



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101208892 B

(45) 授权公告日 2011.04.27

(21) 申请号 200680019719.3

US 5570370 A, 1996.10.29, 图 5、6.

(22) 申请日 2006.04.28

US 5991308 A, 1999.11.23, 说明书第 168 栏
第 40-48 行、附图 85A-85I、86.

(30) 优先权数据

11/121,669 2005.05.03 US

Hiromi Ueda ET AL. A Method of Improving
Misframe for HEC-Based Variable Length
Frame Suitable for IP Services.《Electronics
and Communications in Japan》.2003, 第 86
卷(第 6 期), Length Frame Suitable for IP
Services.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2007.12.03

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2006/016647 2006.04.28

(87) PCT 申请的公布数据

W02006/119199 EN 2006.11.09

审查员 高菲

(73) 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·金 F·贝瑞

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陈斌

(51) Int. Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6081570 A, 2000.01.27, 说明书第 8 栏第
46-50 行、图 5、6、12、13.

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

网络协议单元完整性的确定

(57) 摘要

推测网络协议单元的净荷的内容边界并对该内容执行循环冗余校验(CRC)的技术。对该内容的CRC确认可以在诸如网络接口等计算逻辑内执行。可以使得网络协议单元供诸如主机系统等其他计算逻辑使用。该主机系统可以确定是否对该网络协议单元执行另一CRC确认操作。

1. 一种确定网络协议单元完整性的方法,包括:
在第一计算逻辑处接收来自网络的网络协议单元;
在所述第一计算逻辑处,推测所述网络协议单元的内容的边界;
在所述第一计算逻辑处,对所述具有所推测的边界的内容的部分执行循环冗余校验 CRC 确认;
在所述第一计算逻辑处,提供所述内容的所述 CRC 是有效还是无效的指示;
在第二计算逻辑处,接收来自所述第一计算逻辑的所述网络协议单元和所述指示;以及
在所述第二计算逻辑处,响应于所推测的边界被正确确定以及所述 CRC 有效的指示来选择性地提供所述内容。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述推测边界包括:
将所述内容的边界设置为所述网络协议单元的净荷部分的边界。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述内容的所述部分包括 MPA CRC 字段。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述内容的所述部分包括 MPA 长度字段和 MPA 帧内容的组合。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
在第二计算逻辑处,接收来自所述第一计算逻辑的所述网络协议单元和所述指示;以及
在所述第二计算逻辑处,响应于所述推测性边界被正确确定且所述 CRC 无效的指示来对所述内容选择性地执行 MPA 差错恢复。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
在第二计算逻辑处,接收来自所述第一计算逻辑的所述网络协议单元和所述指示;以及
在所述第二计算逻辑处,响应于所述内容的边界被不正确地推测来使用所述内容的正确边界选择性地执行 CRC 确认。
7. 一种确定网络协议单元完整性的设备,包括:
用于在第一计算逻辑处,接收来自网络的网络协议单元的装置;
用于在所述第一计算逻辑处,推测所述网络协议单元的内容的边界的装置;
用于在所述第一计算逻辑处,对所述具有所推测的边界的内容的部分执行循环冗余校验 CRC 确认的装置;
用于在所述第一计算逻辑处,提供所述内容的所述 CRC 是有效还是无效的指示的装置;
用于在第二计算逻辑处,接收来自所述第一计算逻辑的所述网络协议单元和所述指示的装置;以及
用于在所述第二计算逻辑处,响应于所推测的边界被正确确定以及所述 CRC 有效的指示来选择性地提供所述内容的装置。
8. 如权利要求 7 所述的设备,其特征在于,所述用于推测的装置包括:
用于将所述内容的边界设置为所述网络协议单元的净荷部分的边界的装置。
9. 如权利要求 7 所述的设备,其特征在于,所述内容的所述部分包括 MPA CRC 字段。

10. 如权利要求 7 所述的设备,其特征在于,所述内容的所述部分包括 MPA 长度字段和 MPA 帧内容的组合。

11. 一种能够确定网络协议单元完整性的系统,包括:

包括处理器和存储器设备的主机系统;

总线;以及

把所述主机系统通信耦合至所述总线的芯片组,

其中所述芯片组包括网络接口,并且其中所述网络接口包括用于执行以下动作的逻辑单元:

接收来自网络的网络协议单元;

推测所述网络协议单元的内容的边界;

对所述具有所推测边界的内容的部分执行循环冗余校验 CRC 确认;

提供所述内容的 CRC 是有效还是无效的指示;

接收所述网络协议单元以及对带有所推测边界的内容的所述 CRC 确认

是有效还是无效的指示;

确定所述内容的边界是否被正确地推测;以及

响应于所推测的边界被正确确定以及所述 CRC 有效的指示来选择性地提供所述内容。

网络协议单元完整性的确定

[0001] 领域

[0002] 在此公开的主题涉及对网络协议单元完整性的确定。

[0003] 相关技术

[0004] 计算机之间基于网络的通信速度正在提高。然而网络速度的提升尚未被完全利用,这部分是由于与计算机内的数据传输和协议处理相关联的等待时间引起的。至少一种类型的协议处理包括循环冗余校验(CRC)。需要能够加快计算机内的数据传输和协议处理速度的技术。

