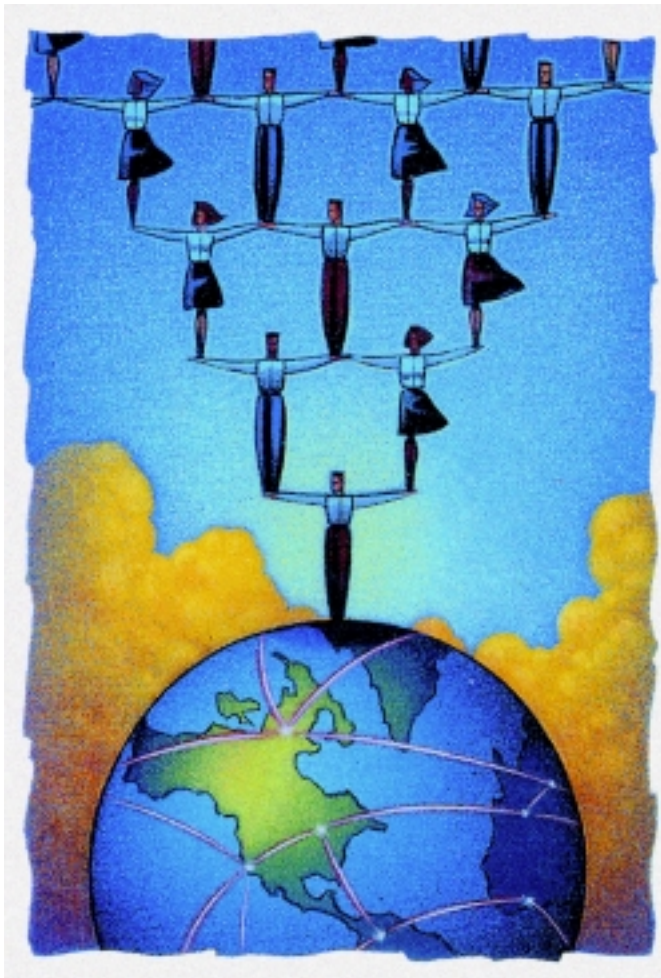


Technology

ขยายขอบเขตการใช้อินเทอร์เน็ตด้วย IPv6

เทคนิคต่างๆ นานาสำหรับการใช้งานโพรโทคอลไอพียุคต่อไป



ดวยการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของอินเทอร์เน็ต และความแพร่หลายของอุปกรณ์แบบไร้สายที่ต้องการหมายเลขไอพีเป็นของตนเอง IPv4 ก็เริ่มแสดงให้เห็นว่าถึงอายุขัยแล้ว เสี่ยงร่ำร้องเรียกหาไอพีโพรโทคอลยุคต่อไป (เวอร์ชัน 6) กำลังดั่งขึ้นทุกขณะ

ในการเตรียมเพื่อให้ IPv6 ได้รับการยอมรับ ชิสโก้จึงทำทุกวิถีทางในแนวรบด้านหน้าหลายอย่างด้วยกัน เช่นการสวมบทบาทเป็นผู้นำในการกำหนดลักษณะ และการอิมพลีเมนต์ของสถาปัตยกรรม IPv6 ภายในกลุ่มงาน Next-Generation Transition Working

Group (Ngtrans WG) แห่งสมาคม Internet Engineering Task Force (IETF) ซึ่งเราเตอร์ “6Bone” ของชิสโก้คือส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้าง 6Bone ซึ่งเป็นเครือข่ายทดลองที่สร้างขึ้นบนอินเทอร์เน็ต และให้ความสามารถในการใช้งานและทดลองแก่เครือข่ายจริงๆ ยิ่งกว่านั้น ชิสโก้ยังเปิดเผยเส้นทางของผลิตภัณฑ์ที่จะสนับสนุน IPv6 ในอนาคต โดยเริ่มต้นที่ Cisco IOS Software Release 12.2 (2) T

