



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102201978 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 13

(21) 申请号 201110067632. 6

(22) 申请日 2011. 03. 21

(73) 专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 赵长啸 丁凡 熊华钢 吴庆

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所
11121

代理人 官汉增

(51) Int. Cl.

H04L 12/861 (2013. 01)

H04L 12/869 (2013. 01)

H04L 12/813 (2013. 01)

(56) 对比文件

US 20060230218 A1, 2006. 10. 12, 全文.

US 7239642 B1, 2007. 07. 03, 全文.

CN 101917231 A, 2010. 12. 15, 全文.

徐压军, 张晓林, 熊华钢. 基于光纤通道的航空电子网络研究. 《遥测遥控》. 2006, 第 27 卷 (第 3 期), 全文.

柴红刚. 基于 SoPC 的光纤通道控制器的设计及 FC-2 层实现. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》. 2009, 全文.

审查员 谭美玲

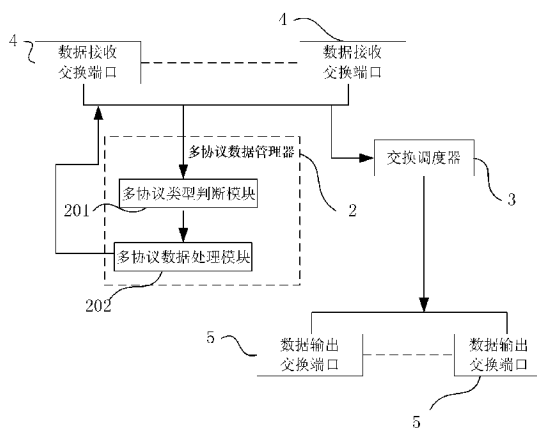
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法, 该控制器包括多个交换端口、多协议数据管理器和交换调度器, 交换端口包括数据接收交换端口和数据输出交换端口。每个交换端口均由数据缓存区、信誉管理模块、视频信誉计数器和匿名订阅信誉计数器组成。所述的协议数据管理器由多协议类型判断模块和多协议数据处理模块组成。该控制器的控制方法能够针对不同协议类型数据分配不同的数据缓存队列, 采用不同的流量控制方法同时保证音视频数据的高带宽要求与命令、控制数据的高实时性要求, 克服在航空电子多协议网络环境下交换机将所有类型数据采用统一处理方式下不能满足不同类型数据不同要求的缺点。



1. 一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,其特征在于:该控制器包括交换端口、多协议数据管理器和交换调度器;所述的交换端口分为数据输出交换端口和数据接收交换端口;所述的多协议数据管理器包含多协议类型判断模块和多协议数据处理模块;所述的数据输出交换端口和数据接收交换端口均包括数据缓存区、信誉管理模块、AV 信誉计数器和 ASM 信誉计数器;所述的数据缓存区由 AV 数据缓存区和 ASM 数据缓存区组成;所述的 AV 数据缓存区包含 AV 虚拟缓存队列,ASM 数据缓存区包含 ASM 虚拟缓存队列;

所述的信誉管理模块用于进行端口信誉协商,并将协商后的数据返回于登陆设备;所述的数据接收交换端口接收数据后通过将数据协议类型判断模块传输至多协议数据处理模块,处理后的数据返回至该数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区或 AV 数据缓存区中进行处理,经其处理后的数据由交换调度器查看处理后,将数据向数据输出交换端口输出;所述的信誉管理模块控制 AV 信誉计数器和 ASM 信誉计数器;所述的 AV 代表视频,ASM 代表匿名订阅。

2. 根据权利要求 1 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,其特征在于:信誉管理模块具有信誉协商和信誉管理功能;信誉协商功能为:数据接收交换端口配合信誉管理模块为登录设备分别提供独立的 ASM 消息信誉值和 AV 消息信誉值,并将协商得到的 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值返回给登录设备;信誉管理功能为:通过监视交换端口数据缓存区的变化控制 ASM 信誉计数器和 AV 信誉计数器的计数。

3. 根据权利要求 1 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,其特征在于:所述的 AV 虚拟缓存队列和 ASM 虚拟缓存队列的数目均与交换端口的总个数相同。

4. 根据权利要求 1 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,其特征在于:所述的交换端口的总个数为 2 ~ 256。

5. 根据权利要求 3 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,其特征在于:所述的数据接收交换端口个数为 1 ~ 255,所述的数据输出交换端口的个数为 1 ~ 255。

6. 一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制方法,其特征在于:包括以下几个步骤:

步骤一:数据接收交换端口监视登陆设备的登录请求,若未收到登陆设备的登录请求则继续监视;若收到登陆设备的登录请求后由信誉管理模块进行端口信誉协商;步骤二:监视数据接收交换端口是否有 FC 数据到来,若有 FC 数据到来时,将 FC 数据传输至多协议类型判断模块,多协议类型判断模块查看帧头消息类型域,通过光纤通道帧头判断 FC 消息的类型;

步骤三:根据不同的数据类型由多协议数据处理模块进行数据处理,将数据放入 ASM 数据缓存区或 AV 数据缓存区;

步骤四:交换调度器查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区是否为空,若不为空,将 ASM 数据缓存区中的 ASM 虚拟缓存队列进行交换转发调度,向数据输出交换端口进行转发或交换,同时信誉管理模块控制 ASM 信誉计数器的计数值减 1,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区;若交换调度器查看该数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区为空,则查看 AV 数据缓存区,若 AV 数据缓存区不为空,则对该 AV 数据缓存区 AV 虚拟缓存队列消息进行交换转发调度,向数据输出交换端口进行转发或交换,同时信誉管理模块控制 AV 信誉计数器的计数值减 1,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的

数据缓存区,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区;若 AV 数据缓存区为空,则继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区;所述的 AV 代表视频,ASM 代表匿名订阅,FC 代表光纤通道。

7. 根据权利要求 6 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制方法,其特征在于:所述的步骤三具体为:多协议数据处理模块结合数据接收交换端口对到达的不同类型的数据进行独立存储和虚拟排队,若到达的 FC 消息为 ASM 消息,则多协议数据处理模块将其放入数据接收交换端口数据缓存区的 ASM 数据缓存区中,在交换机调度器的调度下按照 ASM 消息的目的地址存入对应的 ASM 虚拟输出队列,同时信誉管理模块管理的 ASM 信誉计数器的计数值加 1;若 FC 消息为 AV 消息,则多协议数据处理模块将其放入数据接收交换端口数据缓存区的 AV 数据缓存区中,在交换机调度器的调度下按照 AV 消息的目的地址存入对应的 AV 虚拟输出队列,同时信誉管理模块管理 AV 信誉计数器的计数值加 1。

8. 根据权利要求 6 所述的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制方法,其特征在于:所述的登陆设备为雷达、火控计算机或平视显示器。

一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于光纤通道 (FC, Fibre Channel) 技术领域, 具体涉及一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法。

背景技术

[0002] 光纤通道具有高速度、低延迟、低错位率等特征, 且其支持多种上层协议映射, 能够很好满足新型航空电子互联系统的要求, 已成为航空电子统一网络的主要候选协议。

[0003] 航空环境下匿名订阅消息协议 (FC-AE-ASM, Fibre Channel-Avionics Environment-Anonymous Subscriber Messaging) 以其高可靠性、容错性和支持实时控制 / 响应的确定性行为, 适用于传输机载的命令、控制、测试设备、仿真、信号处理和传感器数据。而光纤通道音视频协议 (FC-AV, Fibre Channel-Audio Video) 通过容器系统规定了数字音、视频到 FC 帧格式的映射规则, 为 FC 网络传输数字音视频提供了一种标准, 能够满足航空电子网络中高速的数字音视频传输需要。

[0004] 音视频信息数据量大, 需要占据较大的网络带宽, 控制、命令消息有高实时性要求。现有的交换机未对交换的数据内容进行区分, 采用统一的方式进行数据转发和交换, 难以同时满足音视频数据的高带宽和控制、命令消息的高实时性要求。在参考文献 1: 胡嘉罗, 志祥, 夏鸣等, 使用多级交换网络进行大容量光纤通道交换机设计 [J] 光通信技术, 2006, 04: 11 ~ 13 中公开了一种流水线并行处理方式的交换机, 旨在提高交换容量, 但是未考虑不同类型数据的不同需求, 虽然交换容量得以提高, 但是并不能够同时满足不同类型数据的传输要求。在参考文献 2: 杨金龙, 谢军等, 光纤通道交换机接口的设计与实现 [J] 光通信技术, 2010, 11: 11 ~ 13 中公开了使用 FPGA 实现的一种高速交换端口, 但是未考虑对不同类型数据进行分别缓存和处理, 虽然提高了总的交换端口速率, 但是对于具体的消息, 传输要求难以满足。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题, 本发明提供一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法。该多协议控制器和控制方法能够针对不同协议类型数据分配不同的数据缓存队列, 采用不同的流量控制方法同时保证音视频数据的高带宽要求与命令、控制数据的高实时性要求。克服在航空电子多协议网络环境下交换机将所有类型数据采用统一处理方式下不能满足不同类型数据不同要求的缺点。

