สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีทั่วไป

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีของการแข่งขันคือ ทฤษฎีเกม (game theory) แผนการแข่งขัน หลักเกณฑ์และข้อกำหนดต่างๆในทฤษฎีเกมที่ต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบโครงข่ายที่มีการใช้งานเป็นโครงข่ายแบบหลายระดับ

2.1 ทฤษฎีเกม

ทฤษฎีเกม คือทฤษฎีที่กล่าวถึงผลได้ผลเสียของการแข่นขัน ซึ่งผู้แข่งขันอาจเป็นบุคคลหรือกลุ่มบุคคลตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปมาแข่งขันกันโดยมีผลได้ผลเสียเป็นเดิมพัน ผลลัพธ์ของการแข่งขันจะถูกควบคุมโดยการตัดสินใจของทุก ๆ กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน การแข่งขันประเภทนี้สามารถพบได้ในทางเศรษฐกิจ สังคมและการเมือง ผลการแข่งขันบ่อยครั้งจะขึ้นอยู่กับโชคหรือโอกาส โดยในการแข่งขันทุก ๆ ครั้งคู่แข่งขันจะตัดสินใจเลือกแผนการ โดยพยายามแก้ปัญหาเรื่องผลได้ผลเสียของทุก ๆ ฝ่ายที่เข้าแข่งขันกันอย่างดีที่สุด

2.2 แผนการแข่งขัน

แผนการของผู้แข่งขันคือ รูปแบบการตัดสินใจเลือกแผนการอันหนึ่งจากแผนการทั้งหมดในการแข่นขัน การตัดสินใจเลือกแผนการในการแข่งขันแต่ละครั้งนั้น จะไม่ขึ้นอยู่กับการที่ผู้เล่นสามารถรู้ล่วงหน้าว่าคู่แข่งขันจะเลือกใช้แผนการใดมาตอบโต้ ในที่นี้ผู้แข่งขันทุกคนแสดงแผนการที่ตนเลือกออกมาพร้อมกัน โดยมีแผนการ 2 ประเภท ที่สามารถนำมาใช้ในการแข่งขันได้

- แผนการบริสุทธิ์ (pure strategy) คือแผนการซึ่งผู้แข่งขันจะตัดสินใจเลือกแผนการนี้เท่านั้นเข้าต่อสู้ในการแข่งขันทุกครั้ง ถ้าผู้แข่งขันทุกคนใช้แผนการบริสุทธิ์อย่างเดียวแล้ว ผู้แข่งขันแต่ละคนจะสามารถรู้ล่วงหน้าถึงแผนการที่จะถูกนำออกมาใช้ทุกครั้งของการแข่งขันโดยทำให้ ค่าเฉลี่ยที่จะได้จากการแข่งขันหลายๆครั้ง (expected value) มีค่ามากกว่าถ้าแผนการอื่นถูกนำออกมาใช้แทน

- แผนการผสม (mixed strategy) คือแผนการซึ่งผู้แข่งขันจะนำออกมาใช้ในการแข่งขันแต่ละครั้งโดยขึ้นอยู่กับการกระจายความน่าจะเป็น (probability distribution) นั่นคือ ในแผนการผสมนั้น ผู้แข่งขันจะไม่ใช้ แผนการเดียวตลอดทุกการแข่งขัน แต่จะเลือกใช้มากกว่าหนึ่งแผนการตลอด

การแข่งขันส่วนจะใช้แผนการใดเมื่อใดขึ้นอยู่กับการกระจายความน่าจะเป็นที่กำหนดไว้สำหรับแผนการนั้น ๆ

2.3 เกมการแข่งขัน 2 คน ผลรวมเป็นศูนย์และผลลัพธ์ของเกมที่ดีที่สุดเมื่อผู้แข่งขันใช้แผนการบริสุทธิ์

