



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112083710 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 19

(21) 申请号 202010920524.8

(22) 申请日 2020.09.04

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112083710 A

(43) 申请公布日 2020.12.15

(73) 专利权人 南京信息工程大学

地址 210004 江苏省南京市江北新区宁六路219号

(72) 发明人 葛化敏 冯宇彤 祝天培 艾华

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

专利代理师 柏尚春

(51) Int. Cl.

H04L 43/00 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 108063687 A, 2018.05.22

CN 102077514 A, 2011.05.25

CN 105051692 A, 2015.11.11

审查员 史珊珊

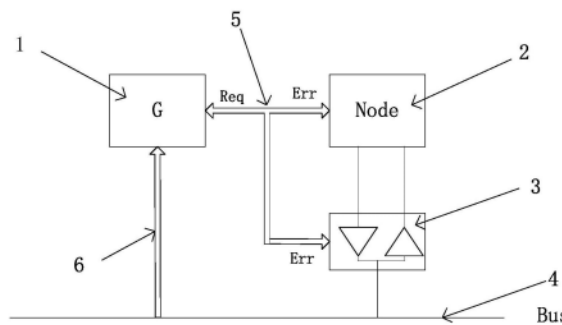
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种车载网络CAN总线节点监测系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种车载网络CAN总线节点监测系统及方法,所述系统监测框架结构为独立耦合,总线监测器的监测通道连接到CAN总线上,反馈通道连接到相应的监测节点及其收发器,一个监测器可同时监测多个同一类型的总线节点。所述方法为当监测器监测到发送该消息的节点失效时,监测器发送错误隔离指令给发送消息i的节点以及CAN收发器,阻断失效节点ECU发送到CAN总线的消息,防止更多的错误节点消息发送到总线上。本发明的系统架构简单,系统成本低,一个监测器可以同时监测多个同类型节点;本发明的系统采用反馈循环的逻辑架构,通过监测器监测CAN节点,控制故障节点的工作模式,减少了具有失效故障节点对整个系统的影响,检测能力较强。



1. 一种车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,包括总线节点ECU、总线监测器、CAN收发器以及CAN总线;

所述总线节点ECU包括微控制器和CAN控制器,CAN控制器和总线监测器通过反馈通道相连;所述微控制器为CAN总线提供差动的接收功能;

所述总线监测器,通过反馈通道连接总线节点ECU及其收发器,通过监测通道连接物理总线,用于监测发送到CAN总线的消息节点是否失效,并在发生故障时向失效节点和CAN收发器发送错误隔离指令;当节点失效排除之后,节点和收发器发送请求指令给监测器,监测器再发送解除错误隔离指令;

所述CAN收发器,是总线节点与物理总线之间的接口,通过反馈通道与总线监测器连接,进行二进制码流和差分信号的转换,实现逻辑电平与显性、隐性的转换,为CAN总线提供差动的发送与接收功能;

应用所述系统实现车载网络CAN总线节点监测方法如下:

(1) 监测器实时采集CAN总线的以下特性参数:消息*i*触发的最坏情况响应时间 $R_i$ ,触发事件之间已知的最小到达间隔时间 $T_i$ ,监测器的最早可接收值 $S_i$ ,消息终止时间 $E_i$ ;

(2) 预设阈值 $G_i:G_0 = -\infty, G_{i+1} = \max(G_i, E_i - R_i) + T_i$ ,其中 $G_i$ 为消息*i*的计算阈值, $G_{i+1}$ 为消息*i+1*的计算阈值, $i=0,1,2,\dots,N$ ;

(3) 监测器比较 $E_i$ 和 $G_i$ 大小,如 $G_i \leq E_i \leq G_i + R_i$ 时,监测的节点正常工作,反之,节点失效,发送错误隔离指令给发送消息*i*的节点和CAN收发器;

(4) CAN收发器接收到错误隔离指令后,阻断总线节点ECU发送到CAN总线的消息;

(5) 步骤(3)中的节点接收到错误隔离指令时,该节点转换为静默模式,找出节点的错误并进行修正,当节点修正后,修正的节点和收发器发送请求指令给监测器,监测器再发送解除隔离指令,修正的节点实现正常工作;

(6) *i*值加一,重复步骤(3)~(5),直到监测完所有消息,即直到*i*=*N*。

2. 根据权利要求1所述的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,所述系统监测框架采用独立耦合的架构,内部设有独立的时钟。

