



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102932050 B

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201210438836.0

审查员 白生斌

(22)申请日 2012.11.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102932050 A

(43)申请公布日 2013.02.13

(73)专利权人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路10号

(72)发明人 张琦 忻向军 王拥军 张丽佳
孟楠 李巍 王厚天 田乐

(51)Int.Cl.

H04B 7/185(2006.01)

(56)对比文件

US 6084864 A,2000.07.04,

CN 102129490 A,2011.07.20,

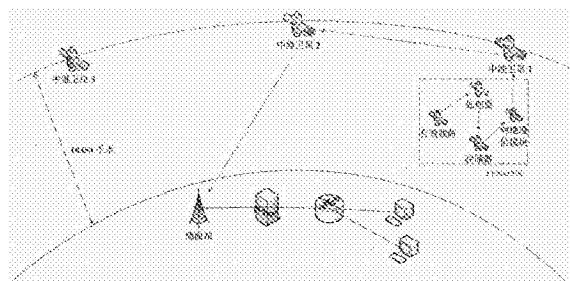
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统
和方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统和方法,该系统包括分离模块化卫星星簇、中轨数据中继系统、地面站,分离模块化卫星星簇产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统;中轨数据中继系统对数据进行路由,以透明转发的方式传送至地面站;地面站对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果。本发明可有效降低分离模块化卫星系统的端到端时延,从而实现分离模块化卫星系统的实时数据传输。



1. 一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统,其特征在于:

该系统包括分离模块化卫星星簇、中轨数据中继系统、地面站,其中,分离模块化卫星星簇用于产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统,中轨数据中继系统用于为发来的数据选择合适的路径,以透明转发的方式传送至地面站,地面站用于对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果;

所述分离模块化卫星星簇主要包括:有效载荷、处理器、存储器、对地通信模块;

其中,所述中轨数据中继系统包括平均分布在两个平面上的8颗卫星,每个平面4颗卫星,其轨道倾角均为39.4°,所述中轨数据中继系统位于轨道高度为10354km的地球中轨轨道(MEO),采用Walker-Delta星座;

所述分离模块化卫星星簇中的有效载荷,用于承载完成任务所需的成像仪,成像仪产生原始数据,并将数据发送至处理器;

处理器,用于对原始数据进行初步处理,包括边缘锐化、透雾和中值滤波,将处理后的数据发送至存储器;

存储器,用于存储经过处理的数据,并以恒定的速率将数据发送至对地通信模块;

对地通信模块,用于分离模块化卫星星簇与地面站之间的数据交互,当地面站处于对地通信模块的覆盖范围内时,数据直接传送至地面站,否则,数据将被传送至中轨数据中继系统。

2. 如权利要求1所述的一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统,其特征在于:

所述地面站可被分离模块化卫星星簇中的对地通信模块和中轨数据中继系统两者覆盖。

3. 一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法,其特征在于:

分离模块化卫星星簇产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统;中轨数据中继系统为发来的数据选择合适的路径,以透明转发的方式传送至地面站;地面站对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果;具体步骤为:

步骤401:分离模块化卫星星簇产生经过星上处理的数据,分离模块化卫星星簇的数据传输机制包括正常和异常两种机制,正常机制下,此步骤包括:

步骤4011,有效载荷产生原始数据,原始数据发送至处理器;

步骤4012,处理器对原始数据进行边缘锐化、透雾和中值滤波,处理后的数据传送至存储器;

步骤4013,存储器按照恒定的速率将经过处理的数据传送至对地通信模块;

步骤4014,对地通信模块依据覆盖情况,选择将数据直接传送至地面或者中轨数据中继系统;

步骤402:中轨数据中继系统为发来的数据进行路由,并输出至地面站,此步骤中,中轨数据中继系统的路由过程包括:

步骤4021,收到数据的中继卫星,若与地面站可见,则将数据直接传送至地面站,否则向视距内相邻中继卫星广播路由请求包(Route Request Packet);

