



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102912714 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 06

(21) 申请号 201210407674. 4

(22) 申请日 2012. 10. 24

(71) 申请人 华东交通大学

地址 330013 江西省南昌市昌北经济开发区
双港路

(72) 发明人 欧阳爱国 刘燕德 王亚平 罗俊

(74) 专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有
限公司 36115

代理人 施秀瑾

(51) Int. Cl.

E01C 23/01 (2006. 01)

H04N 5/232 (2006. 01)

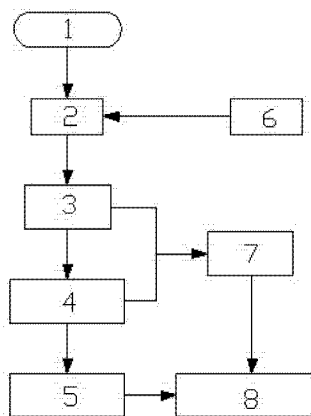
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,本发明的光照模块通过数据线与 CCD 相机连接, CCD 相机通过数据线与高速采集模块连接,高速采集模块通过数据线与图像预处理模块连接,图像预处理模块通过数据线与图像显示模块连接,图像显示模块通过数据线与运动控制模块连接,高速采集模块和图像预处理模块通过数据线与图像无线传输模块连接,图像无线传输模块 7 通过数据线与运动控制模块连接。本发明集成了采集、存储、处理、通信以及控制等模块,系统采用模块化思想,经验证方便灵活可靠,而且价格低廉,界面友好,能够胜任路面裂纹检测的高速、实时、自动的要求。本发明能够方便地应用于路面裂纹图像的采集与处理的场合。



1. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,包括:CCD 相机(2)、高速采集模块(3)、图像预处理模块(4)、图像显示模块(5)、光照模块(6)、图像无线传输模块(7)和运动控制模块(8);其特征在于:光照模块(6)通过数据线与 CCD 相机(2)连接,CCD 相机(2)通过数据线与高速采集模块(3)连接,高速采集模块(3)通过数据线与图像预处理模块(4)连接,图像预处理模块(4)通过数据线与图像显示模块(5)连接,图像显示模块(5)通过数据线与运动控制模块(8)连接,高速采集模块(3)和图像预处理模块(4)通过数据线与图像无线传输模块(7)连接,图像无线传输模块(7)通过数据线与运动控制模块(8)连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其特征在于:光照模块(6)包括光源模块和光线补偿模块。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其特征在于:图像预处理模块(4)包括全局逻辑控制模块和预处理模块。

4. 根据权利要求 1 所述的一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其特征在于:图像无线传输模块(7)采用 S3C2410 微处理器(17),S3C2410 微处理器(17)通过导线与 SDRAM (9)、NAND Flash (10)、串行通信(11)、USB 接口(12)、JTAG 调试(13)、NOR Flash (14)、复位(15)、电源(16)双向连接。

5. 根据权利要求 1 所述的一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其特征在于:运动控制模块(8)是利用 RS485 总线,基于单片机的电机驱动模块,根据处理后的路面裂纹(1)图像评价结果来决定单片机如何控制各电机的运动。

6. 根据权利要求 1 或 3 所述的一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块 4 的预处理过程分为以下三个部分:

(1) 图像增强:本发明采用对比图增强方法;通过改变图像像元的亮度分布态势,扩展灰度分布区间来改变图像像元对比度,从而改善图像质量的图像处理方法;

(2) 阈值分割:采用局部自适应阈值分割算法,其步骤为:将采集到的整幅 $m \times n$ 路面裂纹(1)的图像分为 $M \times N$ 个子图像, m 和 n 分别为 M 和 N 的整数倍;计算其梯度直方图,即计算每个子图像中像素点的梯度分布;对每幅图像进行 OTSU 分割;经过图像的分割后,原图变为二值图像,用 3×3 块的 9 个点的结构元素对该二值图像进行腐蚀,再用该二值图像减去腐蚀的图像,即得到路面裂纹(1)的图像的边缘;

(3) 图像特征提取与匹配:本发明采用几何法,它是建立在裂纹图像纹理基元理论基础上的纹理特征分析方法,实现裂纹图像的分类和最终结果评价。

一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机器视觉领域的系统,特别是一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统。

背景技术

[0002] 机器视觉系统就是利用机器代替人眼来作各种测量和判断。它是计算机学科的一个重要分支,它综合了光学、机械、电子、计算机软硬件等方面的技术,涉及到计算机、图像处理、模式识别、人工智能、信号处理、光机电一体化等多个领域。

