电 子 科 技 大 学

专业学位研究生学位论文开题报告表

攻读学位级别： □博士 ☑硕士

培养方式： ☑全日制 □非全日制

专业学位类别及领域： 电子与通信工程

学 院： 航空航天学院

学 号： 201822100422

姓 名： 田嘉麒

论文题目： 天地一体化网络仿真测试云计

资源负载均衡技术研究

校内指导教师： 赖俊宇

校外指导教师： 无

填表日期： 2019 年 12 月 01 日

电子科技大学研究生院

1. 学位论文研究内容

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 课题类型 | | ☑应用基础研究 □应用研究 |
| 课题来源 | | ☑纵向 □横向 □自拟 |
| 学  位  论  文  研  究  内  容 | 学位论文的研究目标、研究内容及拟解决的关键性问题（可续页）  **1.研究目标：**  近年来，互联网技术、计算机技术和数据存储技术的不断发展，使人们的生产和生活方式发生了巨大的改变，海量信息随之产生，传统的计算模式无法满足人们对海量数据分析、处理和预测等计算需求。所以，云计算应运而生，该技术是一种完全基于互联网的计算模式，按用户需要提供动态易扩展的资源。通过虚拟化技术，向用户提供各种资源，使用户能够获得方便、快捷、经济的计算服务。云计算系统内包含大量资源供客户实时高效得调用。其中计算资源在整个资源系统中处于核心地位，是保证服务质量，维持高效计算能力的关键。计算资源从原子性角度分析包括了云计算系统中的物理机，虚拟机中的所有硬件或者通过软件模拟生成的硬件资源，网络资源等。当计算规模扩大，计算服务负荷增加，计算资源转而可以从物理机集群、虚拟机集群、数据中心集群等角度进行分析。面对如此庞大的资源池，如何合理调度分配这些资源成为了关键所在。然而，云系统中经常会出现负载不均衡问题，如一部分节点负载过重，节点的剩余可用资源不足，另一些节点负载过轻，云资源利用率不足等。本论文的**研究目标**就是以课题组基于云计算的天地一体化网络仿真测试云为研究主体，从算法角度实现云计算资源的合理调度，云计算系统的负载均衡。天地一体化网络仿真测试云中包含大量资源，意在为用户提供稳定、可靠、高效的卫星节点，天基、地基节点联合仿真服务，所以能否做到整个仿真系统的资源的高效分配，负载均衡是关键问题。  **2.研究内容：**  在明确了本学位论文的研究目标之后，进行了充分的文献调研，得出了目前需要研究的主要研究内容，特分点描述如下：  （1）如果我们将负载均衡技术的实现分为两个阶段：前期资源调度分配与后期运行中动态迁移调度。那么大部分文献中所提到的负载均衡算法均没有将这二者有机的结合，仅仅是从某一方面展开研究，并进行验证。事实上，这两个阶段完全可以兼顾，从而整体地为云计算系统提供稳定的负载均衡服务。这是本文的研究内容之一；  （2）另外，进行文献调研时发现业界所提到的负载均衡算法研究，无一例外地均在整个云计算系统中采用某一种相同的负载均衡算法，并没有考虑到例如本论文所研究的天地一体化云计算系统这种大型应用场景中各个部分节点特点的巨大差异性。所以，本文认为一个优秀的，适配性强的负载均衡算法应该更具有包容性，即可以根据具体云计算系统的特点进行定制，最大化的优化资源结构。天地一体化网络中节点类型复杂多样，节点所承载的服务也各不相同。在天地一体化网络中，包括了地基节点之间、天基节点之间、以及地基与天基节点之间的通信模式，也随之产生了地基节点之间、天基节点、以及混合节点集群。如何根据不同的通信模式及节点集群模块，合理分配利用网络仿真测试云中各类计算资源并均衡负载也是本论文的主要研究内容。  （3）将本学位论文所研负载均衡算法进行可视化处理为最后一个主要研究内容。所谓可视化处理就是提供一个可以进行综合管理操作、监控、分析的平台，并将本平台整合至天地一体化网络仿真测试云仿真平台中。  **3.拟解决的关键性问题：**  上述为本论文的研究目标以及研究的主要内容，下面将对本论文拟解决的关键性问题进行分点描述：  （1）针对目前天地一体化测试云中对于各种计算资源的量化粗粒度、不系统问题，拟采用细资源粒度的方式进行重新定义和划分。对于某些相关资源，拟进行线性回归拟合，分析主要资源，其他资源以加权影响因子的形式作用于主要资源。解决该关键性问题是为解决以下问题做重要铺垫。  （2）针对目前天地一体化测试云中虚拟机调度算法过于简单的问题，对虚拟机调度算法进行优化改进。现有的虚拟机调度算法在每一次任务请求到来之后，将对现有的所有计算资源进行评估。评估仅仅是从物理机的剩余硬件性能的角度出发，对云平台中所有的物理机资源按照当前时刻剩余硬件性能的高低进行分值的赋予，本次请求的任务将会被分配在分值最大的物理机上。该算法效率较低，且在任务优先程度存在差异时，无法动态调整，使任务分配最优。本论文拟在此算法的基础上进行改进优化，统筹考虑任务的优先级程度与计算资源的性能高低等因素，根据实际的任务请求，实现最优地的计算资源调度，即从资源调度的层面实现负载均衡。  （3）针对目前天地一体化网络测试云中对于资源无法实时监控的问题进行解决。实现整个云平台中负载均衡策略，首先要实现资源的实时监控。所以，本文拟提出一种监控器机制，可以随时的从不同节点的信息收集器中收集性能信息，进行计算后反馈给控制节点，即资源调度服务器。并且考虑单个监控器可能造成的技术瓶颈或者容错率的缺陷，在最优化资源的前提下，探索多个监控器协同合作。  （4）针对目前天地一体化网络仿真测试云中负载均衡的关键性问题从虚拟机动态迁移的角度进行解决。与问题2解决负载均衡的出发点不同，该方法通过对问题3中提出的资源监控器对于实时资源配置信息的监控反馈结果进行分析，基于虚拟机的迁移实现负载均衡。本文拟对现有的虚拟机迁移算法进行整合分析，提出一种有改进的优化虚拟机迁移算法，实现天地一体化测试云的负载均衡。  （5）针对解决问题2与问题3进行整合并应用于天地一体化测试云中的问题。在业务请求到来之初，利用静态虚拟机资源的合理调度算法，进行资源的有序分配。在业务运行之中，通过负载监控机制对各个虚拟机资源负载情况进行监控并实时反馈至控制节点，并根据反馈结果调用虚拟机动态迁移算法，进行负载的合理转移，最终实现负载均衡。  （6）针对所研负载均衡算法的可视化问题进行解决。拟采用JAVA web开发中的spring boot架构进行webserver开发。将天地一体化测试云中实时的节点负载情况、资源利用率以直方图、折线图等形式进行直观的呈现。  （7）针对以上所提拟解决的问题，采用恰当的模拟器进行仿真测试，并最终在天地一体化测试云中部署验证。 | |