步骤4022,收到路由请求包的中继卫星,若自身与地面站可见,则将自身与地面站的距离长度反馈至源卫星,否则不予反馈;

步骤4023,源卫星对所收到的反馈进行比较,选择距离最小的中继卫星为下一跳

节点；

步骤4024，重新跳回步骤4021；

步骤403：地面站对收到的数据进行进一步分析处理，得出最终结果。

4. 如权利要求3所述的一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法，其特征在于：

分离模块化卫星星簇的数据传输机制中的正常机制中，还包括一种额外方式：当星簇中包含两颗及两颗以上处理器或存储器时，数据将优先发送至状态更优的目的处理器和存储器。

5. 如权利要求3所述的一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法，其特征在于：

所述的分离模块化卫星星簇的数据传输机制的实现方法为节点周期性状态维护，各节点周期性在星簇内广播状态更新数据包(State Update Packet)，收到该数据包的节点将自己的实时状态写入数据包，并回传至源节点，源节点将各节点实时状态保存在所维护的一张节点状态表中，在发送数据前，以该节点状态表为参照，选择适当的目的节点；当某节点失效后，在其余节点的状态表中，该节点的状态将停止更新，此时依照传输机制，该节点将无法成为目的节点，直至其状态再次得到更新为止；其中，实时状态为资源利用度、空闲资源百分比。

6. 如权利要求3所述的一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法，其特征在于：

步骤403中的地面站既可接收分离模块化卫星星簇内对地通信模块的数据，也可接收中轨数据中继系统中中继卫星的数据。

基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星通信技术领域,尤其涉及微型卫星技术领域中,针对分离模块化卫星实时数据传输的系统和方法。

背景技术

[0002] 微型卫星是以微机电一体化技术和由数个微机电系统组成的专用集成微型仪器为基础的一种全新概念的卫星,其实质是一种分布式的卫星结构体系。几个小型卫星作为基本单元以分布式星座的形式部署在太空中不同的轨道上,它们之间通过遥测、遥控的方法互相连接,形成有紧密联系的统一体系来完成原来一颗常规卫星所具有的功能。

[0003] 作为当今航天技术的热点,各国都对微型卫星展开了积极研究,而分离模块化卫星系统以其低成本、高投入产出比、高灵活性等优势成为微型卫星研究领域中的代表。分离模块化卫星系统采用了模块化和组合的概念,即传统单体卫星上的重要部件各自形成一个个单独的小卫星,这些卫星在一定区域内自由飞行,采用无线网络互联,从而共同组成一个星簇,这种星簇具备高度的灵活性和可扩展性,因而具有广阔的应用前景。

[0004] 现有的分离模块化卫星系统,对于实时数据传输的支持需要依赖数据中继卫星系统,而长期以来,数据中继卫星系统均以美国的跟踪与数据中继卫星系统(TDRSS)为蓝本,即采用2-3颗位于地球同步轨道的中继卫星,覆盖位于一定轨道高度范围内的地球中低轨道航天器。这一设计由于所需卫星数量最少,星间中继路由协议最简,因而以其较低的投入获得了广泛的认可,但受卫星通信系统的特点所限,位于地球同步轨道的卫星因其过高的轨道而具有较大的时延,同时更高的轨道也要求更大的发射成本,因此这种设计并不能很好地支持现今高速发展的多种通信业务,尤其是对时延要求较高的业务,如何在控制成本的前提下,提高分离模块化卫星系统实时数据传输的能力,成为亟待解决的一个问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统,该系统能够在不显著增加成本的前提下,大幅降低系统端到端时延,实现分离模块化卫星系统的实时数据传输。

[0006] 为了解决上述问题,本发明提出了一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统,包括:分离模块化卫星星簇、中轨数据中继系统、地面站,其中:

[0007] 分离模块化卫星星簇,用于产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统;

