



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102486378 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201010571522. 9

(22) 申请日 2010. 12. 03

(73) 专利权人 国基电子(上海)有限公司  
地址 201613 上海市松江区松江出口加工区  
南乐路 1925 号  
专利权人 鸿海精密工业股份有限公司

(72) 发明人 李东明 滕玮 吕启明

(51) Int. Cl.  
G01C 21/26(2006. 01)  
G01S 19/39(2010. 01)

(56) 对比文件  
US 5925082 A, 1999. 07. 20, 全文.  
US 4463347, 1984. 07. 31, 全文.  
US 2005/0206562 A1, 2005. 09. 22, 全文.  
US 2009/0326809 A1, 2009. 12. 31, 全文.

审查员 杨庆林

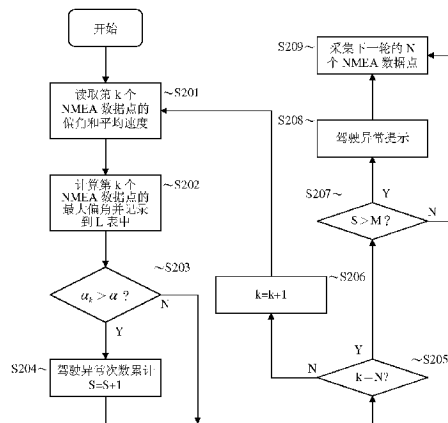
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种行车轨迹警示方法与导航装置

(57) 摘要

一种行车轨迹警示方法,适用于导航装置,所述方法包括:经由所述导航装置中的导航模块取得多个定位数据点;计算取得对应所述多个定位数据点之多个偏角与多个平均速度;根据所述多个平均速度计算取得所述多个定位数据点的多个最大偏角;当其中一个定位数据点的偏角大于其最大偏角时,将异常驾驶次数加1;以及当所述异常驾驶次数大于预设临界值时,发出驾驶异常警示。上述的行车轨迹警示方法自动发出安全驾驶提示给驾驶员,从而减少交通事故的发生,并提高汽车行驶安全。



1. 一种行车轨迹警示方法,适用于导航装置,其特征在于,所述行车轨迹警示方法包括:

利用所述导航装置中的导航模块执行定位操作;

经由所述导航模块取得第一定位数据点与第二定位数据点;

根据所述第一与第二定位数据点计算取得所述第二定位数据点之第二平均速度与第二偏角;

根据所述第二平均速度计算所述第二定位数据点之第二最大偏角;

当所述第二偏角大于所述第二最大偏角时,将异常驾驶次数加1;以及

当所述异常驾驶次数大于预设临界值时,发出驾驶异常警示。

2. 如权利要求1所述之行车轨迹警示方法,其特征在于,更包括下列步骤:

自所述第一定位数据点撷取第一地面速度;

自所述第二定位数据点撷取第二地面速度;以及

根据所述第一与第二地面速度计算取得所述第二平均速度。

3. 如权利要求1所述之行车轨迹警示方法,其特征在于,更包括下列步骤:

自所述第一定位数据点撷取第一地面方向;

自所述第二定位数据点撷取第二地面方向;以及

根据所述第一与第二地面方向计算取得所述第二偏角。

4. 如权利要求1所述之行车轨迹警示方法,其特征在于,更包括当取得其中一个定位数据点时,根据定位状态判断所述取得之定位数据点是否有效。

5. 如权利要求1所述之行车轨迹警示方法,其特征在于,利用下列公式计算所述第二最大偏角:

$$\alpha = \frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi},$$

其中,  $\alpha$  表示所述第二最大偏角,  $\bar{V}$  表示所述第二平均速度,  $\mu$  表示一横向力系数、 $i$  表示一横向坡度,  $\pi$  表示圆周率。

6. 如权利要求1所述之行车轨迹警示方法,其特征在于,利用下列公式计算所述第二偏角:

$$\alpha_k = \begin{cases} ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) < 90 \\ ABS(ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) - 360) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) > 90 \end{cases}$$

其中,  $\alpha_k$  表示所述第二偏角, ABS 表示绝对值函数,  $\theta_{k-1}$  与  $\theta_k$  分别表示所述第一与第二地面方向,  $k=2, 3, \dots, N$ 。

7. 一种导航装置,其特征在于,包括:

导航模块,其用于执行一定位操作并产生第一定位数据点与第二定位数据点;

导航系统,其用于自所述导航模块取得所述第一与第二定位数据点;

计算模块,其用于根据所述第一与第二定位数据点计算取得所述第二定位数据点之第二平均速度与第二偏角;

判断模块,其用于根据所述第二平均速度计算所述第二定位数据点之第二最大偏角,当所述第二偏角大于所述第二最大偏角时,将异常驾驶次数加1,以及当所述异常驾驶次数

大于预设临界值时,发出驾驶异常警示;以及  
输出装置,其用于显示所述驾驶异常警示。

8. 如权利要求 7 所述之导航装置,其特征在于,更包括一解析模块,所述解析模块自所述第一定位数据点撷取第一地面速度,以及自所述第二定位数据点撷取第二地面速度,其中所述计算模块根据所述第一与第二地面速度计算取得所述第二平均速度。

9. 如权利要求 7 所述之导航装置,其特征在于,更包括一解析模块,其中所述解析模块自所述第一定位数据点撷取一第一地面方向,以及自所述第二定位数据点撷取一第二地面方向;所述计算模块根据所述第一与第二地面方向计算取得所述第二偏角。

