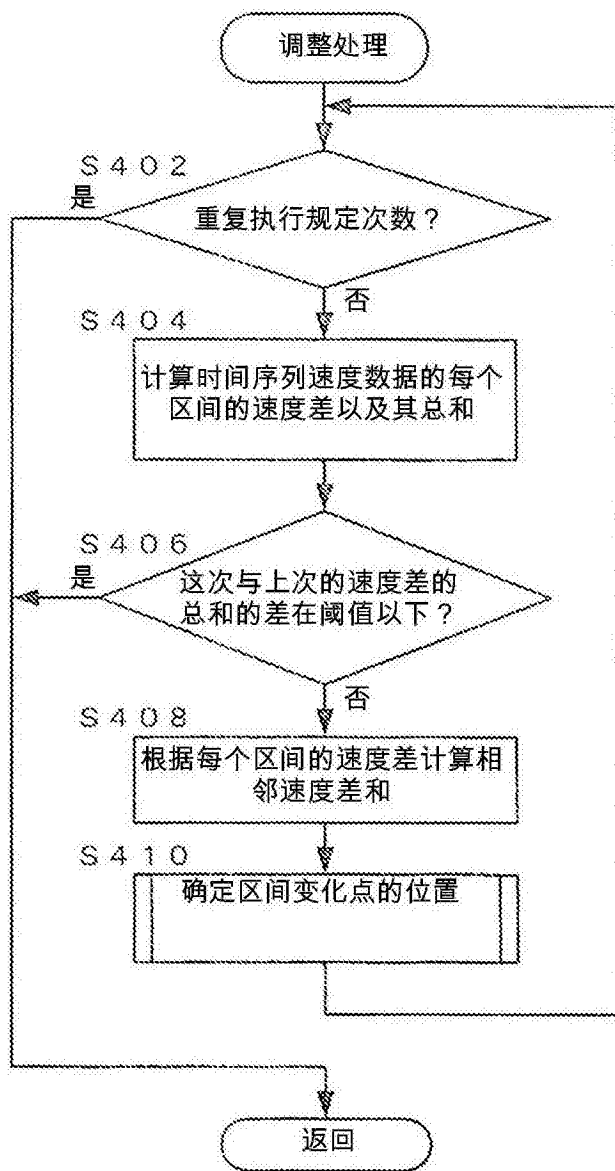


图9