[0008] 中轨数据中继系统,用于为发来的数据选择合适的路径,以透明转发的方式传送至地面站,该数据中继系统位于地球中轨轨道(MEO),轨道高度为10354km,比现行跟踪与数据中继卫星系统(TDRSS)所使用的地球同步轨道(轨道高度35786km)低2/3以上,从而大大降低了传输时延和卫星发射成本,此外,位于地球中轨轨道的卫星拥有较大的覆盖范围,因此只需增加少量卫星即可完成覆盖;

[0009] 地面站,用于对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果。

附图说明

[0010] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,只用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0011] 图1是本发明基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统结构示意图。

[0012] 图2是本发明系统中分离模块化卫星星簇数据传输机制示意图。

[0013] 图3是本发明系统中中轨数据中继系统的星座结构示意图。

[0014] 图4是本发明基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法的流程图。

具体实施方式

[0015] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,以下结合附图对本发明作进一步的详细说明。

[0016] 本发明针对现有分离模块化卫星系统中,实时数据传输采用位于地球同步轨道的跟踪与数据中继卫星系统所带来的端到端时延过大的问题,提出了一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统的实现方法。

[0017] 本发明的一种基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法,包括:

[0018] 分离模块化卫星星簇产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统;

[0019] 中轨数据中继系统为发来的数据选择合适的路径,以透明转发的方式传送至地面站;

[0020] 地面站对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果。

[0021] 如图1所示,显示了基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统示意图。该系统包括:

[0022] 分离模块化卫星星簇,用于产生经过星上处理的数据,并将该数据发送给中轨数据中继系统;

[0023] 中轨数据中继系统,用于为发来的数据选择合适的路径,以透明转发的方式传送至地面站;

[0024] 地面站,用于对收到的数据进行进一步分析处理,得出最终结果。

[0025] 如图2所示,显示了分离模块化卫星星簇数据传输示意图。分离模块化卫星星簇包括:

[0026] 有效载荷,用于承载完成任务所需的成像仪,成像仪产生原始数据,并将数据发送至处理器;

[0027] 处理器,用于对原始数据进行初步处理,包括边缘锐化、透雾和中值滤波,将处理后的数据发送至存储器;

[0028] 存储器,用于存储经过处理的数据,并以恒定的速率将数据发送至对地通信模块;

[0029] 对地通信模块,用于分离模块化卫星星簇与地面站之间的数据交互,当地面站处于对地通信模块的覆盖范围内时,数据直接传送至地面站,否则,数据将被传送至中轨数据中继系统。

[0030] 分离模块化卫星星簇的数据传输机制包含正常和异常两种机制。正常机制下,数据依次经过:有效载荷、处理器、存储器、对地通信模块。当星簇内的处理器、存储器和对地通信模块三者中的一个或多个失效时,相应步骤将被跳过,即,若处理器失效,则数据依次经过:有效载荷、存储器、对地通信模块,若存储器失效,则数据依次经过:有效载荷、处理器、对地通信模块,若三者全部失效,则数据由有效载荷直接传送至中轨数据中继系统。在正常机制中,还包括一种额外方式:当星簇中包含两颗及两颗以上处理器或存储器时,数据将优先发送至状态更优的目的处理器和存储器。

[0031] 分离模块化卫星星簇的数据传输机制的实现方法为节点周期性状态维护,各节点周期性在星簇内广播状态更新数据包(State Update Packet),收到该数据包的节点将自己的实时状态(资源利用度,空闲资源百分比等)写入数据包,并回传至源节点,源节点将各节点实时状态保存在所维护的一张节点状态表中,在发送数据前,以该节点状态表为参照,选择适当的目的节点。例如,当某节点失效后,在其余节点的状态表中,该节点的状态将停止更新,此时依照传输机制,该节点将无法成为目的节点,直至其状态再次得到更新为止。