[0006] 本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器, 为交换机中实现多协议数据处理功能的部分。该控制器包括多个交换端口、多协议数据管理器和交换调度器。所述的交换端口的总个数为 2 ~ 256, 其中 1 ~ 255 个为数据接收交换端口, 其中 1 ~ 255 个为数据输出交换端口, 数据接收交换端口的个数与数据输出交换端口的个数的总和为交换端口的总个数。数据由数据接收交换端口进入经过处理后由数据输出交换端口输出。

[0007] 所述的多协议数据管理器包含多协议类型判断模块和多协议数据处理模块。多协

议类型判断模块通过光纤通道帧头 (FC 帧头) 判断光纤通道消息 (FC 消息) 的类型;多协议数据处理模块可以根据不同的消息类型,分别将视频消息 (AV 消息) 放入视频数据缓存区 (AV 数据缓存区) 中或将匿名订阅消息 (ASM 消息) 放入匿名订阅消息数据缓存区 (ASM 消息数据缓存区) 中。

[0008] 所述的数据输出交换端口和数据接收交换端口主要由数据缓存区、信誉管理模块、视频消息信誉计数器 (AV 信誉计数器) 和匿名订阅消息信誉计数器 (ASM 信誉计数器) 组成。所述的数据缓存区由视频数据缓存区 (AV 数据缓存区) 和匿名订阅数据缓存区 (ASM 数据缓存区) 组成。在数据缓存区中,按照该对应的数据接收交换端口的数目对 AV 消息或 ASM 消息分别进行虚拟输出排队,形成 AV 虚拟缓存队列和 ASM 虚拟缓存队列。AV 数据缓存区包含 AV 虚拟缓存队列,ASM 数据缓存区包含 ASM 虚拟缓存队列。AV 虚拟缓存队列和 ASM 虚拟缓存队列的数目均与交换端口 1 的总个数相同。

[0009] 数据接收交换端口接收数据后通过将数据协议类型判断模块传输至多协议数据处理模块进行处理,处理后的数据返回至数据接收交换端口进行处理,经其处理后由交换调度器查看输出至数据输出交换端口。所述的信誉管理模块控制 AV 信誉计数器和 ASM 信誉计数器。信誉管理模块具有信誉协商和信誉管理功能。信誉协商功能为:数据接收交换端口配合信誉管理模块为登录设备分别提供独立的 ASM 消息信誉值和 AV 消息信誉值,并将协商得到的 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值返回给登录设备;信誉管理功能为:通过监视交换端口数据缓存区的变化控制 ASM 信誉计数器和 AV 信誉计数器的计数值数。

[0010] 本发明提出的一种航空电子光纤通道多协议控制器的控制方法,包括步骤:

[0011] 步骤一:数据接收交换端口监视其他登陆设备 (如雷达、火控计算机、平视显示器等) 的登录请求,若未收到登陆设备的登陆请求则继续监视,若收到登陆设备的登录请求后由信誉管理模块进行端口信誉协商,将协商得到的 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值返回给登录设备。协商过程中,数据接收交换端口为登录设备分别提供独立的 ASM 消息信誉值和音频消息信誉值;

[0012] 步骤二:监视数据接收交换端口是否有光纤通道数据 (简称为 FC 数据) 到来,若有 FC 数据到来时,将 FC 数据传输至多协议类型判断模块,多协议类型判断模块查看帧头消息类型域,通过光纤通道帧头 (FC 帧头) 判断 FC 消息的类型;

[0013] 步骤三:根据不同的数据类型由多协议数据处理模块进行数据处理,到达的 FC 消息为 ASM 消息,则多协议数据处理模块将其放入数据接收交换端口数据缓存区的 ASM 数据缓存区中,在交换机调度器的调度下按照 ASM 消息的目的地址存入对应的 ASM 虚拟输出队列,同时信誉管理模块管理的 ASM 信誉计数器的计数值加 1;若 FC 消息为 AV 消息,则多协议数据处理模块将其放入数据接收交换端口数据缓存区的 AV 数据缓存区中,在交换机调度器的调度下按照 AV 消息的目的地址存入对应的 AV 虚拟输出队列,同时信誉管理模块管理 AV 信誉数据计数器的计数值加 1;