[0005] 附图简述

[0006] 图 1A 描绘了在其中可以使用本发明的某些实施例的合适系统。

[0007] 图 1B 描绘了网络协议单元的示例。

[0008] 图 2A 根据本发明一个实施例描绘了网络接口各部分的一个示例性实现。

[0009] 图 2B 描绘了可以在本发明一个实施例内使用的主机存储器的内容的一个示例性实现。

[0010] 图 3 描绘了能够用于对一部分内容执行 CRC 确认的进程的流程图,该内容的边界被推测性地确定并且该内容位于网络协议单元内。

[0011] 图 4 描绘了能够用于对先前可能已经进行过推测性 CRC 确定的网络协议单元的内容执行 CRC 确认的进程的流程图,

[0012] 注意,在不同附图中使用相同的标号来指示相同或类似的元素。

[0013] 详细描述

[0014] 本说明书通篇对“一个实施例”或“某个实施例”的引用指的是结合该实施例描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施例中。因而,在本说明书通篇各处出现的短语“在一个实施例中”或“在某一实施例中”不必都指代同一实施例。此外,在一个或多个实施例中,可组合这些特定的特征、结构或特性。

[0015] 图 1A 在计算机系统 100 内描绘了在其中可以使用本发明的某些实施例的合适系统。计算机系统 100 可以包括主机系统 102、总线 116 和网络接口 118。

[0016] 主机系统 102 可以在任何计算环境中使用,这些计算环境包括但不限于个人计算机、服务器、交换机、路由器、个人数字助理和 / 或移动电话。主机系统 102 的一个实施例包括芯片组 105、处理器 110、主机存储器 112 和存储 114。芯片组 105 可以提供处理器 110、主机存储器 112、存储 114、总线 116 以及图形适配器之间的相互通信,上述图形适配器可用于传输图形和信息以供在显示设备上显示(两者都未示出)。例如,芯片组 105 可以包括能够提供与存储 114 的相互通信的存储适配器(未示出)。例如,存储适配器能够遵守以下任何协议来与存储 114 通信:小型计算机系统接口(SCSI)、光纤通道(FC)和 / 或串行高级技术附件(S-ATA)。在某些实施例中,芯片组 105 可包括用以对主机存储器内的信息执行直接存储器访问(DMA)的直接存储器访问引擎。

[0017] 处理器 110 可以被实现为复杂指令集计算机(CISC)或精简指令集计算机(RISC)处理器、多核、或者任何其他微处理器或中央处理单元。

[0018] 主机存储器 112 可以被实现为易失性存储设备, 诸如但不限于随机存取存储器 (RAM)、动态随机存取存储器 (DRAM) 或静态 RAM (SRAM)。

[0019] 存储 114 可以被实现为非易失性存储设备, 诸如但不限于磁盘驱动器、光盘驱动器、磁带驱动器、内部存储设备、附加存储设备和 / 或网络可访问存储设备。

[0020] 总线 116 可以提供至少是在主机系统 102 和网络接口 118 以及其他外围设备之间的相互通信。总线 116 可以支持串行或并行通信。总线 116 可以支持节点对节点或者节点对多节点通信。总线 116 例如可以与在可从美国俄勒冈州波特兰市的 PCI Special Interest Group (PCI 特殊利益集团) 获得的 Peripheral Component Interconnect (PCI) Local Bus Specification, Revision 2.2, December 18, 1998 (于 1998 年 12 月 18 日发布的外围部件互连 (PCI) 本地总线规范版本 2.2) (及其修订) 中描述的外围部件互连 (PCI); 在 PCI Special Interest Group 的 PCI Express Base Specification of the Revision 1.0a (PCI Express 基础规范版本 1.0a) (及其修订) 中描述的 PCI Express; 在可从前述美国俄勒冈州波特兰市的 PCI Special Interest Group 获得的 PCI-X Specification Rev. 1.0a, July 24, 2000 (于 2000 年 7 月 2 日发布 PCI-X 规范版本 1.0a) (及其修订) 中描述的 PCI-x; 和 / 或通用串行总线 (USB) (及其相关标准) 以及其他互连标准相兼容。

[0021] 网络接口 118 能够在主机系统 102 和网络 120 之间提供遵守由网络 120 支持的协议的相互通信。网络接口 118 可以使用总线 116 与主机系统 102 通信。在一个实施例中, 网络接口 118 可以被集成到芯片组 105 中。

[0022] 网络 120 可以是任何网络, 诸如因特网、内联网、局域网 (LAN)、存储区域网 (SAN)、广域网 (WAN) 或无线网络。网络 120 可以使用以太网标准 (在 IEEE 802.3 及其相关标准中描述) 或任何通信标准与网络接口 118 交换话务。