[0032] 如图3所示,显示了中轨数据中继系统的示意图。该系统位于轨道高度为10354km的地球中轨轨道(MEO),采用Walker-Delta星座,一共8颗卫星平均分布在两个平面上,每个平面4颗卫星,其轨道倾角均为39.4°。

[0033] 如图4所示,显示了基于中轨数据中继的分离模块化卫星方法流程图。现结合图4,对本发明基于中轨数据中继的分离模块化卫星系统进行说明。具体如下:

[0034] 步骤401:分离模块化卫星星簇输出经过星上处理的数据,在正常数据传输机制下,此步骤包括:

[0035] 步骤4011,有效载荷产生原始数据,原始数据发送至处理器;

[0036] 步骤4012,处理器对原始数据进行边缘锐化、透雾和中值滤波,处理后的数据传送至存储器;

[0037] 步骤4013,存储器按照恒定的速率将经过处理的数据传送至对地通信模块;

[0038] 步骤4014,对地通信模块依据覆盖情况,选择将数据直接传送至地面或者中轨数据中继系统。

[0039] 步骤402:中轨数据中继系统对数据进行路由,并输出至地面站,此步骤中,中轨数据中继系统的路由过程包括:

[0040] 步骤4021,收到数据的中继卫星,若与地面站可见,则将数据直接传送至地面站,否则向视距内相邻中继卫星广播路由请求包(Route Request Packet);

[0041] 步骤4022,收到路由请求包的中继卫星,若自身与地面站可见,则将自身与地面站的距离长度反馈至源卫星,否则不予反馈;

[0042] 步骤4023,源卫星对所收到的反馈进行比较,选择距离长度最小的中继卫星为下一跳节点;

[0043] 步骤4024,重新跳回步骤4021。

[0044] 步骤403:地面站收集、分析并进一步处理数据,得出最终结果。

[0045] 对于分离模块化卫星星簇的异常数据传输机制,可参照图2及上述分离模块化卫星星簇数据传输实施例进行。在此不再赘述。

[0046] 本发明基于卫星通信相关理论及原理,提出了一种基于中轨数据中继的分离模块

化卫星系统和方法,该方法在综合考虑系统性能和成本的前提下,采用了中轨数据中继系统作为分离模块化卫星星簇实时数据传输的方式,与采用传统的位于地球同步轨道的跟踪与数据中继系统相比,大大降低了系统端到端时延,有效保证了分离模块化卫星系统对实时数据业务的支持。