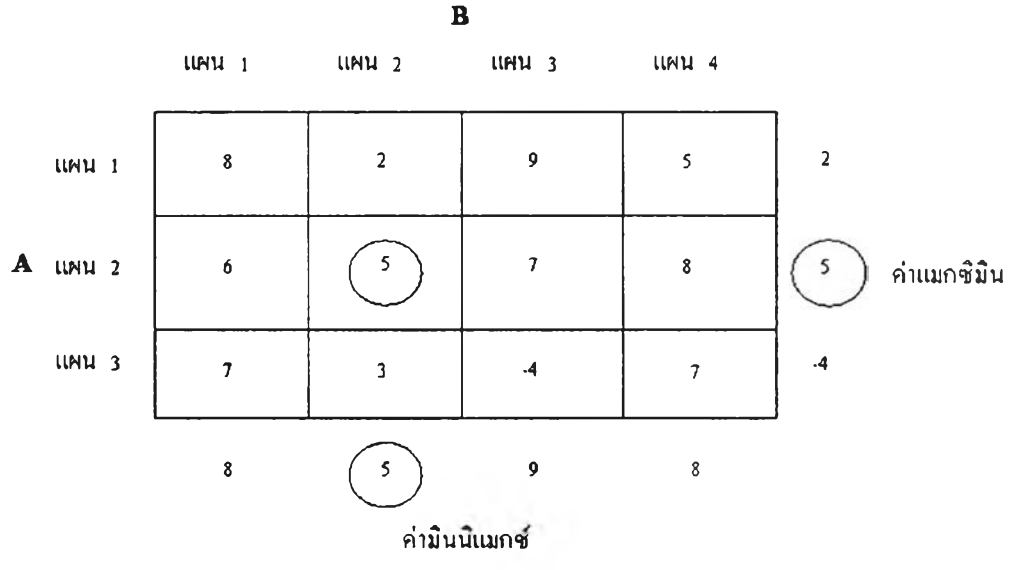
ในเกมการแข่งขัน 2 คน ผลรวมเป็นศูนย์ (two-person zero-sum game) จะมีผู้แข่งขันอยู่สองคนที่ผลประโยชน์ของผู้แข่งขันทั้งคู่จะขัดกัน นั่นคือในการแข่งขันแต่ละครั้งปริมาณผลประโยชน์ที่ผู้หนึ่งได้เท่ากับปริมาณผลประโยชน์ที่ผู้แข่งขันจะเสียไป โดยทั่วไปแล้วเกมการแข่งขัน 2 คนผลรวมเป็นศูนย์นั้นมักนิยมแสดงด้วยเมตริกซ์สองอัน เมตริกซ์หนึ่งเป็นผลได้ของ A ส่วนอีกเมตริกซ์ แสดงผลได้ของ B ถ้าสมมติว่าในการแข่งขันเกมนี้ ผู้เล่นผู้หนึ่งคือ A และคู่แข่งขันคือ B

เกมการแข่งขันเมื่อผู้เล่นไม่สามารถจะรู้ความน่าจะเป็นของแผนการแต่ละแผนการที่ฝ่ายตรงข้ามจะเลือกมาใช้ ในกรณีนี้การหาผลลัพธ์ของเกมที่ดีที่สุดก็คือคู่แข่งขันแต่ละคนจะใช้แผนการบริสุทธิ์ (pure strategy) เข้าแข่งขัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าเมื่อคู่แข่งขันแต่ละคนสามารถพบแผนการบริสุทธิ์ของตนแล้ว เขาก็จะใช้แผนการบริสุทธิ์นี้เพียงแผนเดียวเข้าต่อสู้ในการแข่งขันทุกครั้ง แผนการบริสุทธิ์ก็คือแผนการที่ดีที่สุดของผู้แข่งขัน ซึ่งแผนการนี้จะประกันผลได้หรือผลเสียของผู้แข่งขันว่าจะไม่ด้อยไปกว่าที่เขาคาดประมาณไว้

2.4 หลักเกณฑ์ แมกซิมิน และ มินนิแมกซ์ (maximin and minimax criteria)