[0023] 在某些实施例中, 计算机系统 100 可以利用 RDMA 协议。RDMA 协议可以使用 TCP/IP 之上的被称为 MPA 的层来从 TCP/IP 网络协议单元的入站流中恢复帧边界并提供对所恢复的帧的 CRC 确认。例如, RDMA 可以是在能从 RDMA Consortium (RDMA 联盟) 获得的 “An RDMA Protocol Specification” (version 1.0) (2002) (RDMA 协议规范 (版本 1.0) (2002)) 中所描述的。例如, TCP/IP 协议是至少在为 Defense Advanced Projects Research Agency (国防先进技术研究计划署) (RFC793, 1981 年 9 月出版) 准备的题为 “Transmission Control Protocol: DARPA Internet Program Protocol Specification” (传输控制协议: DARPA 因特网程序协议规范) 的出版物中所描述的。例如, MPA 可以是至少在来自 IETF working forum Remote Direct Data Placement Work Group (IETF 工作论坛, 远程直接数据放置工作小组) (2004 年 2 月) 的 “Marker PDU Aligned Framing for TCP Specification” (针对 TCP 规范的标记 PDU 对齐成帧) 及其修订 (以下称为 “MPA 规范”) 中所描述的。在此使用的 “网络协议单元” 可以包括根据任何协议规范形成的带有报头和净荷部分的任何分组或帧或其他格式的信息。

[0024] 根据本发明的一个实施例, 网络接口可以推测性地确定在网络协议单元内接收到的内容的边界并且对一部分该推测性地定位的内容执行 CRC 确认。在某些实施例中, 该内容可以包括 MPA 帧。当然, 也可以推测性地确定其他类型的净荷、分组和帧的边界。如果内容的定位被正确地推测, 则主机系统就能够在无需进一步确认 (例如, CRC 或其他的比特奇偶校验处理) 的情况下使用该内容。藉此, 主机系统内的处理周期就可用于执行除 CRC 确

认或其他比特奇偶校验处理以外的操作。同样还能够避免由于为 CRC 操作或其他比特奇偶校验处理而将网络协议单元排队所造成的网络协议单元可用性的延迟,从而可以缩短对网络协议单元可用性的等待时间。

[0025] 计算机系统 100 可以被实现为以下各项的任一项或组合:使用主板互连的微芯片或集成电路、硬连线逻辑、由存储器设备存储并由处理器执行的软件、固件、专用集成电路(ASIC)、和 / 或现场可编程门阵列(FPGA)。术语“逻辑”作为示例可以包括软件或硬件,和 / 或软件和硬件的组合。

[0026] 图 1B 描绘了遵守 TCP/IP 协议的网络协议单元的示例,并且每个网络协议单元都在 TCP 净荷部分内载有 MPA 帧。例如,在某些实施例中,每个网络协议单元可以包括 IP 和 TCP 报头部分以及封装在 TCP 净荷部分内的 MPA 帧。MPA 帧可以包括 MPA 长度字段、MPA 帧内容、以及相关联的 MPA CRC 字段。TCP 净荷部分(和 MPA 帧)如图所示大小可变。在示出的实施例中,MPA 帧边界与 TCP 净荷部分的边界相匹配,然而 MPA 帧边界也可以不与 TCP 净荷部分的边界相匹配。对于更多的 MPA 帧封装示例,参见 MPA 规范。

[0027] 图 2A 根据本发明的一个实施例描绘了网络接口的各部分的示例性实现。例如,网络接口至少可以包括收发机 202、内容标识器 204、CRC 逻辑 206、CRC 累加器 208、网络协议单元(NPU)状态寄存器 210、以及总线接口 212。虽然没有详细描述,但是网络接口可以包括能够将网络协议单元传送至网络的逻辑。

[0028] 收发机 202 可以包括媒体访问控制器(MAC)和物理层接口(PHY)(皆未示出),它们能够以遵守适用的协议(诸如在 IEEE 802.3 及其相关标准中描述的以太网,虽然也可以使用其他的协议)的任何速率从网络接收网络协议单元并向网络发送网络协议单元。例如,收发机 202 可以使用物理线路和 / 或无线技术接收来自网络的网络协议单元并向网络发送网络协议单元。

[0029] 内容标识器 204 可以从收发机 202 中接收网络协议单元并将其边界被推测性地确定并定位在每个网络协议单元的净荷部分内的内容提供给 CRC 逻辑 206。例如,当网络协议单元遵守 TCP/IP 时,内容标识器 204 可以根据 TCP/IP 规范来确定 TCP 净荷位置。在某些实施例中,内容标识器 204 可以推测内容的边界与 TCP 净荷的边界相同。例如,在某些实施例中,其边界被推测性地确定的内容可以包括 MPA 帧。当然,也能够推测其他类型的帧、分组或其他信息的边界。内容标识器 204 可以将其边界被推测性地确定的至少一部分内容提供给 CRC 逻辑 206 并且指示 CRC 确认何时开始和停止。

