

บทที่ 2

ความรู้เบื้องต้นของโปรโตคอลเลือกเส้นทางบีจีพี

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย และพื้นฐานของโปรโตคอลเลือกเส้นทางบีจีพี ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการเชื่อมต่อกันระหว่างเครือข่าย จนเป็นที่มาของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมถึงพื้นฐานของโปรโตคอลเลือกเส้นทางบีจีพี ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.1 สถาปัตยกรรมการเลือกเส้นทางในอินเทอร์เน็ต

เราเตอร์มีหน้าที่หลักในการเลือกเส้นทางบนเครือข่ายไอพี โดยอาศัยตารางเส้นทางเพื่อที่จะส่งไอพีแพ็คเก็ตไปยังเครือข่ายปลายทาง ตารางเส้นทางจะถูกสร้างขึ้นมาและอาจมีการปรับเปลี่ยนไปได้ตามสภาพเครือข่ายโดยอัตโนมัติจากการทำงานของโปรโตคอลเลือกเส้นทางที่ทำงานอยู่บนเราเตอร์ เราสามารถแบ่งประเภทของโปรโตคอลเลือกเส้นทางตามชนิดของการทำงานได้ 2 แบบคือโปรโตคอลเกตเวย์ภายนอกและโปรโตคอลเกตเวย์ภายใน

โปรโตคอลเกตเวย์ภายนอก (exterior gateway protocol) มีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางระหว่างเครือข่าย โดยที่แต่ละเครือข่ายมีการบริหารนโยบายการเลือกเส้นทางเป็นอิสระออกจากกัน เช่นระหว่างเครือข่ายของไอเอสพี โดยเครือข่ายที่มีนโยบายการเลือกเส้นทางที่เป็นอิสระจะเรียกว่า ระบบบอโตโนมัส (autonomous system) แต่ละระบบบอโตโนมัสจะมีหมายเลขกำกับอยู่เรียกว่า เลขระบบบอโตโนมัส (autonomous system number) สำหรับโปรโตคอลเกตเวย์ภายใน ใช้ในการหาเส้นทางภายในระบบบอโตโนมัส ใช้สำหรับเลือกเส้นทางการเดินทางภายในเครือข่ายภายใน มีหลายโปรโตคอลให้เลือกใช้ เช่น โอเอสพีเอฟ และ ไอเอสไอเอส ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในเครือข่ายขนาดใหญ่

2.2 บีจีพีคืออะไร

บีจีพี (Border Gateway Protocol) คือ โปรโตคอลเกตเวย์ภายนอกที่ใช้เลือกเส้นทางระหว่างระบบบอโตโนมัส บีจีพีถูกใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางระหว่างระบบบอโตโนมัส โดยพัฒนามาจากโปรโตคอลอีจีพี (EGP: Exterior Gateway Protocol) ถูกพัฒนามาใช้ในเครือข่ายของเอ็นเอฟเอส (NSFNET: National Science Foundation NETwork) ซึ่งเป็นเครือข่ายของมหาวิทยาลัยและศูนย์วิจัยต่างๆ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [3]

หน้าที่หลักของเราเตอร์บีจีพีคือการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทาง การไปถึงได้ระหว่างเราเตอร์บีจีพี ข้อมูลเส้นทางจะประกอบไปด้วยรายชื่อระบบบอโตโนมัสที่จะต้องผ่านถ้าต้องการ

มายังเครือข่ายในข้อมูลเส้นทางนี้ ซึ่งข้อมูลนี้นอกจากจะใช้ในการไปยังเครือข่ายเป้าหมายแล้วยังใช้ในการตรวจสอบรูปในเครือข่ายอีกด้วย และลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งของบีจีพีคือ สามารถใช้ข้อมูลรายการเหล่านี้ในการเลือกเส้นทางตามที่ผู้บริหารระบบกำหนดไว้เองได้ เช่น การไม่ส่งข้อมูลไปยังเส้นทางที่ต้องเดินทางผ่านออโตโนมัสหมายเลขหนึ่ง ซึ่งทำให้บีจีพีเป็นโปรโตคอลเลือกเส้นทางโปรโตคอลเดียวที่สามารถกำหนดนโยบายในการเลือกเส้นทางโดยผู้บริหารระบบได้