[0047] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。

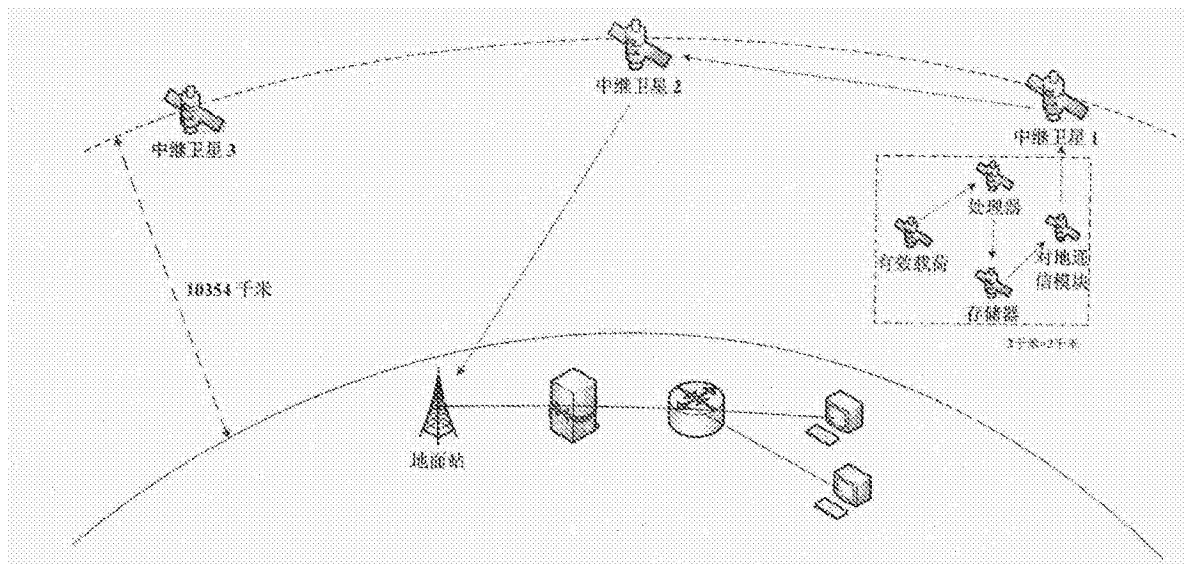


图1