Patrick Grossetete ผู้จัดการผลิตภัณฑ์ Cisco IOS IPv6 กล่าวว่า “ด้วยเหตุที่มีงานจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องย้ายตัวจาก IPv4 มายัง IPv6 ดังนั้น เราจึงเห็นช่วงเวลาแห่งการรวบรวมและอยู่ร่วมกันอีกนาน เทคนิคต่างๆ จะออกมารองรับแอปพลิเคชัน IPv6 ซึ่งทำงานบนเครือข่าย IPv4 ของเดิม อย่างไรก็ตาม เราจะไม่เห็นวันที่ทุกคนหนีไปใช้ IPv6 กันหมด เพราะจุดประสงค์ของเรามีอยู่สามประการ ได้แก่ ต้องไม่ทำให้บริการเดิมๆ ที่ใช้ IPv4 หยุดชะงัก, ต้องมีบริการ IPv6 ให้เรียกใช้ตลอดทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ และต้องช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ลดเวลาในการเรียนรู้ และแรงงานในการดูแลรักษาด้วย

เว็บไฟเบอร์จนถึงตู้เย็น...ก็ต้องมีหมายเลขไอพี

ความต้องการไอพีแอดเดรสที่ทะยานสูงขึ้นนั้น เปรียบเสมือนตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับ IPv6 มีการประมาณว่าเพียงบนสังเวียนอุปกรณ์แบบไร้สายอย่างเดียว ทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่ พีดีเอ และอุปกรณ์แบบไร้สายอื่นๆ มากกว่าหนึ่งพันล้านเครื่อง จะต้องการความสามารถในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต และแต่ละเครื่องก็ต้องการไอพีแอดเดรสที่ไม่ซ้ำกับใคร (ดูกรอบ “อุปกรณ์แบบไร้สาย: แอปพลิเคชันที่อาศัย IPv6 ตัวแรก”) ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านที่ต่ออินเทอร์เน็ตตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่โทรทัศน์ ตู้เย็น ไปจนถึงมาตรวัดไฟ ก็จะได้รับ การเชื่อมต่อโดยเทคโนโลยีหลากหลายชนิด และอุปกรณ์เหล่านี้ก็ต้องการไอพีแอดเดรสของตนเองเหมือนกัน

ความจำเป็นต้องมีไอพีแอดเดรสมากขึ้น ยังถูกผสม

ด้วยความจริงที่ว่าไอพีแอดเดรสยังไม่ได้รับการแจกจ่ายไปทั่วโลกอย่างเท่าเทียมกัน แม้ IPv6 ตามทฤษฎีจะสนับสนุนหมายเลขที่ไม่ซ้ำกันได้ถึง 4 พันล้านเลขหมาย แต่การจัดสรรเนื้อที่จริงได้กันไว้แล้วถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของหมายเลขเหล่านี้ ในช่วงเวลาเริ่มแรก องค์กรหรือสถาบันบางแห่ง เช่น MIT หรือ AT&T ล้วนได้รับการจัดสรรเครือข่ายไอพี Class-A มาในปัจจุบัน แต่ละแห่งที่กล่าวมาได้ครอบครองไอพีแอดเดรสไปแล้วไม่ต่ำกว่า 16 ล้านเลขหมาย ขณะที่จีนทั้งประเทศมีกลุ่มของไอพีแอดเดรสที่ไม่เรียงลำดับเพียง 9 ล้านเลขหมายเท่านั้น เพราะเหตุนี้ บริษัทต่างๆ ที่ทำเรื่องขอไอพีแอดเดรสทุกวันนี้ จึงต้องยอมรับเศษเล็กเศษน้อยของไอพีแอดเดรส Class-B และ Class-C ที่เหลือ

เมื่อเปรียบเทียบกับ IPv4 ซึ่งมีเนื้อที่แอดเดรส 32 บิต IPv6 จะมีเนื้อที่แอดเดรส 128 บิต ซึ่งตามทฤษฎีสามารถรองรับโหนด IPv6 ที่ไม่ซ้ำกันได้ถึง 3.4×10^{38} หรือประมาณ 340 พันล้านพันล้านพันล้านพันล้านแอดเดรส ตามคำกล่าวของ Latif Ladid ประธานของ IPv6 Forum ซึ่งเป็นกลุ่มที่สนับสนุน IPv6 ที่สำคัญ