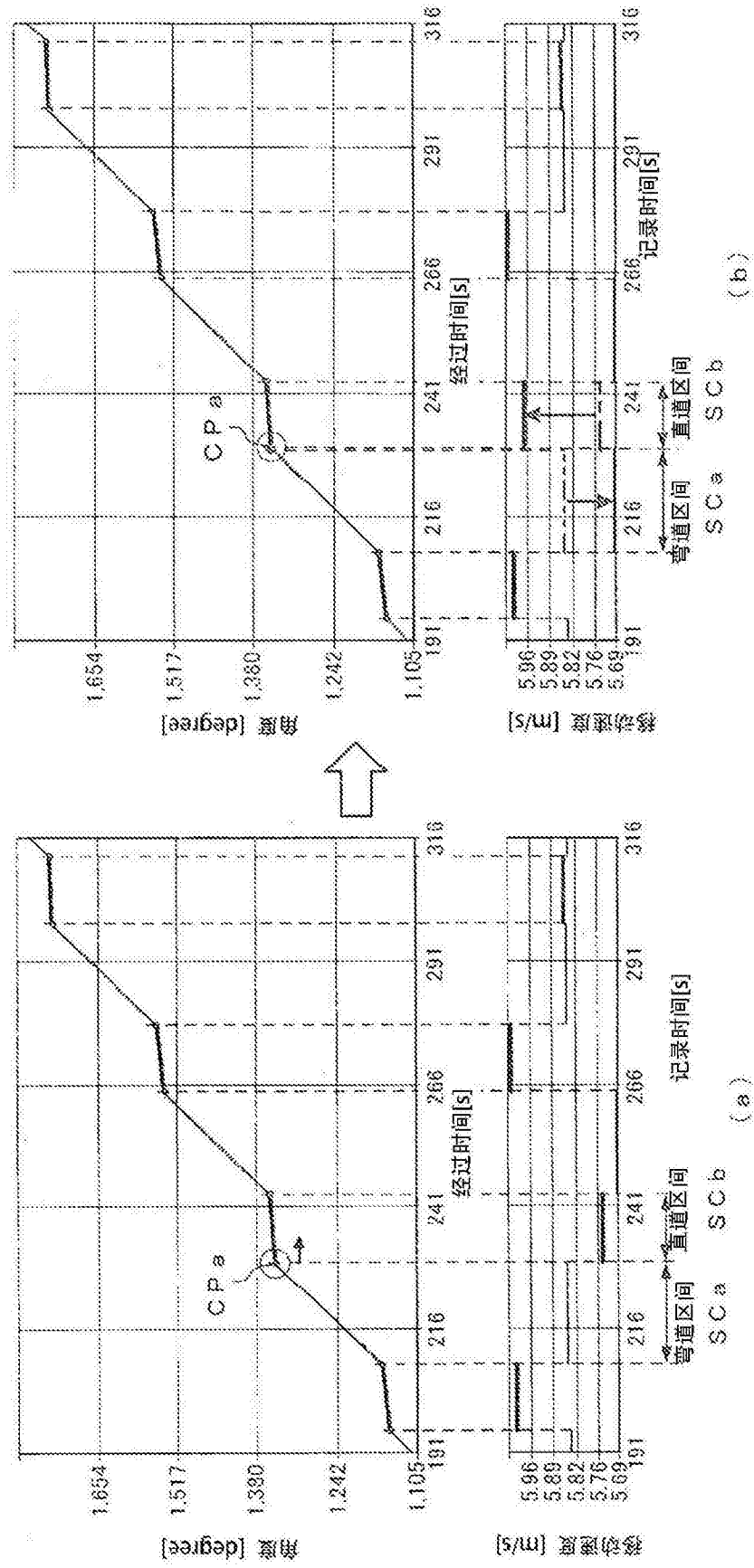


图10