10. 如权利要求 7 所述之导航装置,其特征在于,当取得其中定位数据点时,所述导航系统根据定位状态判断所述取得之定位数据点是否有效。

11. 如权利要求 7 所述之导航装置,其特征在于,所述判断模块利用下列公式计算所述第二最大偏角:

$$\alpha = \frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi},$$

其中,  $\alpha$  表示所述第二最大偏角,  $\bar{V}$  表示所述第二平均速度,  $\mu$  表示一横向力系数、 $i$  表示一横向坡度,而  $\pi$  表示圆周率。

12. 如权利要求 7 所述之导航装置,其特征在于,所述计算模块利用下列公式计算所述第二偏角:

$$\alpha_k = \begin{cases} ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) < 90 \\ ABS(ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) - 360) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) > 90 \end{cases},$$

其中,  $\alpha_k$  表示所述第二偏角,ABS 表示绝对值函数,  $\theta_{k-1}$  与  $\theta_k$  分别表示所述第一与第二地面方向,而  $k=2,3,\dots,N$ 。

## 一种行车轨迹警示方法与导航装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种导航装置,尤其涉及一种导航装置的行车轨迹警示方法。

### 背景技术

[0002] 当汽车行驶在弯道上时,对弯道最小半径的界限实质是汽车行驶在公路曲线部分时,所产生的离心力等横向力不超过轮胎与路面的摩阻力所允许的上限。当拐弯(包括直道拐弯和弯道拐弯)时,拐弯的弯曲半径都不能小于弯道最小半径的上限,否则车辆将发生滑移或者倾覆而造成交通事故。

[0003] 驾驶员在饮酒后或疲劳等不安全状态下驾车时,汽车的行驶轨迹通常会呈 S 型,即车辆在行驶中会频繁地出现拐弯的状况,如何通过一种安全辅助系统来避免或减少意外事故的发生,将是一门重要的课题。

[0004] 现有技术揭示了一种红外眼球扫描仪,当镜头对准驾驶员的眼球时,扫描仪就会连续发出红外线来扫描眼球中的眼白部分,从而判断驾驶员的疲劳程度。然而,红外线照射人眼会导致眼球损伤。

[0005] 现有技术又揭示了一种影像辨别装置,利用视讯影像处理技术对驾驶员的人眼进行定位,并对眼皮的张开与闭合进行判断。但所述技术很容易受环境干扰而出现误差。

[0006] 现有技术更揭示了一种血压辨别装置,用于侦测驾驶员的血压是否有不正常来判断司机的身体状况。然而,由于佩戴麻烦,且有时驾驶员的生理现象会因为许多不明因素而有误判的状况。

### 发明内容

[0007] 有鉴于此,需提供一种行车轨迹警示方法。

[0008] 同时,还需提供一种使用所述行车轨迹警示方法的导航装置。

[0009] 一种行车轨迹警示方法,适用于导航装置,包括经由所述导航装置中的导航模块取得多个定位数据点;计算取得对应所述多个定位数据点之多个偏角与多个平均速度;根据所述多个平均速度计算取得所述多个定位数据点的多个最大偏角;当其中一个定位数据点的偏角大于其最大偏角时,将异常驾驶次数加 1;以及当所述异常驾驶次数大于预设临界值时,发出驾驶异常警示。

[0010] 在上述的行车轨迹警示方法中,取得所述多个定位数据点之步骤更包括自所述多个定位数据点取得多个地面速度与多个地面方向,用于计算取得所述多个偏角与所述多个平均速度。

[0011] 一种行车轨迹警示方法,适用于导航装置,包括利用所述导航装置中的导航模块执行定位操作;经由所述导航模块取得第一定位数据点与第二定位数据点;根据所述第一与第二定位数据点计算取得所述第二定位数据点之第二平均速度与第二偏角;根据所述第二平均速度计算取得所述第二定位数据点之第二最大偏角;当所述第二偏角大于所述第二最大偏角时,将异常驾驶次数加 1;以及当所述异常驾驶次数大于预设临界值时,发出驾驶异常

警示。

[0012] 上述的行车轨迹警示方法中更包括自所述第一定位数据点撷取第一地面速度；自所述第二定位数据点撷取第二地面速度；以及根据所述第一与第二地面速度计算取得所述第二平均速度。

[0013] 上述的行车轨迹警示方法中更包括自所述第一定位数据点撷取第一地面方向；自所述第二定位数据点撷取第二地面方向；以及根据所述第一与第二地面方向计算取得所述第二偏角。

[0014] 上述的行车轨迹警示方法中更包括利用下列公式计算所述第二最大偏角：

$$[0015] \quad \alpha = \frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi},$$

[0016] 其中， $\alpha$  表示所述第二最大偏角， $\bar{V}$  表示所述第二平均速度， $\mu$  表示横向力系数， $i$  表示横向坡度，而  $\pi$  表示圆周率。

[0017] 上述的行车轨迹警示方法中更包括利用下列公式计算所述第二偏角：

$$[0018] \quad \alpha_k = \begin{cases} ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) < 90 \\ ABS(ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) - 360) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) > 90 \end{cases},$$

[0019] 其中， $\alpha_k$  表示所述第二偏角，ABS 表示绝对值函数， $\theta_{k-1}$  与  $\theta_k$  分别表示所述第一与第二地面方向，而  $k=2, 3, \dots, N$ 。

[0020] 本发明实施方式中的导航装置包括导航模块、导航系统、计算模块、判断模块以及输出装置。所述导航模块用于产生多个定位数据点。所述导航系统用于自所述导航模块取得所述多个定位数据点。所述计算模块用于计算取得对应所述多个定位数据点之多个偏角与多个平均速度。所述判断模块用于根据所述多个平均速度计算取得所述多个定位数据点的多个最大偏角，当其中一个定位数据点的偏角大于其最大偏角时，将异常驾驶次数加 1，以及当所述异常驾驶次数大于预设临界值时，发出驾驶异常警示。输出装置用于显示所述驾驶异常警示。