ในการหาค่าตอบของทฤษฎีของเกมโดยใช้หลักเกณฑ์ แมกซิมินและมินนิแมกซ์เข้ามาช่วยนี้ สมมุติว่าผู้เล่น A จะเลือกหลักเกณฑ์ แมกซิมินเข้ามาช่วยในการตัดสินใจว่าตนจะเลือกแผนการใดเข้าแข่งขัน หลักเกณฑ์ แมกซิมินนั้นคือ การหาค่าที่มากที่สุดจากผลได้ที่น้อยที่สุด (maximize the minimum gain) หลักเกณฑ์อันนี้มาจากแนวความคิดของคนสมัยก่อนที่มองการได้เปรียบและเสียเปรียบอย่างรอบคอบ หรืออีกนัยหนึ่งคือพวกมองโลกในทางลบไว้ก่อน โดยตั้งสมมติฐานว่า สิ่งที่ร้ายที่สุดอาจเกิดขึ้นได้ และควรจะป้องกันไว้ก่อน เมื่อผู้เล่น A ใช้หลักแมกซิมิน ในแต่ละแผนการผู้เล่น A จะเลือกผลได้ที่น้อยที่สุดของแผนการนั้นออกมา แผนการบริสุทธิ์ที่ผู้เล่น A จะเลือกใช้ก็คือแผนการที่ให้ค่าที่มากที่สุดของผลได้ที่น้อยที่สุดของทุก ๆ แผนการ หลักการนี้จะป้องกันผู้เล่น A จากการเสียผลประโยชน์ของการเล่นที่มีการได้เปรียบเสียเปรียบมาก ๆ หรือผู้เล่น A จะคิดการได้ผลประโยชน์ขั้นต่ำเอาไว้ก่อน คือเอาสิ่งที่คิดว่าควรจะได้แน่นอนกว่าเลือกสิ่งอื่น ทั้งนี้โดยไม่คิดว่าถ้าเลือกแผนการอื่นแล้ว เมื่อตนชนะอาจจะได้ผลประโยชน์มากมายกว่าแผนการที่ตัวยึดมั่นไว้ ส่วนผู้เล่น B จะยึดหลักเกณฑ์มินิแมกซ์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจว่าจะเลือกแผนการใดเข้าแข่งขัน หลักเกณฑ์มินิแมกซ์ก็คือการหาค่าที่น้อยที่สุดจากผลเสีย

ที่มากที่สุดของแต่ละแผนการที่มีอยู่ (minimize the maximum loss) ในหลักเกณฑ์นี้ผู้แข่งขัน B จะเลือกผลเสียที่มากที่สุดของแต่ละแผนการของตนออกมา แผนการบริสุทธิ์ที่ผู้แข่งขัน B จะเลือกก็คือแผนการที่ประกันว่าตนจะเสียผลประโยชน์น้อยที่สุดไม่ว่าคู่แข่งขัน A จะเลือกแผนการใดออกมาแข่งขัน ซึ่งจะแสดงตัวอย่างไว้ โดยสมมุติ เมตริกซ์ซึ่งแสดงผลได้ผลเสียของผู้แข่งขัน A และ B ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.1 ค่ามินนิแมกซ์ และ แมกซิมิน

เกมที่ง่ายที่สุดในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของเกมก็คือ เกมที่มีจุดอานม้า (saddle point) จุดอานม้าคือจุดที่ให้ค่ามากที่สุดของค่าน้อยที่สุดในแต่ละแถวนอน (row) ของเมตริกซ์ มีค่าเท่ากับค่าที่น้อยที่สุดของตัวเลขที่มากที่สุดของแต่ละแถวยืน (column) หรือเป็นจุดที่คู่แข่งขันแต่ละคนต่างพอใจในผลลัพธ์จากจุดอานม้านี้ บางครั้งอาจเรียกจุดนี้ว่า จุดผลเท่ากัน

ตัวอย่าง เช่น บริษัท A ต้องการนำสินค้าชนิดใหม่ออกจำหน่ายในตลาดโดยมีแผนด้านการตลาดเพื่อส่งเสริมการขาย ในช่วงแนะนำ 3 วิธี ได้แก่ลดราคาช่วงแนะนำ แจกของแถม และส่งชิ้นส่วนชิงโชค จากการประเมินผลพบว่า บริษัท B เป็นบริษัทที่ครองตลาดสินค้าประเภทนี้มานานแล้ว ได้สร้างกำแพง

ป้องกันบริษัท A ไม่ให้เข้าสู่ตลาดได้ง่าย จึงใช้แผนการตลาดตอบโต้บริษัท A ปรากฏผลการแข่งขันดังตารางที่ 2.1

จากตารางเป็นการแสดงผลตอบแทนของบริษัท A และผลตอบแทนของบริษัท B เครื่องหมายจะเป็นตรงข้าม กล่าวคือ จำนวน บวก ที่มองเห็น แสดงว่าบริษัท A เป็นฝ่ายได้ บริษัท B เป็นฝ่ายเสีย และจำนวน ลบ ที่เห็น แสดงว่าบริษัท A เป็นฝ่าย เสีย และ บริษัท B เป็นฝ่ายได้ โดยที่จะได้และเสียเป็นจำนวน เท่า ๆ กัน

จากตารางบริษัท A ได้ผลตอบแทน 6 2 และ 5 หน่วยตามลำดับ ดังนั้นบริษัท A จึงเลือกใช้แผนที่ 1 คือลดราคาช่วงแนะนำ ซึ่งให้ผลตอบแทนสูงสุด ในขณะเดียวกันบริษัท B ก็จะป้องกันตนเองเพื่อไม่ให้เสียค่าตอบแทนมาก จึงใช้แผนเดียวกันคือลดราคาบ้าง