[0030] CRC 逻辑 206 可以对内容标识器 204(或另一源)提供的内容执行 CRC 确认操作。例如,提供的内容可以包括 MPA CRC 字段、MPA 长度字段和 MPA 帧内容的组合、或者整个 MPA 帧。CRC 逻辑 206 可以将 CRC 确认操作的中间结果存储在 CRC 累加器 208 中并且使用来自 CRC 累加器 208 的中间结果来确定所提供内容的 CRC 确认。在某些实施例中,CRC 累加器 208 可以存储对内容执行的 CRC 计算的中间和最终版本。例如,CRC 确认可以包括根据 MPA 规范的 CRC32c 值的计算。CRC 逻辑 206 可以指示对所提供内容的 CRC 确认操作是有效还是无效。

[0031] 网络协议单元(NPU)状态寄存器 210 可以指示对其边界被推测性地确定的网络协议单元内容的 CRC 确认操作是有效还是无效。寄存器 210 内的 CRC 有效 / 无效结果可以作为元数据被传送至主机计算机(或其他目的地)。元数据可以被存储在主机存储器中与相

关网络协议单元相同的区域内,也可以被存储在主机存储器的另一区域内。

[0032] 总线接口 212 可以提供与总线的相互通信。该总线可包括但不限于类似于总线 116(图 1A)的总线。例如,总线可以在网络接口和主机系统之间提供相互通信。总线接口 212 可以遵守该总线所支持的标准(但是也可以使用其他的互连标准)。例如,总线接口 212 可以包括并利用直接存储器访问(DMA)引擎(未示出)来对从主机存储器和/或主机存储到网络接口和/或从网络接口到主机存储器和/或主机存储的信息执行直接存储器访问。例如,总线接口 212 至少可用于将网络协议单元和元数据传送至主机系统。

[0033] 图 2B 描绘了可在本发明一个实施例中使用的由主机系统利用的主机存储器的内容的示例性实现。例如,主机存储器可以存储操作系统(OS)250、堆栈 252、设备驱动程序 254、目的地缓冲器 256 和应用程序 258。例如,主机系统至少可以接收来自网络接口的网络协议单元和元数据。元数据可以指示对网络协议单元的一部分内容所执行的 CRC 确认操作提供的是有效还是无效的结果,其中上述内容的边界是被推测性地确定的。

[0034] OS 250 的合适实施例包括但不限于与 Linux™ 或 Microsoft Windows® 兼容的操作系统。

[0035] 堆栈 252 至少可以对从网络中接收的网络协议单元和/或要传送给网络的信息(它们都依照 RDMA、TCP/IP 和/或 MPA 协议规范)执行协议处理。例如,在某些实施例中,堆栈 252 可以对从网络中接收的网络协议单元的净荷部分执行 CRC 确认操作。在某些实施例中,堆栈 252 可以被集成到 OS 250 中。

[0036] 设备驱动程序 254 可以是用于网络接口的设备驱动程序。设备驱动程序 254 至少可以协同在主机系统和网络接口之间的网络协议单元(或其部分)以及其他信息的传输。

[0037] 目的地缓冲器 256 可以存储由网络接口例如从网络中接收的数据(例如,网络协议单元(或其部分))。

[0038] 应用程序 258 可以是至少利用接收自网络或向网络传输的数据的一个或多个逻辑。应用程序包括但不限于,例如 web 浏览器、输入/输出过滤器、电子邮件服务应用程序、文件服务应用程序或数据库应用程序。

[0039] 图 3 描绘了能够由网络接口或其他逻辑使用以对一部分内容执行 CRC 确认的进程的流程,该内容的边界被推测性地确定,并且该内容被定位在网络协议单元内。例如,该内容可包括 MPA 帧(或其他信息)。图 3 的进程 300 可以由能够从网络中接收网络协议单元并向另一计算逻辑(诸如,主机系统)提供网络协议单元的任何计算逻辑来执行。

[0040] 在框 302,进程 300 可以初始化 CRC 累加器值。CRC 累加器值可以表示在对其边界被推测性地确定的一部分内容执行 CRC 之前的 CRC 的值。例如,被初始化的累加器值可以是表示依照 MPA 规范的初始化值的 0xFFFFFFFF,虽然也可以在初始化时使用其他的值。

[0041] 在框 304,进程 300 可以定位网络协议单元的净荷部分的边界。例如,网络协议单元可以包括 TCP 报头和 TCP 净荷部分,并且该净荷部分可以是 TCP 净荷部分。在框 304,进程 300 可以确定 TCP 报头的大小并且基于该确定,定位 TCP 净荷部分的开始。例如,在某些实施例中,TCP 报头的长度可以在四十(40)至六十(60)字节之间变化,虽然也可以使用其他的大小。例如,TCP 报头内的一个或多个比特可以指示 TCP 报头的长度。基于该指示,可以确定该 TCP 报头的长度以及 TCP 净荷的开始。例如,从所确定的 TCP 净荷的开始到网络协议单元的结尾的那一部分可以是 TCP 净荷。

