中文核心期刊

一种新的 ASON 故障通告机制研究

张 健
(西昌学院 汽车与电子工程学院,四川 西昌 615013)

摘要 为了提高自动交换光网络 (ASON) 的故障处理效率,提出了一种新的基于同源的 ASON 故障通告机制。在分析传统故障通告机制不足的基础上,阐述了新的基于同源的故障通告机制的工作流程。新的机制仅向所有同源的连接发送一次故障通告消息,降低了网络故障消息的发送次数,提高了网络的故障处理效率。仿真实验表明,与传统的故障通告机制相比,新的机制减少了网络故障通告处理时间,降低了网络的流量。

关键词:自动交换光网络 ;网络故障 ;故障通告机制 ;性能仿真
中图分类号:TN929.11 文献标识码:A 文章编号:1002-5561(2013)01-016-03

Research on a new ASON malfunction notification mechanism

ZHANG Jian
(School of Automotive and Electronic Engineering of
Xichang College, Xichang Sichuan 615013, China)

Abstract:In order to improve the efficiency of malfunction treatment in ASON,a new ASON malfunction notification mechanism based on the same source is put forward. On the basis of analyzing the deficiency of traditional malfunction notification mechanism,the working flow of a new malfunction notification mechanism based on the same source is expounded.The new mechanism only sends once malfunction notification information to all connections with the same source,so it can reduce the sending degree of network malfunction information,and boost the treatment efficiency of network malfunction.The simulation experiment demonstrates that compared with the traditional malfunction notification mechanism,the new mechanism lessens the treatment time of network malfunction notification, and reduces the network traffic.

Key words:automatically switched optical network (ASON);network malfunction;malfunction notification mechanism;performance simulation.

0 引言

目前,对于减少自动交换光网络(ASON)故障恢复时间的研究,主要集中在故障通告之后网络的一系列操作[1],而对于 ASON 网络的故障通告机制的研究却比较少[2]。通常,ASON 网络采用 RSVP-TE 作为控制平面的信令协议,通过向受到故障影响的每一条连接的源节点发送 Notify 消息的方式进行故障通告[3]。传统的故障通告机制中,一个 Notify 消息对应一条连接,而在这些连接中,很多连接都具有相同的源节点,一个源节点可能会收到多个 Notify 消息, 并依次对每一个 Notify 消息所对应的连接进行故障处理, 从而增加了故障节点和源节点的处理负担,降低了网络故障的处理效率。本文改进了传统的故障通告机制,提出一种新的基于同源的故障通告机制。

收稿日期:2012-09-21。

作者简介:张健(1973-),男,讲师,硕士,主要从事光通信网络及其应用系统开发等方面的工作。

1 传统的故障通告机制的缺陷

采用传统的 RSVP-TE 协议[4]处置 ASON 网络故障时, 故障节点将会向与其相连的源节点发送 Notify 消息,告知该节点发生故障。源节点收到该消息后,会进行相应操作,如故障恢复和重路由等。若 ASON 网络故障节点存在多条连接时,频繁地发送、接收、处理 Notify 消息会增加故障节点和源节点的负担, 如图 1 所示。在图 1 中,有 3 条连接 $\{C_1,C_2,C_3\}$ 经过故障节点,检测到故障发生后,该节点会向这 3 条连接的源节点发送 Notify 消息。如果这 3 条连接的源节点为同一节

点，故障节点要发送 3 次 Notify 消息，同一源节点要处理 3 次 Notify 消息，这样就增加了网络流量，降低了网络故障的处理效率。显然，在 ASON 网络中，这样具有同源的连接越多，网络的故障处理效率就越低。

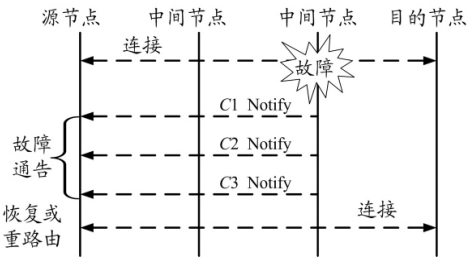

图 1 多连接情况下的 ASON 网络故障的通告流程

2 基于同源的故障通告机制

通过上面的分析可以看出，传统的 RSVP-TE 故障通告机制是针对每一个连接进行的。如果网络中具有同源的连接越多，采用传统的故障通告机制就会增加网络链路恢复的时间，降低故障的处理效率。因此，本文提出一种基于同源的故障通告机制，将故障节点中所有具有同源的连接通过一次 Notify 消息进行通告，提高网络故障的恢复效率。

