(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109936619 A
(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201910046373.5

(22)申请日 2019.01.18

(71)申请人 中国科学院空间应用工程与技术中心
地址 100000 北京市海淀区邓庄南路9号

(72)发明人 曹素芝 闫蕾 宫永生 韦君勇 赵诣 韩昊 杨淑玲

(74)专利代理机构 佛山粤进知识产权代理事务所(普通合伙) 44463
代理人 张敏

(51)Int.Cl.
H04L 29/08(2006.01)

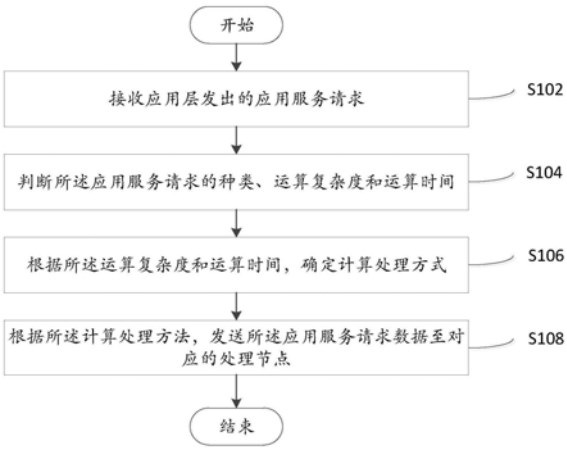
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质，其中架构包括：感知层，用于收集遥感、天气、定位中的一种或几种应用的基础信息，将收集到的信息发送至协同处理层；协同处理层，用于协同处理感知层获取的信息；应用服务层，接收感知层和协同处理层处理的信息，用于为天基、空基、海基、陆基的用户提供综合化的应用服务。通过本发明可以提供分布式存储和分布式计算，能够节省网络带宽，还对CDN进行了优化，节省网络带宽，提高交互速率。并且本发明还能根据应用服务内容选择计算模式，能够更迅速的处理应用服务，最大化利用计算资源。



CN 109936619 A

1.一种基于雾计算的空间信息网络架构,其特征在于,包括:

感知层,用于收集遥感、天气、定位中的一种或几种应用的基础信息,将收集到的信息发送至协同处理层;

协同处理层,连接感知层和应用服务层,用于协同处理感知层获取的信息;

应用服务层,接收感知层和协同处理层处理的信息,用于为天基、空基、海基、陆基的用户提供综合化的应用服务。

2.根据权利要求1所述的一种基于雾计算的空间信息网络架构,其特征在于,感知层包括:

传感器节点、智能终端、卫星节点中的一种或几种。

3.根据权利要求2所述的一种基于雾计算的空间信息网络架构,所述卫星节点包括:

多个侦查卫星,与相邻的卫星通过无线通信互联,用于搜集地面目标、海洋目标和空中目标的信息,对目标实施侦查、监视和跟踪,获取情报,同时进行分布式计算处理用户请求;

多个通信卫星,与相邻的卫星通过无线通信互联,用于转发无线电信号,实现两个卫星通信地球站之间或卫星通信地球站与航天器之间的无线电通信,同时进行分布式计算处理用户请求;

多个遥感卫星,与相邻的卫星通过无线通信互联,用于收集并记录地球或大气目标辐射或反射的电磁波信息,由发送设备、传输设备发送回地面进行处理和加工,判读地球环境、资源和景物信息,同时进行分布式计算处理用户请求。

4.根据权利要求1所述的一种基于雾计算的空间信息网络架构,其特征在于,协同处理层包括空间边缘节点、空间边缘云和远端云。

5.根据权利要求4所述的一种基于雾计算的空间信息网络架构,其特征在于,所述空间边缘节点包括卫星节点;所述空间边缘云包括天基信息港基础设施,用于承担天基边缘数据中心功能;所述远端云包括地基信息港基础设施,用于承担大规模云计算中心功能。

6.一种基于雾计算的空间信息处理方法,应用于如权利要求1-5任一的基于雾计算的空间信息网络架构中,其特征在于,包括:

接收应用服务层发出的应用服务请求;

判断所述应用服务请求的种类、运算复杂度和运算时间;

根据所述运算复杂度和运算时间,确定计算处理方式;