[0021] 上述的导航装置更包括解析模块，用于自所述多个定位数据点取得多个地面速度与多个地面方向，并且计算取得所述多个偏角与所述多个平均速度。

[0022] 本发明实施方式中的导航装置包括导航模块、导航系统、计算模块、判断模块以及输出装置。所述导航模块用于执行一定位操作并产生第一定位数据点与第二定位数据点。所述导航系统用于自所述导航模块取得所述第一与第二定位数据点。所述计算模块用于根据所述第一与第二定位数据点计算取得所述第二定位数据点之第二平均速度与第二偏角。所述判断模块用于根据所述第二平均速度计算所述第二定位数据点之第二最大偏角，当所述第二偏角大于所述第二最大偏角时，将异常驾驶次数加 1，以及当所述异常驾驶次数大于预设临界值时，发出驾驶异常警示。输出装置用于显示所述驾驶异常警示。

[0023] 上述的导航装置更包括解析模块，所述解析模块自所述第一定位数据点撷取第一地面速度，以及自所述第二定位数据点撷取第二地面速度，其中所述计算模块根据所述第一与第二地面速度计算取得所述第二平均速度。

[0024] 上述的导航装置更包括解析模块，其中所述解析模块自所述第一定位数据点撷取一第一地面方向，以及自所述第二定位数据点撷取一第二地面方向；所述计算模块根据所

述第一与第二地面方向计算取得所述第二偏角。

[0025] 上述的导航装置更包括所述判断模块利用下列公式计算所述第二最大偏角：

$$[0026] \quad \alpha = \frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi},$$

[0027] 其中， $\alpha$  表示所述第二最大偏角， $\bar{V}$  表示所述第二平均速度， $\mu$  表示横向力系数、 $i$  表示横向坡度，而  $\pi$  表示圆周率。

[0028] 上述的导航装置更包括所述计算模块利用下列公式计算所述第二偏角：

$$[0029] \quad \alpha_k = \begin{cases} ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) < 90 \\ ABS(ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) - 360) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) > 90 \end{cases}$$

[0030] 其中， $\alpha_k$  表示所述第二偏角，ABS 表示绝对值函数， $\theta_{k-1}$  与  $\theta_k$  分别表示所述第一与第二地面方向，而  $k=2, 3, \dots, N$ 。

[0031] 上述的行车轨迹警示方法与使用所述行车轨迹警示方法的导航装置，通过分析全球定位系统(Global Positioning System, 以下简称为 GPS) 产生的数据来计算经纬度数值、地面速度(Speed over Ground)和地面方向(Course over Ground)来分析汽车行驶的轨迹路线。当出现拐弯半径小于规定值时，自动发出安全驾驶提示给驾驶员，从而减少交通事故的发生，提高汽车行驶安全。

## 附图说明

[0032] 图 1 是包括本发明之一种实施方式之计算偏角和平均速度以产生角度速度表的方法流程图。

[0033] 图 2 是包括本发明之一种实施方式之行车轨迹警示方法的方法流程图。

[0034] 图 3 是汽车行驶的轨迹曲线示意图。

[0035] 图 4 是本发明之一种实施方式之导航装置的模块架构示意图。

[0036] 主要元件符号说明

[0037] 导航装置 400

[0038] GPS 导航系统 410

[0039] GPS 模块 420

[0040] 存储装置 430

[0041] 解析模块 440

[0042] 计算模块 450

[0043] 判断模块 460

[0044] 输出装置 470

## 具体实施方式

[0045] 本发明一种实施方式之行车轨迹警示方法系克服现有技术的不足，提供一种能根据汽车行驶之地面方向偏移的大小，对疲劳驾驶进行智能提醒。本发明方法可以应用在现有的导航装置上，所述方法可以软件方式来实现，而不需增加额外的硬件成本。

[0046] 本发明一种实施方式之行车轨迹警示方法包括：(1) 对 GPS 定位信息的读取和解

析,以计算GPS数据点的偏角和平均速度;以及(2)根据汽车行驶中之地面方向偏移的大小来判断驾驶员是否有疲劳驾驶。

[0047] 图1是包括本发明之一种实施方式之计算偏角和平均速度以产生角度速度表的方法流程图。

[0048] 首先,启动并初始化导航装置中的GPS导航系统( $k=1$ ,表示指向角度速度表L的第1条记录),并且通过所述导航装置中的GPS模块进行定位(步骤S101)。GPS导航系统的启动方式包括热启动、冷启动或暖启动。GPS导航系统每隔固定间隔时间,例如1秒,或固定距离,例如100公尺,自GPS模块取得美国国家海洋电子学会(National Marine Electronics Association,以下简称为NMEA)数据点。预设 in 所述固定间隔时间/距离内,总共要取得N个NMEA数据点。

[0049] 需注意到,N的大小跟行车速度与路况有关。因此,根据不同的行车速度与路况,GPS导航系统会自动设定N的值,其操作细节不在本文中赘述,且不用于限定本发明。

[0050] 当接收第k个NMEA数据点时(步骤S102),对所述NMEA数据点进行解析,以判断第k个NMEA数据点是否有效(步骤S103), $k=1,2,\dots,N$ 。

[0051] 所述解析操作系读取第k个NMEA数据点的GPS建议最小传输数据(Global Position Recommended Minimum Specific,以下简称为GPRMC)语句(Sentence)来判断第k个NMEA数据点是否有效。GPRMC语句分为12个字段(Field),如下所示:

[0052]