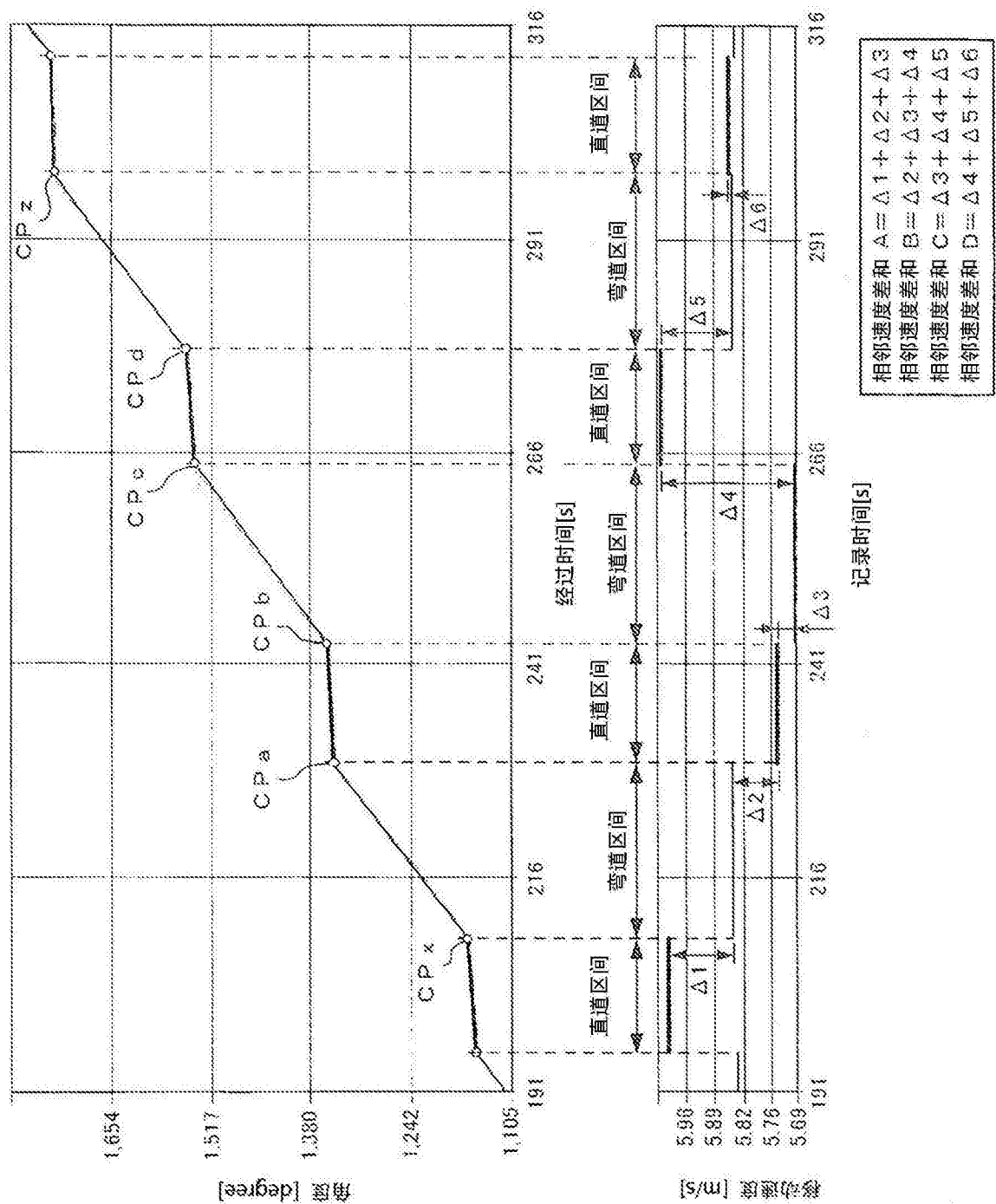


图11

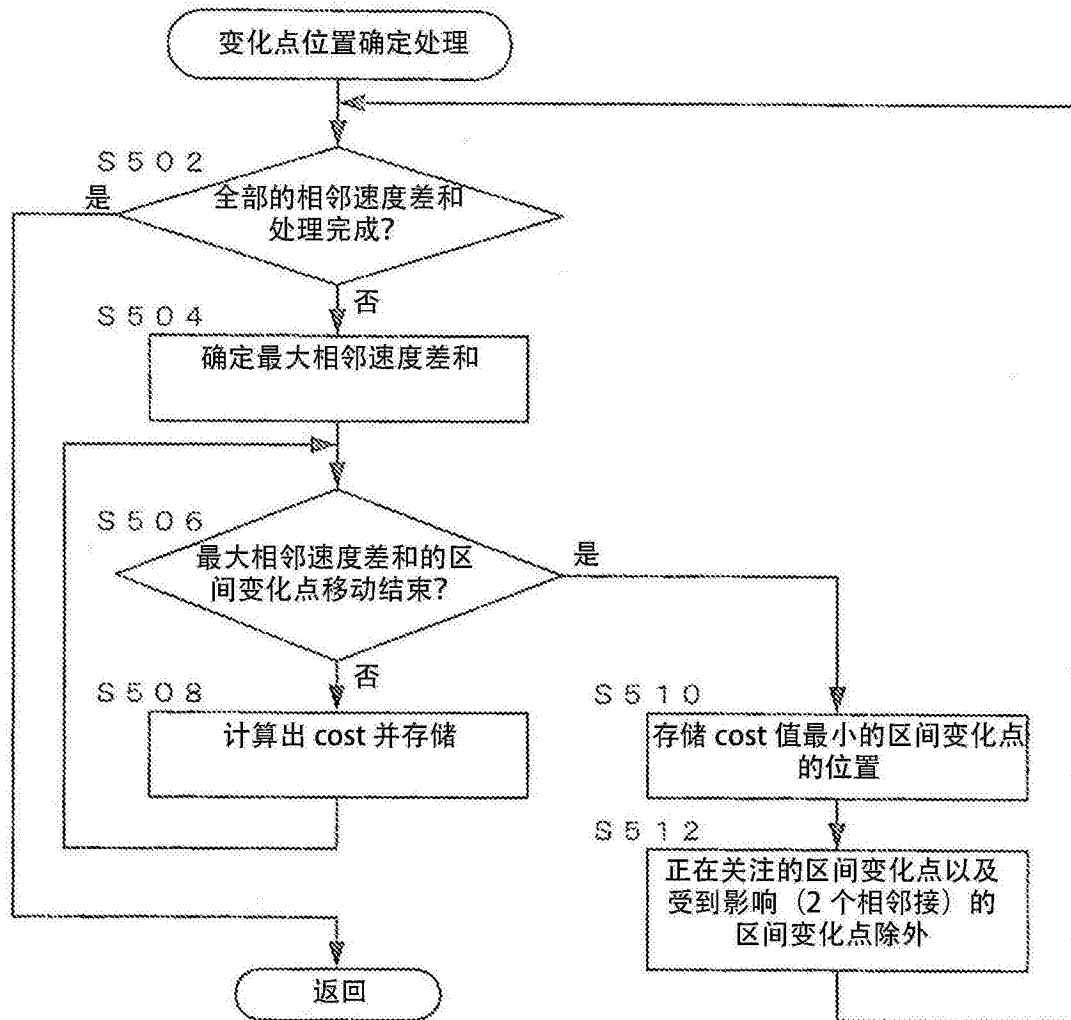