[0003] 简言之,机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断。机器视觉系统可提高生产线的柔性和自动化程度,在一些不适合人工作业的危险工作环境或人工视觉难以满足要求的场合,常用机器视觉来替代人工视觉;同时在大批量工业生产过程中,由于人的主观作用,造成人工视觉检查产品质量效率低且精度不高,用机器视觉方法检测可以大大提高生产效率和生产的自动化程度。一般来说,机器视觉系统包括了照明系统、镜头、摄像系统和图像处理系统。从功能上看,典型的机器视觉系统可分为:图像采集部分、图像处理部分和运动控制部分。

[0004] 现有的路面裂缝自动检测系统多数是针对静态图像的采集,然后对图像进行离线处理,图像数据要占据很大的硬盘存储空间,而且需要更多额外的工作,降低了检测效率。因此,结合高新技术开发和设计高效、快速、准确的路面裂缝在线采集和处理系统具有重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术存在的不足之处,提供一种设计结构合理、成本低、使用方便、测量精度高的路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统。

[0006] 本发明技术方案如下:

一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,包括:CCD 相机、高速采集模块、图像预处理模块、图像显示模块、光照模块、图像无线传输模块和运动控制模块;其中:光照模块通过数据线与 CCD 相机连接,CCD 相机通过数据线与高速采集模块连接,高速采集模块通过数据线与图像预处理模块连接,图像预处理模块通过数据线与图像显示模块连接,图像显示模块通过数据线与运动控制模块连接,高速采集模块和图像预处理模块通过数据线与图像无线传输模块连接,图像无线传输模块 7 通过数据线与运动控制模块连接。

[0007] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:CCD 相机带有千兆以太网接口,其采样率达到 180 帧/秒,实时采集最佳光照条件下的路面裂纹的图像,并将路面裂纹的图像发送给图像预处理模块,为后续的图像采集和处理模块提供了海量的图像信息数据予以处理,采用 IEEE1394b 接口技术与图像采集模块和图像预处理模块实现高速的实时数据传输。

[0008] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:CCD 相机要完成在自

然光照条件下拍摄公路路面图像从而获取路面信息的任务,而路面的纹理和颜色比较单一,所以使用黑白 CCD 相机可以达到采集系统的要求。黑白 CCD 相机的具有结构简单,图像数据量小,传输的速率快,对图像处理速度也较彩色相机快等优点,能够实现动态采集。镜头的固定焦距分别为 4 ~ 8mm 和 12 ~ 36mm,支持光圈的自动调整。

[0009] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:用以照射路面目标图像的光照模块采用了 LED 光源照明,以保证所采集的路面裂纹图像质量。LED 以活动插拔的方式与 LED 阵列基板连接,形成单元模块并构建成 LED 阵列,LED 阵列与 LED 恒流驱动电路连接,电路通过数据线及电源线与控制器连接,再与电源连接。

[0010] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:光照模块包括光源模块和光线补偿模块,光源模块用来调节路面裂纹图像所在的光照环境,以获得最佳的路面裂纹的图像的采集条件。光线补偿模块用来补偿 CCD 相机在采集路面裂纹的图像可能存在的光线不平衡情况。

[0011] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块首先通过工业摄像机采集来自现场的实时视频信息,然后使用两块无线网卡在 ARM 开发板与上位机之间构建一个无线局域网络,使用 RTP 协议将实时数据传输到主机端,从而在主机端实现对路面裂纹图像的采集和处理功能。

[0012] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块所采用的图像采集卡是一种基于 PCI-E 接口的可编程高性能数据采集卡。板上内存从 128MB 到 512MB,具有更短的响应时间,和更高的带宽。可以实现多个采集卡的同步采集,从而实现高速图像数据的实时处理,可扩展板上 FPGA 能力及 RAM 容量。

[0013] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块包括:全局逻辑控制模块和图像预处理模块,全局逻辑控制模块实现动态路面裂纹图像输入处理的逻辑控制和图像数据缓冲的控制。图像预处理模块对采集到的路面裂纹图像进行图像增强、图像平滑、图像锐化等方面的预处理,以得到更适合于机器识别的图像数据。

[0014] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块主要由 MATLAB GUI 编写的路面裂纹图像处理软件及计算机构成。用于路面裂纹图像的处理,对路面裂纹进行分类,并确定其宽度;处理 GPS、距离传感器信号,并计算路面裂纹当前地理位置;存储路面裂纹图像信息和相关数据。