จำนวนแอดเดรสที่ขยายมากขึ้นไม่ใช่ประโยชน์ที่ได้จาก IPv6 เพียงอย่างเดียว ตัวอย่างหนึ่งได้แก่ พีเออร์ปรับคอนฟิกูเรชันอัตโนมัติหรือ Autodiscovery จะช่วยกำจัดการรวมวิธีดูแลเซิร์ฟเวอร์ Dynamic Host Control Protocol (DHCP) ซึ่งองค์กรขนาดใหญ่ส่วนมากใช้บริหารแอดเดรส IPv4 แบบเดิมๆ ที่เน้นการใช้แรงงานคนและเสียค่าใช้จ่ายสูงออกไป IPv6 จะใช้วิธีของ “Stateless Autoconfiguration” ที่รวมเลขหมายอินเทอร์เน็ตเฟส ID อย่างเช่นแอดเดรส MAC ที่เครื่องมีอยู่ และเลขตัวหน้าของเครือข่ายจากเราเตอร์ท้องถิ่นมากำหนดไอพีแอดเดรสของตนเอง แทนหมายเลขที่เซิร์ฟเวอร์ DHCP จัดหาให้

นอกจากนี้ IPv6 ยังให้สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชันแบบเพียร์ทูเพียร์ ซึ่งสนับสนุนรูปแบบการแอดเดรสแบบปลายต่อปลายทั่วทั้งโลก การเชื่อมต่อนี้จะกำจัดความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ Network Address Translation (NAT) ที่ขอบของเครือข่ายองค์กรขนาดใหญ่บางแห่ง ซึ่งอาจทำให้กระบวนการเข้ารหัสดำเนินช้าลง และไร้ประสิทธิภาพโดยเฉพาะกับแอปพลิเคชันประเภท VoIP, Mobile IP และเกมออนไลน์ออกไปได้

ก้าวไปถึงจุดนั้นได้อย่างไร?

เนื่องจากมีความต้องการที่แตกต่างกันระหว่างลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจหรือการประยุกต์ใช้งาน ชิสโกจึงได้คิดสถานการณ์ที่มีการเรียกใช้ IPv6 ตามมาตรฐาน IETF Ngtrans WG ขึ้นมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งสิ่งที่กล่าวถึงต่อไปนี้เป็นสถานการณ์ที่มีการปฏิบัติจริงแล้ว หรือไม่ก็อยู่ระหว่างการวางแผนดำเนินการ