图12

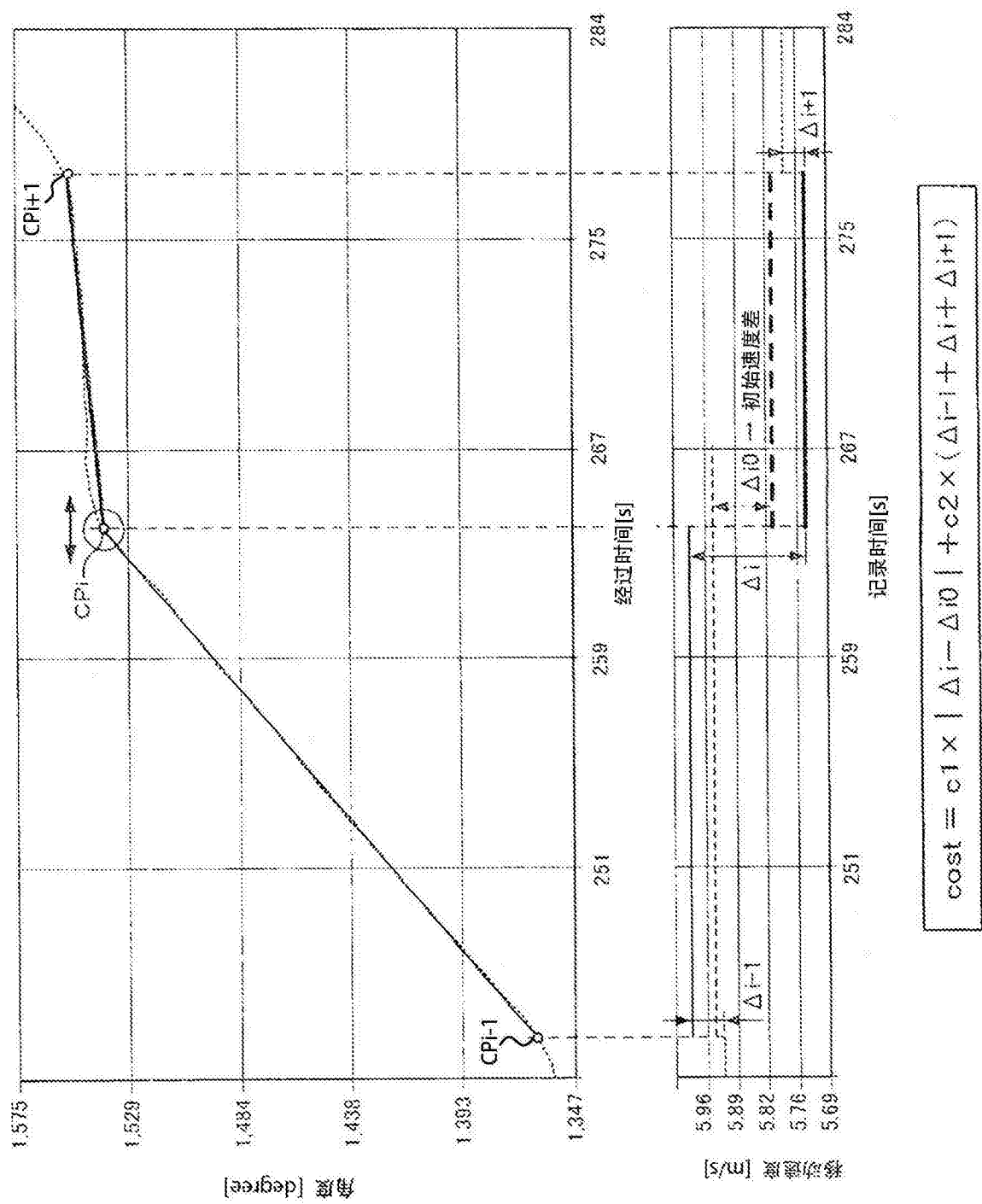