基于同源的故障通告机制如下：

首先，对故障节点的连接列表进行以源节点为索引的分组排序。假设故障节点中存在 N 条连接 $\{C_1,C_2,C_3,\cdots,C_n\}$，其中包含有 M 个源节点，则以源节点为索引的分组情况为：

$$\{C_1,C_2,C_3,\cdots,C_n\}\rightarrow\begin{cases}1:\{C_{A1},C_{A2},C_{A3},\cdots,C_n\} & \text{源节点 } A\\ 2:\{C_{B1},C_{B2},C_{B3},\cdots,C_n\} & \text{源节点 } B\\ 3:\{C_{C1},C_{C2},C_{C3},\cdots,C_n\} & \text{源节点 } C\\ \cdots\cdots\\ M:\{C_{Z1},C_{Z2},C_{Z3},\cdots,C_n\} & \text{源节点 } Z\end{cases}$$

其次，将 RSVP-TE 协议的功能进行拓展，增加了用于存放连接源节点的数据结构 Snode_list，如图 2 所示。在 Snode_list 中存放 Conn_list 列表中所有连接的源节点，主要用于故障节点在发送 Notify 消息时进行源节点的比较。Snode_list 在故障通告之前为空，在故障通告时才进行源节点的存放。

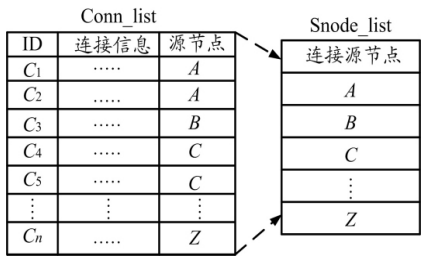

图 2 Snode_list 的数据结构

最后，按照下面的步骤，对每组具有同源节点的连接发送一个 Notify 消息，完成对网络故障的通告：

①当节点检测到故障后，首先判断 Conn_list 是否为空。如果为空，那么证明该节点上没有连接经过，故障通告结束。②如果 Conn_list 不为空，通过位置标志读取一条连接。③如果该连接的源节点在 Snode_list 中，那么表明已经向该源节点发送过 Notify 消息，将位置标志下移到另一条连接，并判断 Conn_list 是否为空。如果为空，故障通告结束。④如果该连接的源节点在不在 Snode_list 中，向该源节点发送 Notify 消息。⑤将该源节点加入到 Snode_list 中。⑥将位置标志下移到另一条连接，继续执行①~⑥。

3 性能仿真与分析

下面从故障节点的算法处理时间、故障通告处理时间和网络流量等三个方面对新旧两种故障通告机制的性能进行仿真对比。整个 ASON 网络仿真实验平台的配置为：30 台高性能机架式计算机作为 30 个 ASON 网络节点，8 台联想台式机作为客户端节点，1 台联想台式机作为网络管理器以及 1 台华为交换机。

3.1 故障节点的算法处理时间

在传统的基于 RSVP-TE 协议的故障通告机制中，故障通告的顺序有两种方式：先来先接收服务方式和基于优先级方式[5]。假设与故障节点相连的连接有 N 条，所包含的源节点个数有 M 个，两种机制的故障节点算法复杂度对比情况如表 1 所示。

表 1 两种机制的算法复杂度对比

故障通告机制		时间复杂度			空间复杂度
		最好复杂度	平均复杂度	最差复杂度	
传统的故障机制	★1	O(n)	O(n)	O(n)	O(1)
	★2	O($n$log$n$)	O($n$log$n$)	O(n^2)	O($n$log$n$)
基于同源的机制		O(n)	O($n\times m$)	O(n^2)	O(n)

★1：先来先接收服务的方式；★2：基于优先级的方式

从表 1 中可以看出，由于基于同源的故障通告机制在故障处理中除了要遍历 Conn_list 列表，还要遍历 Snode_list 列表，所以该机制在故障节点的算法上比传统的故障通告机制复杂。

传统的故障通告机制与基于同源的故障通告机制在故障节点算法上的处理时间对比情况如图 3 所示。由于传统的故障通告机制对 Conn_list 列表的遍历是线性的，只与 Conn_list 的长度有关，而基于同源的故障通告机制增加了节点算法的时间复杂度，不仅与 Conn_list 的长度有关，还与 Snode_list 有关。从图 3 中可以看出，随着 M:N 值的增加，故障节点算法处理时间也相应增加。当故障节点的连接数为 10000 条时，