3. 根据权利要求1所述的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,所述CAN总线上有多个节点时,监测器连接同一物理位置的节点,监测器同时监测同一类型的多个节点。

4. 根据权利要求1所述的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,所述CAN控制器用于标准帧和扩展帧信息的接收和发送、接收FIFO 64字节、在标准和扩展格式中都有单/双验收滤波器含屏蔽和代码寄存器、读/写访问的错误计数器、可编程的错误限制报警。

5. 根据权利要求1所述的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,所述CAN控制器型号为SJA1000。

6. 根据权利要求1所述的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,所述CAN收发器型号为TJA1050。

## 一种车载网络CAN总线节点监测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种故障检测系统及方法,尤其涉及一种车载网络CAN总线节点监测系统。

### 背景技术

[0002] 随着信息技术的发展,现代汽车对带有电子控制单元(ECU)的传感器需求日益增加。现在大约有50-100个ECU被部署在车辆上,它们不再与外部隔离。实际上,每个ECU都被分配了几个功能,并通过CAN总线系统进行连接。CAN协议是汽车工业中最常用的协议,具有响应速度快、传输可靠性好等优点,它允许ECU通过其总线系统发送和共享消息来控制车辆,同时保证了时间的可预测性和通信的容错能力。CAN总线的主要设计缺陷是,CAN没有支持安全协议或通过设计确保消息机密性和完整性的机制。CAN总线的安全性问题已经引起了工业界和学术界的广泛关注。此外,与车载控制网络的外部连接的增加,加剧了这种攻击的干扰潜力。通过这些端口注入恶意的CAN消息,攻击者可能会故意造成一系列部件的故障,这些攻击主要是通过从连接端口注入到CAN总线网络来实现的。长期以来,触发系统无法检测节点的失效(babbling idiots)错误,节点失效主要由硬件故障或瞬间干扰引起的,出错的主机会命令CAN收发器不断发送消息。错误的节点错误地消耗了系统中的额外资源,未检测到的故障最大影响是有界的。如果节点错误地发送消息,如果不应生成任何结果,则发生委托失败。

[0003] 针对上述问题,本作品设计开发了一种车载网络CAN总线节点监测系统,用来监测CAN总线中的节点失效。监测器和节点相互独立连接在CAN总线上,监测器监测总线上的消息,通过监测到的消息参数判断节点是否失效,若节点有故障,则反馈错误隔离指令给节点和CAN收发器,节点进入静默模式,检测错误并且修正。修正好后,给监测器发送请求指令,监测器发送解除隔离指令,节点恢复正常状态。该系统专门应用于CAN协议,以防止过于频繁地发送消息帧的故障节点对CAN总线造成影响。将未检测帧的影响包括在最坏情况响应时间分析中的开销小到足以具有实用价值。

### 发明内容

[0004] 发明目的:本发明的目的是提供一种架构简单、成本低、检测能力强的车载网络CAN总线节点监测系统及方法。

[0005] 技术方案:本发明的车载网络CAN总线节点监测系统,其特征在于,包括总线节点ECU、总线监测器、CAN收发器以及CAN总线;

[0006] 所述总线节点ECU包括微控制器和CAN控制器,CAN控制器和总线监测器通过反馈通道相连;所述微控制器为CAN总线提供差动的接收功能;

[0007] 所述总线监测器,通过反馈通道连接总线节点ECU及其收发器,通过监测通道连接物理总线,用于监测发送到CAN总线的消息节点是否失效,并在发生故障时向失效节点和CAN收发器发送错误隔离指令;当节点失效排除之后,节点和收发器发送请求工作指令给监

测器,监测器再发送解除错误隔离指令;

[0008] 所述CAN收发器,是总线节点与物理总线之间的接口,通过反馈通道与总线监测器连接,进行二进制码流和差分信号的转换,实现逻辑电平与显性、隐性的转换,为CAN总线提供差动的发送与接收功能。

[0009] 所述监测器采用独立耦合的架构,内部设有独立的时钟。

[0010] 所述CAN总线上有多个节点时,监测器连接同一物理位置的节点,监测器可以同时监测同一类型的多个节点。

[0011] 所述CAN控制器用于标准帧和扩展帧信息的接收和发送、接收FIFO 64字节、在标准和扩展格式中都有单/双验收滤波器含屏蔽和代码寄存器、读/写访问的错误计数器、可编程的错误限制报警。

