

基于约束的 ASON 生存性探讨

余庚^{1,2}

(1.福州理工学院,福州 350506;2.福建工程学院 国脉信息学院,福州 350014)

摘要:研究了作为传输大数据业务平台的智能光网络(ASON)在高效路由和业务安全保障机制方面的生存性问题。通过结合共享风险链路组(SRLG)约束思想提出一种不共担主备路径同时失效的解决方案以提高 ASON 生存能力。该方案的宗旨是在工作路径和保护路径保持 SRLG 相对分离的前提下动态均衡负载,降低业务阻塞率和保护带宽资源被占用率。最后通过 Glass 测试平台验证了该方案的可行性。

关键词:ASON 约束; WP; PP; 生存性

中图分类号:TN929 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-5561(2018)01-0013-03

DOI:10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2018.01.004

Discussion about ASON survivability based on constraint

YU Geng^{1,2}

(1. Fuzhou Institute of Technology, Fuzhou 350506, China;

2. Guomai Information College, Fujian University of Technology, Fuzhou 350014, China)

Abstract: This paper studies the survivability of automatic switched optical network(ASON) which is to be a large data transmission service platform in efficient routing and service security mechanisms. It proposes a solution that primary paths and protection paths will not be fail at the same time in order to improve the survivability of ASON based on the shared risk link group (SRLG) constraint idea. The purpose of this scheme is to dynamically balance the load under the condition that the SRLG is relatively separated between the work path and the protection path, and thus reduce the rate of traffic blocking and the rate of employed protection bandwidth. At last, the paper verifies the scheme to be feasible through the Glass test platform.

Key words: ASON constraint; WP; PP; survivability

0 引言

智能光网络(ASON)作为信息技术发展的产物,可通过其分布式智能控制平面来调度 ASON 网络资源,实现光路路由和波分多路复用(WDM)业务动态分配等诸多自动化管控功能。目前,ASON^[1]传送平面的主要技术是 WDM,其带宽分配和流量工程的控制主要以波长为单位进行。因此,当客户层业务到达时,ASON 需要为每个业务计算路由、分配波长并建立光通道,确保携带了业务的波长顺利在源/宿节点间传送。于是,与生存性相关的路由、光波分配和信息安全性等一系列问题成为了研究的重点。

收稿日期:2017-10-01。

基金项目:福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAT170802)资助;福建省教育厅科技项目(JAT160623)资助。

作者简介:余庚(1983-),男,硕士,讲师,主要研究方向为光通信系统分析设计。

以信息安全性为例,目前 ITU-T8080 协议仅给出 ASON 域间域内故障类型的定义,以及对生存性相关功能模块框架的简单描述,并未提出具体生存性实施过程的具体细则。国际互联网工程任务组(IETF)给出的生存性机制也仅是单纯地优化某一项特定的指标,未能兼顾整个 ASON 全网^[2]性能,如工作/主用通路优先选路算法(APF)机制虽然能有效降低 ASON 生存时间复杂度,但是却容易陷入可避免陷阱;与此相反的 K 最短路径算法虽然能有效克服 APF 缺点,但是却在生存时间复杂度方面表现不佳。为了兼顾 ASON 全网生存性指标,本文提出一种基于共享风险链路组(SRLG)约束的 ASON 生存算法。

1 SRLG 约束性分析

传统的生存性策略要求最优工作路径(WP)和保

护路径(PP)除了源/宿节点以外,不包含相同的节点和链路。当 WP 失效时,携带了数据的波长立即切换到 PP 继续传输。通过这种方式提高网络生存性的前提是 WP 和 PP 发生故障是绝对独立的,失效链路之间没有任何故障关联度。从 ASON 传输介质角度而言,此时的 WP 和 PP 既不位于同一对源/宿节点间的物理链路上,也不同属于一个 SRLG,即 SRLG 绝对分离。然而,目前的光网络基础设施中 WP 和 PP 往往被敷设在同一条光缆内,如果遇到自然灾害或人为破坏,遵循 SRLG 绝对分离原则的 WP 和 PP 可能同时失效。为避免此类状况,生存法则中要求 ASON 路由和波长分配机制下的 WP 经过的路径和 PP 经过的路径必须是 SRLG 相对分离的^[9],即 WP 和 PP 虽位于同一对源/宿节点之间的链路上,但两者隶属于不同的 SRLG 组合。SRLG 相对分离原则对寻找 WP 和 PP 起到约束性限制,这样的约束不但能满足不同等级业务的可靠性需求,还能显著降低 WP 和 PP 共同失效的概率,为 ASON 提供良好的生存保障。