1. 学位论文研究依据

|  |
| --- |
| 学位论文的选题依据和研究意义，国内外研究现状和发展态势；选题在理论研究或实际应用方面的意义和价值；主要参考文献，以及已有的工作积累和研究成果。（2000字）  **1.学位论文的选题依据和研究意义**  近年来，互联网技术、计算机技术和数据存储技术的不断发展，使人们的生产和生活方式发生了巨大的改变，海量信息随之产生，传统的计算模式无法满足人们对海量数据分析、处理和预测等计算需求。所以，云计算应运而生，该技术是一种完全基于互联网的计算模式，按用户需要提供动态易扩展的资源。通过虚拟化技术，向用户提供各种资源，使用户能够获得方便、快捷、经济的计算服务。云计算系统内包含大量资源供客户实时高效得调用。其中计算资源在整个资源系统中处于核心地位，是保证服务质量，维持高效计算能力的关键。计算资源从原子性角度分析包括了云计算系统中的物理机，虚拟机中的所有硬件或者通过软件模拟生成的硬件资源，网络资源等。当计算规模扩大，计算服务负荷增加，计算资源转而可以从物理机集群、虚拟机集群、数据中心集群等角度进行分析。面对如此庞大的资源池，如何合理调度分配这些资源成为了关键所在。然后，云系统中经常会出现负载不均衡问题，如一部分节点负载过重，节点的剩余可用资源不足，而另一些节点负载过轻，云资源利用率不足等。  负载均衡技术在一直是传统的集群环境的关键技术[1]。然而，作为传统集群计算环境发展的云计算，其负载均衡机制与传统集群计算的负载均衡机制有着根本的不同[2]。集群环境中，任务调度处理单元是实际的物理主机，任务调度处理的资源是物理实体资源。如果主机配置过多，不仅经济成本高，而且当集群环境负载低时会导致资源的浪费；相反如果主机配置过少，集群负载高且超过其承载能力时，会对QoS造成极大影响。虚拟化技术的发展与成熟促进了云计算的发展，在云环境中，任务处理单元不再是实际的物理主机，而是部署在物理主机上面的虚拟机，任务调度处理资源不再是物理实体资源而是虚拟资源。另外，虚拟机的部署配置可以根据云环境的实时负载动态调整。负载均衡可以归纳为两层含义：第一，把大量并发的用户访问或任务分担到多个处理节点处理，减少用户等待响应时间；第二，单个负载重的服务器上的任务分担到多个节点处理，提高资源利用率，降低能耗。针对该关键性问题，业界有多种解决方法，如从虚拟机调度层面分析，按照资源的需求大小，最优调度虚机资源；或者从虚拟机资源动态调度出发研究，实时根据当前系统对于资源的分配调度情况，进行虚拟机的动态迁移，以实现负载均衡。然而，虽然在负载均衡方面取得了一定的成果，但仍然有比较大的研究空间，存在很多值得探讨的问题，尤其是研究负载均衡应用于特定场景，如天地一体化网络仿真测试云，**具有很大的实际意义。**  天地一体化网络中节点类型复杂多样，不同的节点类型对于资源的敏感程度是不同的。传统的负载均衡算法并未考虑到节点的不同，仅仅是从资源分配调度的角度出发分析问题。事实上，路由节点、二层交换节点与实际承载业务的计算节点对于资源的需求是完全不同的，应在资源调度时分别考虑。其次，天地一体化网络中存在着大量的异构节点，如X86架构、arm架构、ppc架构等，目前仿真平台中已经实现了在x86架构的物理机上生成上述架构的虚拟机，从而极大的提高仿真精度。然而，对于这种异构虚拟机的实时迁移调度以实现负载均衡的问题，业内还没有较为典型的方法。另外值得注意的一点是：目前业内比较流行的负载均衡算法都是针对整体云系统设计的。具体而言，面对复杂的云计算应用场景，如天地一体化网络，每一部分节点集群的特点各不相同。在不同的集群中采用同样的负载均衡算法显然不够高效，适配度很难提高。为了能更好地实现整个云计算系统的负载均衡，应根据系统中各个部分的不同特点，并基于其特点设计不同的算法进行适配，从而在节省资源的前提下，实现最优算法匹配。天地一体化网络中的地基节点、天基节点、以及混合节点都应采用不同的负载均衡算法进行设计。本文在阅读参考一定量的文献之后，对以上问题有了一些解决思路和想法，拟在天地一体化网络测试云中进行测试部署研究，**这也就是本学位论文的选题依据。**  **2. 国内外研究现状和发展态势**  对于所研内容包括云计算、负载均衡相关算法在国内外的**研究现状和发展态势**，特分点介绍如下：  **2.1云计算技术**  **2.1.1云计算技术概述**  天地一体化网络仿真测试云其底层核心就是云计算技术。顾名思义，云计算之所以称之为云计算，是因为这种近些年来兴起的计算模式的某些特征与现实中云特征相似：规模较大、动态可伸缩、边界模糊及难以具体定位但确实存在。这种云计算这种新的计算模型下网络、服务器、存储等计算资源都是可以被共享的，并且能以最低的管理成本，方便、快捷地按需增加及释放计算资源，以最低的开销来满足应用的需求。作为一种极为高效的技术，虽然目前在业内已经被大规模应用，但是业界还没有唯一的标准的定义。对于云计算技术，在调研了一定的文献之后，我发现存在以下几种被广泛认可接受的定义：   1. 美国国家标准与技术研究院 NIST( National Institute of Science and Technology )对云计算做了如下定义[3]：“云计算作为一种计算模式，是一种利用互联网随时随地、按需、方便快捷地访问由计算设施、存储设备和应用程序等组成的共享资源池的计算模式”。 2. IBM在IBM云计算白皮书中将云计算如是定义：“云计算一词用来同时描述一个系统平台或者一种类型的应用程序。一个云计算的平台按需求进行动态地部署(provision)、配置(configuration)、重新配置(reconfigure)以及取消服务(deprovision)等。在云计算平台中的服务器可以是物理的服务器或者虚拟的服务器。高级的计算云通常包含一些其他的计算资源,例如存储区域网络(SANs)、网络设备、防火墙以及其他安全设备等。云计算在描述应用方面,它描述了一种可以通过互联网Internet进行访问的可扩展的应用程序。‘云应用’使用大规模的数据中心以及功能强劲的服务器来运行网络应用程序与网络服务。任何一个用户可以通过合适的互联网接入设备以及一个标准的浏览器就能够访问一个云计算应用程序[4]。” 3. 网格计算(Grid Computing)之父Ian Foster对云计算提出如下定义：“云计算是一种应用于商用大型分布式计算平台，由虚拟化技术，动态扩展技术等构成的一个虚拟资源池，并通过网络向用户按需提供服务。[5]”从学术角度而言,云计算是网格计算应用于商业服务的一种进一步的发展。因此网格之父Ian Foster的说法被很多人认为是比较准确的定义。 4. 国内著名云计算专家刘鹏认为：“云计算是一种商业计算模型,它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上，使用户能够按需获取计算力、存储空间和信息服务。