## 1. 软件定义光网络故障恢复

任何网络都应该具有故障的容忍能力，当然光网络也不例外，恢复力也是光网络中最渴望的属性之一。在SD-EONs中，恢复力通常可以分为保护策略和恢复策略。保护是一种先验式的策略，而恢复是一种反应式的策略。

保护策略是预先规划的，无论网络故障是否发生，它们总是一直存在着。文献1中提供了一种环网的保护策略，利用流表的优先级来预先下发高优先级的工作流表和低优先级的保护流表。网络正常工作时使用高优先级的流表，一旦网络发生故障立即切换到低优先级的流表来恢复网络的通信。保护策略的好处就是故障恢复的时间非常短，因为整个过程不需要额外的信息交互。缺点就是保护路径再次发生故障时无法恢复通信，此外对于大规模复杂的网络拓扑设计完善的保护算法的难度也非常大。

恢复策略需要设计感知故障的方法，同时也要设计用于故障恢复的算法。文献2中利用探测包的方式动态地监测网络链路状态，一旦节点或链路发生故障，光代理模块会将故障信息反馈给控制器，控制器中的故障恢复应用运行动态的路由算法DAPSP（Dynamic All Pairs Shortest Paths）通过重路由的方式来恢复通信。当然，在软件定义的光网络中，控制器的故障也不容忽视，因为一旦控制器发生故障很可能会导致整个网络的瘫痪。文献3设计了一种主从控制器的方案来加强控制平面的鲁棒性。主从控制器之间周期性的同步网络的状态信息。在正常工作状态下，使用主控制器来管控网络，一旦主控制器发生故障，从控制器立即接管网络的控制与管理。

[1]Sgambelluri, A. Giorgetti, F. Cugini, F. Paolucci, and P. Castoldi, “Effective Flow Protection in OpenFlow Rings,” Optical Fiber Communication Conference and Exposition and the National Fiber Optic Engineers Conference (OFC/NFOEC), Anaheim, pp. 1-3, 2013.

[2]X. Zhang, L. Guo, W. Hou, Q. Zhang, and S. Wang, “Failure Recovery Solutions Using Cognitive Mechanisms Based on Software Defined Optical Network Platform [J],” Optical Engineering, vol. 56, no. 1, pp. 1-14, 2017.

[3]X. Chen, Bin Zhao, S. Ma, C. Chen, D. Hu, W. Zhou, and Z. Zhu, “Leveraging master-slave OpenFlow controller arrangement to improve control plane resiliency in SD-EONs [J],” Optics Express, vol. 23, no. 6, pp. 7550-7558, 2015.