[0012] 所述CAN控制器型号为SJA1000。所述CAN收发器型号为TJA1050。

[0013] 本发明车载网络CAN总线监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0014] (1) 监测器实时采集CAN总线的以下特性参数:消息*i*触发的最坏情况响应时间 $R_i$ ,触发事件之间已知的最小到达间隔时间 $T_i$ ,监测器的最早可接收值 $S_i$ ,消息终止时间 $E_i$ ;最坏情况:所有较高优先级消息同时排队(产生最大干扰)和最长较低优先级消息刚刚开始(强加最大阻塞)的关键时刻。此事件指的就是发送的消息实例,即数据帧。

[0015] (2) 预设阈值 $G_i$ : $G_0 = -\infty$ , $G_{i+1} = \max(G_i, E_i - R) + T$ ,其中 $G_i$ 为消息*i*的计算阈值, $G_{i+1}$ 为消息*i+1*的计算阈值, $i = 0, 1, 2, \dots, N$ ;

[0016] (3) 监测器比较 $E_i$ 和 $G_i$ 大小,如 $G_i \leq E_i \leq G_i + R$ 时,监测的节点正常工作,反之,节点失效,发送错误隔离指令给发送消息*i*的节点和CAN收发器;

[0017] (4) CAN收发器接收到错误隔离指令后,阻断总线节点ECU发送到CAN总线的消息;

[0018] (5) 步骤(3)中的节点接收到错误隔离指令时,该节点转换为静默模式,找出节点的错误并进行修正,当节点修正后,修正的节点和收发器发送请求指令给监测器,监测器再发送解除隔离指令,修正的节点实现正常工作;

[0019] (6) *i*值加一,重复步骤(3)~(5),直到监测完所有消息,即直到*i*=*N*。

[0020] 有益效果:与现有技术相比,本发明具有如下显著优点:

[0021] 本发明的系统架构简单,对于大量的CAN总线节点来说,易于安装使用;本发明的系统成本低,一个监测器可以同时监测多个同类型节点,整个系统的装置采用普通设备,相对大量的CAN节点成本较低;本发明的系统采用反馈循环的逻辑架构,通过监测器检测CAN节点,控制故障节点的工作模式,减少了具有失效故障节点对整个系统的影响,检测能力较强。

## 附图说明

[0022] 图1为本发明的架构框图;

[0023] 图2为本发明的工作流程图。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步说明。

[0025] 本发明的车载网络CAN总线监测系统,包括总线节点ECU 2,总线监测器1,CAN收发

器3,CAN总线4、反馈通道5、监测通道6。

[0026] 总线节点ECU 2由微控制器和CAN控制器组成。微控制器提供差动的接收功能,微控制器采用C8051F020单片机,是完全集成的混合信号系统级MCU芯片,具有64个数字I/O引脚。高速、流水线结构的8051兼容的CIP-51内核(可达25MIPS),全速、非侵入式的在系统调试接口,真正12位、100ksps的8通道ADC,带PGA和模拟多路开关,真正8位500ksps的ADC,带PGA和8通道模拟多路开关,两个12位DAC,具有可编程数据更新方式,64K字节可在系统编程的FLASH存储器,4352(4096+256)字节的片内RAM。CAN控制器采用SJA1000,SJA1000是一种独立控制器,用于移动目标和一般工业环境中的区域网络控制(CAN),它是PHILIPS半导体PCA82C200 CAN控制器BasicCAN的替代产品而且它增加了一种新的工作模式PeLiCAN,这种模式支持具有很多新特性的CAN 2.0B协议。它具有以下功能:标准帧和扩展帧信息的接收和传送、接收FIFO 64字节、在标准和扩展格式中都有单/双验收滤波器含屏蔽和代码寄存器、读/写访问的错误计数器、可编程的错误限制报警。图1为CAN节点监测架构框图。

[0027] 总线监测器1通过反馈通道5连接总线节点ECU和收发器,通过监测通道6连接物理总线,用于检测连接到总线的各节点的故障情况,并在发生故障时向CAN收发器发送错误隔离指令,保护总线免受连接到总线的失效节点的影响。总线监测器1在发生故障时隔离节点,通过“网络连接控制器”限制节点通信。总线监测器将关闭节点,以防止故障节点干扰系统中其他节点的正确操作。总线监测器里面采取了基于CAN总线特性的监测算法。系统监测架构采用独立耦合的架构,可以在准确监测错误节点的情况下,保持节点和监测器的独立性,既保证了总线的安全性,又保证了系统的独立性。监测器和节点具有独立的时钟,以防止快/慢时钟成为常见的故障模式。对于节点分布广泛的系统,监测器直接连接到同一物理位置的节点,因此每个“集群”需要一个监测器。相对于密切耦合的监测架构,本发明监测器小于节点数,节省了系统的开销。节点和监测器的独立性的优点在这种架构中非常清晰,监测器在网络中扮演被动角色,但是如果它检测到了节点错误,能够断开/禁用它正在监测的节点。