[0014] 步骤四:交换调度器查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区是否为空,若不为空,将 ASM 数据缓存区中的 ASM 虚拟缓存队列进行交换转发调度,向数据输出交换端口进行转发或交换,同时信誉管理模块控制 ASM 信誉计数器的计数值减 1,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区。若交换调度器查看该数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区为空,则查看 AV 数据缓存区。若 AV 数据缓存区不为空,则对该 AV 数据缓存

区 AV 虚拟缓存队列消息进行交换转发调度,向数据输出交换端口进行转发或交换,同时信誉管理模块控制 AV 信誉计数器的计数值减 1,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的数据缓存区,然后交换调度器返回继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区;若 AV 数据缓存区为空,则不对该数据接收交换端口进行任何处理,继续查看数据接收交换端口的 ASM 数据缓存区。

[0015] 本发明具有的优点在于:

[0016] (1) 本发明提供了一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法,考虑到在航空电子网络中不同类型的消息数据对资源的不同需求,对音视频消息和命令控制数据分别采取独立的信誉,克服了在音视频消息占据较多数据缓存区时,控制命令消息由于信誉不足无法传输的问题;

[0017] (2) 本发明提供了一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法,在交换端口对 ASM 数据和 AV 数据采用不同的数据缓存区存储,使得交换机能够对不同类型数据进行区分调度,增强了对控制命令消息的传输时间确定性保证;

[0018] (3) 本发明提供了一种航空电子光纤通道网络多协议控制器及其控制方法,对音视频数据和命令控制数据进行区分调度,考虑到音视频数据量大,弱实时性要求(即允许部分数据实际延迟比规定延迟大),控制命令数据量较小,强实时性要求(即要求所有数据必须在规定延迟内传输完成)的特性,在交换端口有 ASM 消息的情况下,优先选择对控制命令数据进行交换调度,能够进一步保证控制命令消息的强实时性要求。

附图说明

[0019] 图 1:本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的结构示意图;

[0020] 图 2:本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的交换端口结构框图;

[0021] 图 3:本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制过程中信誉协商流程图;

[0022] 图 4:本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制过程中多协议数据管理器处理流程图;

[0023] 图 5:本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器的控制过程中 ASM 消息和 AV 消息处理流程图。

[0024] 图中:

[0025] 1- 交换端口; 2- 多协议数据管理器; 3- 交换调度器;

[0026] 4- 数据接收交换端口; 5- 数据输出交换端口; 201- 多协议类型判断模块;

[0027] 202- 多协议数据处理模块; 101- 数据缓存区; 102- 信誉管理模块;

[0028] 103-AV 信誉计数器; 104-ASM 信誉计数器; 1011-AV 数据缓存区;

[0029] 1012-ASM 数据缓存区; 1011-1-AV 虚拟缓存队列;

[0030] 1012-2-ASM 虚拟缓存队列。

具体实施方式

[0033] 下面将结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0034] 本发明提出的一种航空电子光纤通道网络多协议控制器,为交换机中实现多协议数据处理功能的部分。如图 1 所示,该控制器包括多个交换端口 1、多协议数据管理器 2 和交换调度器 3。所述的交换端口 1 的总个数为 2 ~ 256,其中 1 ~ 255 个为数据接收交换端口 4,其中 1 ~ 255 个为数据输出交换端口 5,数据接收交换端口 4 的个数与数据输出交换端口 5 的个数的总和为交换端口 1 的总个数。数据由数据接收交换端口 4 进入经过处理后由数据输出交换端口 5 输出。

[0035] 所述的多协议数据管理器 2 包含多协议类型判断模块 201 和多协议数据处理模块 202。多协议类型判断模块 201 通过光纤通道帧头 (FC 帧头) 判断光纤通道消息 (FC 消息) 的类型;多协议数据处理模块 202 可以根据不同的消息类型,分别将视频消息 (AV 消息) 放入视频数据缓存区 (AV 数据缓存区 1011) 中或将匿名订阅消息 (ASM 消息) 放入匿名订阅消息数据缓存区 (ASM 消息数据缓存区 1012) 中。