อุโมงค์ IPv6 พาดกับเครือข่ายแกนหลัก IPv4

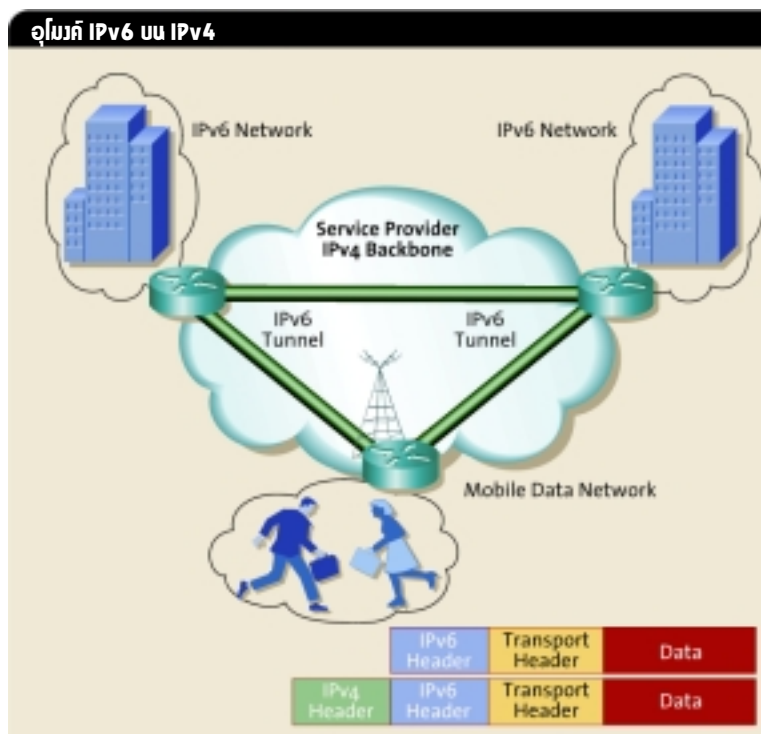
เทคนิคการขุดอุโมงค์ (Tunneling) มากกว่าหนึ่งวิธีถูกนำมาใช้กับเครือข่ายทดลอง 6Bone เป็นเวลาหลายปีแล้ว ซึ่งอุโมงค์จะห่อหุ้มการจราจรของ IPv6 ไว้ภายในแพ็กเก็ต IPv4 และส่งแพ็กเก็ตข้ามเครือข่ายแกนหลัก IPv4 หรืออินเทอร์เน็ต (ดูภาพที่ 1) นี่คือนโยบายที่สลบซับซ้นน้อยสุด เนื่องจากใช้กลวิธีการโยนเส้นทางจากขอบเข้าสู่ศูนย์กลาง แทนที่จะต้องอัปเดตโครงสร้างเครือข่ายไอพีกันใหม่หมด ก็เพียงให้ลูกค้าปรับคอนฟิกูเรชันของเราเตอร์ขาเข้าและขาออกผ่าน Cisco IOS เท่านั้น

เลเยอร์เชื่อมโยงข้อมูลสำหรับ IPv6 โดยเฉพาะ:

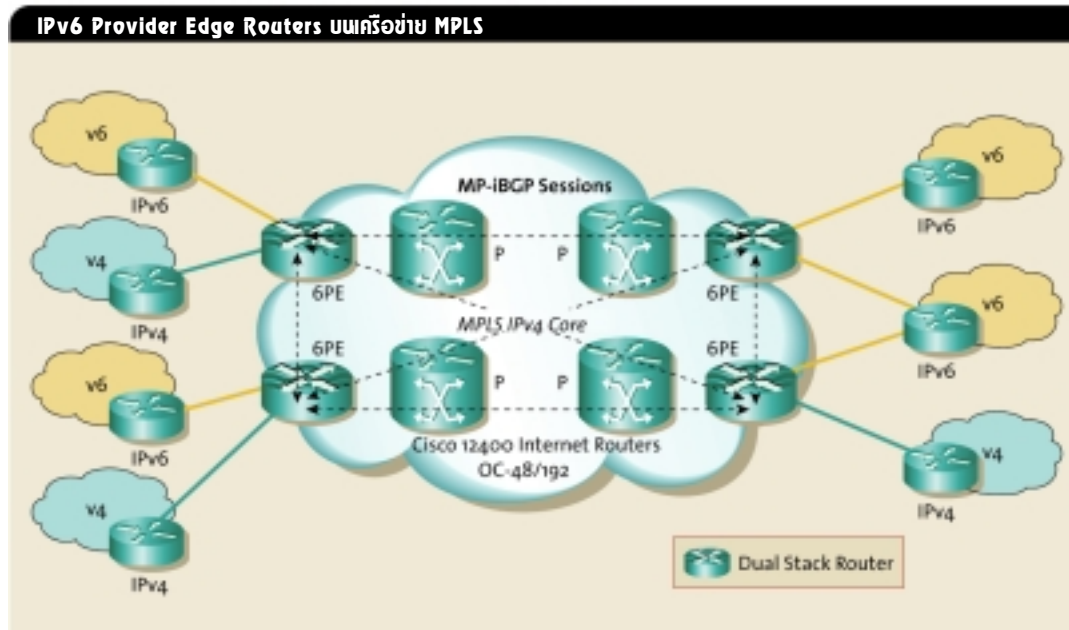
เป็นเวลาหลายปีแล้ว ที่ผู้ให้บริการจำนวนมากได้ออกแบบเครือข่ายแวน (WAN) และแมน (MAN) สำหรับบริการข้อมูลต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีเลเยอร์ 2 เช่น เฟรมรีเลย์ และเอทีเอ็ม ในโครงสร้างเช่นนี้ บริการ IPv6 โดยเฉพาะสามารถเสนอได้ โดยการคอนฟิก IPv6 ให้วิ่งบนวงจรเสมือนถาวร (PVC - Permanent Virtual Circuit) ของเอทีเอ็ม หรือเฟรมรีเลย์บนเราเตอร์ IPv6 ที่ผูกติดมาด้วย ข้อได้เปรียบของวิธีนี้ คือช่วยแยกการจราจร IPv6 ออกจาก IPv4 ซึ่งลดผลกระทบที่เกิดกับเครือข่าย IPv4 ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดขึ้นในการเชื่อมโยง IPv6