เมื่อบริษัท B ใช้แผนที่ 1 บริษัท A จึงต้องมาพิจารณาใหม่ ถ้าตนเองยังใช้วิธีเดิมจะเป็นฝ่ายเสียเปรียบ ถ้าเปลี่ยนมาใช้แผนที่ 2 และ 3 จะเป็นฝ่ายได้ 2 และ 5 หน่วย ตามลำดับ ดังนั้น บริษัท A จึงเปลี่ยนมาใช้แผนที่ 3 ซึ่งจะได้รับผลตอบแทนถึง 5 หน่วย

จากเกมที่เปลี่ยนไป ถ้าบริษัท B ใช้แผนเดิมอยู่ตนเองจะเป็นฝ่ายเสียเปรียบ แต่ถ้ามาใช้แผนที่ 2 และ 3 จะทำ ให้เป็นฝ่ายได้เปรียบ ดังนั้นบริษัท B จึงเลือกใช้แผนที่ 3 เพราะจะทำไห้เป็นฝ่ายได้ 4 หน่วย

จากเกมที่เปลี่ยนไป ถ้าบริษัท B ใช้แผนเดิมอยู่ตนเองจะเป็นฝ่ายเสียเปรียบ แต่ถ้ามาใช้แผน 2 และ 3 จะทำ ให้เป็นฝ่ายได้เปรียบ ดังนั้นบริษัท B จึงเลือกใช้แผนที่ 3 เพราะจะทำให้เป็นฝ่ายได้ 4 หน่วย

เมื่อเกมเปลี่ยนไปเช่นนี้บริษัท A จึงต้องกลับมาใช้แผน 1 อีกครั้งหนึ่ง หมุนเวียนเป็นวงจรซ้ำแล้วซ้ำอีก เมื่อ เป็นเช่นนี้ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายจะกลับมาทนทวนพิจารณาว่าจะมีวิธีใดที่ดีกว่าเดิมหรือไม่ ที่จะเลือกเล่นเกมด้วยแผนต่าง ๆ ที่เป็นหลักประกันให้กับตนเองได้ว่าเป็นแผนเดียวที่จะเสียค่าตอบแทนน้อยที่สุดจากบรรดาค่าตอบแทนที่มากที่สุด ที่จะต้องเสียให้คู่แข่ง จึงเรียกหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ว่า หลักเกณฑ์มินนิแมกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

จากตารางถ้าบริษัท A ใช้แผน 1 2 และ 3 จะต้องจ่ายให้บริษัท B อย่างมากที่สุดไม่เกิน -3 0 และ -4 หน่วยตามลำดับ ซึ่งค่าเหล่านี้จะเป็นค่าตอบแทนที่น้อยที่สุดในแต่ละแถว (row minimum) เมื่อเป็นเช่นนี้ บริษัท A จึงเลือกใช้แผน 2 (ผลตอบแทนเป็นศูนย์) ซึ่งเป็นแผนที่มั่นใจว่าบริษัท A จะเป็นฝ่ายชนะ หรืออย่างน้อยที่สุดก็เสมอ เพราะ เป็นค่าสูงสุดของค่าตอบแทนขั้นต่ำที่บริษัท A จะได้ ดังนั้นจึงเรียกค่านี้ว่า แมกซิมิน (maximin strategy)

สำหรับบริษัท B จะพิจารณาทำนองเดียวกัน คือแผน 1 2 และ 3 จะทำให้บริษัท B ต้องจ่ายค่าตอบแทนอย่างมากที่สุดไม่เกิน 5 0 และ 6 หน่วย ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่ามากที่สุด (Column maximum) เมื่อเป็นเช่นนี้ บริษัท B จะเลือกแผน 2 (ผลตอบแทนศูนย์) เพราะทำให้เสียค่าตอบแทนน้อยที่สุด เรียกว่า มินนิแมกซ์ (minimax strategy)

ดังนั้น บริษัททั้ง 2 จึงเลือกใช้แผน 2 คือขายสินค้า พร้อมกับแจกของแถม เมื่อเกมการแข่งขันสิ้นสุดลง ต่างฝ่ายต่างเสมอกัน กล่าวคือ บริษัท B ยังคงครองส่วนแบ่งตลาดอยู่อย่างเดิม และ บริษัท A ไม่สามารถช่วงชิงส่วนแบ่งตลาดตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ได้