<1>	世界标准时间 (Coordinated Universal Time, UTC): 格式 = hhmmss.sss (时时分分秒秒.秒秒秒)
<2>	定位状态: A=有效定位; V=无效定位
<3>	纬度: 格式 = ddmm.mmmm (度度分分.分分分)
<4>	纬度区分: N=北半球; S=南半球
<5>	经度: 格式 = dddmm.mmmm (度度分分.分分分)
<6>	经度区分: E=东经; W=西经
<7>	地面速度: 0.0~1851.8 节(knots)
<8>	地面方向: 000.0~359.9 度
<9>	UTC 日期: 格式 = ddmmyy (日日月月年年)
<10>	磁极变量 (磁偏角): 000.0~180.0 度
<11>	磁方位角: E (东) 或 W (西)
<12>	模式指示

[0053] 其中,GPRMC语句中的第<2>字段用于判断读取到的NMEA数据点是否有效。

[0054] 若所述NMEA数据点有效,则从GPRMC语句中的第<7>、<8>字段撷取第k个NMEA数据点的地面速度 $V_k$ 与地面方向 $\theta_k$ (步骤S104)。若无效,则回到步骤S12,继续取得下一

个 NMEA 数据点。将第 k 个 NMEA 数据点中记录的的地面速度  $V_k$  与地面方向  $\theta_k$  记录到角度速度表 L 中(步骤 S105)。

[0055] 判断角度速度表 L 中是否已记录了 N 个 NMEA 数据点( $k = N?$ ) (步骤 S106)。若否,则令  $k = k + 1$  (步骤 S107) 以继续读取下一个 NMEA 数据点,并重复执行步骤 S102 ~ S106,以取得和记录剩余 NMEA 数据点的地面速度  $V_k$  与地面方向  $\theta_k$  到角度速度表 L 中。

[0056] 当角度速度表 L 中已记录了 N 个 NMEA 数据点时,开始计算从第 2 个点到第 N 个点的实际偏角和平均速度,故设定  $k = 2$  (表示指向角度速度表 L 中的第 2 条纪录) (步骤 S108),并且计算第 k 个 NMEA 数据点的偏角  $\alpha_k$  (步骤 S109)。第 k 个 NMEA 数据点的实际偏角等于第 k 个 NMEA 数据点的地面方向与第 k-1 个 NMEA 数据点的地面方向的夹角,可利用下文中的夹角公式 (7) 计算。

[0057] 接着,计算第 k 个 NMEA 数据点的平均速度  $\bar{V}_k$  (步骤 S110)。第 k 个 NMEA 数据点的平均速度等于第 k 个 NMEA 数据点之地面速度和第 k-1 个 NMEA 数据点之地面速度的平均值。把第 k 个 NMEA 数据点的实际偏角  $\alpha_k$  和平均速度  $\bar{V}_k$  记录到角度速度表 L 中的第 k 条记录中(步骤 S111)。判断是否已对所有 NMEA 数据点完成计算(即, $k = N?$ ) (步骤 S112)。

[0058] 若还有 NMEA 数据点未完成计算,则令  $k = k + 1$  (步骤 S113),并重复执行步骤 S109 ~ S111,以计算剩下 NMEA 数据点的实际偏角和平均速度,并且记录到角度速度表 L 中(总共有 N-1 条记录)。若所有 NMEA 数据点都已完成计算,则结束本流程,并且接着执行图 2 的方法流程。

[0059] 图 2 是包括本发明之一种实施方式之行车轨迹警示方法的方法流程图,用于判断是否发生驾驶异常。

[0060] 初始设定包括设定驾驶异常次数  $S = 0$  且  $k = 2$ 。读取第 k 个 NMEA 数据点的偏角  $\alpha_k$  和平均速度  $\bar{V}_k$  (步骤 S201),并且根据第 k 个 NMEA 数据点的平均速度来计算其最大偏角 (步骤 S202)。判断第 k 个 NMEA 数据点的实际偏角  $\alpha_k$  是否大于其最大偏角  $\alpha$  (步骤 S203)。若实际偏角  $\alpha_k$  大于其最大偏角  $\alpha$ ,则将异常驾驶次数加 1 ( $S = S + 1$ ) (步骤 S204)。

[0061] 不论第 k 个 NMEA 数据点的实际偏角是否大于其最大偏角,下一步骤都要判断是否已对所有 NMEA 数据点完成计算,即判断 k 是否等于 N (步骤 S205)。若还有 NMEA 数据点未完成计算,则令  $k = k + 1$  (步骤 S206),并重复执行步骤 S201 ~ S205。

[0062] 当 N 个 NMEA 数据点完成计算之后,判断异常驾驶次数 S 是否大于预设界限值 M (步骤 S207)。在本发明一种实施方式中,界限值 M 预设为 3。若异常驾驶次数 S 大于界限值 M,则发出驾驶异常警示(步骤 S208),以提醒驾驶员注意安全。

[0063] 当已发出驾驶异常警示,或者未发生驾驶异常,即  $S < M$ ,则重复第 1、2 图的操作步骤,以继续收集下一轮的 N 个 NMEA 数据点,并且进行分析与判断操作(步骤 S209)。

[0064] 下文说明公路工程技术标准的弯道半径界限公式。

[0065] 参考中华人民共和国交通部 2004 年 01 月 29 日发布的「公路工程技术标准」(JTGB01-2003),车辆在弯道上行驶的受力状况可根据公式 (1) 得到:

$$[0066] \quad R = \frac{\bar{V}^2}{127 \times (\mu + i)} \dots\dots(1),$$



[0067] 其中,  $R$  为弯曲半径(m),  $\bar{V}$  为车辆平均速度(km/h),  $\mu$  为横向力系数, 而  $i$  为路面的横向坡度。此外, 界限值为路面与轮胎之间的横向摩擦阻力系数。