บริษัท Internet Initiative Japan, Inc. (IIJ) ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้สร้างเครือข่ายแบ็กโบน IPv4 ที่กว้างใหญ่ที่สุดของ

ภาพที่ 1: การห่อหุ้มจราจร IPv6 ไว้ภายในแพ็กเก็ต IPv4 สำหรับส่งข้ามเครือข่าย IPv4 นั้นเป็นวิธีที่ง่ายสุดในบรรดาแผนการทั้งหมด เนื่องจากไม่จำเป็นต้องอัปเดตโครงสร้างทั่วทั้งเครือข่ายเหมือนวิธีอื่นๆ



ภาพที่ 2: MPLS เป็นทางเลือกที่พิเศษสำหรับการย้ายไปใช้ IPv6 เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำให้ไม่ต้องเสียสมรรถนะไปกับการอ่านแพ็กเก็ต ส่วนหัวของ IPv6 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า (16 บิต เทียบกับ 4 บิตของ IPv4) และซอฟต์แวร์ Cisco IPv6 Provider Edge Router over MPLS (6PE) สามารถที่จะติดตั้งลงเราเตอร์ส่วนขอบเครือข่ายเพื่อรองรับทั้งจราจร IPv4 และ IPv6 ได้



ญี่ปุ่น และระหว่างญี่ปุ่นกับสหรัฐฯ ได้เปิดตัวบริการ IPv6 ครั้งแรกเมื่อเดือนกันยายน 2543 ทาง IIJ ลากสายการจราจร IPv6 โดยตรงผ่านสายอนุกรม และเป็นบริการ IPv6 แห่งแรกที่ใช้ฟอร์เมตแบบเนทีฟ โครงการ IPv6 ที่ก้าวหน้าที่สุดของญี่ปุ่นบางแห่งรวมถึงไซท์พอร์ทัล IPv6 ของบริษัท Nikkei BP (v6start.net) ก็กำลังใช้บริการ IPv6 ของ IIJ อยู่ นอกจากนี้ IIJ ยังได้ให้บริการศูนย์ข้อมูลที่ใช้ IPv6 บริหารเครือข่ายและเซิร์ฟเวอร์อีกด้วย

การคิดค้นระบบ Dense Wavelength-Division Multiplexing (DWDM) ล่าสุดจะให้ความสะดวกแก่การสร้างโทโพโลยี IPv6 โดยการจับจองความยาวช่วงคลื่น (แลมบ์ดา) สำหรับการจราจรของ IPv6 โดยเฉพาะ

แบ็กโบน IPv6 กับ Multiprotocol Label Switching

ขณะที่ปริมาณจราจรของ IPv6 เพิ่มขึ้นทุกปี ซิสโก้ก็เชื่อว่าระบบ Multiprotocol Label Switching (MPLS) จะกลายเป็นทางเลือกที่พิเศษที่สุดสำหรับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (ไอเอสพี) ที่กำลังย้ายตัวไปสู่การใช้ IPv6 ประการแรก MPLS ได้กลายเป็นทางเลือกยอดนิยมสำหรับลูกค้าที่เป็นไอเอสพีของซิสโก้ไปเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำ มีคอนฟิกูเรชัน VPN ที่ไม่ซับซ้อน และมีความสามารถในการทำวิศวกรรมจราจรได้ เมื่อผ่านมาถึงกลางปี 2544 มากกว่าครึ่งหนึ่งของลูกค้าทั้งหมดที่กำลังใช้ Cisco 12000 Internet Router ก็กำลังพิจารณา กำลังติดตั้ง หรือได้ติดตั้งระบบ MPLS ไปแล้ว