[0036] 所述的交换端口 1 主要由数据缓存区 101、信誉管理模块 102、视频信誉计数器 (AV 信誉计数器 103) 和匿名订阅信誉计数器 (ASM 信誉计数器 104) 组成。如图 2 所示,所述的数据缓存区 101 由视频数据缓存区 1011 (AV 数据缓存区) 和匿名订阅数据缓存区 1012 (ASM 数据缓存区) 组成。在数据缓存区 101 中,按照该对应的数据接收交换端口 4 的数目对 AV 消息或 ASM 消息分别进行虚拟输出排队,形成 AV 虚拟缓存队列 1011-1 和 ASM 虚拟缓存队列 1012-2。AV 数据缓存区 1011 包含 AV 虚拟缓存队列 1011-1。ASM 数据缓存区 1012 包含 ASM 虚拟缓存队列 1012-2。AV 虚拟缓存队列 1011-1 和 ASM 虚拟缓存队列 1012-2 的数目均与交换端口 1 的总个数相同。

[0037] 数据接收交换端口 4 接收数据后通过将数据协议类型判断模块 201 判断后传输至多协议数据处理模块 202 进行处理,处理后的数据返回至数据接收交换端口 4 进行处理,经其处理后由交换调度器 3 查看处理后输出至数据输出交换端口 5。所述的信誉管理模块 102 控制 AV 信誉计数器 103 和 ASM 信誉计数器 104。信誉管理模块 102 具有信誉协商和信誉管理功能;信誉协商功能为:数据接收交换端口 4 配合信誉管理模块 102 为登录设备分别提供独立的 ASM 消息信誉值和 AV 消息信誉值,并将协商得到的 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值返回给登录设备;信誉管理功能为:通过监视数据接收交换端口 4 数据缓存区 101 的变化控制 ASM 信誉计数器 104 和 AV 信誉计数器 103 的计数值数。数据缓存区 101 的 ASM 数据缓存区 1012 和 AV 数据缓存区 101 与多协议数据处理模块 202 相连接,用于将多协议数据处理模块 202 的数据分别放入对应的 ASM 数据缓存区 1012 或 AV 数据缓存区 1011 进行处理,交换调度器 3 查看 ASM 数据缓存区 1012 和 AV 数据缓存区 1011,将需要转发或交换的数据向数据输出交换端口进行输出 5。

[0038] 本发明提出的一种航空电子光纤通道多协议控制器的控制方法,包括步骤:

[0039] 步骤一:数据接收交换端口 4 监视其他登陆设备 (如雷达、火控计算机或平视显示器等) 的登录请求,若未收到登陆设备的登陆请求则继续监视,如图 3 所示,若收到登陆设备的登录请求后由信誉管理模块 102 进行端口信誉协商,将协商得到的 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值返回给登录设备。协商过程中,数据接收交换端口 4 为登录设备分别提供独立的 ASM 消息信誉值和音频消息信誉值;

[0040] 步骤二:监视数据接收交换端口 4 是否有光纤通道数据(简称为 FC 数据)到来,如图 4 所示,若有 FC 数据到来时,将 FC 数据传输至多协议类型判断模块,多协议类型判断模块 201 查看帧头消息类型域,通过光纤通道帧头(FC 帧头)判断 FC 消息的类型;

[0041] 步骤三:多协议数据处理模块结合数据接收交换端口对到达的不同类型的数据进行独立存储和虚拟排队,如图 4 所示,若到达的 FC 消息为 ASM 消息,则多协议数据处理模块 202 将其放入数据接收交换端口 4 数据缓存区 101 的 ASM 数据缓存区 1012 中,在交换机调度器 3 的调度下按照 ASM 消息的目的地址存入对应的 ASM 虚拟输出队列 1012-2,同时信誉管理模块 102 管理的 ASM 信誉计数器 104 的计数值加 1;若 FC 消息为 AV 消息,则多协议数据处理模块 202 将其放入数据接收交换端口 4 数据缓存区 101 的 AV 数据缓存区 1011 中,在交换机调度器 3 的调度下按照 AV 消息的目的地址存入对应的 AV 虚拟输出队列 1011-1,同时信誉管理模块 102 管理 AV 信誉计数器 103 的计数值加 1;

[0042] 步骤四:如图 5 所示,交换调度器 3 查看数据接收交换端口 4 的 ASM 数据缓存区 1012 是否为空,若不为空,将 ASM 数据缓存区 1012 中的 ASM 虚拟缓存队列 1012-2 进行交换转发调度,向数据输出交换端口 4 进行转发或交换,同时信誉管理模块 102 控制 ASM 信誉计数器 104 的计数值减 1,然后交换调度器 3 返回继续查看数据接收交换端口 4 的 ASM 数据缓存区 1012。若交换调度器 3 查看该数据接收交换端口 4 的 ASM 数据缓存区 104 为空,则查看 AV 数据缓存区 1011。若 AV 数据缓存区 1011 不为空,则对该 AV 数据缓存区 1011 的 AV 虚拟缓存队列消息 1011-1 进行交换转发调度,向数据输出交换端口 4 进行转发或交换,同时信誉管理模块 102 控制 AV 信誉计数器 103 的计数值减 1,然后交换调度器 3 返回继续查看数据接收交换端口 4 的数据缓存区 101 的 AV 数据缓存区 1011;若 AV 数据缓存区 1011 为空,则不对该数据接收交换端口 4 进行任何处理,继续查看数据接收交换端口 4 的 ASM 数据缓存区 1012。