[0015] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块的预处理过程分为以下三个部分:

(1)图像增强:采用对比图增强方法。通过改变图像像元的亮度分布态势,扩展灰度分布区间来改变图像像元对比度,从而改善图像质量的图像处理方法。

[0016] (2)阈值分割:采用局部自适应阈值分割算法,其步骤为:将采集到的整幅 $m \times n$ 路面裂纹图像分为 $M \times N$ 个子图像, m 和 n 分别为 M 和 N 的整数倍;计算其梯度直方图,即计算每个子图像中像素点的梯度分布;对每幅图像进行 OTSU 分割;经过图像的分割后,原图变为二值图像,用 3×3 块的 9 个点的结构元素对该二值图像进行腐蚀,再用该二值图像减去腐蚀的图像,即得到路面裂纹图像的边缘。

[0017] (3)图像特征提取与匹配:采用几何法,它是建立在裂纹图像纹理基元理论基础上的的一种纹理特征分析方法,实现裂纹图像的分类和最终结果评价。

[0018] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像无线传输模块选用的 S3C2410 微处理器,见图 2,是一款为手持设备等相关应用设计的,低功耗、高集成度的微处理器,采用 272 脚 FBGA 封装,包含一个内核,能够满足嵌入式系统中的低成本低功耗高性能小体积的要求,具有哈佛缓存结构,主要用于全存储器管理、高性能和低功率都重要的多道程序应用,支持 ARM 调试结构,包含硬件调试和软件调试的辅助逻辑,并支持协处理器,能输出跟随简单握手信号的指令和数据总线。

[0019] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像无线传输模块通过无线传输方式与上位机实时传输数据。

[0020] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:运动控制模块是采用 RS485 总线,基于 S3C2410 单片机的电机驱动模块,根据处理后的路面裂纹图像评价结果来决定单片机如何控制各电机的运动。

[0021] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像显示模块用于显示人机界面和图像,实时显示所采集到路面裂纹图像以及经过处理的路面裂纹图像。

[0022] 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:高速采集模块由工业摄像机、光学镜头、图像采集卡、图像采集软件、计算机等组成。可实时获取路面图像,并对其进行数字化处理。

[0023] 本发明的优点在于:成本更加低廉:现有国外设备一般售价在 450 万元人民币以上,国内设备一般售价也在 300 万元人民币以上;

处理软件更加友好便捷,能够快速在线进行图像数据的传输与处理:现有的处理软件由于路面检测参数的复杂性和特殊性造成信号处理软件难以进行实时处理,特别是路面裂缝、破损识别系统,需要大量的人工干预,效率较低;能够即时给出测量结果,并且能自行完成路面质量的评价。本发明集成了采集、存储、处理、通信以及控制等模块,系统采用模块化思想,经验证方便灵活可靠,而且价格低廉,界面友好,能够胜任路面裂纹检测的高速,实时、自动的要求。本发明能够方便地应用于路面裂纹图像的采集与处理的场合。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明的系统结构示意图。

[0025] 图 2 为本发明图像无线传输模块 7 的系统硬件结构示意图。

[0026] 附图标记:路面裂纹 1、CCD 相机 2、高速采集模块 3、图像预处理模块 4、图像显示模块 5、光照模块 6、图像无线传输模块 7、运动控制模块 8、SDRAM 9、NAND Flash 10、串行通信 11、USB 接口 12、JTAG 调试 13、NOR Flash14、复位 15、电源 16、S3C2410 微处理器 17。

具体实施方式

[0027] 实施例 1. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,包括:CCD 相机 2、高速采集模块 3、图像预处理模块 4、图像显示模块 5、光照模块 6、图像无线传输模块 7 和运动控制模块 8;其中:光照模块 6 通过数据线与 CCD 相机 2 连接,CCD 相机 2 通过数据线与高速采集模块 3 连接,高速采集模块 3 通过数据线与图像预处理模块 4 连接,图像预处理模块 4 通过数据线与图像显示模块 5 连接,图像显示模块 5 通过数据线与运动控制模块 8 连接,高速采集模块 3 和图像预处理模块 4 通过数据线与图像无线传输模块 7 连接,图像无线

传输模块 7 通过数据线与运动控制模块 8 连接。

[0028] 实施例 2. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :CCD 相机 2 带有千兆以太网接口,其采样率达到 180 帧 / 秒,实时采集最佳光照条件下的路面裂纹 1 的图像,并将路面裂纹 1 的图像发送给图像预处理模块 4,为后续的图像采集和处理模块提供了海量的图像信息数据予以处理,采用 IEEE1394b 接口技术与图像采集模块 3 和图像预处理模块 4 实现高速的实时数据传输。其余同实施例 1。

