路由级拓扑发现——利用mrinfo收集到路由器的邻居信息，进行router-to-AS的映射

[63] J.-J. Pansiot, P. M´ erindol, B. Donnet, and O. Bonaventure, “Extracting intra-domain topology from mrinfo probing,” in Passive and Active Measurement. Springer, 2010, pp. 81–90.

MRINFO利用IGMP协议，向路由器发送ASK NEIGHBORS信息，接收路由器回复的包含路由器的所有邻居信息在内的NEIGHBORS REPLY信息进行数据收集。

文章使用自主开发的基于mrinfo的mrinfo-rec工具，从单一的路由器地址出发，递归的探测发现到的路由器，将结果作为数据集进行分析，提出了router-to-AS mapping的算法，实现路由器到AS的匹配。

文章从04年开始，利用mrinfo-rec从单一路由器开始探测，直到08年结束。期间平均每日探测10万接口（不包括无法路由到的IP地址，特殊IP地址，隧道，无效接口等），发现1万左右路由器。同时利用每日的BGP TABLE DUMP信息，对探测结果进行IP-to-AS的匹配，排除无法匹配到AS的IP地址（0.5%）和匹配多个AS号的IP地址（2-3%），基本每天识别400-650个AS，4年总共发现超过850个AS，among Tier-1, Transit, and Stub networks, Transit being the most represented。

文章随后提出基于规则池的router-to-AS的匹配算法进行数据处理：

概率规则

1. global election（ elec ）：每一个路由器都匹配其所有接口匹配数量最多的ASN
2. lan rule：局域网接口检测，一旦发现有局域网接口（非网关接口），那么认为该路由器是属于该接口所属的AS

经验规则

1. lb rule：关注路由器的环回接口，当ISP配置换回接口时，通常用ISP自己的地址空间。因此就可以利用DNS域名反响解析识别环回接口，router-to-AS mapping就变成了IP-to-AS mapping
2. N rule：假定域间连接是映射两个AS的互联。因此当一个SAS（即存在接口AS不一致的边界路由器）被其他规则确定其ASN时，利用该规则可以判断与之相连的其他路由器的ASN
3. c2p rule： AS通常将自己的IP地址空间分配给客户AS连接。因此当一个路由器有自己的AS接口，也有客户AS的接口时，该路由器属于客户AS

通过对这些规则进行诸如优先级等处理，最终实现router-to-AS，解决了AS边界路由器判定的问题，结果准确率颇高。

另外，通过mrinfo的信息也可以发现交换机的存在，例如当mrinfo返回路由器某个接口对应多个同网段接口时，表明中间有路由器存在。这个是traceroute等方式也很难发现的。