图13

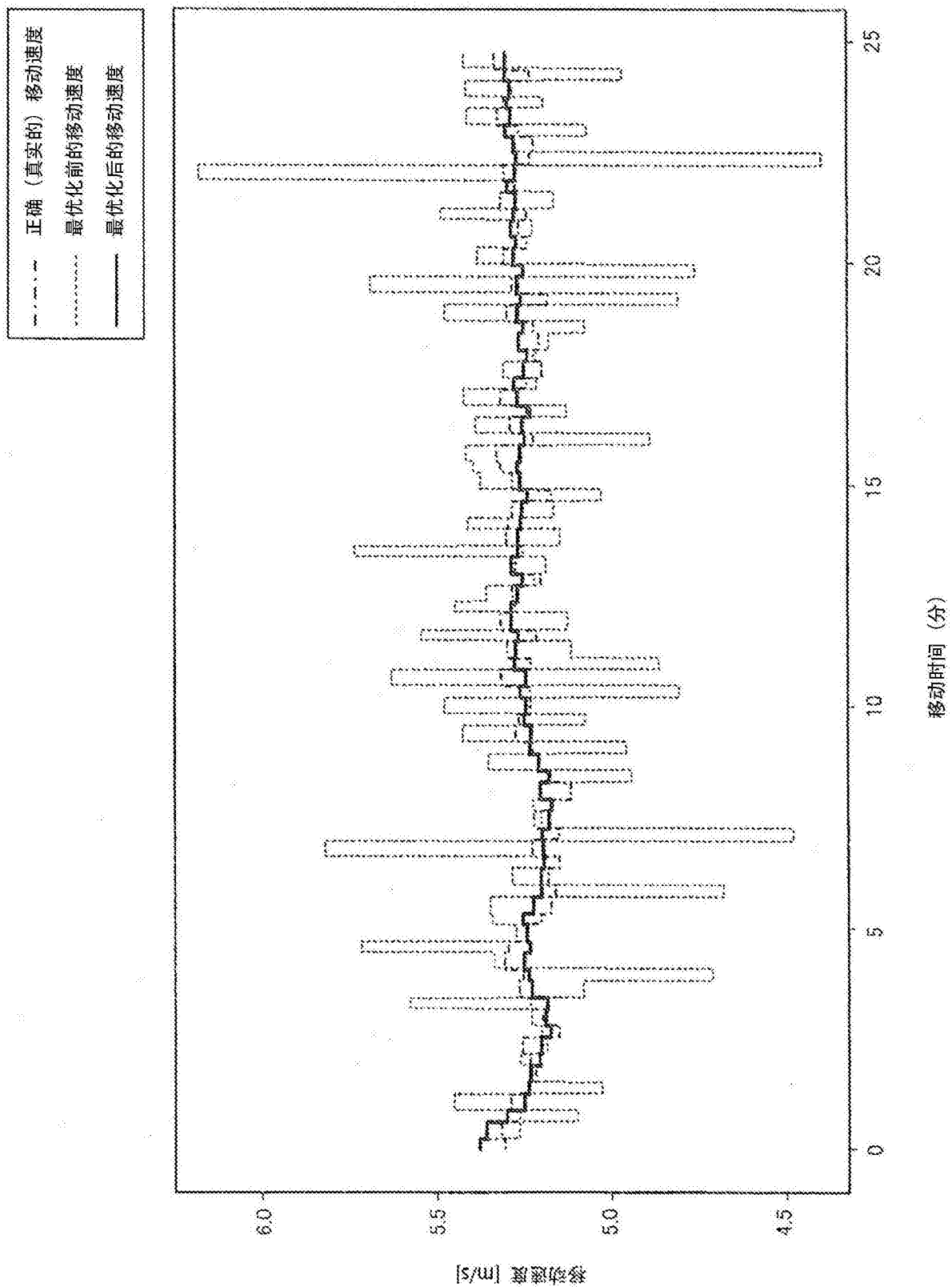


图14