[0028] CAN收发器3是CAN协议控制器和物理总线(双绞线)之间的接口,分别连接总线监测器2和CAN总线4,用于收发监测器的指令,进行二进制码流和差分信号的转换,实现逻辑电平与显性、隐性的转换,为CAN总线提供差动的发送功能。CAN收发器型号采用TJA1050,TJA1050的设计采用了先进的绝缘硅SOI技术进行处理,以及最新的EMC技术,所以TJA1050具有优良的EMC性能,TJA1050不提供待机模式,器件在不上电环境下具有无源特性。微控制器、CAN控制器和CAN收发器构成一个CAN总线节点ECU。

[0029] CAN总线4采用普通的双绞线,双绞线是一种综合布线工程中最常用的传输介质,是由两根具有绝缘保护层的铜导线组成的。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起,每一根导线在传输中辐射出来的电波会被另一根线上发出的电波抵消,有效降低信号干扰的程度。

[0030] 下面根据车载网络CAN总线监测系统的整体架构图和工作流程图进一步具体说明本系统的工作过程:

[0031] (1) 总线监测器作为一个完全独立的节点连接到总线,监测系统采用独立耦合的架构监测CAN总线节点。监测器实时采集CAN总线的以下特性参数:消息*i*触发的最坏情况响应时间 $R_i$ ,触发事件之间已知的最小到达间隔时间 $T_i$ ,监测器的最早可接收值 $S_i$ ,消息终止

时间 $E_i$ 。

[0032] (2) 预设阈值 $G_i$ :  $G_0 = -\infty$ ,  $G_{i+1} = \max(G_i, E_i - R) + T$ , 其中 $G_i$ 为消息 $i$ 的计算阈值,  $G_{i+1}$ 为消息 $i+1$ 的计算阈值,  $i = 0, 1, 2, \dots, N$ ;

[0033] (3) 监测器比较 $E_i$ 和 $G_i$ 大小, 如 $G_i \leq E_i \leq G_i + R$ 时, 监测的节点正常工作, 反之, 节点失效, 发送错误隔离指令给发送消息 $i$ 的节点和CAN收发器;

[0034] (4) CAN收发器接收到错误隔离指令后, 阻断总线节点ECU发送到CAN总线的消息;

[0035] (5) 步骤(3)中的节点接收到错误隔离指令时, 该节点转换为静默模式, 找出节点的错误并进行修正。修正后, 节点恢复正常模式, 重发消息。节点发送请求指令给监测器, 监测器接收到请求指令后, 发送给CAN收发器解除隔离指令。当CAN收发器接收到解除隔离指令后, CAN收发器正常接收和发送消息, 实现节点ECU与CAN总线之间的信息传输。