根据所述计算处理方法,发送所述应用服务请求数据至对应的处理节点。

7.根据权利要求6所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法,其特征在于,所述根据所述运算复杂度和运算时间,确定计算处理方式包括:

获取运算复杂度和运算时间信息,生成量化数据值;

获取满足量化数据值的计算处理方式;

根据预设的优先级选择计算处理方式为处理应用服务请求的处理方式。

8.根据权利要求7所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法,其特征在于,所述生成量化数据值,包括:

根据预设的等级,分别确认运算复杂度和运算时间信息的分数;

将所述运算复杂度和运算时间信息的分数按照预设的计算规则进行计算,得到计算结果;

所述计算结果为量化数据值。

9.根据权利要求6所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法，其特征在于，所述计算处理方式为单节点计算处理方式或多节点协同计算处理方式。

10.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中包括基于雾计算的空间信息处理方法程序，所述基于雾计算的空间信息处理方法程序被处理器执行时，实现如权利要求6至9中任一项所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法的步骤。

一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明属于通信信息处理领域，更具体的，涉及一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质。

背景技术

[0002] 空间信息网络在服务远洋航行、应急救援、导航定位、航空运输、航天测控等重大应用的同时，向下可支持对地观测的高动态、宽带实时传输，向上可支持深空探测的超远程、大时延可靠传输，从而将人类科学、文化、生产活动拓展至空间、远洋、乃至深空，是全球范围的研究热点。

[0003] 图1示出了本发明的现有技术的卫星信息架构。卫星电子学系统一般采用专用的宇航芯片，嵌入式操作系统和软件，以及专门的网络技术。卫星总线通常采用MIL-STD-1553B、RS422、CAN，FC等，而且一般使用冗余拓扑结构，为卫星内部网络提供高可靠的通信连接，且大部分场景要求保证实时性与确定性。卫星操作系统与软件开发跟传统的消费电子与工业电子差别也较大，由于受体积重量功耗、实时性等的限制，一般采用嵌入式实时操作系统，比如VxWorks等，有时应用程序需要在裸机上运行，意味着根本没有操作系统。

[0004] 目前的空间信息网络中，星上在轨计算处理能力非常有限，应用数据主要依靠高速星地链路与中继回传到地面节点进行处理。然而，随着空间有效载荷技术及卫星物联网的发展，需要回传的数据量越来越大，一方面造成严重的星地链路带宽压力，另一方面无法应对热点区域消息及时分发、紧急预警等对时效性要求较高的任务。

[0005] 为了解决卫星通信传输距离远、带宽有限但应用时延要求低的矛盾，星上高性能计算处理能力是实现天基组网，减少地面依赖的必要条件。从天地一体化信息网络发展趋势来看，高时效、多维度融合是发展的必然趋势，空间设备采集数据量逐渐增长，在存储、计算、决策、分发、传输的各个阶段都需要采用更加高效的新实现方式。因此，有必要研究新型的空间信息网络架构。

发明内容

[0006] 为了解决上述至少一个技术问题，本发明提出了一种基于雾计算的空间信息网络架构，包括：

[0007] 感知层，用于收集遥感、天气、定位中的一种或几种应用的基础信息，将收集到的信息发送至协同处理层；

[0008] 协同处理层，连接感知层和应用服务层，用于协同处理感知层获取的信息；

[0009] 应用服务层，接收感知层和协同处理层处理的信息，用于为天基、空基、海基、陆基的用户提供综合化的应用服务。

[0010] 本方案中，感知层包括：

[0011] 传感器节点、智能终端、卫星节点中的一种或几种。

[0012] 本方案中，所述卫星节点包括：

[0013] 多个侦查卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于搜集地面目标、海洋目标和空中目标的信息，对目标实施侦查、监视和跟踪，获取情报，同时进行分布式计算处理用户请求；

[0014] 多个通信卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于转发无线电信号，实现两个卫星通信地球站之间或卫星通信地球站与航天器之间的无线电通信，同时进行分布式计算处理用户请求；

[0015] 多个遥感卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于收集并记录地球或大气目标辐射或反射的电磁波信息，由发送设备、传输设备发送回地面进行处理和加工，判读地球环境、资源和景物信息，同时进行分布式计算处理用户请求。