[0068] 当汽车的拐弯半径小于界限值时, 可能发生滑移或者倾覆, 造成交通事故。所以, 在直道或弯道上行驶时, 汽车的拐弯半径小于这个界限值将被判定为不安全的拐弯。

[0069] 下文说明由 GPS 数据分析车辆拐弯是否安全。

[0070] 如图 3 所示, 在汽车行驶的轨迹曲线中, 每隔一秒标记一个分析点, 也就是 GPS 数据点(即, NMEA 数据点)。连续两个 GPS 数据点上, 如果地面方向值有变化, 则在这 1 秒内汽车的轨迹一定是曲线, 也就是汽车有拐弯。因此, 可通过分析这段曲线的弯曲程度来判定这个拐弯是否安全。

[0071] 根据研究数据, 行驶中的汽车其重心的轨迹在几何性质上有以下特征:

[0072] (1) 轨迹是连续且圆滑的;

[0073] (2) 曲率是连续的, 任一点不出现两个曲率值; 以及

[0074] (3) 曲率变化是连续的, 任一点不出现两个曲率变化率值。

[0075] 在短距离内, 汽车的行驶轨迹线可以被认为平面线, 其是由直线、圆曲线和缓和曲线组成。缓和曲线定义为“『设置在直线和圆曲线之间』或『半径相差较大的两个转向相同的圆曲线之间』的一种曲率连续变化的曲线”。通过分析圆曲线的弯曲程度, 就可以分析平面线的弯曲程度。所以, 在短距离内, 经由分析轨迹曲线中的圆曲线弯曲程度, 来分析汽车行驶的轨迹曲线的弯曲程度。

[0076] 在 2 个 GPS 数据点之间, 例如, 在车辆行驶 1 秒, 因为汽车的惯性作用, 可以假设在 1 秒之内车辆的轨迹是一个恒定半径的弧线。

[0077] 在几何数学中, 圆曲线的弧长公式为:

$$[0078] \quad l = \frac{\theta \times \pi \times r}{180} \dots\dots(2),$$

[0079] 其中,  $\theta$  为圆心角(度), 而  $r$  为圆半径(m)。

[0080] 根据公式 (2), 在已知弧长时, 可得圆半径公式如下:

$$[0081] \quad r = \frac{l \times 180}{\theta \times \pi} \dots\dots(3)。$$

[0082] 汽车行驶 1 秒所得弧长为  $\bar{V} \times l_s$ , 其中  $\bar{V}$  是相邻两个 GPS 数据点之间的地面速度平均值。将弧长带入公式 (3) 可得如下公式:

$$[0083] \quad r = \frac{\bar{V} \times 180}{\theta \times \pi} \dots\dots(4)。$$

[0084] 根据几何数学定理, 弧线 AB 的圆心角为  $\theta$ , 弧线上的 A、B 两点的切线方向夹角是  $\alpha_k$ , 故可得到  $\theta = \alpha_k$ 。因此, 公式 (4) 可改写成如下公式:

$$[0085] \quad r = \frac{\bar{V} \times 180}{\alpha_k \times \pi} \dots\dots(5),$$

[0086] 其中,  $\alpha_k$  是相邻两个 GPS 数据点的地面方向夹角。

[0087] 汽车在拐弯时, 如果  $r < R$ , 则有可能发生滑移或者倾覆。因此, 根据公式 (1) 和 (5)

可得下列公式：

[0088] 
$$\frac{\bar{V} \times 180}{\alpha_k \times \pi} < \frac{\bar{V}^2}{127 \times (\mu + i)} \rightarrow \alpha_k > \frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi} \dots\dots(6)。$$

[0089] 因此,如果相邻两 GPS 数据点的地面方向夹角大于  $\frac{127 \times (\mu + i) \times 180}{\bar{V} \times \pi}$  ( $\alpha$ ) ,则所述拐弯为不安全拐弯,否则为安全拐弯。

[0090] 下文说明对横向力系数( $\mu$ )和路面的横向坡度( $i$ )的数值分析。

[0091] 在公路工程技术标准中,针对不同的要求定义公式(1)中的系数  $\mu$  和  $i$  的值。

[0092] 要求 1:极限最小半径(Limited Minimum Radius)

[0093] 极限最小半径是路线设计中各级公路所能允许的极限值。极限最小半径之横向力系数  $\mu$  及横向坡度  $i$  的设置如下所示：

[0094]

汽车速度 (km/h)	120	100	80	60	40	30	20
$\mu$	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16
$i$ (%)	8	8	8	8	8	8	8

[0095] 要求 2:最小曲线半径(Minimum Radius of Curve)

[0096] 公路工程技术标准中又规定了最小曲线半径,其横向力系数  $\mu$  及横向坡度  $i$  的设置如下所示：

[0097]

汽车速度 (km/h)	120	100	80	60	40	30	20
$\mu$	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
$i$ (%)	6	6	7	8	7	6	6

[0098] 要求 3:不设超高的最小圆曲线半径

[0099] 当弯道路线某一半径大于一定值时,即使汽车在圆曲线外侧行驶也能获得足够的安全性和很好的舒适性。在此种情况下,在弯道路面不设超高,路拱为双向横坡度。又,二级及以上等级公路之路拱的横向坡度设置为  $i=-0.02 \sim -0.01$ ,二级以下公路之路拱的横向坡度设置为  $i=-0.04 \sim -0.03$ ,而横向力系数  $\mu$  的设置为  $\mu=0.035 \sim 0.06$ 。此外,直线段公路的路拱亦为双向横坡度,其坡度值与不设超高的弯道横向坡度值相同。