ปัจจุบันบีจีพีได้พัฒนามาถึงเวอร์ชัน 4 แล้ว ซึ่งสนับสนุนการเลือกเส้นทางแบบคลาสเลส (Classless routing) ระหว่างระบบออโตโนมัส และยังสนับสนุนในเรื่องของการรวมแอดเดรส (Route Aggregation) เพื่อช่วยในตารางเส้นทางของเราเตอร์บีจีพีมีขนาดเล็กลง

2.3 ระบบออโตโนมัส

ความหมายของระบบออโตโนมัสซึ่งถูกกำหนดโดยอาร์เอฟซี (RFC) 1771 [2] ให้ความหมายว่า กลุ่มของเราเตอร์ที่อยู่ภายใต้การบริหารที่เป็นเอกเทศ เราเตอร์ใช้โปรโตคอลเกตเวย์ภายในชนิดใดชนิดหนึ่งด้วยเมตริกที่ใช้ตามปกติเพื่อเลือกเส้นทางภายใน และใช้โปรโตคอลเกตเวย์ภายนอกสำหรับเลือกเส้นทางไปยังระบบออโตโนมัสอื่น

ขอบเขตของระบบออโตโนมัสถูกกำหนดโดยหมายเลขระบบออโตโนมัส ซึ่งเป็นหมายเลขประจำระบบสำหรับให้โปรโตคอลเลือกเส้นทางสามารถแยกแยะระบบออโตโนมัสออกจากกันได้ โดยที่บีจีพีจะใช้เลขระบบออโตโนมัสในการกำหนดคุณลักษณะของเส้นทาง โดยจะกำกับไว้ในเส้นทางที่ใช้แลกเปลี่ยน เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงต้นกำเนิดของเส้นทาง โดยที่เราเตอร์บีจีพีจะทำการเพิ่มหมายเลขออโตโนมัสของเครือข่ายตัวเองลงไป เมื่อข้อมูลเส้นทางนั้นกำลังจะออกจากเครือข่าย ทำให้เครือข่ายอื่นสามารถนำข้อมูลนี้มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างนโยบายการเลือกเส้นทางของแต่ละระบบออโตโนมัส

หมายเลขออโตโนมัสมีขนาด 16 บิต มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 65535 โดยปกติถ้าเครือข่ายไม่ได้มีการเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ต จะสามารถใช้หมายเลขออโตโนมัสไพรเวต (Private AS number) แต่ถ้าต้องการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้หมายเลขมีการซ้ำกัน จึงจำเป็นต้องมีการลงทะเบียนหมายเลขระบบออโตโนมัสให้เป็นหมายเลขประจำของแต่ละเครือข่าย

2.4 การเลือกเส้นทางของบีจีพี

บีจีพีจัดว่าเป็นโปรโตคอลเกตเวย์ภายนอกที่ใช้ในการเลือกเส้นทางการเดินทางระหว่างออโตโนมัส โดยยึดหลักที่ว่า จะเลือกเส้นทางใดก็ได้จากเส้นทางที่สามารถไปถึงปลายทางโดยไม่วนรอบ การหาเส้นทางที่ไปถึงปลายทางได้ถูกต้องจึงมีความสำคัญมากกว่าการหาเส้นทางที่

ขั้นที่สุด บีจีพีใช้วิธี พาทเวกเตอร์ (path vector) โดยจะส่งข้อมูลเส้นทางไปคู่กับคุณลักษณะของเส้นทาง (path attribute) เช่น การส่งข้อมูลเส้นทางและมีหมายเลขลำดับของออโตโนมัสที่จะต้องผ่านเพื่อที่จะไปถึงปลายทางนั้น

ในการทำความเข้าใจการเลือกเส้นทางโดยใช้นโยบาย เป็นลักษณะพิเศษของการเลือกเส้นทางของบีจีพี โดยบีจีพีจะเลือกเส้นทางตามนโยบายที่ผู้ดูแลระบบกำหนด ซึ่งจะเป็นการกำหนดตามแต่ละแนวทางการบริการและการใช้งานเครือข่ายนั้นๆ ซึ่งจะเป็นการเลือกเส้นทางจากการประเมินว่าเหมาะสม แทนที่จะเลือกจากการคำนวณว่าเหมาะสม โดยทั่วไปแล้ว ไอเอสพีจะใช้เพียงหนึ่งหมายเลขออโตโนมัส ในการเชื่อมต่อกันไปยังจุดแลกเปลี่ยนข้อมูลภายในประเทศ (nation exchange point) หรือภายในภูมิภาค (region exchange point) ที่ให้บริการเชื่อมต่อไอเอสพีแต่ละรายเข้าด้วยกัน บีจีพีเรียกการเชื่อมต่อกันระหว่างออโตโนมัสเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางว่า external bgp peering session ส่วนภายในระบบออโตโนมัสเองเรียกการเชื่อมต่อกันระหว่างเราเตอร์ที่รันบีจีพีว่า internal bgp peering session