[0016] 本方案中，协同处理层包括空间边缘节点、空间边缘云和远端云。

[0017] 本方案中，所述空间边缘节点包括卫星节点；所述空间边缘云包括天基信息港基础设施，用于承担天基边缘数据中心功能；所述远端云包括地基信息港基础设施，用于承担大规模云计算中心功能。

[0018] 本发明第二方面还提出了一种基于雾计算的空间信息处理方法，应用于如上述的基于雾计算的空间信息网络架构中，包括：

[0019] 接收应用服务层发出的应用服务请求；

[0020] 判断所述应用服务请求的种类、运算复杂度和运算时间；

[0021] 根据所述运算复杂度和运算时间，确定计算处理方式；

[0022] 根据所述计算处理方法，发送所述应用服务请求数据至对应的处理节点。

[0023] 本方案中，所述根据所述运算复杂度和运算时间，确定计算处理方式包括：

[0024] 获取运算复杂度和运算时间信息，生成量化数据值；

[0025] 获取满足量化数据值的计算处理方式；

[0026] 根据预设的优先级选择计算处理方式为处理应用服务请求的处理方式。

[0027] 本方案中，所述生成量化数据值，包括：

[0028] 根据预设的等级，分别确认运算复杂度和运算时间信息的分数；

[0029] 将所述运算复杂度和运算时间信息的分数按照预设的计算规则进行计算，得到计算结果；

[0030] 所述计算结果为量化数据值。

[0031] 本方案中，所述计算处理方式为单节点计算处理方式或多节点协同计算处理方式。

[0032] 本发明第三方面还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中包括基于雾计算的空间信息处理方法程序，所述基于雾计算的空间信息处理方法程序被处理器执行时，实现如上述中任一项所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法的步骤。

[0033] 通过本发明提供的一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质，通过本发明可以提供分布式存储和分布式计算，能够节省网络带宽，还对CDN(Content Distribution Network,CDN)进行了优化，节省网络带宽，提高交互速率。并且本发明还能根据应用服务内容选择计算模式，能够更迅速的处理应用服务，最大化利用计算资源。

附图说明

[0034] 图1示出了本发明的现有技术的卫星信息架构；

[0035] 图2示出了空间信息雾网络层次架构的框图；

[0036] 图3示出了本发明空间信息雾网络架构的框图；

[0037] 图4示出了本发明一种基于雾计算的空间信息处理方法流程图；

具体实施方式

[0038] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0039] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是，本发明还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施，因此，本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0040] 雾计算是近几年出现的计算新范式，相较于云计算更适用于时延敏感型应用，雾计算将网络计算中心扩展到网络边缘，雾节点数据在边缘处理，减少到云端的数据传输量，具有响应延时小、节约回传带宽、保护隐私等优点。基于这些优势将雾计算技术引入天基信息系统，用于革新天基网络架构，促进新型卫星应用，革新天基网络架构有重要意义。雾计算是一个高度虚拟化的平台，通常提供终端设备和传统云计算数据中心之间的计算，存储和网络服务。

[0041] 随着空间人工智能应用、卫星物联网、5G卫星通信等技术的发展，用户对空间信息网络提出更高的要求，高精度几何定位、多源传感器融合、目标检测追踪、信息共享等关键技术的发展需要更高效的天基计算平台支持。本发明提出了空间信息网络架构的新范式(Space_based fogcomputing(SFC)over space information system)，是一种有效的解决方案。

[0042] 空间雾网络架构可以实现在轨处理、极大节约天地下行带宽，降低传输时延，满足时间敏感业务需求；促进了卫星集群的计算存储资源的有效利用；一星多用，降低了系统成本；推动空间业务的多样发展，无论在军用还是民用领域都为卫星带来变革式发展。

[0043] 图2示出了空间信息雾网络层次架构的框图。

[0044] 如图2所示，本发明提出了一种基于雾计算的空间信息网络架构，包括：

[0045] 感知层，用于收集遥感、天气、定位中的一种或几种应用的基础信息，将收集到的信息发送至协同处理层；

[0046] 协同处理层，连接感知层和应用服务层，用于协同处理感知层获取的信息；

[0047] 应用服务层，接收感知层和协同处理层处理的信息，用于为天基、空基、海基、陆基的用户提供综合化的应用服务。

[0048] 需要说明的是，基于雾计算的空间信息网络实体包含3部分，分别是空间边缘节点(如遥感卫星等)、空间边缘云(如天基信息港基础设施，承担天基边缘数据中心功能)和远端云(如地基信息港基础设施，承担大规模云计算中心功能)。