ด้วย MPLS บรรดาลูกค้าจะสามารถขยายปริมาณจราจร IPv6 ได้ง่ายยิ่งขึ้น เพราะเหตุที่เราเตอร์ MPLS สวิตช์แพ็กเก็ตโดยขึ้นกับลาเบลแทนการค้นหาแอดเดรส การงานจึงตกอยู่กับฮาร์ดแวร์น้อยลง ไอเอสพีสามารถ

วางเส้นทาง IPv6 ให้วิ่งไปบนเส้นทางของ MPLS โดยใช้ MPLS สำหรับการส่งต่อ และ IPv6 สำหรับขนถ่ายแอปพลิเคชัน วิธีนี้จะทำให้ไอเอสพีสามารถบรรลุถึงสมรรถนะในระดับเดียวกับวงจรสวิตชิง ASIC ในปัจจุบันได้ โดยไม่จำเป็นต้องอัปเกรดฮาร์ดแวร์กันใหม่อีก

ในการสนับสนุน MPLS ทางซิสโก้ได้ออกแบบพีเจอาร์ที่เรียกว่า IPv6 Provider Edge Router over MPLS (6PE) ซึ่งยอมให้ผู้ให้บริการรวม IPv6 ไว้ในเครือข่าย MPLS ได้อย่างราบรื่นทุกที่ทุกเวลา 6PE มีกำหนดการเปิดตัวเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ Cisco IOS IPv6 Phase II ภายในปลายปี 2544

เครือข่าย Dual Stack: จาก IPv4 สู่ IPv6

ในการทำเครือข่ายดualสแต็ก เครื่องโฮสต์จะรันโพรโตคอลทั้งสองพร้อมๆ กัน ซึ่งทำให้แอปพลิเคชันสามารถเคลื่อนย้ายตัวเองไปอยู่บนการขนส่ง IPv6 ได้ที่ละแอปพลิเคชัน วิธีนี้มีประโยชน์สำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องสื่อสารกับทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ IPv4 และ IPv6 ดualสแต็กจะมีอยู่ในแพลตฟอร์ม Cisco IOS Software สำหรับสนับสนุนแอปพลิเคชันและโพรโตคอลต่างๆ เช่น Telnet, Simple Network Management Protocol (SNMP) และอื่นๆ บนการขนส่ง IPv6 ในส่วนของไอเอสพีดualสแต็กมีประโยชน์สำหรับ:

- บริหาร และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายระนาบควบคุมแบบคู่ (Dual Control-Plane Network)
- เลือกและปรับคอนฟิกูเรชันของ Interior Gateway Protocol (IGP) ซึ่งอาจรวมถึงโพรโตคอลที่ควรรวมมาแล้ว เช่น Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS) ที่ทำหน้าที่คำนวณเส้นทางแรกทีสั้นที่สุด หรือ Shortest Path First (SPF) สำหรับการวางเส้นทางให้