[0029] 实施例 3. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :CCD 相机 2 要完成在自然光照条件下拍摄公路路面图像从而获取路面信息的任务,而路面的纹理和颜色比较单一,所以使用黑白 CCD 相机可以达到采集系统的要求。黑白 CCD 相机的具有结构简单,图像数据量小,传输的速率快,对图像处理速度也较彩色相机快等优点,能够实现动态采集。镜头的固定焦距分别为 4 ~ 8mm 和 12 ~ 36mm,支持光圈的自动调整。其余同实施例 1 或 2。

[0030] 实施例 4. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :用以照射路面目标图像的光照模块 6 采用了 LED 光源照明,以保证所采集的路面裂纹 1 的图像的质量。LED 以活动插拔的方式与 LED 阵列基板连接,形成单元模块并构建成 LED 阵列,LED 阵列与 LED 恒流驱动电路连接,电路通过数据线及电源线与控制器连接,再与电源连接。其余同实施例 1。

[0031] 实施例 5. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :光照模块 6 包括光源模块和光线补偿模块,光源模块用来调节路面裂纹 1 的图像所在的光照环境,以获得最佳的路面裂纹 1 的图像的采集条件。光线补偿模块用来补偿 CCD 相机在采集路面裂纹 1 的图像可能存在的光线不平衡情况。其余同实施例 1 或 4。

[0032] 实施例 6. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :图像预处理模块 4 首先通过工业摄像机采集来自现场的实时视频信息,然后使用两块无线网卡在 ARM 开发板与上位机之间构建一个无线局域网络,使用 RTP 协议将实时数据传输到主机端,从而在主机端实现对路面裂纹 1 的图像的采集和处理功能。其余同实施例 1。

[0033] 实施例 7. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :图像预处理模块 4 所采用的图像采集卡是一种基于 PCI-E 接口的可编程高性能数据采集卡。板上内存从 128MB 到 512MB,具有更短的响应时间,和更高的带宽。可以实现多个采集卡的同步采集,从而实现高速图像数据的实时处理,可扩展板上 FPGA 能力及 RAM 容量。其余同实施例 1 或 5。

[0034] 实施例 8. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :图像预处理模块 4 包括 :全局逻辑控制模块和预处理模块,全局逻辑控制模块实现动态路面裂纹 1 的图像输入处理的逻辑控制和图像数据缓冲的控制。图像预处理模块对采集到的路面裂纹 1 的图像进行预处理,其中预处理包括 :图像增强、图像平滑、图像锐化,以得到更适合于机器识别的图像数据。其余同实施例 1 或 5。

[0035] 实施例 9. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中 :图像预处理模块 4 主要由 MATLAB GUI 编写的路面裂纹 1 的图像处理软件及计算机构成。用于路面裂纹 1 的图像的处理,对路面裂纹进行分类,并确定其宽度 ;处理 GPS、距离传感器信号,并计算路面裂纹当前地理位置 ;存储路面裂纹 1 的图像信息和相关数据。其余同实施例 1 或 5。

[0036] 实施例 10. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像预处理模块 4 的预处理过程分为以下三个部分:

(1)图像增强:本发明采用对比图增强方法。通过改变图像像元的亮度分布态势,扩展灰度分布区间来改变图像像元对比度,从而改善图像质量的图像处理方法。

[0037] (2)阈值分割:采用局部自适应阈值分割算法,其步骤为:将采集到的整幅 $m \times n$ 路面裂纹 1 的图像分为 $M \times N$ 个子图像, m 和 n 分别为 M 和 N 的整数倍;计算其梯度直方图,即计算每个子图像中像素点的梯度分布;对每幅图像进行 OTSU 分割;经过图像的分割后,原图变为二值图像,用 3×3 块的 9 个点的结构元素对该二值图像进行腐蚀,再用该二值图像减去腐蚀的图像,即得到路面裂纹 1 的图像的边缘。

[0038] (3)图像特征提取与匹配:本发明采用几何法,它是建立在裂纹图像纹理基元理论基础上的一种纹理特征分析方法,实现裂纹图像的分类和最终结果评价。其余同实施例 1 或 5。