这种资源池便可称为云，即是一些可以自我维护和管理的虚拟计算资源，通常是一些大型服务器集群，包括计算服务器、存储服务器、存储服务和带宽资源等[6]。   **2.1.2 云计算技术特征**  统观这些定义，云计算的特征不难被概括为以下几点[7]：  （1）按需自我服务（On-Demand Self Service）：计算机服务如电子邮件、应用程序、网络或者服务器服务都可以由服务提供商提供，这些服务由用户按需获取。并且在云计算系统中，一旦有新的应用或服务器加入，将自动配置应用交付设备，无需人工干预。  （2）广泛的网络访问（Broad network access）：云系统提供了网络的接入标准机制，鼓励使用移动端平台机型访问（如手机、PAD 等）。  （3）虚拟化共享计算资源（Resource Pooling）：通过使用多租户模式组合起云提供商的计算资源，并提供多个客户端，根据用户的需求动态分配不同的物理资源和虚拟资源。这些资源包括了存储空间、处理器、内存、网络带宽、虚拟机和电子邮件服务等。通过资源池的采集建立了一种规模经济模式。  （4）资源快速弹性缩放（Rapid Elasticity）：能够提供弹性、快速的云计算服务，还可以按照特定的需求智能扩大和释放规模。并且，对于用户来说，可以在任何时间任何地点快速的获取其所需服务。  （5）保证服务的 SLA 级别并按使用付费（Measure Service）：能够自动测量被使用的云资源，这种机制是由云提供商和用户之间的透明报告制度所控制和保障的。  **2.1.3云计算技术中存在的问题**  在云计算快速发展的同时也存在着一些普遍的问题和不足：  （1）安全和能耗问题：需要确保合适的访问控制（身份验证、授权以及审计）  以及数据的存储传送安全。能耗问题也是云计算的一个关键问题，在云计算基础  设施以及云需求不断增长的同时云系统的能量消耗也大幅地增加了，云数据中心  的高能耗代表了高碳排放和高成本，这就使云提供商利润率减少，同时这也不符  合构建绿色云的需求。  （2）性能问题：根据调查显示，云计算的性能依赖于云计算系统的每一个层次，数据中心、服务供应商、网络以及用户端的设备等。  （3）云计算可用性问题：无论何种计算模式，归根结底都是为了方便人们计算的一种模式，所以可用性问题是极为重要的。  （4）除此之外，还有一个最为普遍的的问题就是负载均衡问题。在云计算环境下拥有一个好的负载均衡算法，将大大提升系统的性能和效率，从而提高用户服务质量。  **2.2负载均衡技术**  负载均衡是一种为了能够实现计算机集群资源、网络资源、CPU 资源、磁盘资源以及其它资源的最佳利用率的计算机网络方法论，负载均衡技术能够最大化吞吐量、最小化响应时间以及防止过载产生[8]。在云计算中，虚拟化和服务器集群是其两项最主要的技术，而负载均衡技术可以为他们高效运行提高支撑。  在云计算发展之初，负载均衡技术只是将用户请求、任务请求以静态算法的形式平均分配到服务器上，提高其资源利用率。但是随着请求的增加，分配到计算能力较弱节点的任务，将需要很长时间才能得到处理，等待时间长，处理延时增大，整体系统效率降低。随着集群技术的发展，负载均衡技术也有了很大的发展，实现了动态分配任务，能根据集群中各节点的状态，尽量把服务或应用请求分配或迁移到低负载的节点上去，且能通过虚拟化技术，把过载节点的目标虚拟机迁移到低负载的目标服务器上，大大提高云数据中心响应速度以及更合理地对资源进行利用，从而避免一些不必要的功耗以及空闲资源的浪费。  综上所属，负载均衡技术主要是通过两个方面实现：1.在任务分配之处，进行合理的资源划分和调度；2.在任务运行时，动态的进行虚拟机的迁移实现实时负载均衡。下面将负载均衡技术在国内外的研究现状进行分析总结。  **2.2.1负载均衡技术之资源调度国内外研究现状**  按照上文中分析得出的从两个层面解决负载均衡问题的方法，首先分析资源分配问题。在例如天地一体化网络仿真测试云等一系列的云计算系统中，实际的计算资源往往以虚拟机的形式呈现。假设云数据中心物理机的数目为l，虚拟机的数目为k，则虚拟机部署到物理机的解空间为lk，因此通常可以把虚拟机放置问题看成是装箱问题，这是一个NP难问题[9]。文献[10]设计了一种启发性的虚拟机调度算法，目的是减少动态迁移所带来的资源损耗。该算法是一种基于遗传算法的调度策略，会根据历史数据和系统的当前状态进行资源的调度分配，并且此策略会在分配所需的VM资源后预先计算其对系统的影响。在文献[11]中，对于基于遗传基因的虚拟机调度算法策略进行了进一步的完善和提高。根据具体的任务执行时间和传统的遗传基因算法建立了负载均衡模型，从而得出了性能显著提高的基于遗传基因算法的虚拟机调度策略。文献[12]对资源约束（CPU、内存）的分配问题进行建模，考虑虚拟机的配置时间和虚拟机的迁移时间两个因素，实现了云资源的较为合理分配。文献[13]则以部分虚拟机不相容为约束条件，通过分组遗传算法解决服务器整合的问题。在文献[14]中，作者结合云计算资源调度负载均衡问题和蚁群算法的特点，设计了基于蚁群算法的云计算资源调度负载均衡算法。算法以快速调度和负载均衡为目标，设计负载模型和蚁群信息素模型，以及二者之间的映射关系，蚁群基于信息素的调度策略和负载转移策略。但是该方法中每一只“蚂蚁”在建立自己的结果集之后仅对信息素进行局部更新，导致了算法收敛速度过慢。文献[15]则在传统蚁群算法的基础上提出了改进的蚁群算法，更改了其启发因子α、β，减少了该算法的迭代次数，进而提高了虚拟机资源的分配速率。文献[16]根据不同虚拟机的负载特征，对多台虚拟机进行负载互补配对，然后对配对之后的虚拟机组进行统一分配资源。实验结果显示，其方法可提高资源利用率，减少物理机的数量。文献[17]对虚拟机放置问题，给出了一个 0-1 整数规划公式，并提出一个改进的遗传算法进行解决。但是仅针对了负载均衡问题进行求解，且在虚拟机可预知的情况下，适用范围较小。文献[18]介绍了Eucalyptus平台采用RR调度算法将虚拟机按照顺序分配到不同的物理机上，实现负载均衡。该算法的最大优点就是简单易实现，由于物理机和虚拟机配置具有差异性，负载均衡的效果并不理想。  **2.2.2负载均衡技术之虚拟机动态迁移国内外研究现状**  上述解决负载均衡问题的算法主要是从静态资源分配的角度进行研究，另外一个方向则是动态负载均衡算法。这类算法主要是通过监测分析物理机的实时负载信息，然后将虚拟机及其请求动态的在各物理机之间进行调整和分配，从而实  现 系 统 的 负 载 均 衡 。 