[0049] 根据本发明实施例，感知层包括：

[0050] 传感器节点、智能终端、卫星节点中的一种或几种。

[0051] 根据本发明实施例，所述卫星节点包括：

[0052] 多个侦查卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于搜集地面目标、海洋目标和空中目标的信息，对目标实施侦查、监视和跟踪，获取情报，同时进行分布式计算处理用户请求；

[0053] 多个通信卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于转发无线电信号，实现两个卫星通信地球站之间或卫星通信地球站与航天器之间的无线电通信，同时进行分布式计算处理用户请求；

[0054] 多个遥感卫星，与相邻的卫星通过无线通信互联，用于收集并记录地球或大气目标辐射或反射的电磁波信息，由发送设备、传输设备发送回地面进行处理和加工，判读地球环境、资源和景物信息，同时进行分布式计算处理用户请求。

[0055] 根据本发明实施例，协同处理层包括空间边缘节点、空间边缘云和远端云。

[0056] 根据本发明实施例，所述空间边缘节点包括卫星节点；所述空间边缘云包括天基信息港基础设施，用于承担天基边缘数据中心功能；所述远端云包括地基信息港基础设施，用于承担大规模云计算中心功能。

[0057] 图3示出了本发明空间信息雾网络架构的框图。如图3所示，本发明的边缘节点可以为单兵局域网、无人机局域网等，在云处理端可以是天基管控中心、空间站数据中心、天地一体管控中心、地基管控中心、数据中心中的一种或几种。其中的天基汇聚层、天基接入层、空基网络、地基网络都可以作为边缘节点至云计算节点的过渡部分，并且可以协同进行计算。

[0058] 随着商业航天的发展，发射的小卫星越来越多，小卫星受平台限制，很难配备齐全的在轨计算存储资源，而随着智能技术的发展，在资源受限的卫星平台要求的计算越来越密集，因此有必要将卫星平台上计算密集型任务被迁移到边缘云设施。

[0059] 在天基移动边缘计算平台中，空间边缘节点通过星间链路连接至空间边缘云，以建立和部署服务。当空间边缘节点执行计算密集型工作流程时，卫星将综合分析星间链路信道质量与自身即使计算能力，选择将计算工作的服务卸载至空间边缘云或本地处理。

[0060] 在空间边缘云中，天基边缘数据中心接收来自卫星用户的请求，并统计分析当前计算负载、存储占用、通信链路及任务队列等数据，选择在适当的时候处理任务请求或将计算任务卸载至远端云处理。最终通过星间链路返回给卫星用户。

[0061] 计算卸载技术可极大简化小卫星设计，而提升小卫星的服务能力。

[0062] 协同计算技术使许多分布式卫星应用系统相互协作，如联合对地观测、多星数据融合等。而这类应用，位置与时延在通信过程中又至关重要，因此通过空间雾计算技术可有效支撑天基协同计算技术。

[0063] 在天基移动边缘计算平台中，空间边缘云将任务导向型卫星应用进行自主规划，将任务所涉及的算法进行分割，由星间链路发送给调度序列中拥有计算资源的空间边缘节点。任务节点根据所接收的参数和算法，对分配任务进行计算处理，实现在轨分布式协同任务并行处理，最终将计算结果返回空间边缘云。由空间边缘云进行合并处理，完成相应的卫星应用，提高天基计算效率。

[0064] 基于空间雾计算，天基移动边缘计算平台可进行网内自主决策，控制空间边缘节点高效完成协同任务。

[0065] 图4示出了本发明一种基于雾计算的空间信息处理方法流程图。

[0066] 如图4所示，本发明第二方面还提出了一种基于雾计算的空间信息处理方法，应用于如上述的基于雾计算的空间信息网络架构中，包括：

[0067] S102，接收应用服务层发出的应用服务请求；

[0068] S104，判断所述应用服务请求的种类、运算复杂度和运算时间；

[0069] S106，根据所述运算复杂度和运算时间，确定计算处理方式；

[0070] S108，根据所述计算处理方法，发送所述应用服务请求数据至对应的处理节点。

[0071] 需要说明的是，在具体处理信息时，应用服务层向协同处理层提出业务请求。协同处理层分析业务种类、运算复杂度和运算时间，对任务进行规划并分配给感知层。感知层收集信息并回传至协同处理层。协同处理层进行数据处理并发送给应用服务层。

