

全光网络的聚合配置分析

The Analysis of Convergence Configuration in AON

王志文 李增智 薛文革

(西安交通大学计算机系统结构与网络研究所 西安710049)

Abstract As an integrated broadband network, AON is the combination of multiple service network and optical transport network and how to manage it becomes the premise to provision of service. This paper first investigates why the traditional layered configuration is unfit to AON. And then, a new policy of configuration, i.e. convergence configuration, is presented. Eventually the two strategies are compared simply in performance.

Keywords Network management, All optical network, Convergence configuration, TMN

1 引言

随着网络应用技术的不断发展,网络应用的种类变得越来越多,各自的异构程度更加复杂,所覆盖的领域已经涉及到整个社会的各个角落。这些需求决定了当代网络必须朝着高速度、大容量以及多业务的宽带方向发展和演变,业界人士一直在努力实现这个一体化的综合网络以提供各种类型的服务来满足不同应用的要求。

光通信技术的成熟以及光传输网络的出现为有效地实现当代网络提供了一个强有力的解决方案,其关键在于采用了波分复用的光传输技术以及基于波长的光路由和光交换技术,这些技术特征不仅使得光传输网络的传输速度在单根物理光纤上远远高于传统的任何网络,而且允许不同的光信号(例如:调制方式、信号速率等)在各自的波长信道上同时传递,即:光信号传输透明;最后,光传输网络通过不同的接口可以支持多种传统业务以及未来定制的新业务。

全光网络就是利用光传输网络作为载体网络并在其上运营各种传统网络的一种综合业务网络。业务网络向载体网络提出各种业务请求,而载体网络则必须按照协议标准处理这些请求并给出相应的反应,它们之间存在着简单的客户/服务器关系,这种关系主要反映了不同层次之间的依赖特性,从图1所示的全光网络层次结构中可以发现客户/服务器的关系不仅仅局限在业务网络与载体网络之间、业务网络内部的不同层次之间也可能存在相互依赖,如:IP/ATM、IP/SDH、ATM/SDH等都是客户/服务器关系的典型表征。

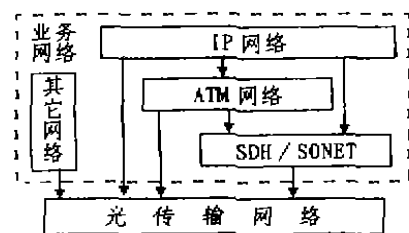


图1 全光网络层次关系

2 TMN 管理模型

网络管理是网络系统正常运作不可缺少的一个监控功能部件,实施网络管理的根本目的在于最大限度地利用各种网络资源,降低网络的运营成本并向各级用户提供高质量、高可靠性的网络业务。当代网络的异构程度较高,如何有效地管理和控制不同层次上网络系统是当前网管领域中一个主要研究课题。OSI组织定义的TMN网络管理模型是在网络分层的基础上并针对不同的功能领域实施的相应管理策略,从图2可以看出,TMN管理模型将一个具体的网络分成四个管理层次:事务管理、业务管理、网络管理以及网元管理,每一个管理层次包括五大功能领域,即:性能管理、配置管理、故障管理、计费管理和安全管理。

TMN管理模型对于单个网络——如:ATM网络、SDH/SONET、PSTN、七号信令网、帧中继网等网络十分有效,它可以针对不同的网络对象分别提供相应的网络管理系统以保证各自的服务能够正常供给。然而现代网络并不是一些单个网络的简单叠加和组合,而是通过一系列标准接口进行聚合的一体化综合网络。作为一个通用的综合网络平台,除了能够直接支

持的业务外,它还可以通过服务供给间接地提供其它类型业务。我们知道,任何业务的完整供给必须经历四个基本步骤:资源调度、资源分配、连通性测试以及业务执行,前三个步骤的具体实施都必须依赖于网络的配置管理,可以认为配置管理对网络业务的成功供给起着决定性作用。当然,性能管理、故障管理、安全管理和帐务管理也是用户顺利使用业务的必须条件。由于当代网络所支持的业务的异构程度越来越大,与之相对应的网络配置也变得更加繁琐和复杂,如何快速、有效、准确地实施配置管理成为网络运营的首要考虑问题。因此,本文就网络配置的管理方法和策略进行分析和讨论。

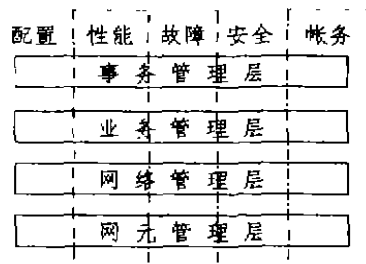


图2 TMN 管理分层及管理功能

3 全光网络分层配置

全光网络不仅是当代一体化综合网络的典型代表,而且是未来唯一的综合网络,其配置管理的成功与否对于使用不同网络业务的用户有着极为重要的意义。在引言部分我们已经分析了全光网络的层次结构,它可以直接或间接地向多个业务网络提供必须的服务,遵循 TMN 管理模型可以设计出一个严格按照网络层次的分层配置系统(参见图3)。