2.5 ผลลัพธ์ของเกมที่ดีที่สุดเมื่อคู่แข่งขันใช้แผนการผสม

เมื่อเกมสามารถหาจุดอานม้าได้ คู่แข่งขันทั้งคู่สามารถใช้แผนการบริสุทธิ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ถ้าเกมใดไม่สามารถหาจุดอานม้าได้หรือค่าแมกซิมินและค่ามินนิแมกซ์ไม่เท่ากัน คู่แข่งขันทั้งคู่จะไม่สามารถหาแผนการบริสุทธิ์ที่จะนำมาต่อสู้แล้วตน ได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ในกรณีนี้แผนการที่ดีที่สุดที่ผู้แข่งขันนำออกมาใช้จะต้องเป็นแผนการผสม ถ้าจะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเลือกใช้ แผนการบริสุทธิ์และแผนการผสมแล้ว การเลือกใช้ แผนการบริสุทธิ์ตลอดเวลาเมื่อมีจุดผลเท่ากันก็คือ กรณีพิเศษของการใช้แผนการผสม นั่นคือแผนการบริสุทธิ์ที่มีแผนการที่ทำให้เกิดจุดผลเท่ากันเท่าที่จะมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 ส่วนแผนการอื่นๆ จะมีความน่าจะเป็นที่จะนำออกมาใช้เท่ากับศูนย์

ในเกมการแข่งขันที่ผู้แข่งขันใช้ แผนการผสมเข้าต่อสู้กันนั้น ผู้แข่งขันทั้งคู่จะใช้ แผนการทุกแผนการที่เขามีอยู่ออกมา แต่อัตราส่วนของการนำแต่ละแผนการออกมาใช้จะไม่เท่ากัน นั่นคือ ผู้แข่งขันจะต้องกำหนดอัตราส่วนที่จะนำแต่ละแผนการที่ตนมีอยู่มาแข่งขันในเกมหนึ่งๆ บางแผนการอาจจะนำออกมาใช้น้อยเพราะให้ผลประโยชน์น้อย แต่จะมีบางแผนการที่จะถูกนำมาใช้บ่อยๆ เพราะให้ผลประโยชน์มากกว่าแผนการอื่นๆ แต่ในการที่จะเลือกใช้แผนการใดมากกว่าหรือน้อยกว่านั้นจะต้องคำนวณหาสัดส่วนในการเลือกแต่ละแผนการที่ดีที่สุดของทั้งสองฝ่ายซึ่งจะแสดงได้อยู่ในรูปของตารางผลประโยชน์ (payoff metrix)

2.6 MPLS (Multi Protocol Label Switching)

เทคโนโลยี MPLS พยายามรวมการทำงานของ IP และ ATM เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งในปัจจุบันได้มีบริษัทต่าง ๆ ผลิตอุปกรณ์ของตนออกมาโดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงค่าวิสัยสามารถ (throughput) และลดค่าการหน่วงเวลา (delay) ที่เกิดขึ้นกับ IP โดยโปรโตคอลการหาเส้นทาง (routing protocol) อย่างเช่น

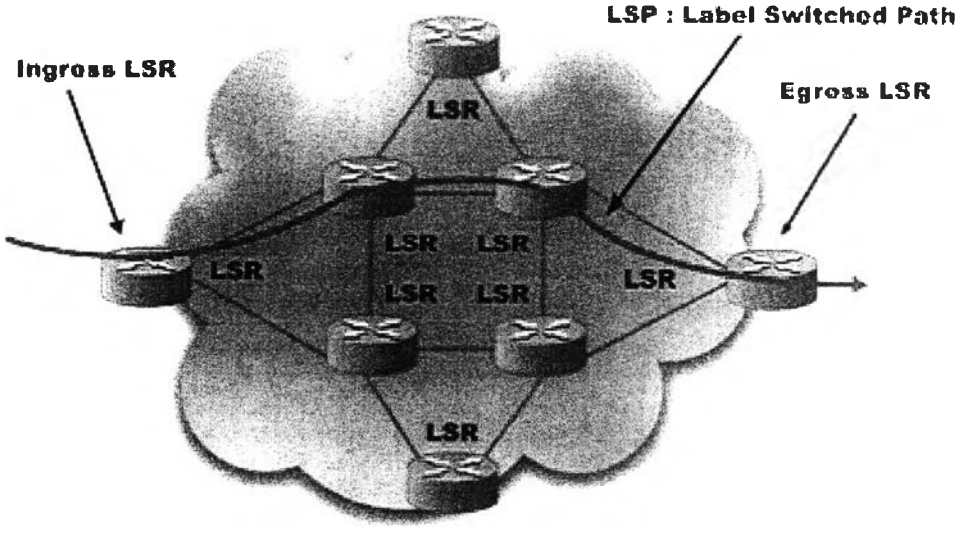
OSPF (Open Shortest Path First) เพื่อที่จะเป็นตัวกำหนดเส้นทางระหว่างต้นทางกับปลายทาง ให้แพ็กเก็ตที่กำลังเข้ามาในโครงข่ายวิ่งไปตามเส้นทางเหล่านั้น และใช้แนวคิดการสวิทช์เลเบลของแต่ละแพ็กเกตของ ATM ในการสวิทช์แพ็กเกตเหล่านั้นให้ไปตามเส้นทางที่กำหนด