常 见 的 动 态 负 载 均 衡 算 法 有 最 小 链 接 算 法 （Least- Connection）和加权最小链接算法（Weighted Least-Connection）[19]。LC 算法的思想是通过一个负载均衡器记录各个物理机的负载情况，每次将虚拟机请求放置在负载最轻的物理机上。但是当各个物理机的性能不一致的情况下，该算法的负载均衡效果并不理想。为了克服最小链接法的不足，加权最小链接法用相应的权值表示物理机的不同的资源性能，然后将虚拟机请求分配给当前负载与权值比值最小的物理机上。目前学术界主要的动态负载均衡算法也基本都是基于以上二者进行改进和拓展的。在文献[20]中作者在尝试了蚁群、蜂群、以及遗传基因算法后，统筹其优缺点提出了一种动态的加权虚拟机热迁移算法（DWLM）来实现负载均衡，从虚拟机迁移时间、迁移规模、实时吞吐量等角度提高了负载均衡的综合效率。文献[21]针对传统的虚拟机动态迁移算法在每次任务请求到来之时都要重复的将云计算系统中的所有虚拟机进行负载可用评估，从而极大的增加了响应时间的问题提出了改进的动态负载管理算法，优化了响应时间。文献[22]还介绍了一种综合负载度量方法，采用资源的利用率乘积来度量物理机和虚拟机的负载，基于该度量来迁移高负载状态的物理机上的虚拟机。文献[23]采用了一种综合负载基准对比的方法，以第一个正常工作的物理机为基准，将其他物理机的信息与基准信息进行加权比较，选取比值最小的作为负载最轻的物理机。然后将新的虚拟机请求分配到该物理机上。在文献[24]中作者所提出的虚拟机动态迁移算法，不仅仅可以将任务从负载较大的虚拟机上迁移至负载较小的虚拟机上，还能将虚拟机调度结果实时的反馈给用户进行查看。不过该算法在传统的动态迁移算法上并无明显改进。  **2.2.3其他方面及发展态势**  其实，业界对于负载均衡的研究并不仅仅限于这两个方面。2009年，R.Stanojevic 等人[25]提出一种基于云控制机制的Carton算法。该算法是分布率限制技术和负载均衡技术的融合。分布率限制技术用来保障资源的公平分配，负载均衡技术均衡系统中各节点负载，减少相应开销。该算法实现简单，仅需要很少的通信和计算。A.Singh 等人[26]于2008年提出了 VectorDot 算法。这是一种通过网络交换机、物理主机以及存储服务器，并融合了虚拟化技术和服务，在数据中心中处理多粒度和分层复杂的资源负载。而在2010年，由F.Wang 等人[27]提出了一种任务调度策略，该策略同时满足了资源的高效利用和用户的动态需求。它实现系统的负载均衡主要是是通过实施任务到虚拟机再到物理服务器这样一个两级映射过程，从而提高资源利用率以及任务完成时间，提高用户 QoS 以及系统整体性能。  随着云计算技术的飞速发展，负载均衡技术也体现出了一些新的发展态势。文献[28]提出了基于“感知”和“态势感知”的未来互联网计算资源管理理念、面向服务的资源管理模型及其框架设计和基于感知的未来互联网络资源负载均衡研究模型，将资源管理理念由被动向主动转变。通过研究态势感知在其它领域的成熟应用并结合未来互联网络资源管理的发展需求提出了未来互联网计算资源态势感知模型的组件需求以及功能需求，并在此基础之上提出了面向服务的资源管理态势感知模型及其框架。2019年，J. Mercy Faustina等人[29]同样基于负载均衡新的发展方向，提出了基于自我代理的负载均衡算法（SGA\_LB），其中自主迁移代理通过有效地平衡工作负载来提供动态负载均衡。高度动态且强大的负载平衡考虑了系统的当前行为，以平衡节点之间的负载。另外，负载均衡算法也呈现出逐渐走向网络边缘化的趋势。T. Kim 等人[30]于2019年提出了带有移动物联网（IoT）设备的C-RAN（基于云的无线电接入网络）的最佳负载平衡关联方案，将负载均衡技术应用到了物联网领域。  **主要参考文献**   1. 陈亮. 集群负载均衡关键技术研究[D]. 长沙: 中南大学, 2009. 2. 杜垚, 郭涛, 陈俊杰. 云环境下机群弹性负载均衡机制[J]. 计算机应用, 2013, 33(3): 830-833. 3. Mell P, Grance T. The NIST definition of cloud computing (draft)[J]. NIST special publication, 2011, 800(145): 7. 4. Boss G, Malladi P, Quan D, et al. IBM 云计算白皮书 [J]. 2007—10—08). http://industry. ccidnet. eom/zhuanti/baipishu/IBM% 20jishu. pdf. 5. 周洪波. 云计算: 技术, 应用, 标准和商业模式[J]. 2011. 6. Armbrust M, Fox A, Griffith R, et al. A view of cloud computing[J]. Communications of the ACM, 2010, 53(4): 50-58. 7. 李乔, 郑啸. 云计算研究现状综述[J]. 计算机科学, 2011, 38(4): 32-37 8. 王荣生, 杨际祥, 王凡. 负载均衡策略研究综述[J]. 小型微型计算机系统, 2010 (8):1681-1686 9. Nakada H, Hirofuchi T. Toward virtual machine packing optimization based on genetic algorithm[G].LNCS 5518: Berlin Heidelberg: Proceedings of the 10th International Work Conference on Artificial Neural Networks: Part 2: Distributed Computing, Artificial Intelligence Bioinformatics Soft Computing, and Ambient Assisted Living, 2009: 651-654. 10. A. Khodar, H. A. F. Al-Afare and I. Alkhayat, "New Scheduling Approach for Virtual Machine Resources in Cloud Computing based on Genetic Algorithm," 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russia, 2019, pp. 1-5. 