[0043] 接收数据交换端口 4 对接收到的消息数据按照数据类型存储在不同的数据缓存区 101 中,同时信誉管理模块 102 和针对 AV 消息和 ASM 消息分别控制 AV 信誉计数器 103 和 ASM 信誉计数器 104 进行数据的流量管理。对不同类型的消息进行区别管理,使得对消息数据的区别调度成为可能。

[0044] 登陆设备和数据接收交换端口 4 协商同时得到 AV 消息信誉值和 ASM 消息信誉值。当有大量 AV 消息传输时,仅占用数据接收交换端口 4 中 AV 消息的信用值,在大量 AV 消息进行传输时,当有 ASM 消息需要传输时,仍可以即时传输。防止了 AV 消息和 ASM 消息共享信誉值时,大数据量 AV 消息传输占用全部信誉后,ASM 消息需要等待 AV 消息传输完毕后可以传输的缺点。

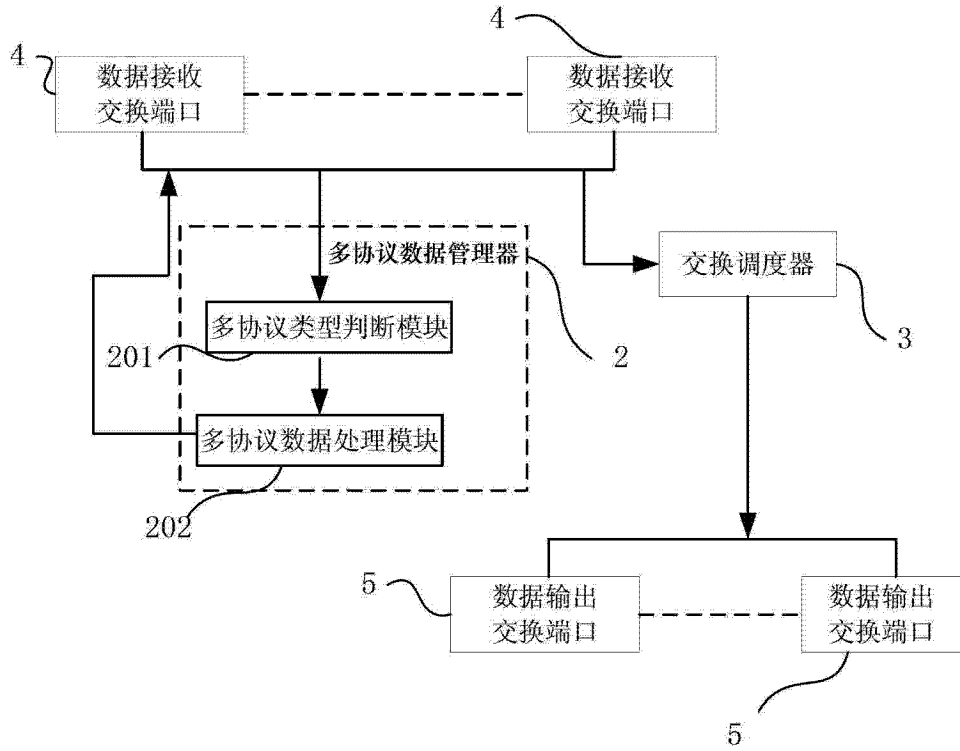