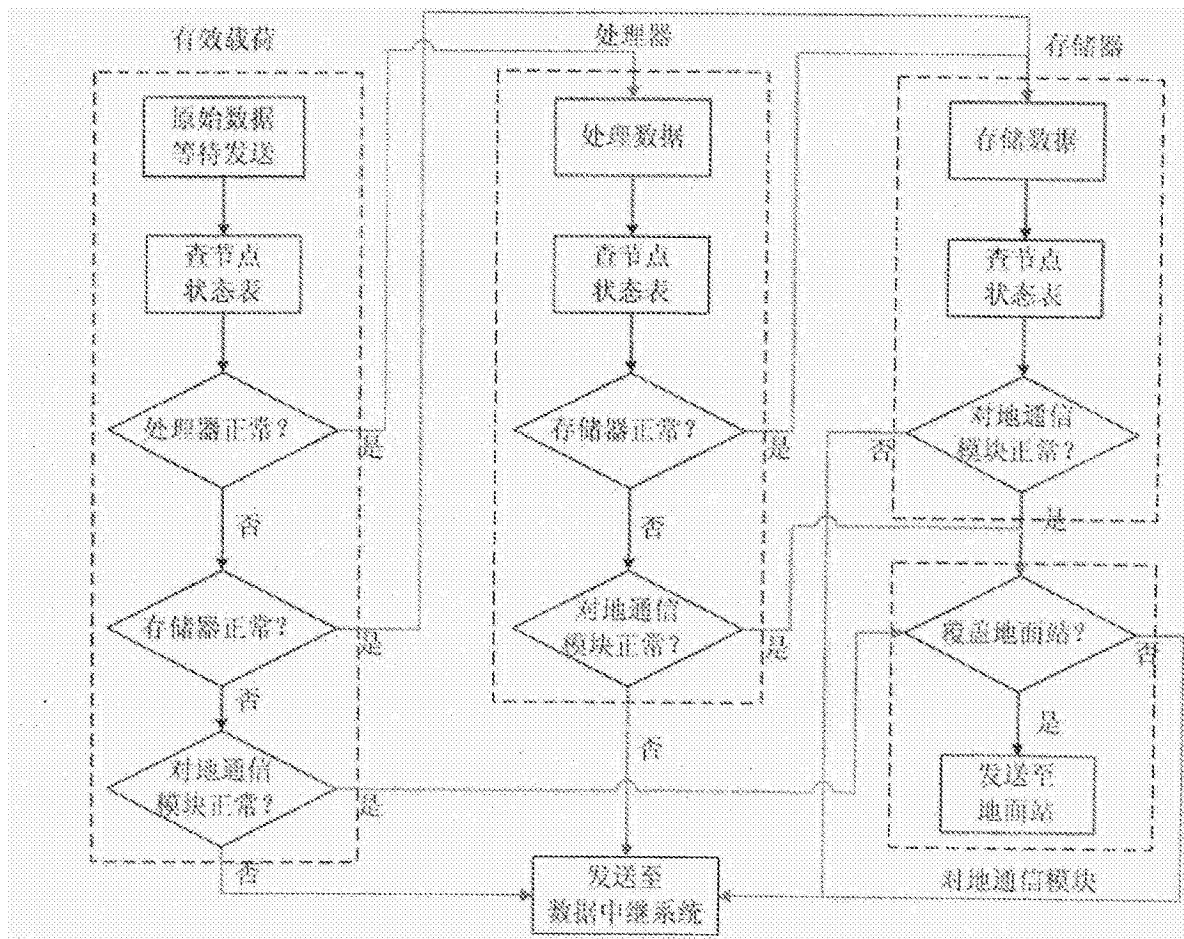


图2

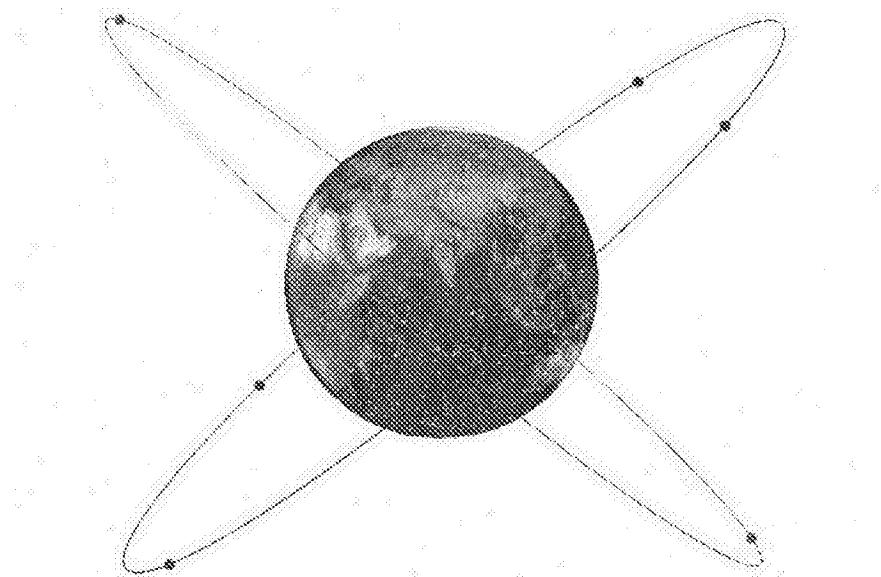


图3

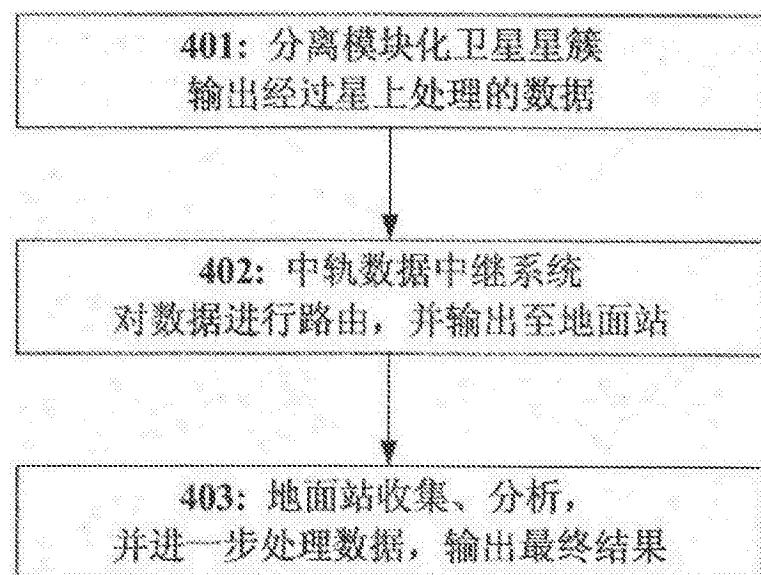


图4