[0100] 公路工程的弯道设计一般参照上述最小曲线半径,同时为了保证算法的灵敏度,利用表(3)来确定公式(6)中的系数  $\mu$  和  $i$ 。

[0101] 下文说明相邻两个 GPS 数据点之地面方向夹角的计算。

[0102] 汽车在持续前行中,1 秒之内拐弯角度只可能小于 90 度。假设  $\theta_{k-1}$  和  $\theta_k$  是相邻两个 GPS 数据点的地面方向值,则 GPS 数据点  $k$  的地面方向夹角  $\alpha_k$  可利用如下公式计算：

$$[0103] \quad \alpha_k = \begin{cases} ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) < 90 \\ ABS(ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) - 360) & ABS(\theta_k - \theta_{k-1}) > 90 \end{cases} \dots\dots(7),$$

[0104] 其中, ABS 是绝对值函数,  $k=2, 3, \dots, N$ 。

[0105] 图 4 是本发明之一实施方式之导航装置的模块架构示意图。

[0106] 本发明一种实施方式之导航装置 400 包括 GPS 导航系统 410、GPS 模块 420、存储装置 430、解析模块 440、计算模块 450、判断模块 460 以及输出装置 470。

[0107] 在启动导航装置 400 时, GPS 导航系统 410 执行初始化操作, 并且令 GPS 模块 420 进行定位。GPS 导航系统 410 每隔固定间隔时间或距离, 自 GPS 模块 420 取得  $N$  个 GPS(NMEA) 数据点, 并且将所述些数据点存储在存储装置 430 的角速度表  $L$  中。

[0108] 解析模块 440 对每一个 GPS 数据点进行解析, 并且根据某一个 GPS 数据点中的 GPRMC 数据判断其有效时, 自所述 GPRMC 数据撷取地面速度  $V_k$  与地面方向  $\theta_k$ 。解析模块 440 将自每一个 GPS 数据点取得的地面速度  $V_k$  与地面方向  $\theta_k$  都存放在存储装置 430 的角速度表  $L$  中。

[0109] 当已记录  $N$  个 GPS 数据点的 GPRMC 数据时, 计算模块 450 分别计算所有 GPS 数据点的实际偏角  $\alpha_k$  和平均速度  $V_k$ , 并且记录到存储装置 430 的角速度表  $L$  中。

[0110] 判断模块 460 依序自角速度表  $L$  读取每一个 GPS 数据点的实际偏角  $\alpha_k$  和平均速度  $V_k$ , 以计算每一个 GPS 数据点的最大偏角, 并且记录到存储装置 430 的角速度表  $L$  中。接着, 判断模块 460 对每一个 GPS 数据点判断其实际偏角是否大于其最大偏角, 若是, 则异常驾驶次数  $S$  加 1。当对每一个 GPS 数据点都执行完判断操作后, 判断模块 460 将累计的异常驾驶次数  $S$  与预设界限值  $M$ , 例如,  $M = 3$  相比, 并且在异常驾驶次数  $S$  大于界限值  $M$  时, 传送驾驶异常警示至输出装置 470, 以提醒驾驶员注意安全。

[0111] 需注意到, 输出装置 470 可为导航装置 400 的屏幕或扬声器, 而所述驾驶异常警示可为影像、文字或语音。

[0112] 本发明一种实施方式的行车轨迹警示方法的优点包括: (1) 结合现有的 GPS 导航装置, 其可以软件的方式实现, 不需要添加任何额外的硬件成本; (2) 算法不会复杂, 不影响系统效能, 非常适合在嵌入式设备上运行; 以及 (3) 不需要驾驶员的主动配合。