由 5 个节点构成的 Mesh 状 ASON 图和 SRLG 相对分离约束图分别如图 1 和图 2 所示。以图 1 为例,假设节点 1~节点 3 发起“请求建立连接”指令,APF 思想将选择路径 e_3 为最小跳 WP。如果根据 SRLG 绝对分离原则将无法找到与路径 e_3 是 SRLG 分离的 PP。由于路径 e_3 同时属于图 2 中 SRLG3、SRLG9 和 SRLG8 这 3 个 SRLG,在计算 PP 时先将这 3 个 SRLG 组合中的所有链路全部终结。终结后路径 e_2 、 e_3 、 e_5 和 e_6 不再存在,节点 1~节点 3 无法建立“请求连接”指令。显然 APF 思想无法满足 ASON 生存性要求。而基于 SRLG 约束的算法能自动发现路径 e_3 同时处于 3 个 SRLG 组,经过计算分析后可自动放弃该路径转而锁定路径 e_1 和路径 e_2 作为 WP,锁定基于 SRLG 相对分离的路径 e_5 和路径 e_4 作为 PP。综上所述,要确保 ASON 具有良好的生存性就必须考虑光网络 SRLG 的约束性。

2 基于 SRLG 约束的 ASON 生存算法原理

在一个基于 WDM 的 ASON 中,主要采用以 Mesh 状为主的拓扑结构,结合分层图模型^[4]将该 ASON 网络表示为 G ,则 $G=(N,L,W,S)$ 。其中, N 表示 ASON 上

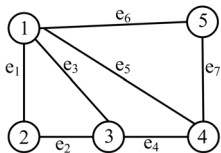


图1 Mesh状ASON结构

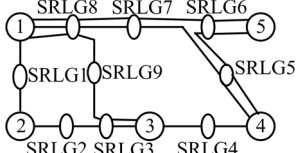


图2 SRLG相对分离的约束图

的节点总数, L 为所有节点间的链路总数,每一对源节点 s 和宿节点 d 之间光纤内波长总数置为 W ,所有节点间的 SRLG 集合视为 S 。传统的 ASON 自愈思想中 PP 和 WP 绝对 SRLG 分离,但在实际应用中用户的自愈请求并非要求网络必须提供 1:1 带宽的保护通道^[9],即 PP 和 WP 无需绝对 SRLG 分离。在此前提下假设在每个时隙,每个宿节点只动态地接收唯一一条来自某个源节点的连接请求,以此开展通道权值的计算。

2.1 通道权值配置

网络正常运行时承载了用户业务的波长基本位于 WP 中。此时 PP 的波长闲置,WP 的权值^[6]赋为 C_{WP} 。当自愈请求送达宿节点,根据 Dijkstra 算法为链路赋予权值函数为:

$$C_{WP} = \begin{cases} \infty, W_{idle}=0 \\ \alpha \cdot \left(\frac{W-W_{idle}}{W} \right), W_{idle} \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中, W_{idle} 为 s 节点和 d 节点间的空闲容量, α 为调整参数。当空闲容量越大时 WP 的权值越小,业务更均衡地分布在链路上,优化了网络带宽资源。基于 SRLG 相对分离的原则,本文规定如下:共享链路中同一个波长的 PP 对应的 WP 位于不同的 SRLG 中;共享链路中承载了相同业务的 WP 和 PP 分布在不同的 SRLG 中。由此得到 PP 的权值赋予函数为:

$$C_{PP} = \begin{cases} \infty, W_{idle}=0 \text{ 或 } \in WP \\ \alpha \cdot N, LG(l) \cap LG(i) = \phi \\ \alpha \cdot \frac{W-W_{idle}}{W}, \text{其它} \end{cases} \quad (2)$$

其中, $LG(l)$ 和 $LG(i)$ 为链路 l 与链路 i 对应的 SRLG 集合。当链路 l 和 WP 位于同一个 SRLG 中时,认定 l 不能作为 PP,此刻 $C_{PP}=\alpha \cdot N$, C_{PP} 为一个较大的常数。

2.2 算法过程

在 ASON 分层图模型中基于 SRLG 约束的 ASON 生存实现流程如下。

步骤①:初始化 $G(N,L,W,S)$ 并转换为分层图模型。

步骤②:等候指令。等候“请求建立连接”或“请求拆除连接”指令,如果收到前者指令,进入步骤③;如果收到后者指令,转到步骤⑧,更新所有链路权值。

步骤③:通过 K 最短路径搜索算法为“请求建立连接”指令寻找最小 WP。先根据式(1)赋予全网链路权值,再利用 Dijkstra 算法确定 s 节点和 d 节点之间选择哪一条路径为本次“请求建立连接”的 WP,之后进入步骤④。若没有找到,则拒绝本次“请求建立连接”,转而回到步骤②。

步骤④:用户可靠性需求分析^[7]。根据前述 SRLG 相对分离原则,经过分析若判定为需要对该 WP 进行保护,则进入步骤⑤;反之,返回执行步骤①。

步骤⑤:通过 K 最短路径搜索算法为“请求建立连接”指令寻找 PP。先根据式(2)赋予全网链路权值,再利用 Dijkstra 算法计算确定 PP。

步骤⑥:对 WP 和 PP 进行 SRLG 相对分离分析。

如果 $\sum_{l \in pp} C_{lp} < \alpha \cdot N$, 说明 WP 和 PP 是 SRLG 绝对分离状态,此时返回执行步骤②;如果 $\sum_{l \in pp} C_{lp} > \alpha \cdot N$, 说明 WP