为了更好地说明层次间的配置关联特征,图3仅详细地描绘了 IP/ATM、IP/SDH 以及 IP/OTN 之间的交互关系,而其它相类同的层次交互关系如:ATM/SDH、ATM/OTN、SDH/OTN 等没有在图中给出。下面我们就 IP 网络的三种客户/服务器形式分析各自的配置管理所经历的流程。

1) IP/ATM

在生成新的 IP 业务和启动已有 IP 业务的开始,IP 网络层的配置管理必须按照预定的策略进行 IP 资源调度,然后按照调度结果分配必需的 IP 资源,由于 IP 网络是构建于 ATM 网络之上,它所分配的 IP 资源只是满足 IP 业务的逻辑资源,而与这些逻辑资源相对应的物理资源并没有得到分配。ATM 层作为 IP 层的承载网络必须负责将 IP 资源逐步映射到实际的物理资源,这可以通过 ATM/OTN 或者 ATM/SDH、

SDH/OTN 交互来得到真正的物理资源。最后,IP 网络通过业务连通性测试来验证 ATM 所供给的资源是否有效。

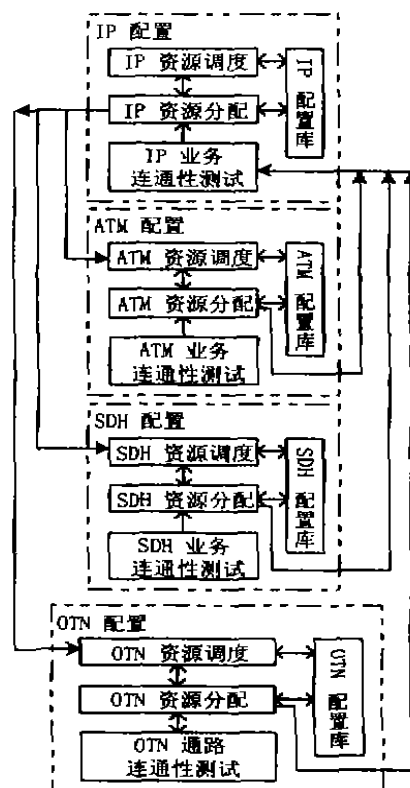


图3 全光网络的分层配置体系结构

2) IP/SDH

与 IP/ATM 形式相类似,SDH 层并不是最终的物理网络,这决定了它不能直接向 IP 网络提供物理资源,但它必须将 IP 逻辑资源映射到网络 OTN 的物理资源上,这可以通过 SDH/OTN 交互来完成,完成的结果必须由 IP 业务的连通性来印证。

3) IP/OTN

OTN 作为一个物理承载网络,它是能够直接提供网络通信能力的层次。只要与 IP 资源相适应的物理资源允许分配,则 OTN 将向 IP 业务提供成功通过连通性测试的物理资源;然后,IP 层进行 IP 业务连通性测试以证实所分配的物理资源是否满足要求。

尽管这种分层配置能够将不同业务层次的配置管理限制在层次内部,降低了层次间配置的耦合度,符合 OSI 的分层原则,但对于全光网络的配置而言它存在着以下缺陷:

(1)配置数据一致性难以维持 由于每一个层次的配置系统都伴随有相应的配置数据库,库中主要存储有运营本层业务所必需的各种逻辑资源以及为客户

层提供的各级资源映射,后者直接与两个甚至于多个其它业务层次相关联,它们之间的资源配置必须相一致,否则就会发生资源映射不匹配。由于分层管理结构存在多个分离的配置库,如何维持它们之间的数据一致性是一个十分棘手的问题。

(2)业务开启时间过长 业务网络在分配逻辑资源开始一直到业务的真正供给为止所经历的时间被定义为业务开启时间,这是业务QoS的一项重要指标参数。该段时间主要用于建立各级逻辑资源与物理资源间的映射关系以及测试所分配的资源是否满足需要,由于全光网络分层配置管理结构使得不同层次间交互过多,而导致资源映射和测试次数增加,从而增加了业务开启时间。

(3)兼容性差 多厂商设备的使用、不同业务的开展以及配置管理接口遵循的标准不同等因素使得同一业务层次的不同网络之间存在着相当大的差异,这种差异对于层次内部的管理不会造成影响,但它无法兼容全光网络不同业务层次的管理接口。例如:作为服务器层,它难以设计出一种标准的接口向所有客户层提供服务;而作为客户层,则又无法向服务器层提出一致的兼容业务请求。