[0042] 在框 306, 进程 300 可以对来自网络协议单元的净荷部分的带有被推测的边界的一部分内容执行 CRC 计算。例如, 在某些实施例中, 进程 300 可以推测包括 MPA 长度字段、MPA 帧内容、以及 MPA CRC 字段的组合在内的 MPA 帧的边界与 TCP 净荷的边界相同。在某些实施例中, 对其执行 CRC 计算的该部分内容可以仅仅是 MPA CRC 字段、MPA 长度字段和 MPA 帧内容的组合、或者整个 MPA 帧。例如, MPA 长度字段和 MPA CRC 字段可以在 MPA 帧内具有已知的大小和位置。例如, MPA CRC 字段可以是 MPA 帧的最后四个字节。

[0043] CRC 计算的结果可以在 CRC 累加器内提供。CRC 计算可以按字节或字执行。例如, 一种合适的 CRC 计算方案例如可以在 MPA 规范中描述, 虽然也可以使用其他的 CRC 计算方案。

[0044] 在框 308, 进程 300 可以确定对其边界被推测的部分内容的 CRC 计算是否成功。例如, 当在 CRC 计算中使用 MPA CRC 字段或整个 MPA 帧 (包括 MPA CRC 字段) 时, CRC 计算的结果可以指示有效 CRC 是与预期量相匹配的结果。例如, 当在 CRC 计算中使用了将 MPA CRC 字段排除在外的 MPA 帧时, CRC 计算的结果在该结果与被排除的 MPA CRC 字段相匹配的情况下可以指示有效 CRC。如果得到有效 CRC, 则框 308 之后是框 310。如果没有得到有效 CRC, 则框 308 之后是框 312。在框 312, 网络协议单元状态可以被指示为 CRC 无效。在框 310 和 312 之后则是框 314。

[0045] 在框 314, 进程 300 可以将网络协议单元状态传送给主机。例如, 可以将带有与网络协议单元相关联的元数据的网络协议单元传送给主机。元数据可以指示对其边界被推测性地确定的部分内容执行的 CRC 是有效还是无效。

[0046] 图 4 描绘了可由协议处理堆栈用来对先前可能已经对其进行过 CRC 确认的网络协议单元的一部分内容执行 CRC 确认的进程的流程。例如, 进程 400 可以由堆栈 152 利用, 虽然其他逻辑也可以利用进程 400。图 4 的进程 400 可以由任何计算逻辑执行。

[0047] 在框 402, 进程 400 可以确定网络协议单元的净荷部分的内容的边界被正确推测。例如, 网络接口或其他计算逻辑可能已经推测了网络协议单元的净荷部分的内容的边界。例如, 净荷部分的内容可以与一 MPA 帧相对应。

[0048] 例如, 框 402 可以确定网络协议单元的净荷部分的内容的边界。例如, 当该内容是 MPA 帧时, 框 402 可以确定 (1) TCP 净荷的开头是否与 MPA 帧的开头相匹配, 以及 (2) TCP 净荷的结尾是否与该 MPA 帧的结尾相匹配。如果 (1) 或 (2) 中的任一个为假, 则内容的边界没有被正确地推测, 并且在框 402 之后是框 404。如果 (1) 和 (2) 都为真, 则内容的边界被正确地推测, 并且在框 402 之后是框 406。例如, 框 406 可以跟随内容边界被正确推测的条件。

[0049] 例如, 在框 402, 进程 400 可以根据 TCP/IP 规范来计算 TCP 净荷的边界。例如, 在框 402, 进程 400 可以根据 MPA 规范和 MPA 状态信息来计算 MPA 帧的边界。MPA 状态信息可以包括与在其中传输网络协议单元的会话有关的信息。例如, MPA 状态可以指示 MPA 帧的 TCP 序列号以及 MPA 帧的帧边界。例如, 会话可以与 RDMA 连接相对应。例如, MPA 状态可以根据 MPA 规范来计算。

[0050] 例如, TCP 净荷可能在发送者发送未对准 (或被压缩的) MPA 帧或者在向网络接口转发该分组之前执行了重新分段由此导致 MPA 帧对准丧失的情况下不与 MPA 帧的边界相匹配。

[0051] 在框 404, 进程 400 可以对网络协议单元的净荷内的内容的一部分正确边界计算 CRC。例如, MPA 帧的正确边界可能已经在框 402 被确定。例如, CRC 确认可以包括使用与在图 3 的框 302 中所描述的技术相类似的 CRC 计算技术。

[0052] 在框 406, 进程 400 可以确定对所关注内容应用的 CRC 是否与有效 CRC 相对应。所关注内容可以与执行了 CRC 的那部分内容相对应。例如, 如果主机确定 MPA 帧的边界与 TCP 净荷的边界相对应 (正像在框 402 所确定的那样), 则对被正确推测的边界的有效 CRC 的指示可以与有关该内容的有效 CRC 相对应。例如, 对于在框 404 执行的 CRC 计算而言, 有关该关注内容的有效 CRC 可以按在框 308 所描述的方式相类似的方式来确定。如果有关该关注内容的 CRC 无效, 则框 406 之后是框 408。如果有关该关注内容的 CRC 有效, 则框 406 之后是框 410。