[0072] 需要说明的是，在应用服务层中可以提供导弹预警、战场态势感知、精确定位、5G通信、险情监控等业务。在用户选择了其中的业务时，便会发送应用服务请求至后台服务器端，后台服务器接收应用服务层发出的应用服务请求，便判断所述应用服务请求的种类、运算复杂度和运算时间。其中针对每个应用服务都预设有对应的种类和运算复杂度。例如，导弹预警的种类为监测类，5G通信的种类为通信类等；导弹预警的运算复杂度为5级，5G通信的运算复杂度为1级。每个不同的应用业务都对应有不同的运算时间，运算时间可以是后台预先设定，也可以是根据当前的应用服务预算得到。本领域技术人员可根据实际需要设置应用服务的对应种类、运算复杂度和运算时间。

[0073] 根据本发明实施例，所述根据所述运算复杂度和运算时间，确定计算处理方式包括：

[0074] 获取运算复杂度和运算时间信息，生成量化数据值；

[0075] 获取满足量化数据值的计算处理方式；

[0076] 根据预设的优先级选择计算处理方式为处理应用服务请求的处理方式。

[0077] 需要说明的是，在后台中针对每个不同的处理方式都预设有对应的量化数据值范围。例如，单节点的处理分值为0-10，雾网络的可处理分值为10-20；远端云的处理分值为30-50。本领域技术人员可根据实际需要设置对应的处理分值规则，本发明不对处理方式的分值范围做具体限定。

[0078] 需要说明的是，若多个处理方式均满足当前的应用服务，则根据内部定义的优先级选择合适的处理方式。优先级的定义需要考虑资源的合理分配和运算时间要求。例如，在处理5G通信业务时，其量化数据值为8，任何的处理方式都满足处理要求，则根据优先级信息确定最终的处理方式，在优先级中：单节点>雾网络>远端云，则优先选择单节点的方式处理当前的业务。

[0079] 具体的，所述生成量化数据值，包括：

[0080] 根据预设的等级，分别确认运算复杂度和运算时间信息的分数；

[0081] 将所述运算复杂度和运算时间信息的分数按照预设的计算规则进行计算，得到计算结果；

[0082] 所述计算结果为量化数据值。

[0083] 需要说明的是，在系统中预设有对应的量化等级，例如，运算复杂度的等级为1-5级，其分数分别为：10、20、30、40、50；运算时间信息的等级为1-7级；其分数分别为：10、20、

30、40、50、60、70。根据预设的等级，分别确认运算复杂度和运算时间信息的分数，在确定上述的分数时可以采用查表法进行，例如，在应用业务为精确定位业务时，其内部定义的运算复杂度为2，运算时间信息为3，则进行查表得到，运算复杂度的分数为20，运算时间信息的分数为30。本领域技术人员可根据实际需要设定对应的等级和分数，本发明不对具体的等级和分数划分做限定，但任何采用等级和分数确认的方法，都将落入本发明的保护范围内。

[0084] 需要说明的是，在确定了分数之后，将根据预设的加权算法进行计算。计算结果＝系数1*运算复杂度分数+系数2*运算时间信息分数。其中，系数1+系数2＝1。例如，系数1为0.4，系数2为0.6；又或者系数1为0.3，系数2为0.7等。系数1和系数2的具体取值由后台服务器进行确定，也可以是根据历史数据进行数据挖掘确定，又或者是根据云计算进行确定。在采用预设的规则计算出计算结果后，将计算结果作为量化数据值，在根据量化数据值去选择对应的处理方式。

[0085] 根据本发明实施例，所述计算处理方式为单节点计算处理方式或多节点协同计算处理方式。

[0086] 本发明第三方面还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中包括基于雾计算的空间信息处理方法程序，所述基于雾计算的空间信息处理方法程序被处理器执行时，实现如上述中任一项所述的一种基于雾计算的空间信息处理方法的步骤。