图 1

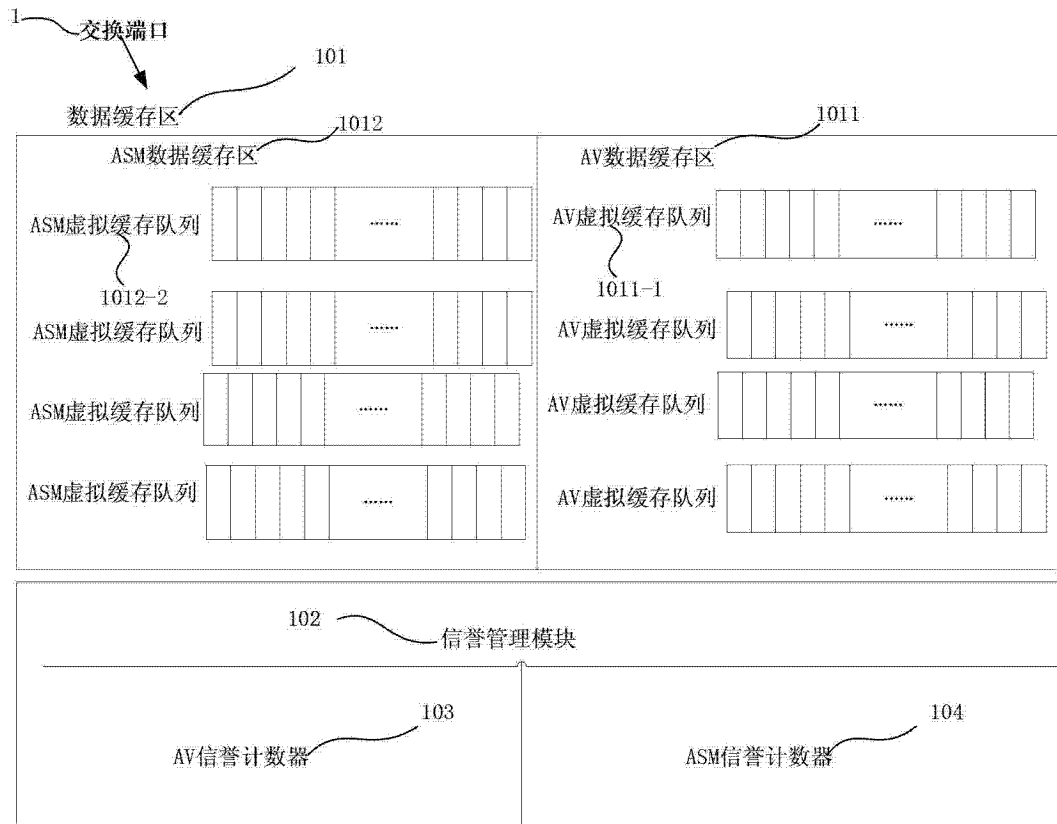


图 2

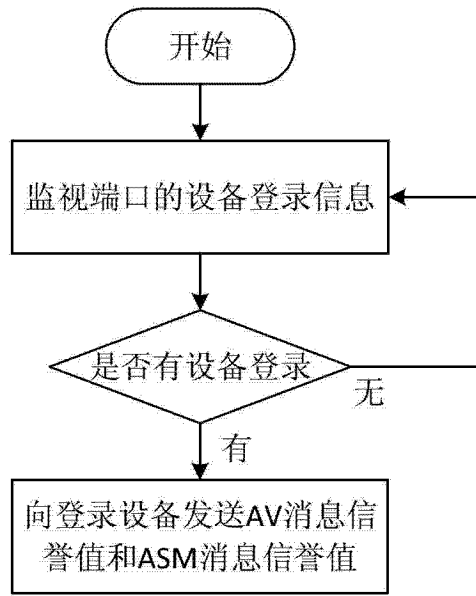


图 3

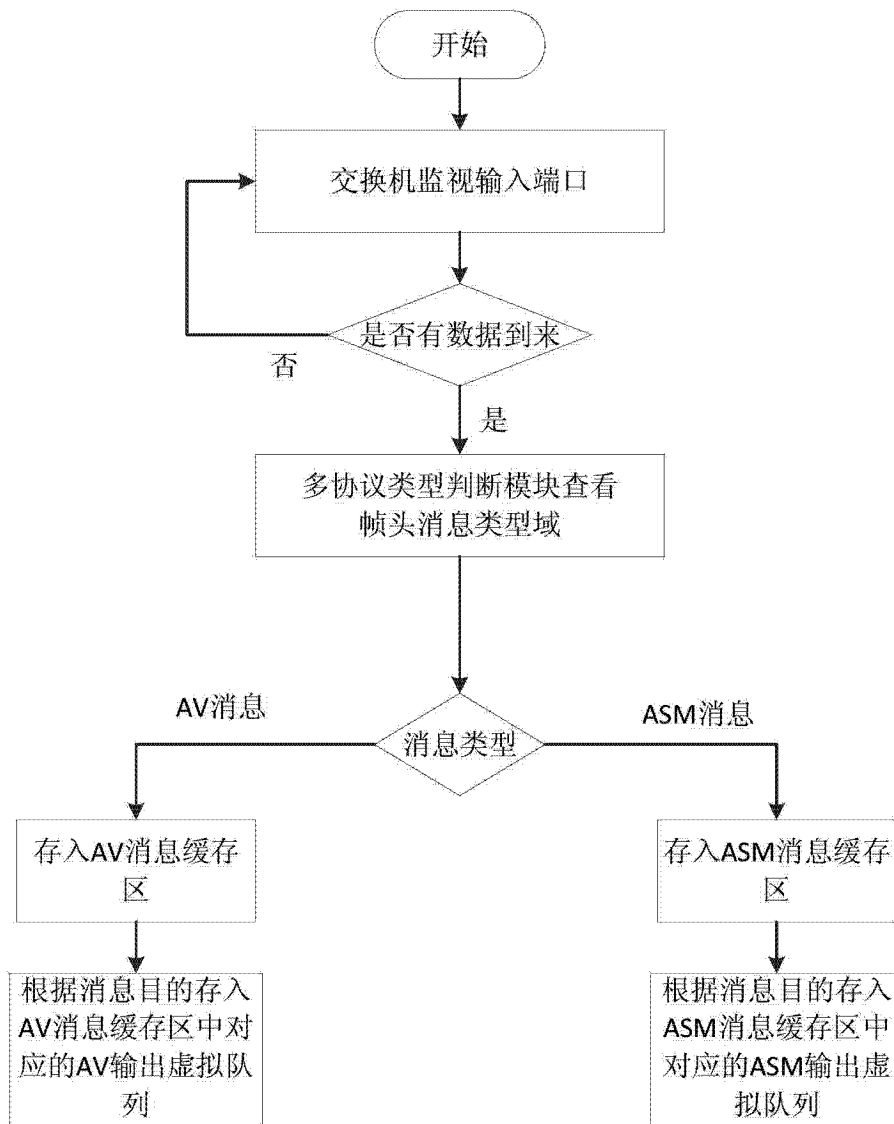


图 4

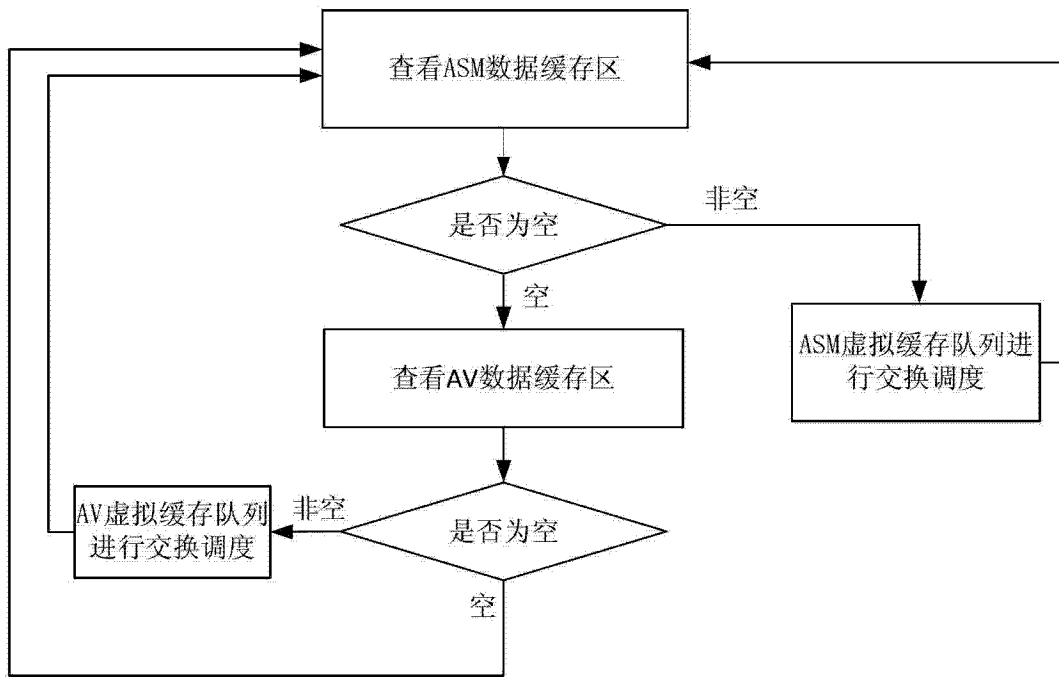


图 5