สำหรับตัวข้อมูลเส้นทางของบีจีพีที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนกันเรียกว่า Network prefix ซึ่งจริงๆ แล้วคือหมายเลขเครือข่ายปลายทาง ซึ่งเป็นการรวมเส้นทาง (aggregate routes) การประกาศข้อมูลเส้นทางของบีจีพี จะประกอบไปด้วยข้อมูลเส้นทางและคุณสมบัติของเส้นทาง (route attribute) ที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางตามนโยบายที่เรากำหนด เช่น next-hop, local prefer, MED, AS-Path บีจีพีเราเตอร์ในระบบออโตโนมัสที่รับข้อมูลการประกาศเส้นทาง ก็จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการเลือกเส้นทาง เมื่อผ่านกระบวนการตัดสินใจเลือกเส้นทางเสร็จสิ้นแล้ว บีจีพีเราเตอร์จะเพิ่มเส้นทางนี้ลงในตารางเส้นทางของตนเอง โดยอาศัยข้อมูล Next-hop จากข้อมูลคุณสมบัติเส้นทางเส้นทางนั้น จากนั้นบีจีพีเราเตอร์จะนำเส้นทางที่เลือกแล้วมาประกาศไปยังบีจีพีเราเตอร์ตัวอื่นๆ แต่ถ้าเป็นการประกาศไปยังระบบออโตโนมัสอื่น บีจีพีเราเตอร์จะเพิ่มหมายเลขระบบออโตโนมัสของตนเองลงไปเป็น AS-Path หรือต่อส่งข้อมูลขาออกจากระบบออโตโนมัสที่ได้รับมากับข้อมูลเส้นทางนั้น กลับมาสู่ระบบออโตโนมัสที่ส่งข้อมูลนั้นไป

นโยบายการเลือกเส้นทางของบีจีพี จะเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับแต่ละ prefix โดยลำดับของการเลือกเส้นทางลงสู่ตารางเส้นทางของเราเตอร์บีจีพีมีดังต่อไปนี้ [1] [2] [3]

1. เลือกเส้นทางที่มีค่าจากคุณสมบัติ local preference มากที่สุด
2. เลือกเส้นทางที่มีความยาวของคุณสมบัติ AS-Path สั้นที่สุด
3. เลือกเส้นทางจากคุณสมบัติ การกำเนิดเส้นทาง origin type ที่มีค่าต่ำที่สุด
4. เลือกเส้นทางที่มีค่าเมตริก MED ต่ำที่สุด
5. เลือกเส้นทางที่รับมาจากการประกาศของ external bgp ก่อนที่จะเลือกรับจากการประกาศจาก internal bgp
6. เลือกเส้นทางที่มีค่าต้นทุนของเส้นทางต่ำที่สุดของค่าเส้นทางที่ได้จาก IGP ไปยังบอร์เดอร์เราเตอร์ของเส้นทางออกนั้น

7. เลือกเส้นทางจากค่าสูงสุดของคุณสมบัติ next-hop

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 6 การเลือกเส้นทางจะเป็นการตัดสินใจด้วย IGP เมตริก เช่นค่าต้นทุน (cost) ของไอเอสพีเอฟของเส้นทางระหว่างบีจีพีเราเตอร์ภายในระบบอโตโนมัสเดียวกัน เพื่อจะตัดสินใจเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดภายในเครือข่ายของตนเองไปยังเราเตอร์ที่จะทำหน้าที่เป็นทางออกของ prefix นั้น

นโยบายการตัดสินใจเลือกเส้นทางเป็นการควบคุมการเลือกเส้นทางของข้อมูลขาออกของบอร์เตอร์เราเตอร์ในการเลือกทอส่งข้อมูลไปยังแต่ละเครือข่ายปลายทาง (prefix) สำหรับฝั่งขาเข้า จะขึ้นอยู่กับนโยบายการประกาศเส้นทาง จะทำให้ระบบอโตโนมัสควบคุมข้อมูลขาเข้ามายังเครือข่ายของตนเองได้