[0039] 实施例 11. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像无线传输模块 7 选用的 S3C2410 微处理器 17,如说明书附图 2,是一款为手持设备等相关应用设计的,低功耗、高集成度的微处理器,采用 272 脚 FBGA 封装,包含一个内核,能够满足嵌入式系统中的低成本低功耗高性能小体积的要求,具有哈佛缓存结构,主要用于全存储器管理、高性能和低功率都重要的多道程序应用,支持 ARM 调试结构,包含硬件调试和软件调试的辅助逻辑,并支持协处理器,能输出跟随简单握手信号的指令和数据总线。其余同实施例 1。

[0040] 实施例 12. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像无线传输模块 7 通过无线传输方式与上位机实时传输数据。其余同实施例 1 或 8。

[0041] 实施例 13. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:运动控制模块 8 是采用 RS485 总线,基于 S3C2410 单片机的电机驱动模块,根据处理后的路面裂纹 1 的图像评价结果来决定单片机如何控制各电机的运动。其余同实施例 1。

[0042] 实施例 14. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:图像显示模块 5 用于显示人机界面和图像,实时显示所采集到的路面裂纹 1 的图像以及经过处理的路面裂纹 1 的图像。其余同实施例 1。

[0043] 实施例 15. 一种用于路面裂纹图像采集与处理的机器视觉系统,其中:高速采集模块 3 由工业摄像机、光学镜头、图像采集卡、图像采集软件、计算机等组成。可实时获取路面图像,并对其进行数字化处理。其余同实施例 1。

工作原理:

由 CCD 相机 2 实时采集最佳光照条件下的路面裂纹 1,并将路面裂纹 1 的图像发送给图像预处理模块 4,为后续的图像采集和处理模块提供了海量的图像信息数据予以处理,采用 IEEE1394b 接口技术与图像采集模块 3 和图像预处理模块 4 实现高速的实时数据传输。图像显示模块 5 用于显示人机界面和图像,实时显示所采集到的路面裂纹 1 的图像以及经过处理的路面裂纹 1 的图像。光照模块 6 用以照射路面目标图像,图像无线传输模块 7 通过无线传输方式与上位机实时传输数据,运动控制模块 8 根据处理后的路面裂纹 1 的图像评价结果来决定单片机如何控制各电机的运动。

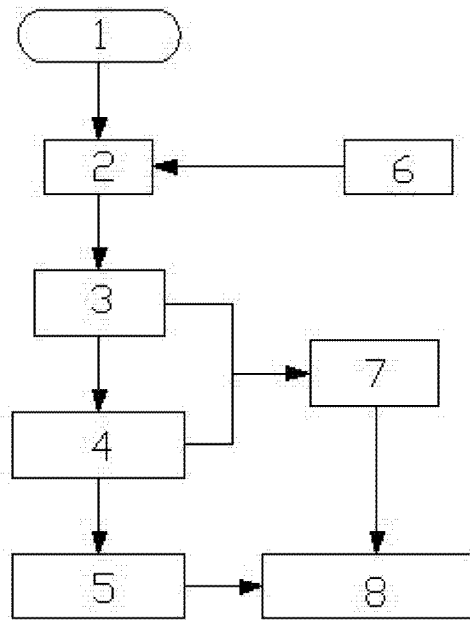


图 1

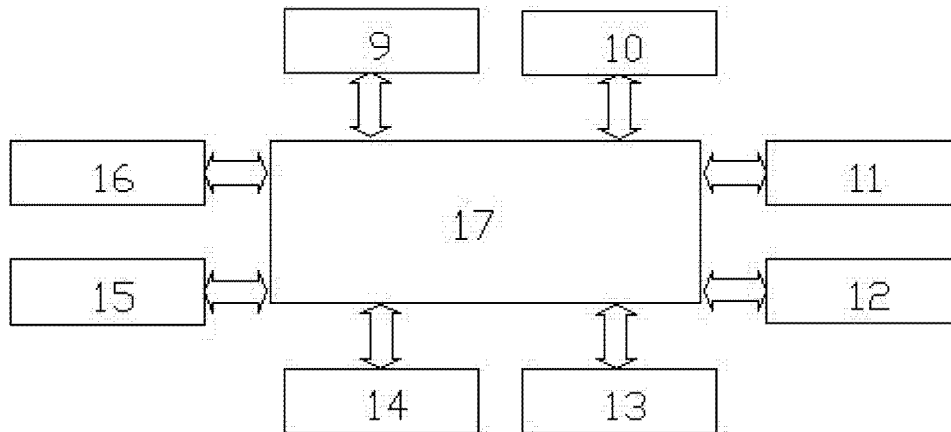


图 2