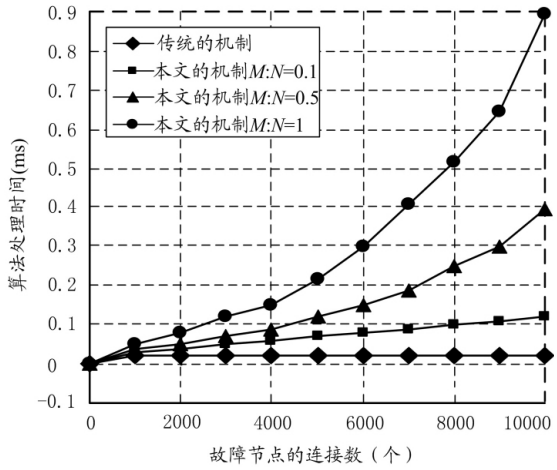

图 3 两种机制下故障节点的算法处理时间对比

最坏的情况下（M:N=1），即故障节点中的连接没有相同的源节点，节点的处理时间达到了 0.9ms，处理速度远高于传统的故障通告机制。

3.2 故障通告处理时间

故障通告处理时间的定义为：节点检测到发生故障到所有故障通告消息发送结束的时间，其计算方法如下：

$$T=T_{find}+\sum T_t+T_p \quad (1)$$

式（1）中，T_{find} 为故障发生到节点检测到故障的时间，T_t 为每条故障消息 Notify 传输的时间，T_p 为故障节点的算法处理时间。

若与故障节点相连的连接有 N 条，所包含的源节点个数为 M 个，用 T_1 表示传统的故障通告机制的故障通告处理时间，用 T_2 表示基于同源的故障通告机制的故障通告处理时间，则二者的计算方式分别如（2）和（3）：

$$T_1=T_{find}+NT_t+T_p \quad (2)$$

$$T_2=T_{find}+MT_t+T_p \quad (3)$$

从式（2）和式（3）可以看出，在传统的故障通告机制中，发送故障通告消息的次数与故障节点的连接数目相同，即网络中存在 N 条连接就必须要发送 N 条 Notify 消息，而基于同源的故障通告消息的发送与连接中所存在的源节点的个数相同，与连接的数量无关。

图 4 为两种机制的故障通告处理时间对比情况。从图 4 中可以看出，本文提出的机制的故障通告处理时间明显小于传统机制的故障通告处理时间，且 M:N 值越少，故障通告处理的时间越短。这表明，与故障节点相连的连接中，具有同源节点的连接越多，故障通告处理的时间就越短。在 M:N=1 时，即与 ASON 网络故障节点相连的连接都没有相同的源节点，此时，本文提出的机制的故障通告处理时间与传统机制的故障通告处理时间一致。这主要是由于故障节点的算法处理时间 T_p 远远小于故障消息 Notify 传输的时间 T_t。所以，即使本文提出的机制增加了故障节点的算法复杂度，也不会影响到故障通告处理时间。

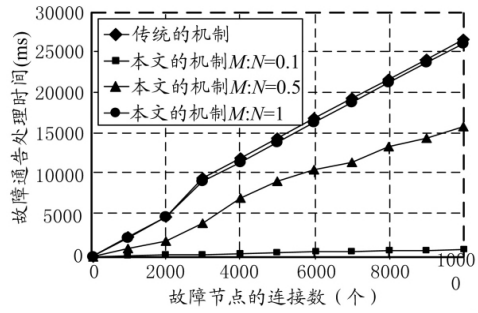

图 4 两种机制的故障通告处理时间对比

3.3 网络流量

图 5 给出了故障节点的连接数为 10000 时两种机制在网络流量上的比较情况。从图 5 可以看出，由于本文提出的机制减少了 Notify 消息的发送次数，从而明显减低了网络的流量，且 M:N 值越少，网络流量越小。这表明，与故障节点相连的连接中，具有同源节点的连接越多，网络流量就越小。若与故障节点相连的所有连接都没有相同的源节点，即 M:N=1，此时两种机制的网络流量是相同的。

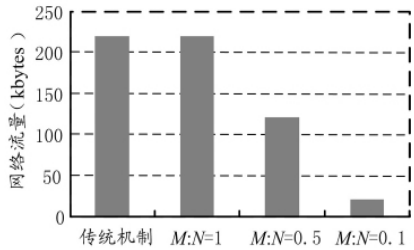

图 5 两种机制的网络流量对比

4 结束语

本文提出了一种新的基于同源的 ASON 光网络故障通告机制，通过减少网络故障通告消息 Notify 的发送次数，减少了网络故障通告处理时间，降低了网络流量，提高了网络故障处理的效率。通过仿真实验，验证了本文提出的故障通告机制是有效的、可行的。

参考文献：

[1] 周荣,孟琦.一种 ASON 网络的基于业务动态变化的 P-cycle 保护算法[J].四川兵工学报,2011,32(1):120-123.

[2] 张磊,王辉.基于 GMPLS 的 ASON 网络故障恢复研究[J].通信技术,2011,43(11):98-100.

[3] 任德昊.一种有效 QoS 保障的 ASON 保护/恢复算法[J].光通信技术,2010,34(3):47-50.

[4] 罗萱,金耀辉,曾庆济,等.基于 RSVP-TE 的组播信令协议在 ASON 中的实现[J].光通信技术,2007,31(10):10-13.

[5] 黄红波，彭英. 支持 IPv6/RSVP 的网络中基于数字视频的教育服务[J].现代电子技术,2011,34(2):65-67.