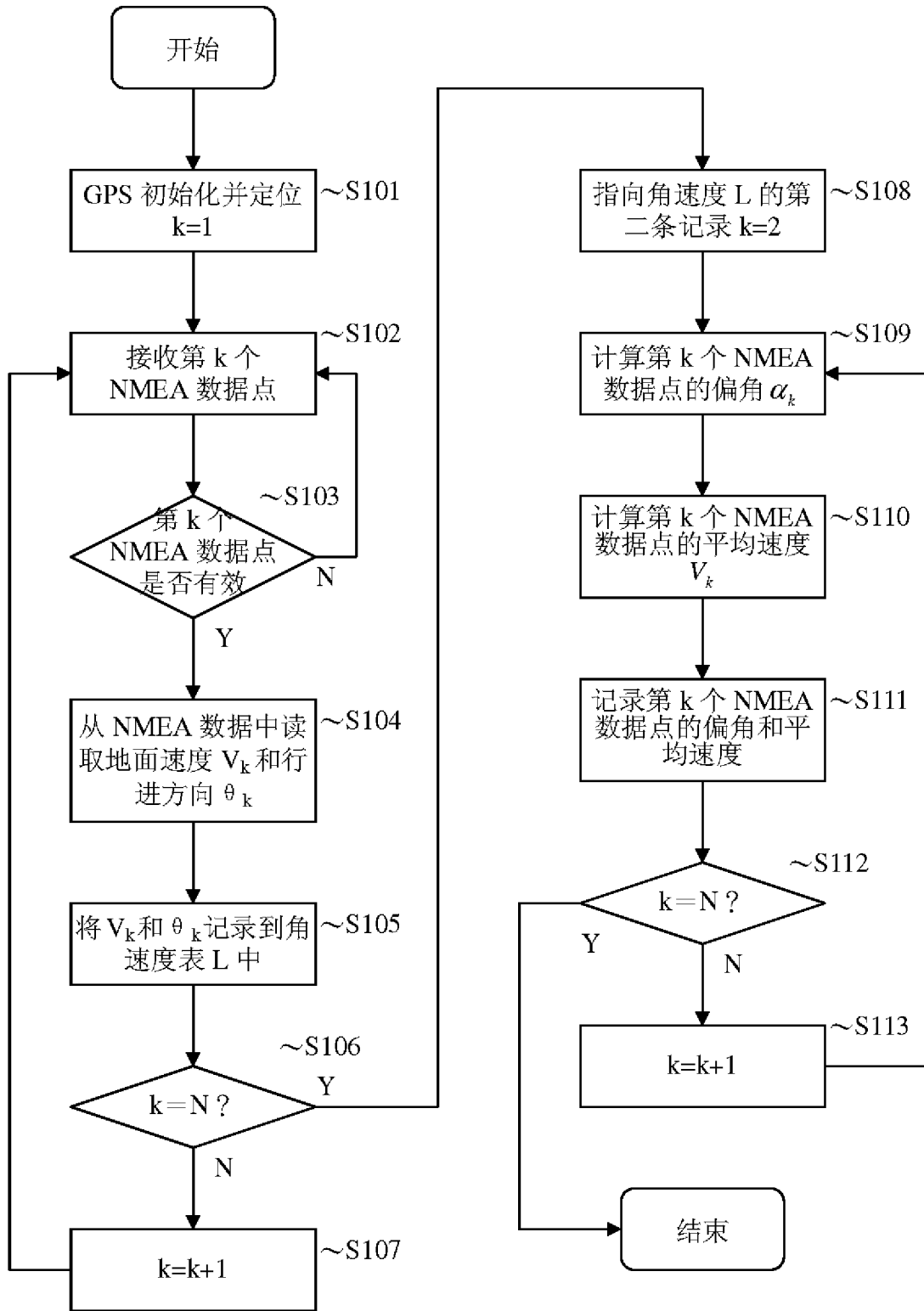


图 1

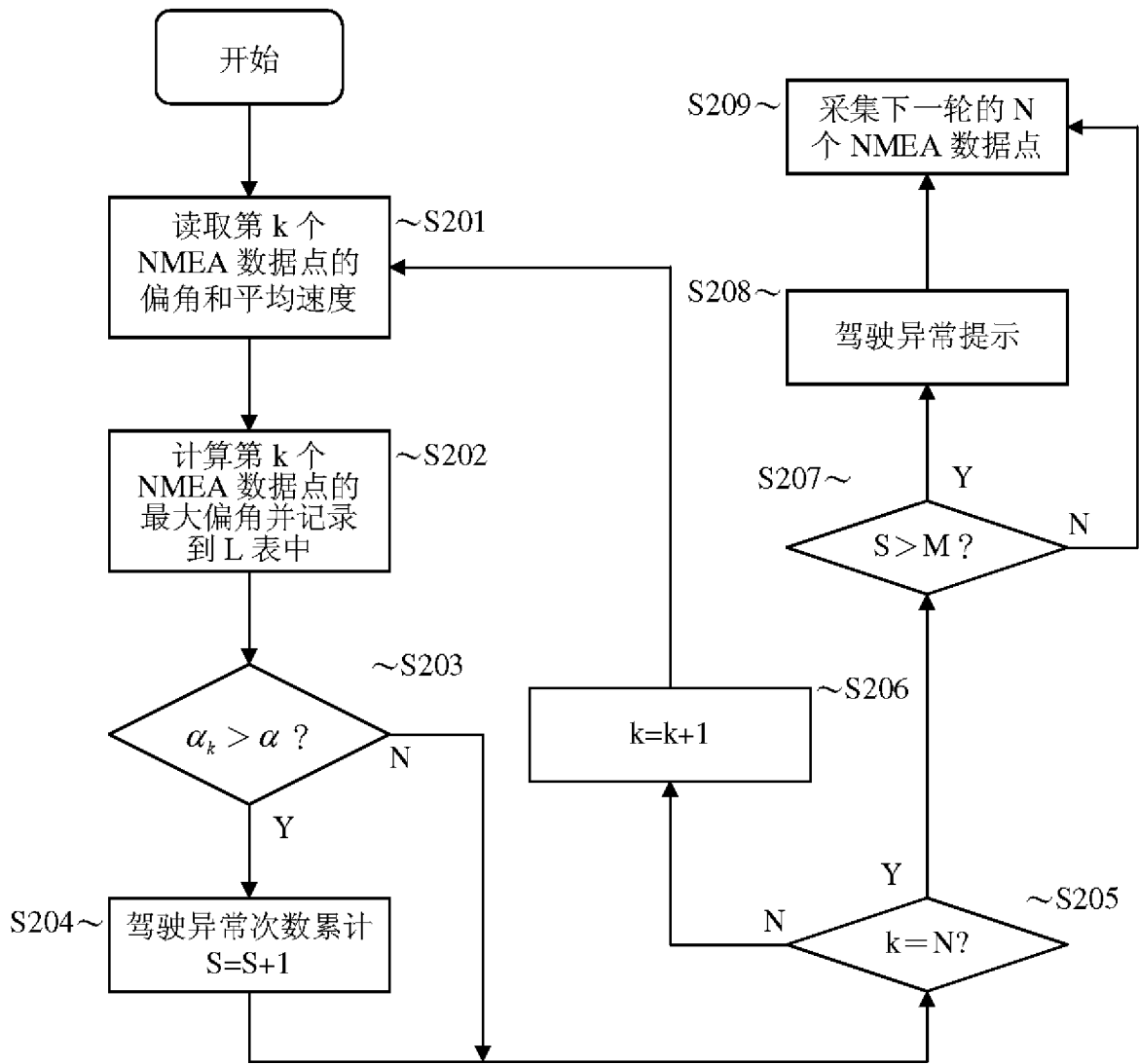


图 2