11. L. Liu, Z. Qiu and J. Dong, "A load balancing algorithm for virtual machines scheduling in cloud computing," 2017 9th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC), Kunming, 2017, pp. 471-475. 12. Hirofuchi T, Nakada H, Ogawa H, et al. Eliminating datacenter idle power with dynamic and intelligent vm relocation[M]. Distributed Computing and Artificial Intelligence. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 645-648. 13. Agrawal S, Bose S K, Sundarrajan S. Grouping genetic algorithm for solving the server consolidation problem with conflicts[C]. Proceedings of the first ACM/SIGEVO Summit on Genetic and Evolutionary Computation. ACM, 2009: 1-8. 14. 李锋华. 基于蚁群算法的云计算资源负载均衡调度算法研究[D]. 云南: 云南大学,2013 15. 王林, 王晶. 改进蚁群算法的Storm任务调度优化[J]. 计算机测量与控制, 2019(8):236-240. 16. 潘飞, 蒋从锋, 徐向华等. 负载相关的虚拟机放置策略[J]. 小型微型计算机系统, 2013, 34(3): 520-524. 17. 陆埜. 一种基于遗传算法的虚拟机优化放置方法 [J]. 电脑知识与技术, 2012, 8(3): 1595-1597. 18. Tan T, Kiddle C. An assessment of eucalyptus version 1.4[R]. Technical Report 2009-928-07, Department of Computer Science, University of Calgary, 2009. 19. 张海洲. 基于利用率和负载均衡的云资源调度算法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学,2013 20. P. K. Tiwari and S. Joshi, "Dynamic weighted virtual machine live migration mechanism to manages load balancing in cloud computing," 2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC), Chennai, 2016, pp. 1-5. 21. R. Panwar and B. Mallick, "Load balancing in cloud computing using dynamic load management algorithm," 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT), Noida, 2015, pp. 773-778. 22. Wood T, Shenoy P, Venkataramani A, et al. Black-box and gray-box strategies for virtual machine migration[C]. Proceedings of the 4th USENIX conference on Networked systems design & implementation. 2007: 17-17. 23. 田文洪, 卢国明. 一种实现云数据中心资源负载均衡调度算法[P]. PCT/CN20101078247 , 2010. 24. Implementation of Novel Load Balancing Technique in Cloud Computing Environment 25. Stanojevic R, Shorten R. Load balancing vs. distributed rate limiting: an unifying framework for cloud control[C].IEEE International Conference on Communications, 2009:1091-1096 26. Singh A, Korupolu M, Mohapatra D. Server-storage virtualization: integration and load balancing in data centers[C]International Conference for High Performance Computing,Networking, Storage & Analysis,2008: 53 27. Fang Y, Wang F, Ge J. A task scheduling algorithm based on load balancing in cloudcomputing[C]. International Conference on Web Information Systems and Mining. SpringerBerlin Heidelberg, 2010: 271-277 28. 宋绍义. 未来互联网络资源负载均衡研究[D]. 北京邮电大学, 2014. 29. J. Mercy Faustina, B. Pavithra, S. Suchitra and P. Subbulakshmi, "Load Balancing in Cloud Environment using Self-Governing Agent," 2019 3rd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), Coimbatore, India, 2019, pp. 480-483. 30. T. Kim and W. Choi, "Optimal Load-Balancing Association Scheme for C-RANs with Mobile IoT Devices," 2019 IEEE 22nd International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC), Valencia, Spain, 2019, pp. 89-90.   **4.已有工作积累**  本论文研究主体为基于云计算平台的天地一体化网络仿真测试系统。该系统目前已经成功搭建，并在正常运行。该系统在深入分析天地一体化网络相关理论及其仿真、测试、性能评估需求的基础上，引入当前学术界和工业界中成熟的云平台资源管理技术、主机及网络虚拟化技术及软件定义网络技术，基于一系列主流的开源软件，开创性地设计、开发、并实现针对天地一体化网络的地面分布式半实物仿真测试系统，从而构建更高效的、细粒度的、可灵活配置的、伸缩性更强的、支持天地一体化网络各层协议及其上层应用软件测试需求的、具备统一操控界面及人机交互接口的、支持丰富场景演示及结果呈现功能的仿真测试系统。其中，本人所做工作积累和意义如下：   * **研发基于云计算平台的天地一体化网络仿真测试系统对于异构节点的支持。**天地一体化网络中节点的物理架构种类繁多，而在传统网络仿真平台中建立的虚拟节点没有考虑物理架构的相异性。例如在天地一体化网络中有些卫星节点使用的是MIPS、ARM、SPARC等架构的CPU，地面终端节点使用的是ARM、PowerPC等架构，而仿真平台的CPU主要是x86架构，因此仿真平台物理架构无法与天地一体化节点物理架构保持一致。因此，所谓节点的异构性，即在传统仿真平台上仿真不同于仿真系统物理层的虚拟节点的特性，以提高仿真系统与实际应用场景的高拟合度和仿真精确性。目前，经过对底层OpenStack的源码级二次开发，已完整实现仿真平台对于节点异构性的支持（包括VM & Docker容器）。 * **云仿真系统底层（云平台资源层）架构方案设计与实现。**为保证云仿真测试平台能提供稳定可靠的仿真服务，从物理资源自层、虚拟资源子层、资源管理子层次对整个架构进行了设计实现。具体工作涉及OpenStack管理系统的搭建与维护、底层虚拟化方式的选择以及实现、各网络拟化节点镜像的定制等。 * **云仿真系统中层（仿真控制及数据库层）架构方案完善设计与实现。**为满足项目对于仿真系统需具备统一操控界面等一系列的要求，设计的仿真控制模块采用Browser/Server结构（浏览器/服务器模式），Server采用典型软件设计模式MVC(Model View Controller)，数据库层则是使用业界最标准常用的MySQL语言。申请人在往届师兄已做的工作基础上，对仿真控制层和数据库层进行了多项完善和提升：包括链路创建功能的完善、多类型节点的创建等。   有了以上工作的积累，才使得在天地一体化网络仿真测试云中研究负载均衡策略成为了可能。  **5.已有研究成果**  在搭建天地一体化网络测试云过程中，取得了一定的研究成果，并**以学生一作，文章二作的身份发表国际会议论文（SIMUtools 2019）2篇，SCI期刊论文（Mobile Networks and Applications）2篇。以学生二作，文章三作的身份发表国际会议论文（CCET 2019）1篇**。下面简要介绍每篇文章所研成果的情况：  **（1）Network Emulation as a Service (NEaaS) towards a cloud-based network emulation platform（EI会议论文）**  本文在重点研究半个多世纪以来研究的网络仿真后发现，由于技术限制，传统的网络仿真器长期以来在可扩展性，灵活性和可扩展性方面受到限制，这对其应用程序的大规模影响很大。 本篇文章研究介绍了目前流行的云计算和相关ICT技术，包括资源虚拟化，NFV，SDN，流量控制和流向网络仿真领域，旨在消除上述限制。**本文的主要贡献是设计并实现了一个创新的基于云的网络仿真平台，为用户提供网络仿真即服务（NEaaS）。** NEaaS可以部署在公共云或私有云中，以满足不同的用户需求。本篇文章所介绍的NEaaS最典型的应用就是与中电54所合作的“基于云计算平台的天地一体化网络仿真测试技术研究”项目，具有较为重大的实际应用意义。  **（2）A hybrid virtualization approach to emulate heterogeneous network nodes （EI会议论文）**  本篇文章依旧从与中电54所的合作项目出发，从空间信息一体化网络中异构节点仿真的角度进行展开。在真实网络中，异构节点（如x86，ARM，PowerPC，Sparc和MIPS等架构）共存。许多传统仿真器采用x86架构VM来模拟所有节点，这引入了与目标节点的原始协议和应用软件的不兼容性。为了实现高保真仿真，必须详细阐述一种准确模拟目标网络中异构节点的实用方法。**本篇论文的贡献包括以下三点。**  **•混合虚拟化方法，用于模拟异构网络节点;**  **•在基于云的网络仿真系统中实际实施混合虚拟化方法;**  **•进行SGIN仿真案例研究，以说明所提出的混合虚拟化方法的有效性。**  **（3）Network Emulation as a Service (NEaaS) towards a cloud-based network emulation platform（SCI期刊论文）**  **（4）A hybrid virtualization approach to emulate heterogeneous network nodes （SCI期刊论文）**  以上两篇SCI期刊论文是在EI期刊论文的基础上拓展延伸而来，主要涉及到云网络仿真平台对Docker容器的兼容性探索。在于54所交流过程中，双方就容器技术对于大规模仿真场景的重要性达成了一致，所以在完成项目对于Docker容器的集成管理之后，又完成了以上两篇论文的学术延伸：NEaaS对大规模动态仿真场景的支持以及Docker容器对异构节点仿真的兼容。  **（5）Towards Virtual and Physical Nodes Fused Network Emulation（EI会议论文）**  本篇文章依旧基于与54的合作项目，**阐述了一种创新策略：将外部物理节点与虚拟节点集成在仿真平台内，实现融合网络仿真的虚拟和物理节点。** 文章还进行了功能测试，表明所提出的策略可以有效地将物理节点桥接到虚拟平台，以实现HiFi网络仿真。 此外，性能评估还说明了派生策略可以有效地利用平台的有限计算和网络资源，从而为典型的仿真场景实现足够的可扩展性和灵活性，对合作项目“基于云计算平台的天地一体化网络仿真测试技术研究”具有重要的补充意义。  以上所研成果已在天地一体化网络测试云中实际搭建部署，为进一步研究做好了铺垫。 |