2.7 โครงสร้างของ MPLS

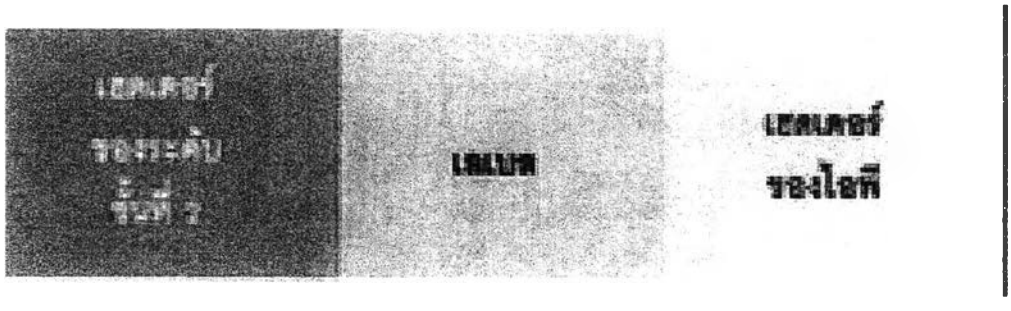
ในเครือข่ายแบบ MPLS มีรูปแบบใหม่ที่แตกต่างออกไปจากแนวทางที่กล่าวข้างต้น เราเตอร์ที่มีคุณสมบัติการทำงานตามข้อกำหนดของ MPLS เรียกว่า LSRs (Label Switched Routers) จะใช้โปรโตคอลเลือกเส้นทางเช่น OSPF หรือ BGP เช่นเดียวกับที่ใช้ในเราเตอร์ปกติด้วย หากแต่จะมีการสร้างเส้นทางที่มีลักษณะคล้ายกับวงจรเสมือนที่สร้างโดย ATM กล่าวคือใน MPLS จะมีการกำหนดเส้นทางเดินของแพ็กเกตไว้ล่วงหน้า แพ็กเกตที่เดินทางเข้ามาจึงมีเส้นทางที่ถูกจัดไว้ให้โดยเฉพาะ โดยใช้เลเบลเป็นตัวกำกับเส้นทาง เส้นทางใด ๆ ที่สร้างขึ้นในโครงข่าย MPLS จะมีชื่อเรียกเฉพาะว่า LSPs (Label Switched Paths) การสร้าง LSPs จำเป็นต้องอาศัยกลไกเพิ่มเติมเพื่อให้เราเตอร์จัดเตรียมข้อมูลเส้นทางล่วงหน้านี้ โดย MPLS มีโปรโตคอลอีก 2 ตัว คือ CR–LDP (Constraint-based Routing Label Distribution Protocol) และ RSVP–TE (Resource Reservation Protocol with extensions for Traffic Engineering) ให้เลือกใช้เพื่อให้ LSRs สื่อสารกันเพื่อสร้าง LSPs โดย LSRs ที่เป็นเราเตอร์หน้าด่านซึ่งเรียกว่า Ingress Router โดยทำหน้าที่แทรกเลเบลเข้าไปในแพ็กเกตเพื่อให้ LSRs ตัวถัดไปใช้เป็นข้อมูลนำส่งแพ็กเกตไปตามที่กำหนด หากแพ็กเกตต้องเดินทางออกไปจากโครงข่าย MPLS เราเตอร์ปลายด่าน เรียกว่า Egress Router จะกำจัดเลเบลนี้ออกไปและส่งต่อให้เราเตอร์ตัวถัดไปทำงานตามการเลือกเส้นทางโดยปกติ โครงสร้างของโครงข่าย MPLS แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.7