(4)资源映射太多 不同业务层的配置对应不同的逻辑资源,这些逻辑资源最终必须要映射到具体的物理资源才能完成数据的真正传输,而业务层并不总是直接与物理层构成客户/服务器关系,因此必须借助相应的中间层次才能建立业务逻辑资源与网络物理资源之间的映射关系,为了实现上述过程必须定制相应的标准接口,这些接口与具体的资源映射的异构程度紧密相关,若异构程度高则接口复杂,反之则较为简单。显然,在层次管理体系结构中业务层次级数的增长直接引发资源映射次数的增加,进而要求接口数目增加,这将使得全光网络配置管理的复杂度急剧增长。

4 全光网络聚合配置

针对全光网络分层配置体系结构的不足,本文提出了一种全新的配置策略——聚合配置。该策略源于ATM网络的AAL(ATM Adapt Layer)对不同业务的接入处理思想,因为ATM网络需要为多种业务同时提供传输服务,这使得ATM层如何以一致的方式为不同业务分配网络资源显得尤为重要,而AAL的设置成功地解决了这个矛盾。

全光网络的聚合配置体系结构如图4所示,整个网络的配置仍然被明确地分成不同逻辑层次,如:IP配置、ATM配置、SDH配置和OTN配置,这些层次上形成的业务请求通过不同网络模式的接口逐步向OTN层逼近并生成一个业务请求路径,当业务请求达到

OTN层次时,OTN网络资源得以分配并通过相应的接口反馈给最初的业务请求层次,该层次在已分配的资源上执行业务测试以决定本次业务请求是否成功。

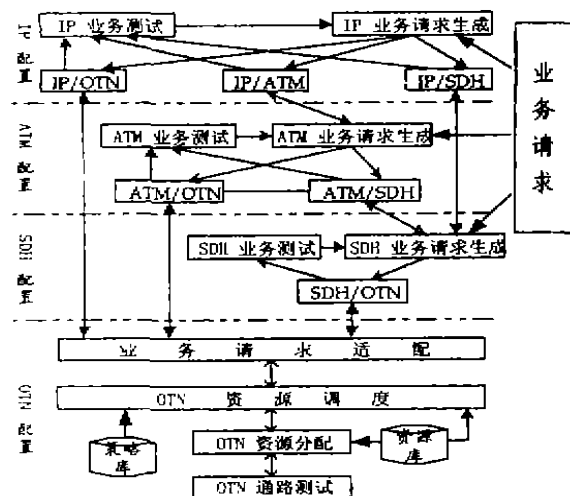


图4 全光网络聚合配置体系结构

全光网络聚合配置管理的核心在于OTN配置,它包括四大功能模块:业务请求适配、OTN资源调度、OTN资源分配以及OTN通路测试。业务请求适配完成各个业务层次的接口处理,将不同协议和格式的业务请求转化成标准的资源分配请求并将分配结果按照相应的接口规范反馈给业务请求层次,OTN资源调度根据预设的算法或策略对业务请求配置必需的资源,这些算法和策略可以是固定的,也可以随着业务的变迁而动态变化。在资源调度成功的基础上,OTN资源分配实现真正的网络资源分配,例如:指定单个波长或者波长时隙给特定的业务请求,OTN通路测试主要试验所分配的资源物理上是否连通以及相应的传输特性是否符合OTN传输规范,一旦发现异常可以启动故障管理进行详细的测试和定位并要求调度模块重新调度资源。除了这些基本功能模块以外,OTN配置的成功实现还必须依赖于某些特定的信息库支持,如:资源库、策略库等。

下面我们继续就IP业务的三种接口请求形式分别分析各自的配置流程。

1 IP/OTN

生成的IP业务请求通过IP/OTN接口传递到OTN配置的业务请求适配模块,经过翻译、转换和协商后形成资源分配请求,然后根据策略库和资源库的内容决定应该分配的资源;最后,IP业务测试模块决定本次IP业务的请求配置是否成功。

2 IP/SDH

IP业务请求通过IP/SDH接口传递到SDH层次

并触发 SDH 业务请求,该 SDH 业务请求在 OTN 层的配置处理流程与 IP 业务请求完全相同,但由于 SDH 业务请求是一个中介请求,它必须将 OTN 的资源分配结果反馈给原始的 IP 业务请求并由后者来验证本次业务配置是否成功。

3 IP/ATM

IP/ATM 网络模式下的 IP 业务配置必须经历两次传递处理:即先经 IP/ATM 接口产生 ATM 业务请求,然后再经过 ATM/SDH 接口生成 SDH 业务请求,最后由 OTN 配置分配适当的网络资源。相应地,配置结果也要经历相反的传递才能反馈到 IP 层的业务请求。