[0087] 通过本发明提供的一种基于雾计算的空间信息网络架构、方法和可读存储介质，通过本发明可以提供分布式存储和分布式计算，能够节省网络带宽，还对CDN进行了优化，节省网络带宽，提高交互速率。并且本发明还能根据应用服务内容选择计算模式，能够更迅速的处理应用服务，最大化利用计算资源。本发明的具体优点如下：

[0088] (1)分布式存储：雾计算平台可以在空间边缘节点上进行轻量级配置和规划。空间边缘节点上的卫星具有广泛分布的特性，同时卫星上配备大容量存储。在空间信息网络架构下，可以协同大量的雾卫星节点，进行分布式存储，节约了空间边缘云和远端云的存储空间。

[0089] (2)分布式计算：同样的，在空间信息雾网络架构下，异构的大规模计算资源配置在雾卫星节点上，通过异构资源调度实现异构资源分布式计算，可以提高空间边缘节点的计算资源利用率，缓解空间边缘云和远端云的计算压力。

[0090] (3)网络带宽分配：应用服务层的应用程序和服务可以使用空间信息雾网络的实时网络数据(例如通信链路条件，网络统计信息等)，以提供可分配的网络带宽。同时可以开发受益于实时网络数据的新应用和服务。

[0091] (4)节约回传带宽：雾卫星节点使用主动方式预测移动用户对信息的需求，与用户敏感的信息源可以在特定的低轨雾卫星节点上处理并存储。在网络拓扑上看，用户可以直接从雾卫星节点获取到需要的信息，减少不必要或不需要的数据回传到空间边缘云和远端云，有效节约网络回传带宽。

[0092] (5)帮助CDN的有效实现：内容分发网络(Content Distribution Network,CDN)是在Internet边缘部署缓存服务的网络，减少远程站点内容的下载延迟。但是其面向的用户兴趣广泛，服务需求模糊，难以预测精确的服务。空间信息雾网络中的实时网络数据可以实现对CDN进行优化，雾卫星节点具有更清晰的目标用户和服务需求，它充分利用其存储和计算资源为移动用户提供最理想的服务，内容分发的高性能和可用性将更容易确保。

[0093] (6)跨层优化:雾节点可以自主管理覆盖范围内提供的应用服务和通信网络。空间信息雾网络可以通过实时网络数据管理整个通信层,同时雾卫星节点对信息上下文进行感知,通过跨层优化使得应用服务层有最佳的用户服务质量。

[0094] (7)交互的实时性:移动服务的延迟主要受到传播距离,计算能力和数据速率三个因素的影响。当雾卫星节点运行在低轨时,会降低卫星到用户之间的固有延迟的影响。而且雾卫星节点有着强大的分布式计算资源,可以实时处理计算密集型程序。同时,实时网络带宽分配,可以提供高质量传输链路,最小化网络的其他部分中的拥塞,改善用户体验,从而达到近乎实时性交互的效果。

[0095] 空间边缘节点可以链接到网络,空间边缘云是部署到天基的小规模数据中心,负责网络流量控制和管控各种移动边缘卫星服务和应用,当雾卫星节点的处理能力不能满足自身需求时,可以通过卫星网络将计算密集型任务和海量数据迁移至天基边缘云处理,尤其是时敏及军事业务,而当边缘云不能满足边缘设备的请求时,可以将部分任务和数据迁移至远端云处理。

[0096] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,如:多个单元或组件可以结合,或可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另外,所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口,设备或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性的、机械的或其它形式的。

[0097] 上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元;既可以位于一个地方,也可以分布到多个网络单元上;可以根据实际的需要选择其中的部分或全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0098] 另外,在本发明各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理单元中,也可以是各单元分别单独作为一个单元,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中;上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

[0099] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:移动存储设备、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0100] 或者,本发明上述集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机、服务器、或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分。而前述的存储介质包括:移动存储设备、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0101] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵

盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

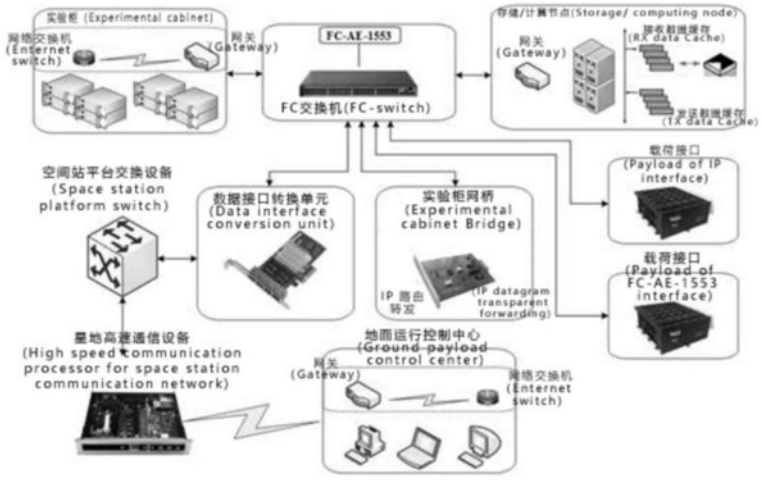

实验柜 (Experimental cabinet)
网络交换机 (Enternet switch)
网关 (Gateway)
FC-AE-1553
FC交换机(FC-switch)
存储/计算节点(Storage/ computing node)
网关 (Gateway)
接收数据缓存 (RX data cache)
发送数据缓存 (TX data cache)
空间站平台交换设备 (Space station platform switch)
数据接口转换单元 (Data interface conversion unit)
实验柜网桥 (Experimental cabinet Bridge)
IP 路由转发
(IP datagram transparent forwarding)
载荷接口 (Payload of IP interface)
载荷接口 (Payload of FC-AE-1553 interface)
星地高速通信设备 (High speed communication processor for space station communication network)
地面运行控制中心 (Ground payload control center)
网关 (Gateway)
网络交换机 (Enternet switch)