อุปกรณ์แบบไร้สาย: แอปพลิเคชันที่อาศัย IPv6 ตัวแรก

เป็นที่คาดกันว่าอุปกรณ์แบบไร้สาย จะเป็นแอปพลิเคชันยอดนิยมที่อาศัย IPv6 ตัวแรก ซึ่งกระตุ้นโดยความจริงที่ว่า อุปกรณ์แบบไร้สายจำเป็นต้องใช้โอเพ่นแอดเดรสอย่างเป็นทางการที่จุดเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตใหม่แต่ละจุด ยกตัวอย่างเมื่อเร็วๆ นี้บริษัท British Telecom ได้แจ้งขอแอดเดรส IPv4 ถึง 30 ล้านเลขหมายจากสำนักทะเบียน RIPE-NCC เพื่อให้บริการที่เรียกว่า General Packet Radio Service (GPRS) ในขณะที่ปัจจุบัน สหราชอาณาจักรมีความสามารถในการให้ IPv4 อย่างจำกัดแล้ว โดยที่คาดว่าจะมีคนกว่าหนึ่งพันล้านทั่วโลกหันมาใช้อุปกรณ์พกพาในปี 2548 การขอแอดเดรส IPv4 จึงไม่น่าเป็นเรื่องง่าย

องค์กรที่เกี่ยวข้องกับระบบไร้สายได้มองเห็นอนาคตกันแล้ว ซึ่งก็คือ IPv6 ในสเปกซิปเฟสชัน Release 2000 ทาง

Third Generation Partnership Project (3GPPP) ซึ่งเป็นองค์กรที่กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์แบบไร้สายยุคที่สามนั้น ต้องการให้บรรจุ IPv6 ลงในระบบมัลติมีเดียโอพีแบบไร้สาย มีผลบังคับใช้ในปี 2545 ซึ่งหมายความว่า IPv6 ใหม่สามารถจัดสรรแอดเดรสเวอร์ชัน 6 ให้อุปกรณ์เมื่อถือได้

นอกจากนี้ประเทศต่างๆ ในแถบยุโรปก็เริ่มมีการประมูลสัมปทานเครือข่ายไร้สายยุคใหม่กันบ้างแล้ว โดยในสเปกซิปเฟสชัน Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) Release 5 ซึ่งคาดว่าจะออกมาในครึ่งปีแรกของปี 2545 นั้นได้มีการเรียกร้องให้มี IPv6 ไว้ในเช็กรายย่อยของ IP Multimedia และองค์กร NTT DeCoMo ซึ่งในปัจจุบันมีสมาชิกถึง 20 ล้านคน ก็กำลังวางแผนที่จะเสนอบริการ IPv6 แทนการใช้เลเยอร์ NAT แบบดูลูกอีกด้วย

IPv4 กับ IPv6 หรือโพรโตคอล Open Shortest Path First เวอร์ชัน 2 (OSPFv2) สำหรับ IPv4 หรือ OSPFv3 สำหรับ IPv6 ซึ่งรันที่ SPF ที่แยกจากกัน

- ดำเนินการอัปเดตเครือข่ายอย่างเต็มอัตราเพื่อให้อุปกรณ์ทุกตัวสนับสนุน IPv6 ไม่ว่าจะเป็นซอฟต์แวร์อย่างเดียวย หรือทั้งฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์ เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเฟสความเร็วสูงอาจจำเป็นต้องใช้การส่งต่อ IPv6 ด้วยฮาร์ดแวร์ โสลูชันของซิสโก้ให้ความสามารถในการสร้างเครือข่ายเช่นนั้น แต่การวางแผนและบริหารเครือข่ายอย่างรัดกุม อาจต้องอาศัยการสืบหาค้นคว้าข้อมูลให้ดีขึ้นก่อนเริ่มเดินหน้าต่อ

บริษัท Zama Networks ในเมืองซีแอตเทิล รัฐวอชิงตัน ได้สร้างโหนดเวอร์ชัน 6 ขึ้นในซีแอตเทิล ซานโฮเซ ลอสแอนเจลิส ฮอว์กซิง และโตเกียว พร้อมทั้งเชื่อมโยงโหนดเหล่านี้กับสายเช่าเพื่อให้การสนับสนุนเครือข่าย IPv6 ในสหรัฐฯ Zama เลือกใช้เราเตอร์ Cisco 7200 และ Cisco 7500 ที่รันซอฟต์แวร์ Cisco IOS Release 12.2T และพร้อมอัปเดตไปใช้ Cisco 12000 Internet Router และสวิตช์ Catalyst พันที่ที่ Cisco IOS สนับสนุน IPv6