2.8 เลเบล

เลเบลที่ใช้ใน MPLS จะขึ้นอยู่กับชนิดของโครงข่ายระดับชั้นที่ 2 เช่นใน ATM จะใช้ VPI/VCI เป็นเลเบลหรือใน Frame Relay ก็จะใช้ค่า DLCI แต่ถ้าหากเป็น Ethernet หรือ PPP จะต้องแทรกค่าเลเบลระหว่างเฮดเดอร์ของระดับชั้นทั้งสอง ตัวอย่างเช่นรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ MPLS

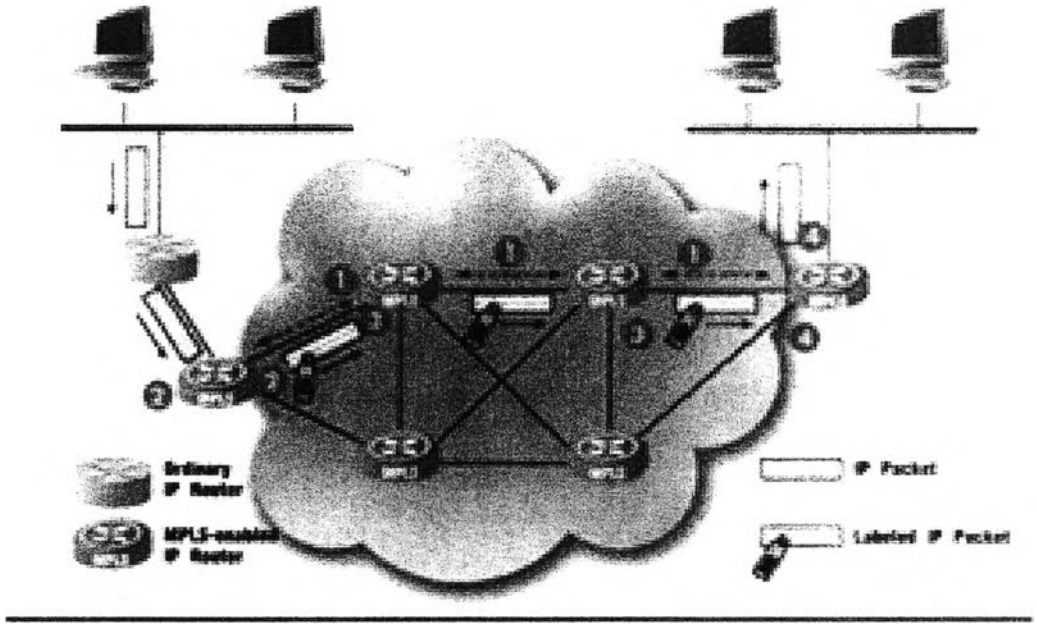


รูปที่ 2.3 รูปแบบในการแทรกเลเบล

2.9 การทำงานของ MPLS

MPLS อาศัยหลักการของการตรวจเลเบลที่บรรจุอยู่ในแพ็กเกต IP เพื่อให้เราเตอร์ใช้วิเคราะห์และนำส่งไปยังเราเตอร์ถัดไปตามความเหมาะสม โครงข่ายแบบ MPLS จะประกอบด้วยเราเตอร์ MPLS ที่เรียกว่า LSR (Label Switched Router) และมีเลเบลทำหน้าที่กำหนดการไหลหรือโฟลว์ (Flow) ของแพ็กเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทางหรืออีกนัยนึงคือกำหนดเส้นทางของแพ็กเก็ตที่จะเดินทางไปในโครงข่ายของ LSR เพื่อให้ได้คุณภาพของการบริการตามต้องการ เราเตอร์ LSR ไม่จำเป็นต้องประมวลผลข้อมูลส่วนหัวของ IP หากแต่จะตรวจเลเบลและส่งแพ็กเก็ตต่อไปยัง LSR ตัวถัดไป ทำให้กระบวนการส่ง

แพ็กเก็ตทำได้เรียบง่ายกว่าปกติ โดยกระบวนการส่งจะเป็นไปดังรูปที่ 2.9และอธิบายได้สั้นๆดังนี้



รูปที่ 2.4 กระบวนการส่งแพ็กเกตของ MPLS จากต้นทางไปถึงปลายทาง

1. ในชั้นแรกก่อนที่แพ็กเกตจะเดินทางเข้าสู่โครงข่ายนั้นเราเตอร์ LSR จะกำหนดเส้นทางระหว่างกันก่อนตามคุณภาพของการให้บริการตามที่กำหนดไว้ได้โดยใช้โปรโตคอล OSPF (Open Shortest Path First) และ LDP (Label Distribution Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอล RSVP ที่พัฒนาให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น