图1


应用层
导弹预警
战场态势感知
精确定位
5G通信
险情监控
协同处理
天基边缘云
地基信息港
感知层

图2

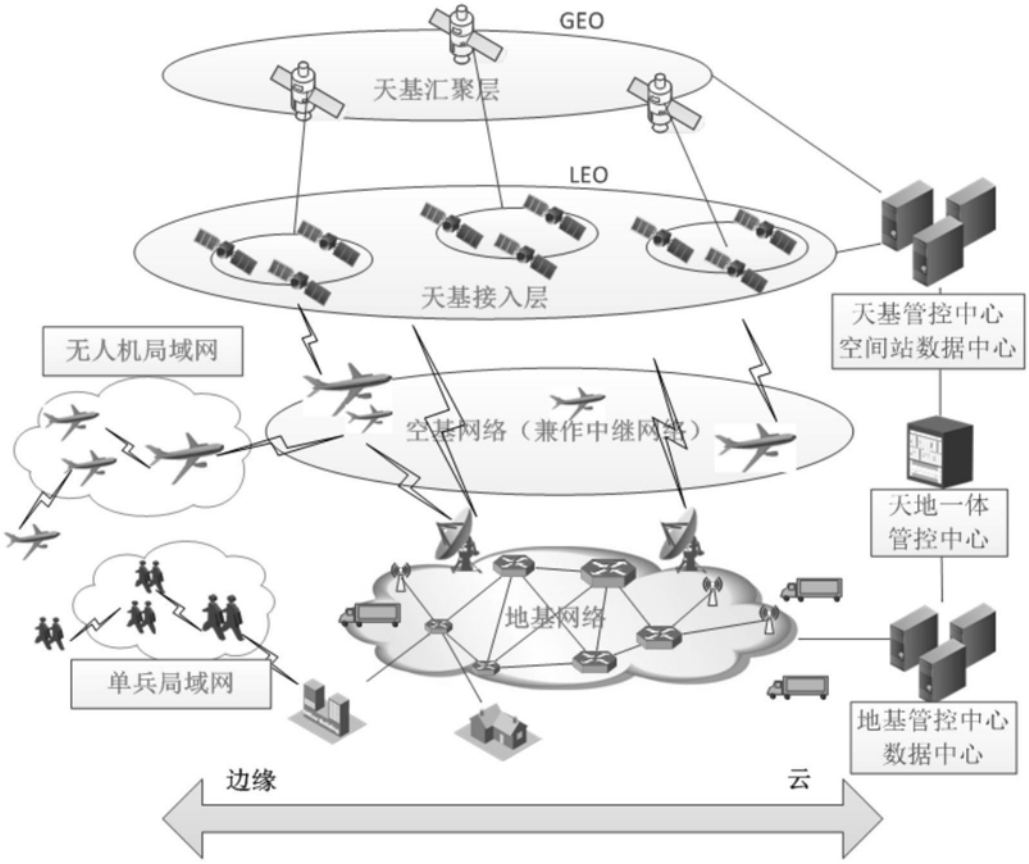

GEO
天基汇聚层
LEO
天基接入层
天基管控中心
空间站数据中心
无人机局域网
空基网络（兼作中继网络）
天地一体
管控中心
地基网络
单兵局域网
地基管控中心
数据中心
边缘
云

图3

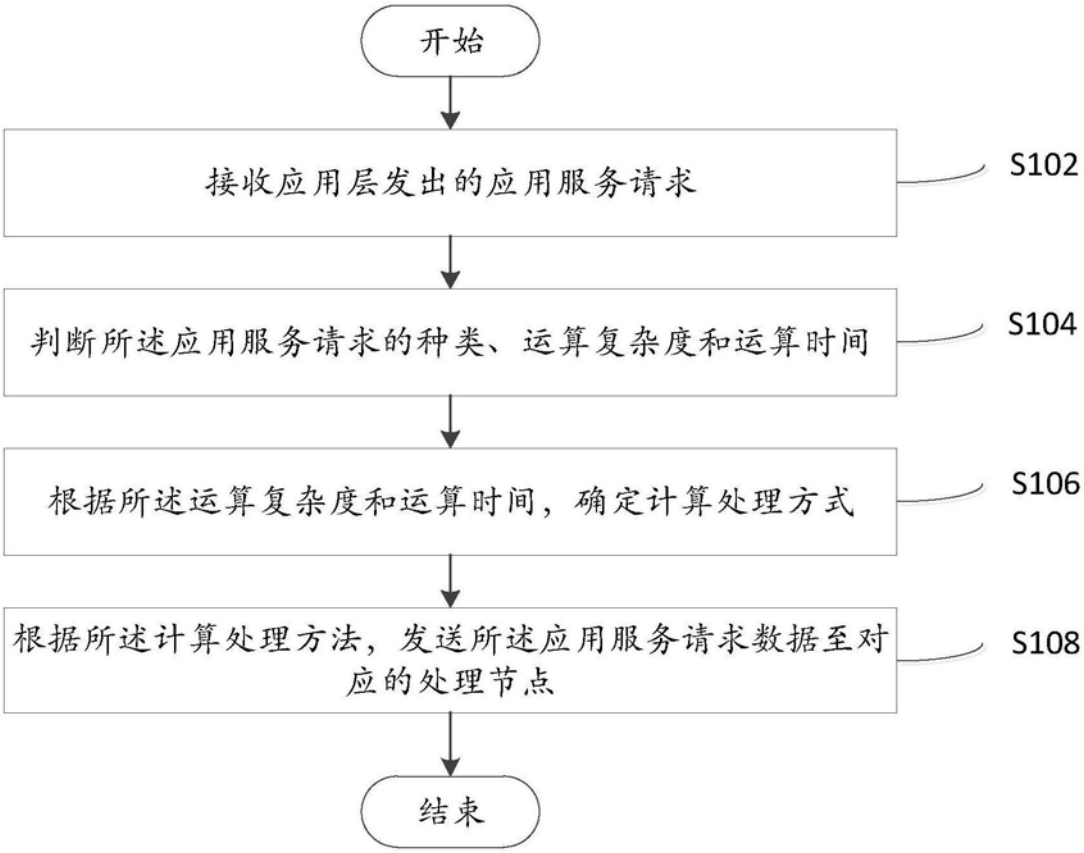

开始
接收应用层发出的应用服务请求
S102
判断所述应用服务请求的种类、运算复杂度和运算时间
S104
根据所述运算复杂度和运算时间，确定计算处理方式
S106
根据所述计算处理方法，发送所述应用服务请求数据至对应的处理节点
S108
结束

图4