[0053] 在框 408, 进程 400 可以对该内容执行差错恢复。例如, 可以对 MPA 帧执行差错恢复。例如, 差错恢复可以包括根据 MPA 规范的 MPA 差错恢复方案。在框 410, 进程 400 可以提供 CRC 有效内容以供应用程序或其他协议处理层使用。例如, 内容可以包括 MPA 帧。

[0054] 本发明的实施例可以被实现为以下各项中的任一项或组合: 使用主板互连的微芯片或集成电路、硬连线逻辑、由存储器设备存储并由处理器执行的软件、固件、专用集成电路 (ASIC)、和 / 或现场可编程门阵列 (FPGA)。

[0055] 附图和以上描述给出了本发明的示例。虽然被描绘成多个离散的功能项, 但是本领域普通技术人员应该认识到, 这些元素的一个或多个也可以被组合成单个功能元素。可选地, 某些元素也可以被分成多个功能元素。来自一个实施例的元素可被添加至另一实施例。例如, 在此描述的各进程的次序可以被改变并且不限于在此描述的方式。然而本发明的范围决不受到这些特定示例的限制。无论是在说明书中显式还是隐式给出的各种变化, 诸如结构、尺寸和使用材料上的差异都是可能的。本发明的范围至少与所附权利要求给出的一样宽。