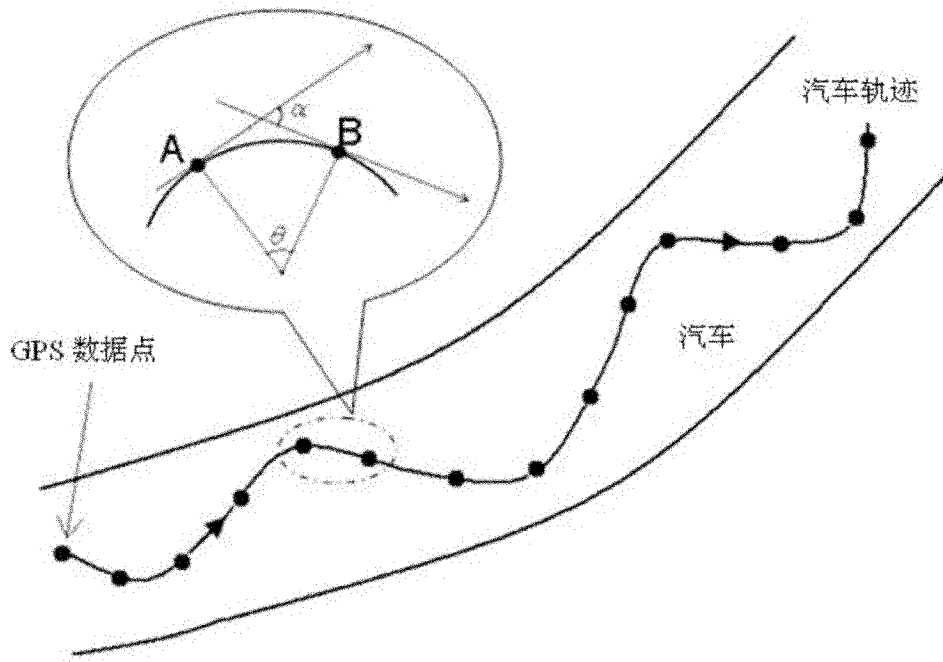


图 3

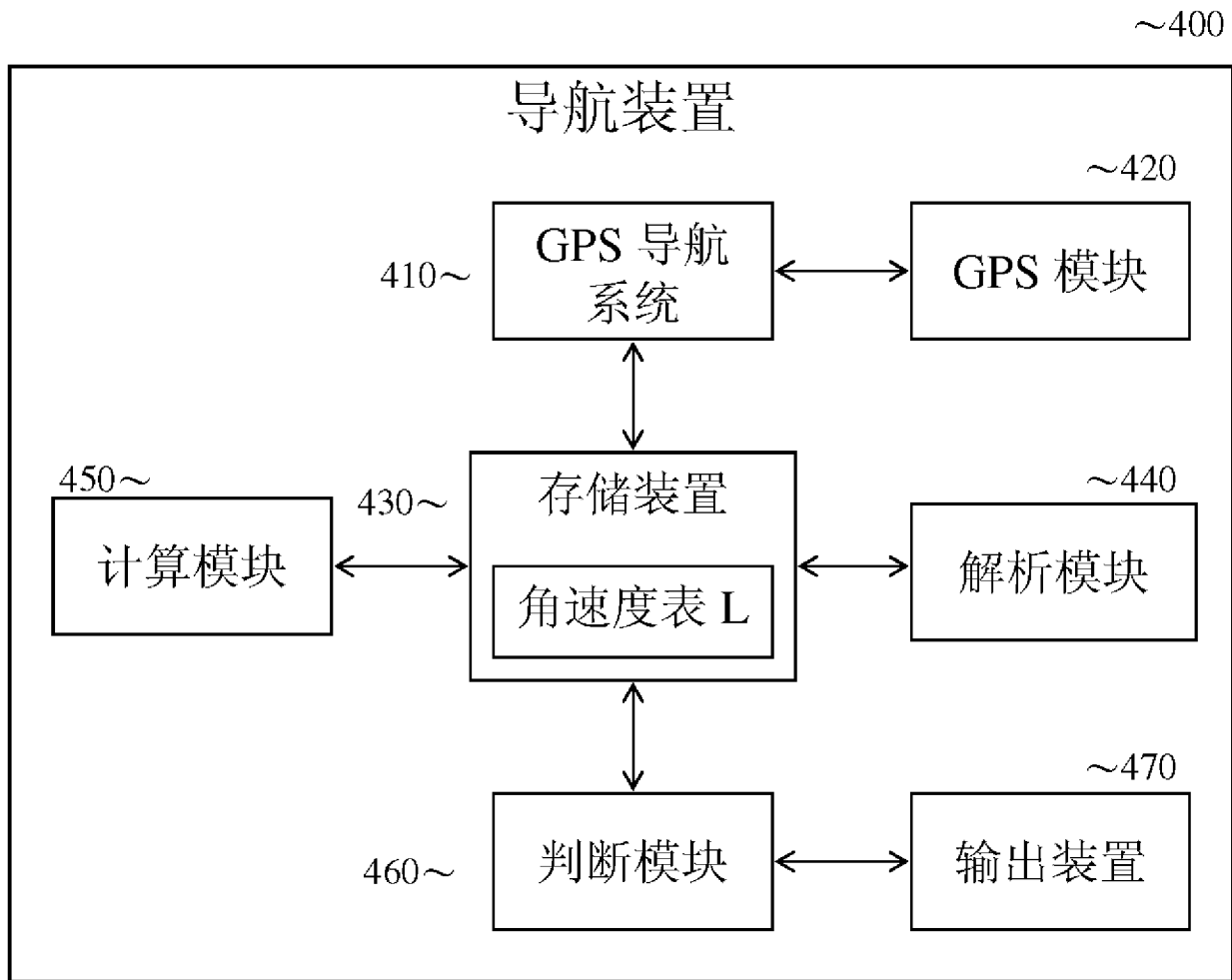


图 4