[0036] (6)  $i$ 值加一, 重复步骤(3) ~ (5), 直到监测完所有消息, 即直到 $i = N$ 。

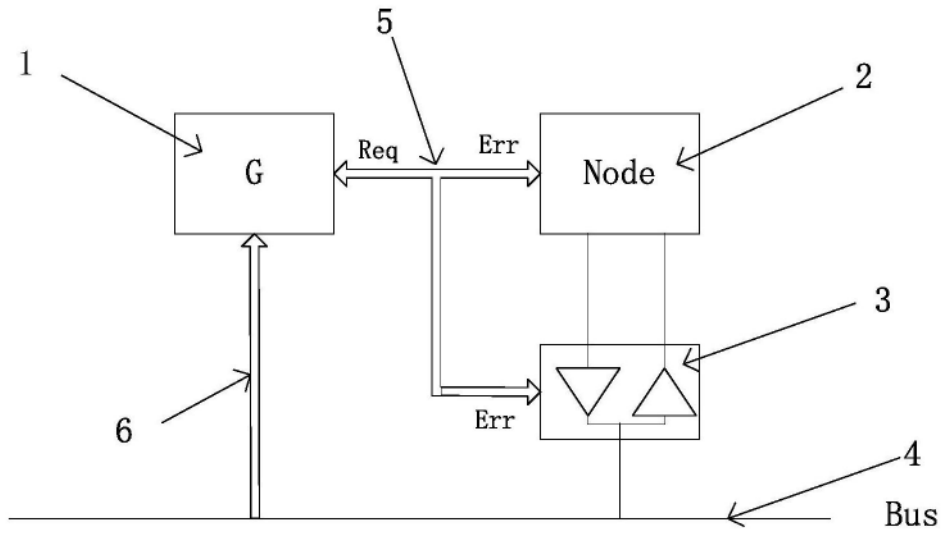


图1

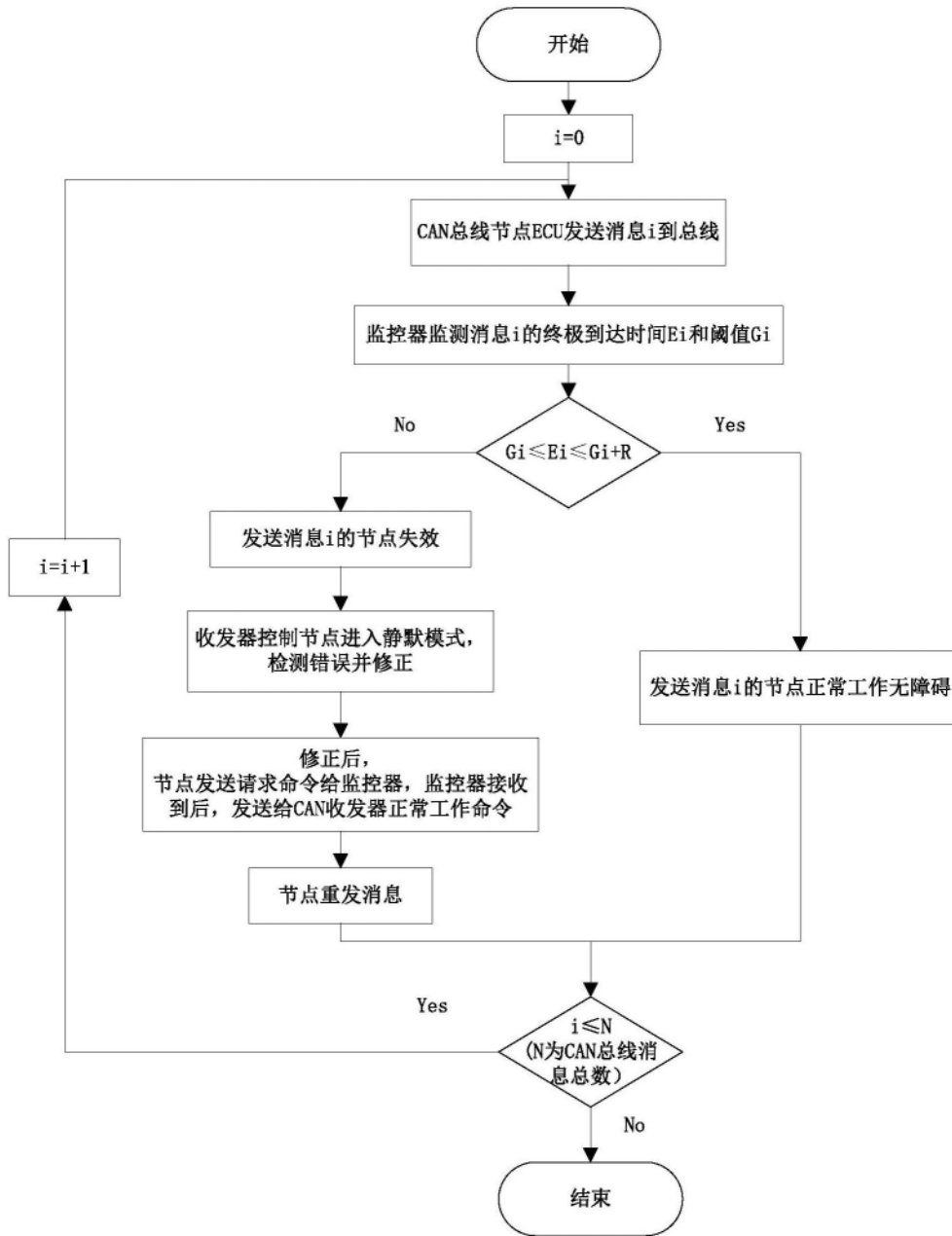


图2