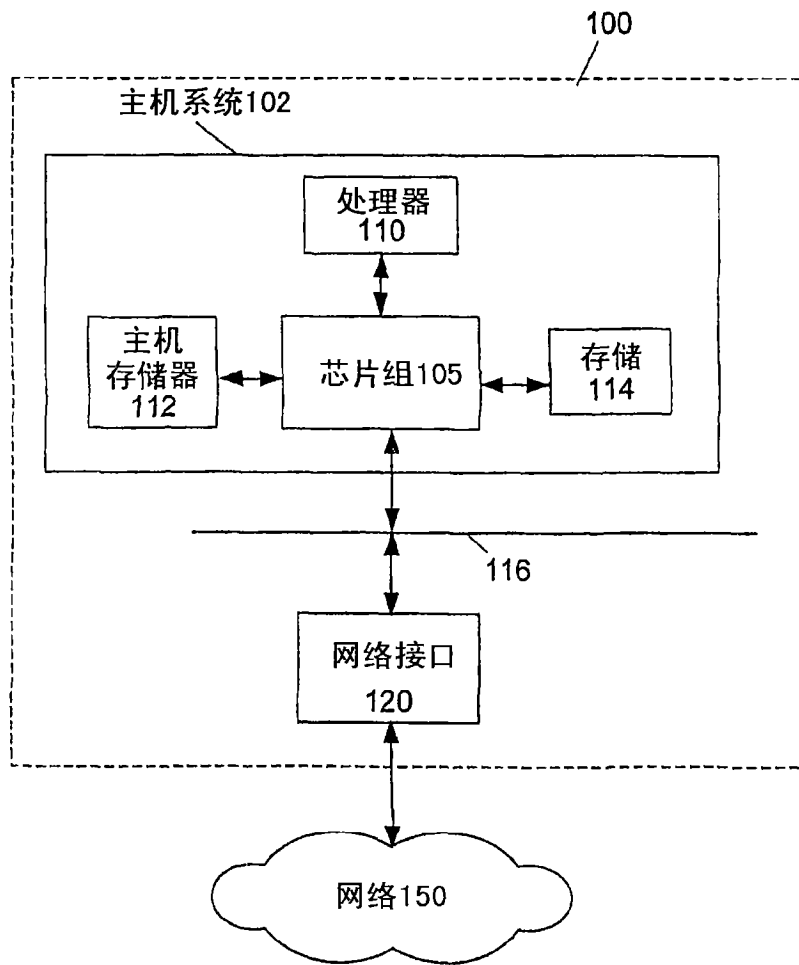


图 1A

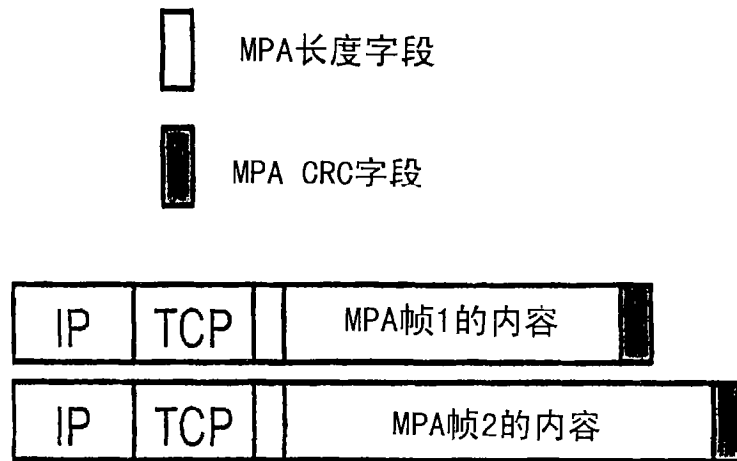


图 1B

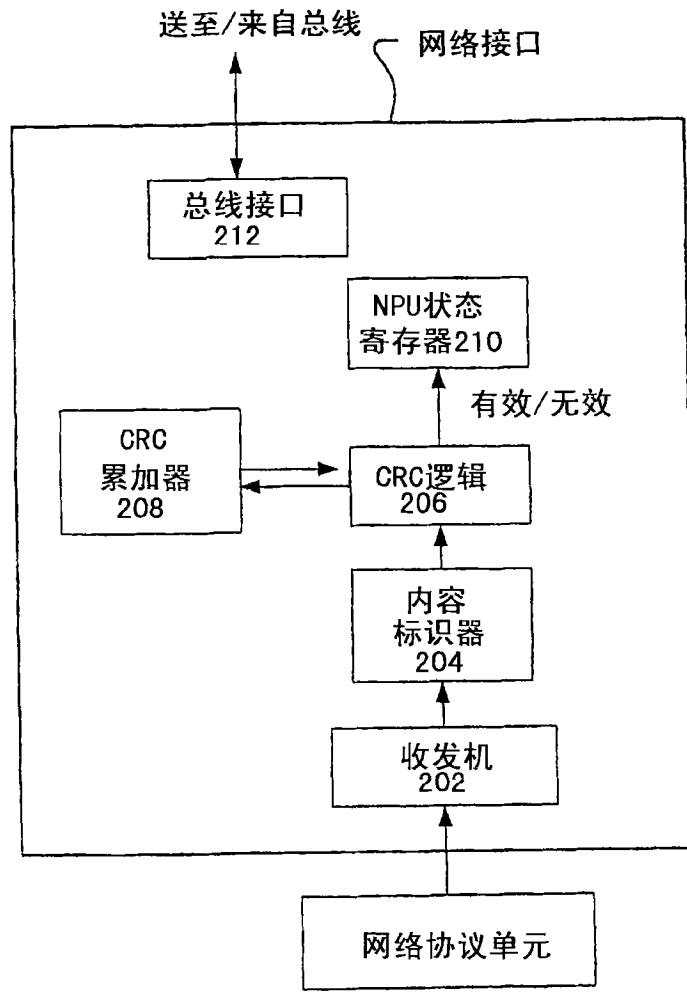


图 2A