1. 学位论文研究计划及预期目标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.拟采取的主要理论、研究方法、技术路线和实施方案（可续页）  **主要理论：**  完成本次毕业设计预计要掌握的理论有：云计算相关理论、计算机网络、最优化理论（动态规划）、线性规划、图论、概率论、以及各类主流的负载均衡算法理论等。  **研究方法：**  （1）首先在研究天地一体化网络测试云负载均衡之前，需要将云平台中所涉及到的资源进行系统的重新划分和定义。对于某些相关资源，进行线性回归拟合，分析主要资源，其他资源以加权影响因子的形式作用于主要资源。为下面研究做重要铺垫。  （2）将天地一体化网络测试云中节点进行分层处理，拟划分为天基节点集群、地基节点集群、混合节点集群等。根据不同的节点集群的特定，设计不同的负载均衡算法。主要的节点集群划分研究方法拟根据请求的服务类型、请求的范围等进行制定。  （3）深入分析主流的负载均衡算法：蜂群算法、蚁群算法、遗传因子算法、改进的遗传算法，以及各类高效的虚拟机动态迁移算法。在整合其缺陷和优点之后，创新性地提出适用于天地一体化网络测试云的负载均衡算法。  （4）设计一种监控器机制，可以随时的从不同节点的信息收集器中收集性能信息，进行计算后反馈给控制节点，即设计一种资源调度监控服务器。并进一步将天地一体化网络云测试系统中节点的负载情况进行可视化处理，验证负载均衡算法。  （5）在已经搭建完成的天地一体化网络测试云上实际部署本论文所设计的负载均衡算法，与之前平台对比进行算法总体效率的验证，并得出结论。  **技术路线：**  （1）对天地一体化网络中的资源进行数学模型概括：包括分类、相互作用关系等；  （2）确定天地一体化网络中节点的分层架构；  （3）针对各个分层结构，在现有的算法的基础上进行改进和提升，填补诸如对于异构节点负载均衡等技术空白；  （4）利用仿真软件CloudSim对所研负载均衡算法进行初步验证，并根据验证结果及时调整修改；  （5）在天地一体化网络测试云中实际部署所研算法，进一步验证算法的可用性与可靠性；  （6）利用Spring框架搭建webserver最终完成负载情况的实时可视化处理，拟采用Spring boot框架。并在可视化平台上完成最后算法的验证。  **实施方案：**   1. 在完成对天地一体化网络中资源的数学模型概括之前，首先应该对云计算系统主要应用到的资源框架进行总结，如图1-1：   **服务、应用**  **(虚拟)**  **硬盘**  **虚拟机集群**  **(虚拟)**  **内存**  **…**  **虚拟机n**  **虚拟机2**  **网络（**  **交换机、**  **路由器等）**  **虚拟机1**  **(虚拟)**  **CPU**  **物理机集群**  **(虚拟)**  **NIC、IP**  **物理机m**  **物理机2**  **物理机1**  **…**  图1-1云计算系统资源框架模型  在完成了整体资源框架的梳理之后，对资源实体的属性进行总结。资源实体这里由于篇幅的限制，我们主要分析物理机、物理机集群、虚拟机、虚拟机集群的主要属性，在下面列表给出：  表1-1 物理机的主要属性   |  |  | | --- | --- | | 属性名称 | 属性编码 | | 物理机Id  物理机名称 | PhysicalServerId  PhysicalServerName | | 操作系统 | OS | | CPU 主频  CPU 架构 | CPU  CPU Architecture | | CPU 数量 | CPUNumber | | 可虚拟 CPU 数量 | CPUAllocate | | 服务器计算能力 | ComputingPower | | 内存大小  内存类型  内存传输速度  内存时延  硬盘大小  硬盘存取时间  网络带宽  IP 地址 | Memory  MemoryType  MemorySpeed  MemoryDelay  Disk  AccessTime  BandWidth  IP |   表1-2 物理机集群的主要属性   |  |  | | --- | --- | | 属性名称 | 属性编码 | | 物理机集群Id  集群名称 | PhysicalServerClusterId  PhysicalServerClusterName | | 管理节点ip地址 | ManageNodeIP | | 物理机数量  存储大小 | PhysicalServerNumber Disk | | 状态 | PCState |   表1-3虚拟机的主要属性   |  |  | | --- | --- | | 属性名称 | 属性编码 | | 虚拟机 Id  虚拟机名称 | VirtualServerId  VirtualServerName | | 内存大小 | Vmemory | | 硬盘大小  CPU架构 | Vdisk VCPU Architecture | | CPU 数量 | VCPUNumber | | IP 地址  状态 | IP  VState |   表1-4 虚拟机集群的主要属性   |  |  | | --- | --- | | 属性名称 | 属性编码 | | 虚拟机集群 Id  集群名称 | VirtualServerClusterId  ClusterName | | 管理节点 | ManageNodeIP | | 虚拟机类型  虚拟机数量 | VirtualServerType VirtualServerNumber |   利用上述表格中的属性定义，即可在后序的研究中，对天地一体化云计算系统的资源进行数学模型的归纳，从而对系统的复杂的节点结构进行较好的分层处理。   1. 通过对目前较为典型的成熟的虚拟机调度分配算法和虚拟机动态调度算法进行分析比对，从两个方案实现负载均衡算法模型的设计和建立。由于篇幅有限，这里仅列出几种典型的算法比对，见下列表格。   表2-1 典型的虚拟机调度算法对比   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 名称 | 算法简介 | 复杂度 | 优点 | 缺点 | 典型应用场景 | | 轮转调度算  法 | 把新的连接请求按顺序轮流分  配到不同的服务器上，从而实  现负载均衡 | 较低 | 简单易行 | 不适用于每个服务  器处理性能不一致  和任务需求规格不  一致的情况 | VMware，  SUN，LVS，  Eucalyptus | | 加权轮转调  度算法 | 用权值标识服务器的处理能力，一段时间后，各服务器的  请求数趋于各自权值的比例 | 较低 | 适合每个服  务器处理性  能不一致的  情况 | 不适用任务需求规  格不一致的情况 | VMware，  LVS |   表2-2 典型的虚拟机动态迁移算法对比   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 名称 | 算法简介 | 复杂度 | 优点 | 缺点 | 典型应用场景 | | 最小链接  算法 | 记录服务器连接数的负载均衡器把用户请求分配到当前连接数最少的服务器上 | 低 | 把负载变化大的请求平滑分布到各个服务器上 | 当各个服务器处理能力 不同时，该算法并不理想 | 无 | | 加权最小  链接算法 | 用权值表示服务器的处理能力，将用户的请求分配给当前连接数与权值之比最小的服务器 | 较高 | 较最小链接算法有改进 | 对于任务需求规格不一 致的情况，仍然不理想 | WLC 是 LVS  默认的负载分  配算法 | | 负载最轻  综合均衡  算法 | 通过对服务器负载性能数据的实时采集和对轻载服务器的周期性判决做到动态的负载均衡 | 高 | 动态平衡，适  用于Web服务器的应用级任务 | 需实时监控，动态调整 | WebService | | 综合利用  率乘积法 | 对服务器负载性能数据的实时采集和对超载服务器进行动态迁移实现 | 高 | 相对平衡 | 需实时监控，动态迁移，复杂度高 | XEN，  VMware | | 预先设定  加权系数 | 通过对服务器负载性能数据的实时采集和对服务器进行加权动态平衡调度 | 较高 | 预先设定好权值，计算较快 | 预先设定的权值无法反映多个因素造成的不均衡情况 | XEN，  VMware | | 综合负载  基准对比  法 | 对服务器负载性能数据的实时采集和对服务器进行动态平衡调度 | 高 | 对预先设定权值法的改进 | 需实时监控，动态迁移，复杂度高 | WebServe |  1. 综上所述，将总体的计划实施方案按顺序以框图的形式给出，如图3-1所示：针对天地一体化网络仿真测试云中存在的问题，按照相关理论，在调研现有的相关解决方法后，提出自己的求解方法，并最终部署在天地一体化网络仿真测试云上进行验证。   **存在问题**  计算资源利用率低  云系统内部负载不均衡  云系统内部无分层处理  资源监视  **相关理论**  负载均衡问题的描述与建模  云系统内部资源统一定义  **求解方法**  系统内部节点分层  基于虚拟机动态迁移层面解决  基于虚拟机调度层面解决  资源监视系统  **部署验证**  天地一体化网络仿真测试云  图3-1 实施方案规划 |
| 2.研究计划可行性，研究条件落实情况，可能存在的问题及解决办法（可续页）  **研究计划可行性**  从基础的天地一体化网络测试云平台的建立，到具体负载均衡算法的设计与实现，通过对相关文献的调研和实际的安装部署，验证了整个研究计划从硬件条件到软件部署均具有可执行性且有一定的科研价值。  **研究条件落实情况**  目前整个天地一体化网络仿真测试平台已经搭建完毕。该平台使用了7台高性能主机，其均搭载了i7第四代处理器、32G的DDR3内存、2T的机械硬盘以及三张千兆网卡。其中有6台作为计算节点负责生成全虚拟化实例和容器实例，1台作为控制节点和网络节点负责管理平台所有实例的生存周期。另外，为实现分布式计算环境，该仿真平台使用了3台小型千兆网口的交换机，1台路由器以及若干千兆网线。其中1个交换机与7台物理机和1台路由器相连，用于云平台和实例访问外网，该部分称为外网网络。剩余2个交换机分别与7台物理机相连，分别用于管理云平台和实例间通信。前者称为管理网络，后者称为隧道网络。  以上为硬件配置，下面介绍云平台已部署云软件，如下表所示：   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Openstack服务 | 控制节点 | 网络节点 | 计算节点 | | NTP | chrony | chrony | chrony | | Database | Mysql | 无 | 无 | | Message Queue | rabbitmq-server | 无 | 无 | | Memchached | memcached python-memcache | 无 | 无 | | Identity Serivce | keystone apache2 libapache2-mod-wsgi | 无 | 无 | | Image Service | glance | 无 | 无 | | Compute Service | nova-api nova-conductor nova-scheduler nova-consoleauth nova-novncproxy | 无 | nova-compute | | Network Service | neutron-server neutron-plugin-ml2 neutron-openvswitch-agent | neutron-openvswitch-agent neutron-l3-agent neutron-dhcp-agent | neutron-openvswitch-agent |   表2-1 各节点需安装的云平台组件  综上，该天地一体化网络测试云已经完整部署完毕，本文从硬件配置和软件部署上而言都具有充分的研究条件。  **可能存在的问题**   1. 天地一体化网络测试云在短时间内接收到大量资源请求时，可能因为负载均衡算法的部署存在运行的不确定性，有宕机或者算法失效的可能性。 2. 在实际部署了负载均衡算法之后，怎样将天地一体化网络测试云负载性能的提升进行具体量化处理，方便的直观的进行性能对比。   **相应解决方法**   1. 针对可能存在的问题1，有两种解决思路：限制在一定时间段内进入的请求，防止恶意攻击；其二则是选择选择部署多种负载均衡算法，在多任务来临时分流分类处理。 2. 针对可能存在的问题2，在最终搭建的可视化平台上，相同任务吞吐量的情况下，以下列数据指标绘图与原生系统对比：  * 单个物理机内负载情况实时柱状图 * 平台物理机集群的综合负载均衡情况实时柱状图 * 单个物理机内剩余计算性能评估实时柱状图 * 平台物理机集群的剩余计算性能评估实时柱状图 * 单个物理机内资源利用率变化曲线 * 平台物理机集群的综合资源利用率变化曲线 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3.研究计划及预期成果** | | |
| 研  究  计  划 | 起止年月 | 完成内容 |
| 2019.11-2019.12 | 调研相关文献，查看相关资料，完成论文开题报告 |
| 2020.01-2020.03 | 完成天地一体化平台的资源整合建模与节点的分层建模 |
| 2020.04-2020.05 | 完成负载均衡问题模型的建立，并完成虚拟机调度算法的设计与实现 |
| 2020.06-2020.08 | 继续完善负载均衡模型，并完成虚拟机动态迁移算法的设计与实现 |
| 2020.09-2020.11 | 完成负载均衡算法在实际平台的部署，并验证负载均衡算法的可用性，如不理想继续完善算法逻辑，并完成资源负载可视化平台的搭建 |
| 2020.12-2021.03 | 完成论文的撰写，并准备答辩 |
| 预  期  创  新  点  及  成  果  形  式 | **预期创新点**   1. 目前所搭建的天地一体化网络仿真测试云并未集成负载均衡算法，资源分配效率低下，整个平台资源利用率不高。本文将创新性地将负载均衡算法应用于天地一体化网络仿真测试云中，并预计运行效果良好。 2. 天地一体化网络中存在着大量的异构节点，如X86架构、arm架构、ppc架构等，目前仿真平台中已经实现了在x86架构的物理机上生成上述架构的虚拟机，从而极大的提高仿真精度。然而，对于这种异构虚拟机的实时迁移调度以实现负载均衡的问题，业内还没有较为典型的方法。本文将创新性地提出云平台中异构虚拟机的实时调度算法，以实现负载均衡。 3. 目前业内比较流行的负载均衡算法都是针对整体云系统设计的。具体而言，面对复杂的云计算应用场景，如天地一体化网络，每一部分节点集群的特点各不相同。在不同的集群中采用同样的负载均衡算法显然不够高效，适配度很难提高。为了能更好地实现整个云计算系统的负载均衡，本文将创新性地根据系统中各个部分的不同特点，并基于其特点设计不同的算法进行适配，从而在节省资源的前提下，实现最优算法匹配。具体而言可以对天地一体化网络中的地基节点、天基节点、以及混合节点都采用不同的负载均衡算法进行设计。 4. 目前业界流行的负载均衡算法或是从静态虚拟机调度层面，或是动态虚拟机迁移层面展开分析和设计的。本文将创新性地将以上两个层面相结合，整合虚拟机调度和动态虚拟机迁移算法，并应用于天地一体化网络仿真测试云中，综合实现负载均衡。     **预期成果形式**   1. 搭建可完整演示的具备计算资源负载均衡机制的天地一体化网络仿真测试云平台，以及一个实时资源监控系统（二者可能整合）； 2. EI国际会议论文1篇； 3. 研究生毕业论文1篇。 | |

1. 开题报告审查意见

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.导师对学位论文选题和论文计划可行性意见，是否同意开题：  校内导师（组）签字： 年 月 日  校外导师签字： 年 月 日 | | | |
| **2.开题报告考评组意见** | | | |
| 开题日期 |  | 开题地点 |  |
| 考评专家 |  | | |
| 考评成绩 | 合格 票 基本合格 票 不合格 票 | | |
| 结 论 | □通过 □原则通过 □不通过  **通过：**表决票均为合格  **原则通过：**表决票中有1票为基本合格或不合格，其余为合格和基本合格  **不通过：**表决票中有2票及以上为不合格 | | |
| 考评组对学位论文的选题、研究计划及方案实施的可行性的意见和建议： | | | |
| 考评组签名：  年 月 日 | | | |
| **3.学院意见：** | | | |
| 负责人签名： 年 月 日 | | | |
|  | | | |