Zama วางแผนที่จะใช้คอนฟิกรูชันดูลูกและ NAT-Protocol Translation (NAT-PT) ซึ่งได้รับการกำหนดโดย IETF NGtrans WG (RFC 2766) John Shay ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาอินเทอร์เน็ตยุคหน้าที่ Zama กล่าวว่า “เรากำลังทำให้ลูกค้ากลุ่มแรกๆ ได้รับการสนับสนุน และการบริการเครือข่ายสำหรับ IPv6 ในระดับที่พิเศษสุด ตลอดจนสร้างสะพานเชื่อมต่อระหว่างผู้ให้บริการในทวีปเอเชียและอเมริกาเหนือ ซึ่งในที่สุด เครือข่ายของเราจะสามารถรองรับการจราจรได้ทั้ง IPv6 และ IPv4”

NAT-PT เป็นออปชันที่ทรงพลัง ในกรณีที่ต้องการแปลงสองทางระหว่างโฮสต์ IPv4 อย่างเดียวกับโฮสต์ IPv6 อย่างเดียว ซึ่ง NAT เป็นฟีเจอร์ที่คุ้นเคยกันมาก และเข้ากันได้กับ

โมเดลไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์บนอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี (นั่นคือเซิร์ฟเวอร์ที่มีหมายเลข IPv4 อย่างเป็นทางการและไคลเอ็นต์ที่อยู่ข้างหลังอุปกรณ์ NAT) Cisco IOS Software ยังเสนอการอิมพลีเมนต์ NAT สำหรับ IPv4 ที่แข็งแกร่ง และเป็นที่ยอมรับอย่างดีของลูกค้านักค้าปลีกด้วยกัน ทำให้ IOS เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการใช้ IPv6 ซึ่ง NAT-PT ต่างจาก NAT ธรรมดาตรงที่สามารถเป็นสะพานชั่วคราวระหว่างการย้ายไปใช้ IPv6 ได้นั่นเอง

IPv6 อย่างเดียว

ทางเลือกนี้ต้องอาศัยการอัปเดตเครือข่ายทั้งหมด และให้เข้าใจว่าการจราจรส่วนใหญ่เป็น IPv6 ขณะที่การจราจร IPv4 จะได้รับการจัดให้วิ่งในอุโมงค์ นอกจากนี้ ในเครือข่ายยังต้องมีโซลูชันบริหารเครือข่าย IPv6 แบบเนทีฟ การส่งต่อโดยใช้ฮาร์ดแวร์ และแอปพลิเคชันที่พัฒนามาพิเศษสำหรับ IPv6 เพื่อประกอบกันเป็นทางเลือกที่ใช้ได้ในระยะยาวด้วย

การถอดรื้อจากปลายหนึ่งไปอีกปลายหนึ่ง

หลังจากที่ทดสอบ และใช้งานในวงจำกัดมานานหลายปี ในที่สุดการเคลื่อนเข้าสู่ IPv6 ก็ปรากฏเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดย Grossetete กล่าวว่า “ความสวยงามถึงที่สุดของ IPv6 อยู่ที่การนำเรากลับสู่สถาปัตยกรรมการถอดรื้อจากปลายหนึ่งไปอีกปลายหนึ่ง (End-to-End) ทั่วทั้งโลก ตลอดจนสามารถกำจัดแอปพลิเคชันเกตเวย์และ NAT ที่บั่นทอนความสามารถนั้นได้ สถาปัตยกรรมนี้จะค่อยๆ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของอุปกรณ์ที่เปิดทำงานตลอดเวลา ยกอย่างเช่นเคเบิล ดีเอสแอล Ethernet@Home และอุปกรณ์แบบไร้สาย ทว่าการขยับไปใช้ IPv6 จะเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากบุคคลทั่วไปคงไม่พอพไปใช้โพรโตคอลใหม่กันหมดภายในชั่วเวลาข้ามคืน”

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ IPv6 คุณสามารถหาอ่านได้ที่ cisco.com/go/packet/ipv6