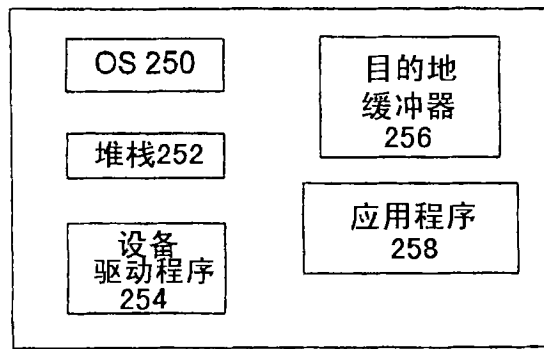


图 2B

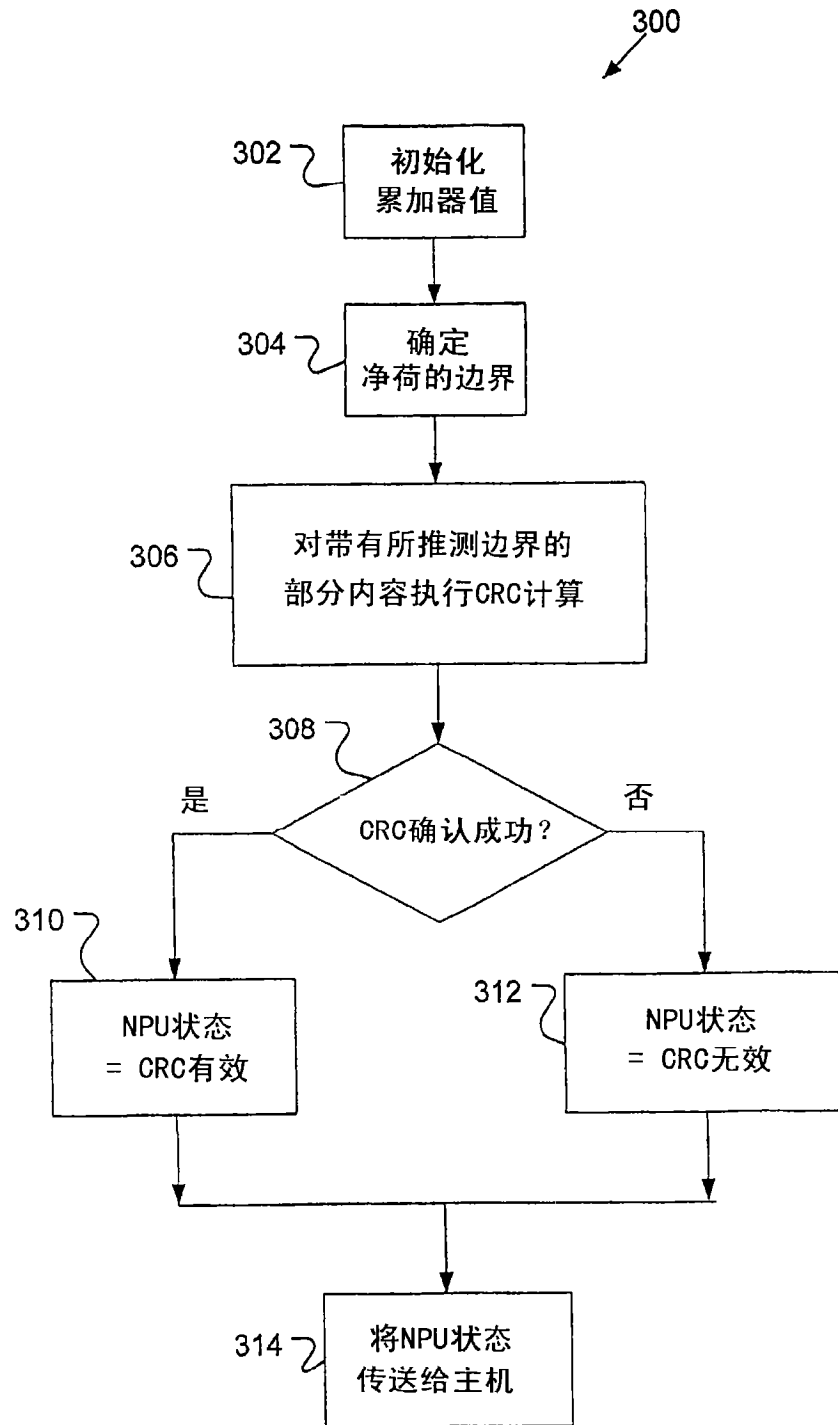


图 3

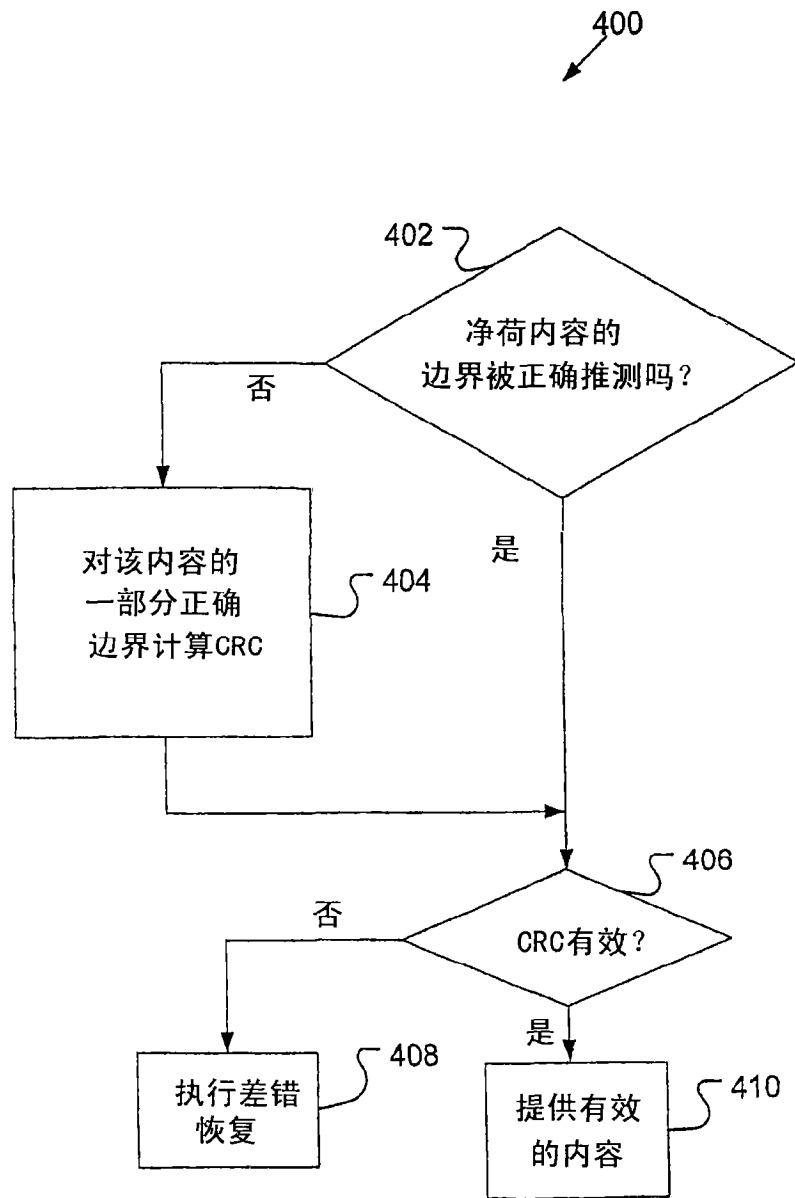


图 4