和 PP 是 SRLG 相对分离状态。进入步骤⑦。

步骤⑦:寻找冲突的 PP 并将其删除。在建立起来的 PP 中,如果权值都被赋予 $\alpha \cdot N$, 则判定为冲突链路,应从 $G(N, L, W, S)$ 全部删除,只保留一条 PP。之后,返回执行步骤②。

步骤⑧:终结 ASON 资源。为了响应“请求建立连接”指令而被占据的路由和波长带宽资源全部被终结,并将全网初始化为 $G(N, L, W, S)$ 的原始参数值,以便等待下一次呼叫指令到来。

3 算法实现与分析

本文通过国家自然科学基金网络(NSFNet)对算法进行相关应用和测试,NSFNet 拓扑图如图 3 所示。该网络是由 14 个节点和 21 条链路

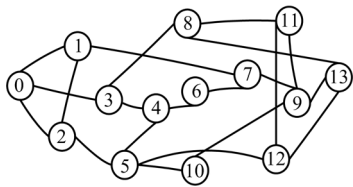


图 3 NSFNet 网络拓扑图

构成。任意 2 个节点间的链路均为物理光纤信道,一个光纤信道承载 16 个光波。任意源节点和宿节点之间发起的“请求建立连接”指令都均衡分布在全网光纤信道中,且每个请求指令均有一个波长来携带。当“请求建立连接”指令不能被执行时则放弃。由于阻塞率和保护带宽被占用率是作为衡量算法优劣的重要指标,因此我们将这两个指标列入测试对象加以分析。

为了验证该算法的高效性,将本次仿真与 APF 算法进行了比较^[9]。经由 Glass 仿真软件得到如图 4、图 5 所示的结果。

从图 4 可以看出,约束机制下的算法在网络保护资源占用率方面较低。本着 SRLG 相对分离的原则,约束算法提倡只要网络 WP 能满足生存性需求就尽量不占用全网带宽^[10]资源(包括 PP 带宽资源),甚至将失效 WP 上的业务资源调度给 PP,使带宽资源最优化。因

此,约束算法曲线对应的资源占用率比 APF 算法的低。

从图 5 可以看出,采用约束算法可最大程度腾出网络资源,对于网络中承载的众多不同优先级的业务,能有充足的带宽资源来提交它们的“请求建立连接”指令。而 APF 采用 WP 与 PP 绝对 SRLG 分离,导致带宽资源不足,源节点提交的指令

被阻塞。因此,约束算法曲线对应的阻塞率相对较低。

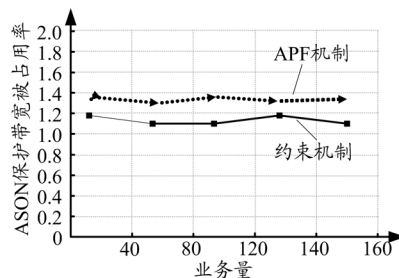


图 4 两种机制对 ASON 带宽资源占用对比

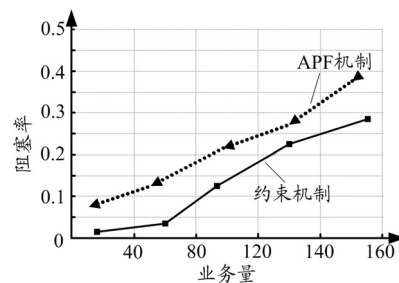


图 5 两种机制下业务阻塞率对比

4 结束语

“互联网+”时代,如何高效地为承载了大数据的 ASON 提供生存保障算法是网络设计中考虑的重要问题之一。本文从链路阻塞率和 ASON 保护带宽被占用率的角度提出一种预防主备通道同时失效的业务生存算法。本算法基于 SRLG 相对分离的思想在最大程度上满足了用户指令请求。仿真结果也进一步说明了本算法可显著提高 ASON 生存能力。

参考文献:

- [1] 王丽丽. 智能光网络物理层调制模式识别技术的研究[D]. 成都:电子科技大学,2017.
- [2] 王健全,顾晓仪. 全光网状网保护方式的研究[J]. 光子学报,2015,31(8):960-964.
- [3] 吴润泽,胡秀园,李彬,等. 电力 ASON 中基于 SRLG 完全分离 P 圈的链路故障保护算法[J]. 电力系统保护与控制,2013,41(5):119-125.
- [4] 李洋,董育宁,赵海涛. 认知 Mesh 网络的动态分层图路由模型及路由策略[J]. 电子与信息学报,2016,31(8):1975-1979.
- [5] 鲍宁海,苏国庆,陈静波. 恢复时间敏感的光网络混合通路保护算法[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版),2017,29(6):313-319.
- [6] 曹荣超,何荣希. IP over WDM 网络中业务持续时间感知的绿色路由算法[J]. 光电子·激光,2017,28(3):275-284.
- [7] 任丹萍,张丽静,武姗姗. 基于 SDN 的 FiWi 网络生存性研究[J]. 光通信技术,2016,40(4):1-4.
- [8] 黄斌. 智能光网络及其关键技术研究 [J]. 激光杂志,2016,37(11):72-75.
- [9] 王辉,张健. GMPLS 光网络中流量工程研究[J]. 微电子学与计算机,2014,31(5):67-70.