与分层配置相比较,全光网络的聚合配置所带来的改善主要体现在以下几个方面。

(1)网络资源集中维护 由于业务层次仅生成业务请求,它们并不参与业务逻辑资源的分配,因此没有必要在这些层次设置逻辑资源库,业务请求的网络资源只有在 OTN 层才能得以调度和分配,这样,系统只需在 OTN 层设置网络资源库和调度策略库即可,从而保证了网络资源的集中维护。

(2)OTN 层执行资源分配 在分层结构中,业务请求路径所通过的每一层次都参与资源的分配,这使得系统的处理相当复杂;聚合配置将业务请求直接或间接地传递到 OTN 层并由后者立即进行资源分配并反馈分配结果,它省去了不同层次间的资源映射过程,这种处理策略不但减少了层次间的关联特性(降低层次间的耦合度),而且可以缩短业务的启动时间。

(3)兼容性强 OTN 配置的业务请求适配模块支持各种业务接口的衔接,它不必关注业务层次的内部

机制,因此,只要业务层能够向 OTN 层提供标准业务请求接口,OTN 配置就能够满足相应的配置要求,这使得系统的兼容性大大加强。

(4)支持智能配置 智能化是未来网管的一个必然趋势,而聚合配置可以容易地对资源调度进行智能处理。图4中 OTN 层配置的策略库存储的主要内容就是资源调度算法,它使业务请求优先调度、资源使用时间限制、小业务复合等智能功能的实现变得容易实施。

小结 全光网络是一个一体化的综合宽带网络,它是多个业务网络和光传输网络的有机结合,如何有效地对它实施管理是业务正常供给的先决条件。本文针对全光网络的特殊性分析了传统分层配置管理和新提出的聚合配置管理之间的关联和差异。尽管聚合配置比较适合于全光网络的特征,但它的真正实现还必须依赖于业务层与 OTN 业务请求适配模块之间的接口标准定义,此外,调度策略库的知识构建也有待深入研究以便能够更好地提供智能化处理流程。

参考文献

- 1 王 志 文. 现代网络管理模型分析. 计算机工程与应用, 1999, 6
- 2 Doverspike R. Network Mangement Research in ATD-Net. IEEE Network
- 3 John Y. Connection Management for Multiwavelength Optical Networking. IEEE Communication
- 4 Lucent white paper. LUCENT TECHNOLOGIES OPTICAL NETWORKING 1999
- 5 Li Chung-Sheng, Ramaswami R. Automatic Fault Detection Isolation, and Recovery in Transparent All-Optical Networks. IEEE J. LIGHTWAVE TECHNOLOGY, 1997, 15: 1784~1793
- 6 Tanenbaum A. Computer Networks. 清华大学出版社, 1997
- 7 1999
- 8 Srikant R, Agrawal R. Mining Quantitative Association Rules in Large Relational Tables. In: Proc. of the ACM SIGMOD Conf. on Management of Data, 1996
- 9 Zhang Z, Lu Y, Zhang B. An Effective Partitioning-Combining Algorithm for Discovering Quantitative Association Rules. In: Proc. of the First Pacific-Asia Conf. on Knowledge Discovery Data Mining, 1997
- 10 Fukuda T, Morimoto Y, Morishita S, Tokuyama T. Data Mining Using Two-Dimensional Optimized Association Rules: Scheme, Algorithms and Visualization. In: Proc. of the 1996 ACM SIGMOD Conf. on Management of Data, 1996
- 11 Yoda K, Fukuda T, Morimoto Y, Morishita S, Tokuyama T. Computing Optimized Rectilinear Regions for Association Rules. In: Proc. of KDD'97, August 1996
- 12 Srikant R, Agrawal R. Mining Generalized Association Rules. In: Proc. of the 21st VLDB Conf. Zurich, Switzerland, 1995
- 13 Larsen R J, Marx M L. An Introduction to Mathematical Statistics and Its Applications. Prentice Hall, 1986
- 14 周润兰, 喻胜华主编. 应用概率统计. 科学出版社, 1999
- 15 (上接第87页)
- 16 的情况, 这些工作有待于进一步的研究。

参考文献

- 1 Agrawal R, Srikant R. Fast algorithms for mining association rules in large databases. In: Proc. of the 20th Intl. Conf. on VLDB, 1994
- 2 Mannila H, Toivonen H, Verkamo A J. Efficient algorithms for discovering association rules. KDD-94 AAAI Workshop on Knowledge Discovery in Databases, 1994, 181~192
- 3 Toivonen H. Sampling Large Databases for Association Rules. In: Proc. of the 22nd VLDB Conf. 1996
- 4 Han J, Pei J, Yin Y. Mining frequent patterns without candidate generation. In: Proc. 2000 ACM SIGMOD Int. Conf. Management of Data (SIGMOD'00), Dallas, TX, May 2000
- 5 Aumann Y, Lindell Y. A Statistical Theory for Quantitative Association Rules. In: Proc. of the 5th ACM-SIGKDD Intl. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining,