文章编号：2095-4980(2023)01-0072-05

邻居发现协议在基于FPGA的IPv6 over AOS网关上的实现

张庆顺[1,2]，董晓臣[2]，张锁良[*1,2]

(1.河北省机器视觉工程技术中心，河北 保定 071002；2.河北大学 电子信息工程系，河北 保定 071002)

摘　要：针对IPv6协议接入空间通信网络的需求，重点讨论了邻居发现协议(NDP)在基于现场可编程门阵列(FPGA)的IPv6 over CCSDS-AOS网关上的实现。在IPv6 over CCSDS-AOS网关系统上搭建NDP协议模块，实现网关地址解析；通过状态机控制实现NDP协议模块功能。实验表明，该设计解决了IPv6 over CCSDS-AOS网关主动和被动地址解析以及邻居缓存表查找和管理问题，不需要网关对NDP进行协议转换和转发。目前已在IPv6 over CCSDS-AOS网关中应用。

关键词：邻居发现协议；IPv6协议；CCSDS-AOS标准；地址解析；网关；现场可编程门阵列

中图分类号：TN914.42　　**文献标志码：**A　　**doi：**10.11805/TKYDA2020453

Implementation of NDP on FPGA-based IPv6 over AOS gateway

ZHANG Qingshun[1,2]，DONG Xiaochen[2]，ZHANG Suoliang[*1,2]

(1.Hebei Machine Vision Engineering Technology Center，Baoding Hebei 071002，China；
2.Department of Electronic and Information Engineering，Hebei University，Baoding Hebei 071002，China)

Abstract：In response to the need for IPv6 protocol access to the spatial communication network，the implementation of the Neighbor Discovery Protocol(NDP) on the FPGA-based IPv6 over CCSDS-AOS gateway is discussed. It is proposed to build the NDP protocol module on the IPv6 over CCSDS-AOS gateway system to realize the gateway address resolution. The function of NDP protocol module is realized through state machine control. Experiments show that the design solves the problems of IPv6 over CCSDS-AOS gateway's active and passive address resolution，neighbor cache table lookup and management without requiring the gateway to perform protocol conversion and forwarding on the NDP protocol. It has been applied in IPv6 over CCSDS-AOS gateways.

Keywords：Neighbor Discovery Protocol；IPv6 protocol；CCSDS-AOS；address resolution；gateway；Field Programmable Gate Array(FPGA)

Internet技术的进步引领了信息时代的发展，IPv6协议由IETF设计，用于替代现行的IPv4协议。随着空间网络技术的发展，卫星内部设备之间的信息互通不再是点对点的通信，而是网络的拓扑以及路由协议[1]。IPv6协议的应用可以实现将任何通信设备编上一个特有网址，为空间组网增加许多优势。CCSDS-AOS是IP over CCSDS Space Links中提出的一种高级在轨系统(Advanced Orbit System，AOS)，AOS协议适用于航天器之间以及航天器与地面之间的通信[2-3]。AOS协议可以实现高速率通信，处理多种数据类型以及大容量信息数据，实现高速的上行和下行链路。

建立空天网络一体化体系是目前航天通信的发展趋势。早在2000年，美国航空航天局已经开始搭建空间通信网络；2007年，国际空间数据系统咨询委员会发布IP over CCSDS Space Links红皮书[3]，为之后的空间通信网络建设制定了标准，并应用在航空航天发展中。目前我国的空天网络、深空探测以及空间站建设和发展对航天通信提出了新的技术要求，尤其是网络传输协议向IPv6协议转变。IPv6 over CCSDS-AOS网关可以解决IPv6协议与CCSDS-AOS协议的相互转换问题，为IPv6协议加入空天网络一体化体系提供了设备支持[4]。

IPv6 over CCSDS-AOS网关系统接入IPv6网络是通过邻居发现协议(NDP)的链路层地址解析功能实现的，因此设计的重点是NDP协议。本文基于此背景，提出了基于FPGA的IPv6 over CCSDS-AOS网关功能模块的搭建方案，并针对NDP在网关上的实现方案做了设计验证。

收稿日期：2020-05-09；**修回日期：**2020-07-06

[*]**通信作者：**张锁良　email:zhangsl@hbu.cn