2. เมื่อแพ็กเกตส่งจากคอมพิวเตอร์และเข้าสู่โครงข่าย MPLS ที่เราเตอร์ LSR หนึ่งๆ เราเตอร์จะแทรกเลเบลเข้าไปในแพ็กเกตและส่งต่อไปยัง LSR ตัวถัดไป

3. เมื่อ LSR ได้รับแพ็กเก็ตก็จะทยอยถอดเลเบลขาเข้าออกและแทรกเลเบลขาออกใหม่เข้าไปตามตารางสวิตช์ที่มีอยู่ในตัวเราเตอร์และส่งแพ็กเกตนี้ออกไป

4. แพ็กเกตที่เดินทางไปสุดขอบโครงข่าย MPLS จะถูกถอดเลเบลออกโดย LSR ขอบปลายสุดและประมวลผลส่วนหัวของ IP แพ็กเกตเพื่อนำส่งไปยังเราเตอร์ตัวถัดไป

2.10 สรุป

MPLS ได้รับการคาดการณ์ว่าจะเป็นเทคนิคที่ใช้กับทุกโครงข่ายในอนาคต ทำให้โครงข่ายรูปแบบเดิมถูกปรับเปลี่ยนมาเป็นโครงข่าย MPLS ด้วยข้อได้เปรียบที่เหนือกว่าดังนี้

1. MPLS ทำงานได้เร็วกว่า เนื่องจากใช้หลักการสวิตช์ด้วยเลเบล ขณะที่การหาเส้นทางปกติจะต้องสร้างตารางเส้นทาง (Routing table) การนำส่ง สำหรับโครงข่ายขนาดใหญ่แล้วตารางย่อมมีขนาดใหญ่ ซึ่งส่งผลทำให้การค้นค่าในตารางใช้เวลาและกำลังซีพียู ตลอดจนหน่วยความจำมาก

2. การควบคุมและการส่งต่อ เป็นงานที่แยกออกจากกัน ผู้พัฒนา MPLS จึงกำหนดให้การควบคุมเป็นอิสระออกจากการส่งต่อ ผลก็คือสามารถสร้างโครงข่าย MPLS โดยไม่จำกัดประเภทของเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ระดับชั้นที่ 2 ไม่ว่าจะเป็น ATM Frame Relay หรือ Ethernet

3. สนับสนุนการประกันคุณภาพของการให้บริการ สำหรับการใช้เชื่อมต่อโครงข่ายอื่นและจัดลำดับความสำคัญได้ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (ISP) หรือผู้ให้บริการโครงข่าย (Network Service Provider , NSP) ที่ใช้ MPLS จะสามารถนำเสนอรูปแบบบริการที่รับประกันคุณภาพได้และสามารถปรับเปลี่ยนการลำเลียงแพ็กเก็ตไปยังเส้นทางใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงความคับคั่งที่เกิดขึ้นในโครงข่าย

4. สนับสนุนการจัดการด้านวิศวกรรมทราฟฟิก (Traffic Engineering) โดยสามารถจัดสรรเส้นทางหลายๆเส้นทางเพื่อกระจายการลำเลียงข้อมูลได้โดยไม่จำกัดอยู่เฉพาะเส้นทางที่สั้นที่สุดที่กำหนดตามปกติด้วยโปรโตคอลเลือกเส้นทาง

ตารางที่ 2.1 ผลตอบแทนของบริษัท A และบริษัท B

ผู้เล่นฝ่าย 1 บริษัท A	ผู้เล่นฝ่าย 2 บริษัท B		
	1. ลดราคา	2. แจกของแถม	3. ส่งชิงโชค
1. ลดราคา	−3	−2	6
2. แจกของแถม	2	0	2
3. ส่งชิงโชค	5	−2	−4

ตารางที่ 2.2 ผลตอบแทนของบริษัท A และบริษัท B กับแผนซึ่งแต่ละฝ่ายพิจารณาค่าความได้เปรียบและเสียเปรียบ

ผู้เล่นฝ่าย 1 บริษัท A	ผู้เล่นฝ่าย 2 บริษัท B			
	1. ลดราคา	2. แจกของแถม	3. ส่งชิงโชค	ค่าต่ำสุดในแต่ละแถว
1. ลดราคา	−3	−2	6	−3
2. แจกของแถม	2	0	2	0
3. ส่งชิงโชค	5	−2	−4	−4
ค่าสูงสุดแต่ละคอลัมน์	5	0	6	