หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

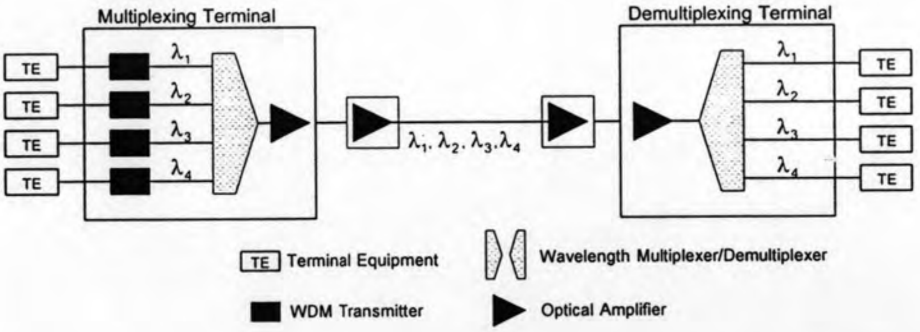
บทที่ 2

แนวทางในการออกแบบโครงข่าย WDM เพื่อรองรับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์

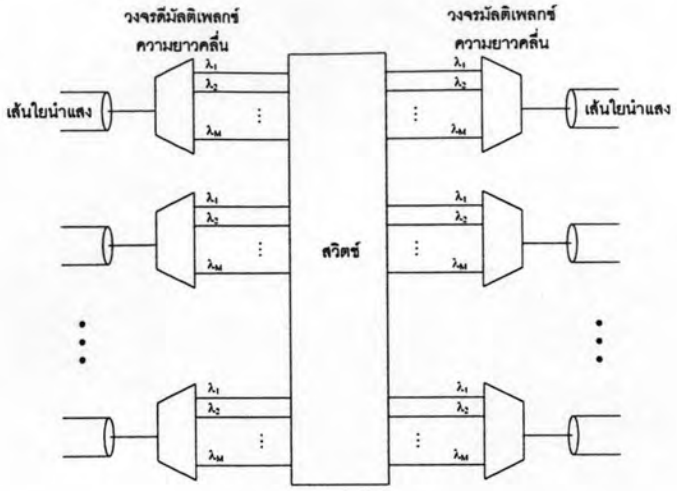
เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานของโครงข่าย WDM การจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่นให้กับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์ และการป้องกันโครงข่ายแบบต่าง ๆ เมื่อเกิดความเสียหายขึ้นหนึ่งข่ายเชื่อมโยง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับงานออกแบบโครงข่าย WDM ต่อไป

2.1 โครงข่าย WDM

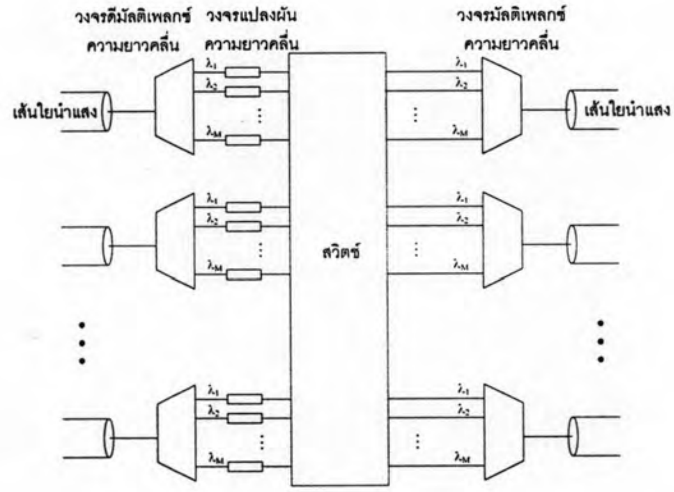
รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของระบบมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น ในภาคส่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและเครื่องส่งสัญญาณ (WDM transmitter) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลของผู้ใช้ให้เป็นสัญญาณแสงแต่ละความยาวคลื่น จากนั้นจะถูกมัลติเพลกซ์ให้เป็นลำแสงเดียวกันเพื่อส่งไปในเส้นใยนำแสง โดยอาศัยตัวมัลติเพลกซ์ (Wavelength Multiplexer) ระหว่างการส่งไปในเส้นใยนำแสง อาจต้องมีการขยายสัญญาณด้วยอุปกรณ์ขยายสัญญาณแสง (Optical Amplifier) ในภาครับประกอบด้วยตัวดีมัลติเพลกซ์ (Wavelength Demultiplexer) ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณแสงเป็นสัญญาณแต่ละความยาวคลื่น ก่อนที่จะแปลงกลับเป็นสัญญาณข้อมูลของผู้ใช้ตามเดิม



รูปที่ 2.1 ระบบมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น [17]



(ก) ไม่มีอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นติดตั้ง



(ข) มีอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นติดตั้ง

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของโนดในโครงข่าย WDM [18]

โครงสร้างพื้นฐานของโครงข่าย WDM ประกอบด้วยโนด (Node) จำนวนหนึ่งซึ่งมีหน้าที่รวบรวมข้อมูลเพื่อส่งออกและในขณะเดียวกันก็ยังคัดลอกข้อมูลเพื่อส่งไปยังโนดอื่น ๆ ผ่านทางข่ายเชื่อมโยง (Link) รูปที่ 2.2 (ก) แสดงตัวอย่างโครงสร้างของ OXCs ซึ่งประกอบด้วยวงจรดีมัลติเพลกซ์ความยาวคลื่น วงจรมัลติเพลกซ์ความยาวคลื่น และสวิตซ์แบบแบ่งเส้นทาง (Space Switch) ที่โนดอาจมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่น (Wavelength Converter) เพิ่มเติมเพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนค่าความยาวคลื่นของช่องสัญญาณที่วิ่งผ่านโนด โครงสร้างของโนดที่มีการ

ติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นเพิ่มเติม แสดงดังรูปที่ 2.2 (ข) ซึ่งอาศัยการเชื่อมต่อโนดที่มีโครงสร้างดังกล่าว จะสามารถสร้างโครงข่ายที่มีโทโพโลยีทางกายภาพ (Physical Topology) ต่าง ๆ กันได้

ในระบบการมัลติเพลกซ์แบบ WDM เส้นทาง (Route) หนึ่ง ๆ ที่รองรับทราฟฟิกจะได้รับการกำหนดความยาวคลื่นค่าเดียวกันตลอดทั้งเส้นทาง ตราบใดที่เส้นทางนั้นไม่ถูกกำหนดความยาวคลื่นค่าเดียวกับเส้นทางอื่นซึ่งจะทำให้สัญญาณกวนกัน อุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นซึ่งมีหน้าที่แปลงความยาวคลื่นของสัญญาณข้อมูลจากค่าหนึ่งไปเป็นอีกค่าหนึ่งจึงมีความสำคัญในกรณีที่ไม่สามารถกำหนดความยาวคลื่นค่าเดียวกันให้ตลอดทั้งเส้นทาง (Wavelength blocking) หรือกรณีที่การกำหนดความยาวคลื่นค่าเดียวกันตลอดทั้งเส้นทาง ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของระบบด้อย เป็นต้น ในระบบที่ไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่น เส้นทางจะได้รับการกำหนดความยาวคลื่นค่าเดียวกันตลอดทั้งเส้นทาง เรียกว่า เส้นทางนั้นมีข้อจำกัดด้านความต่อเนื่องทางความยาวคลื่น (Wavelength-Continuity Constraint)

สำหรับกรณีที่นำอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นมาเสริมขีดความสามารถของโนดจะทำให้ปัญหาของการกำหนดความยาวคลื่นในการรองรับทราฟฟิกกระทำได้ง่ายขึ้น เพราะไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงการใช้ความยาวคลื่นเดียวตลอดเส้นทางอีกต่อไป ระบบที่ไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นมักจะมีประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรด้อยกว่าระบบที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่น [3,11,22]

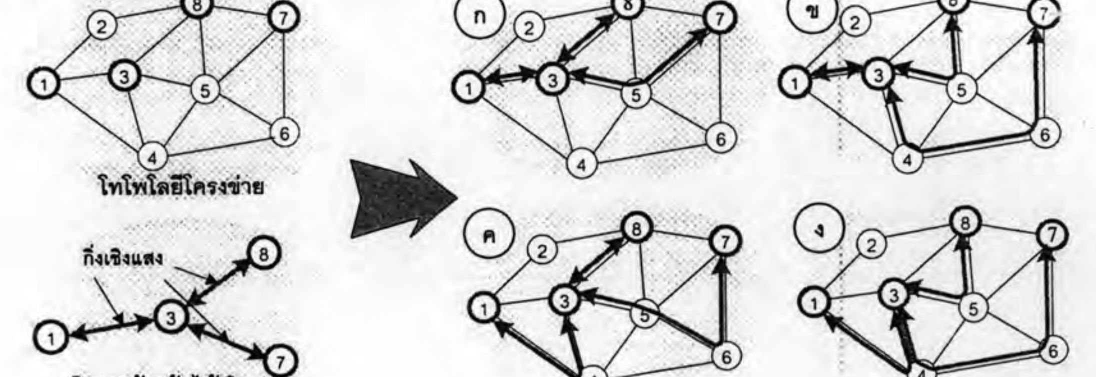
2.2 การจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่นให้กับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์บนโครงข่าย WDM

การจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่นบนโครงข่าย WDM จะเป็นการสร้างวิถี (Path) การเชื่อมต่อระหว่างโนดต่าง ๆ ในโครงข่ายที่ต้องการติดต่อถึงกันในระบบที่ใช้ช่องสัญญาณ WDM เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกของผู้ใช้ในระบบได้ทั้งหมด ในการสร้างวิถีดังกล่าวจะต้องมีการกำหนดเส้นทาง และช่องสัญญาณให้กับทราฟฟิกแต่ละทราฟฟิกด้วย โดยในกรณีนี้แต่ละช่องสัญญาณจะถูกกำหนดเป็นค่าความยาวคลื่นในเส้นใยนำแสง ดังนั้นการกำหนดเส้นทางและช่องสัญญาณให้กับทราฟฟิกในโครงข่ายจึงถูกเรียก เป็นการจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่น (Routing and Wavelength Assignment, RWA) และหากทราฟฟิกที่พิจารณาเป็นชนิดมัลติคาสต์ จะเรียกการกำหนดเส้นทางและช่องสัญญาณให้กับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์ว่า การจัดสรรเส้นทางและการกำหนดความยาวคลื่นให้กับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์ (Multicast Routing and Wavelength Assignment, MC-RWA) ซึ่งข้อจำกัดในการกำหนดช่องสัญญาณ คือ หากเส้นทาง

มากกว่าหนึ่งเส้นทางมีการใช้งานข่ายเชื่อมโยงร่วมกัน เส้นทางนั้นจะต้องใช้ค่าความยาวคลื่นที่ไม่ซ้ำกัน ข้อจำกัดนี้ทำให้จำนวนความยาวคลื่นที่ใช้ในโครงข่ายมีความสำคัญ หากในโครงข่ายมีปริมาณทราฟฟิกมากก็จำเป็นที่จะต้องใช้จำนวนความยาวคลื่นมากตามไปด้วย ซึ่งหากจำนวนความยาวคลื่นมีไม่เพียงพอ จะทำให้โครงข่ายไม่สามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด และเพื่อให้การทำ MC-RWA ให้กับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์ของโครงข่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การพิจารณาถึงคุณลักษณะของทราฟฟิกที่เข้ามายังระบบจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ จากการศึกษางานวิจัยที่เผยแพร่อยู่ในปัจจุบันเกี่ยวกับลักษณะของทราฟฟิกในโครงข่ายพบว่า ทราฟฟิกจะถูกแบ่งออกเป็นสองแบบคือ ทราฟฟิกแบบคงที่ (Static traffic) และทราฟฟิกแบบพลวัต (Dynamic traffic) [19] หรือ ทราฟฟิกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่ทราฟฟิกที่กำหนดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นทราฟฟิกแบบคงที่ โดยแยกพิจารณาการจัดสรรเส้นทางและการกำหนดความยาวคลื่นได้ดังนี้

2.2.1 **การจัดสรรเส้นทาง** (Routing)

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ การจัดสรรเส้นทางจะอยู่บนพื้นฐานของโครงสร้างต้นไม้เชิงแสง (Light-tree) นั่นคือ โนดสมาชิกในมัลติคาสต์เซสชันเดียวกันทุกโนดจะต้องเชื่อมต่อถึงกันในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดวงปิด และเส้นทางการเชื่อมต่อต้องมีทิศทางออกจากโนดต้นทางไปสิ้นสุดยังกลุ่มโนดปลายทาง โดยเรียกการเชื่อมต่อระหว่างคู่โนดใด ๆ ในกลุ่มมัลติคาสต์เดียวกันว่า กิ่งเชิงแสง (Optical branch) [11] ลักษณะโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงสำหรับโครงข่ายตัวอย่างสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การจัดสรรเส้นทางบนโครงข่าย WDM โดยอาศัยพื้นฐานโครงสร้างต้นไม้เชิงแสง

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงประกอบไปด้วยกิ่งเชิงแสงจำนวน 3 กิ่ง คือ 1-3, 3-8 และ 3-7 โดยที่โนดปลายทางของแต่ละกิ่งเชิงแสงนั้นเป็นสมาชิกของโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงด้วย ซึ่งโนดของโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงสามารถที่จะคัดลอกและแยกข้อมูลที่เป็นสมาชิกของมัลติคาสต์เซสชันได้ นั่นก็คือโนดที่ 3 โดย OXCs ต้องรวมอุปกรณ์แยกสัญญาณแสง (Optical splitters) ไว้ภายในด้วย และพบว่าโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงที่เลือกสามารถมีเส้นทางทางกายภาพที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งเส้นทางดังตัวอย่างรูปที่ 2.3 (ก) - (ง)

2.2.2 การกำหนดความยาวคลื่น (Wavelength Assignment)

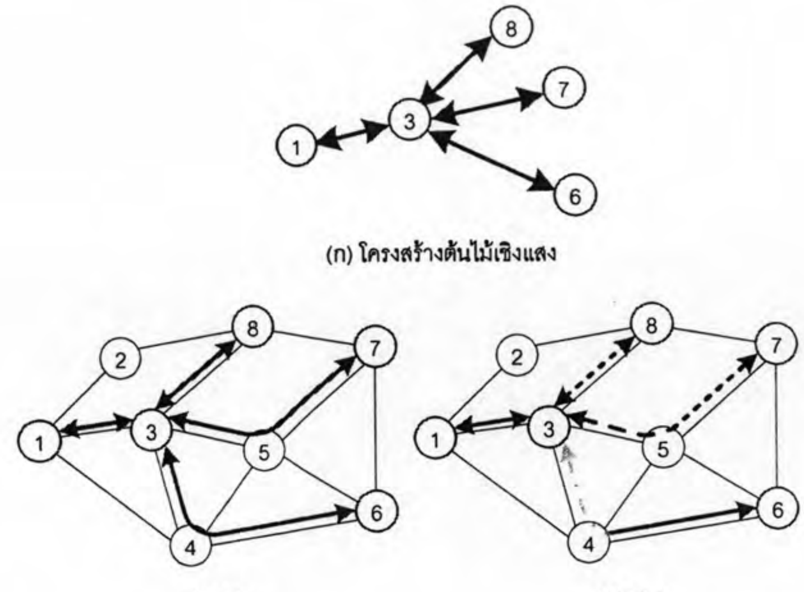
ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งการกำหนดความยาวคลื่นให้กับโครงข่าย WDM สำหรับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์เป็น 2 วิธี [11] ดังนี้

1) วิธีโครงสร้างต้นไม้เชิงแสง (Light-Tree method, LT)

วิธีนี้ความยาวคลื่นที่ถูกกำหนดให้กับกิ่งเชิงแสงทุกกิ่งในโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงจะเป็นความยาวคลื่นค่าเดียวกัน นั่นคือ จำนวนความยาวคลื่นที่ใช้จะเท่ากับจำนวนโครงสร้างต้นไม้เชิงแสง จึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่น ลักษณะการกำหนดความยาวคลื่นของวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 2.4 (ข)

2) วิธีโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงเสมือน (Virtual Light-Tree method, VLT)

วิธีนี้การกำหนดความยาวคลื่นจะพิจารณาแยกแต่ละข่ายเชื่อมโยง นั่นคือ ความยาวคลื่นที่ถูกกำหนดให้กับโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงในแต่ละข่ายเชื่อมโยงทางกายภาพนั้นสามารถมีค่าแตกต่างกันได้ ดังนั้น วิธีนี้จึงอนุญาตให้ทุกโนดของโครงข่ายสามารถติดตั้งอุปกรณ์แปลงผันความยาวคลื่นได้ ลักษณะการกำหนดความยาวคลื่นของวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 2.4 (ค)



(ก) โครงสร้างต้นไม้เชิงแสง

(ข) LT

(ค) VLT

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการกำหนดความยาวคลื่นสำหรับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์

เส้นใยนำแสงที่ใช้งานในโครงข่าย WDM จะประกอบไปด้วยช่องสัญญาณหลาย ๆ ช่องสัญญาณซึ่งขึ้นอยู่กับค่า M (จำนวนความยาวคลื่นสูงสุดที่สามารถมัลติเพลกซ์ได้ในเส้นใยนำแสง) ของเส้นใยนำแสง โดยสามารถแบ่งช่องสัญญาณเหล่านั้นออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งานช่องสัญญาณ ดังนี้

ความจุใช้งาน (Working capacity) คือ ความจุที่ใช้รองรับเส้นทางที่เป็นวิถีทำงาน (active path) ซึ่งเป็นเส้นทางใช้งานทั่วไปเมื่อโครงข่ายทำงานในสภาวะปกติ หรือสภาวะที่ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นในโครงข่าย

ความจุสำรอง (Spare capacity) คือ ความจุที่ใช้รองรับเส้นทางที่เป็นวิถีสำรอง (Protection path) ซึ่งเป็นเส้นทางที่จะถูกเปลี่ยนมาใช้งานเมื่อหนึ่งข่ายเชื่อมโยงในโครงข่ายได้รับความเสียหาย

ดังนั้น ในการสร้างแบบจำลองปัญหาการจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่นให้กับโครงข่าย WDM เพื่อหาจำนวนเส้นใยนำแสงที่โครงข่ายต้องการจึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1 Optimized Spare Capacity Assignment เป็นวิธีการหาจำนวนความจุสำรองทั้งหมดที่ต้องจัดสรรให้กับโครงข่ายเพื่อให้โครงข่ายสามารถแก้ไขปัญหาหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหาย ในกรณีนี้จะต้องมีการกำหนดเส้นทางและความยาวคลื่นของวิถีทำงาน

มาให้ รวมทั้งกำหนดจำนวนความจุทำงานมาให้ด้วย เพื่อนำมาพิจารณาร่วมกับความจุสำรองที่ได้จากกระบวนการหาคำตอบผลเฉลยที่เหมาะที่สุดในการหาจำนวนเส้นใยนำแสงทั้งหมดที่โครงข่ายต้องการ

2 Jointly Optimized Working and Spare Capacity Assignment เป็นวิธีการหาความจุทำงานทั้งหมดที่ใช้รองรับทราฟฟิกเมื่อโครงข่ายอยู่ในสภาวะปกติ และจำนวนความจุสำรองทั้งหมดที่ต้องจัดสรรให้กับโครงข่ายเพื่อให้โครงข่ายสามารถแก้ไขปัญหาหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหายพร้อมกัน โดยไม่ต้องมีการกำหนดเส้นทาง ความยาวคลื่นและจำนวนความจุทำงานมาให้เหมือนกับวิธีแรก

เมื่อพิจารณาจะพบว่าการจำลองปัญหาในกรณีแรกจะเป็นการจำลองปัญหาสำหรับโครงข่ายที่มีการใช้งานจริงในทางปฏิบัติแล้ว แต่ว่าโครงข่ายดังกล่าวยังไม่ได้มีการคำนึงถึงกรณีหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหาย นั่นคือ ยังไม่มีการติดตั้งความจุสำรองเพิ่มเติมให้กับโครงข่าย ดังนั้น สามารถใช้วิธีการจำลองปัญหาแบบแรกมาออกแบบหาจำนวนความจุสำรองที่โครงข่ายต้องการได้ ส่วนในกรณีของการจำลองปัญหาในกรณีที่สองนั้น จะเหมาะสำหรับการออกแบบโครงข่ายที่ต้องการทราบถึงต้นทุนของโครงข่ายก่อนที่จะมีการพิจารณาวางโครงข่ายจริงในทางปฏิบัติ โดยค่าต้นทุนของโครงข่ายจะเป็นค่าจำนวนเส้นใยนำแสงทั้งหมดที่ต้องทำการติดตั้งให้กับโครงข่ายซึ่งจะประกอบไปด้วยความจุทำงานและความจุสำรอง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพิจารณาเฉพาะปัญหาที่เกิดในกรณีแรกเท่านั้น

2.3 การป้องกันโครงข่ายเมื่อหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหาย

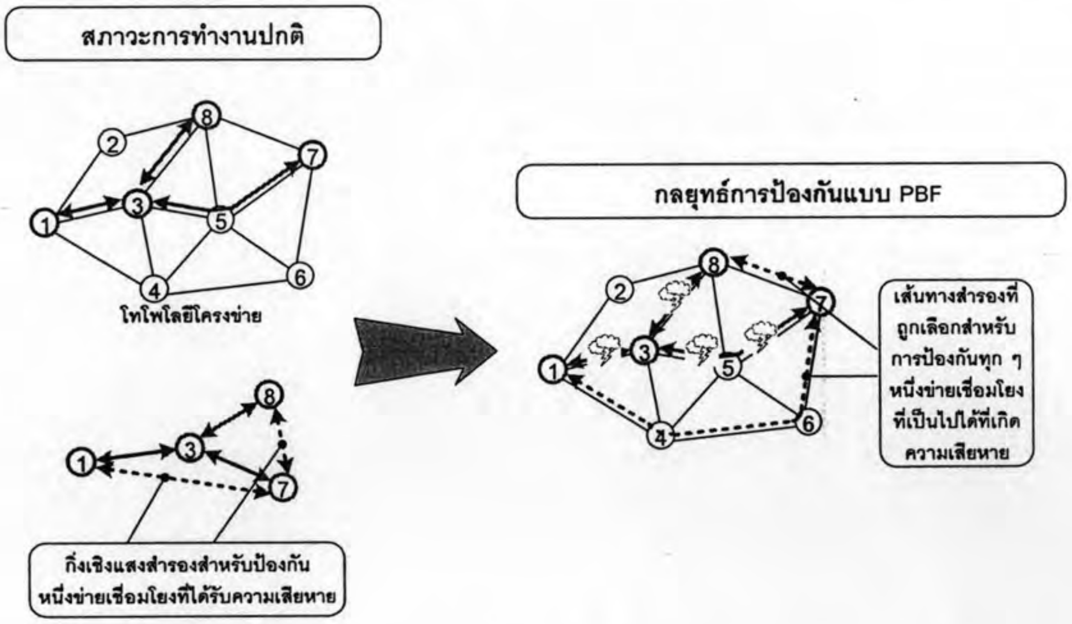
ในการออกแบบโครงข่าย เพื่อให้โครงข่ายที่ได้รับการออกแบบมีความเชื่อถือได้ (Reliability) และมีความอยู่รอดได้ (Survivability) ในสภาวะที่เกิดความเสียหายขึ้น โครงข่ายที่ถูกออกแบบจะต้องมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์บางส่วนของโครงข่ายเช่น โนดหรือข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหาย มาตรการที่ใช้ป้องกันความเสียหายของโครงข่าย (Protection) คือ การจัดสรรเส้นทางใหม่ให้กับทราฟฟิกในโครงข่าย กล่าวคือ เมื่อข่ายเชื่อมโยงมีความเสียหายเกิดขึ้นไม่สามารถใช้งานได้ เส้นทางของทราฟฟิกที่ผ่านข่ายเชื่อมโยงที่เสียหายจะต้องเปลี่ยนไปใช้เส้นทางใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงข่ายเชื่อมโยงที่เสียหาย เรียกเส้นทางที่โครงข่ายจัดสรรให้ใหม่นี้ว่า วิถีบูรณะ (Restoration path) ดังนั้น การแก้ไขปัญหาเมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้นจำเป็นที่จะต้องมีการเผื่อความจุเพิ่มให้กับโครงข่ายเพื่อใช้รองรับวิถีบูรณะ และเนื่องจากมีการเผื่อความจุสำรองเพิ่มให้กับโครงข่าย ดังนั้นต้นทุนของโครงข่ายที่สามารถแก้ไขปัญหาเมื่อโครงข่ายได้รับความเสียหายจึงสูงกว่าต้นทุนของโครงข่ายที่ไม่ได้แก้ไขปัญหานี้ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัย

ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงข่าย WDM ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความเสียหายในโครงข่ายนั้นพบว่า ความเสียหายที่พบได้มาก และมีความซับซ้อนในการป้องกันไม่สูงมากนักคือความเสียหายที่หนึ่งข่ายเชื่อมโยง (Single-link failure)

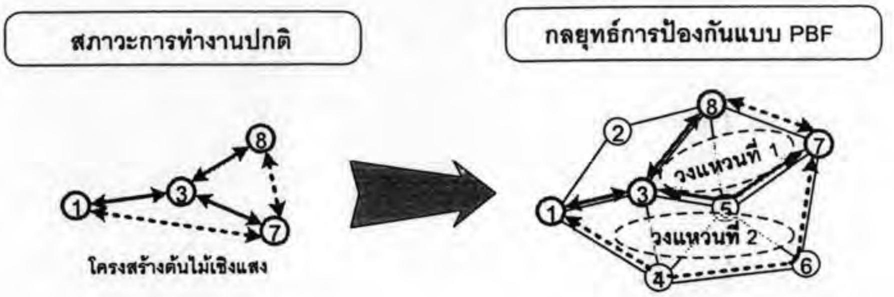
ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำกลยุทธ์การป้องกันโครงข่าย WDM เมื่อหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหายสำหรับทราฟฟิกชนิดมัลติคาสต์โดยมีคุณลักษณะโครงสร้างแบบต้นไม้เชิงแสงในสภาวะการทำงานปกติ ซึ่งนำเสนอด้วยกัน 2 วิธี [11] คือ

2.3.1 กลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF (Physical Branch Fixed)

กลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF นี้ จะต้องมีกิ่งเชิงแสงที่มีจำนวนแน่นอนเพื่อใช้สำรองเส้นทางในกรณีเมื่อเกิดความเสียหายขึ้นหนึ่งข่ายเชื่อมโยง กล่าวคือเมื่อเกิดความเสียหายขึ้น วิธีนี้จะมีการกำหนดเส้นทางกายภาพ (Physical routes) สำรองที่แน่นอนให้กับกิ่งเชิงแสงสำรอง โดยจะเลือก 1 กิ่งเชิงแสงต่อ 1 เส้นทางกายภาพ จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าเมื่อเกิดความเสียหายขึ้นหนึ่งข่ายเชื่อมโยงใด ๆ การจัดสรรเส้นทางไปยังเส้นทางสำรองนั้นก็จะเลือกใช้ตามเส้นทางกายภาพที่ได้ทำการเลือกไว้แล้ว นั่นก็คือเส้นทางกายภาพสำรอง 1-4-6-7 และ 8-7 สามารถใช้กู้คืนช่องสัญญาณได้ทั้งกรณีที่ข่ายเชื่อมโยง 3-8 หรือ 3-5 ได้รับความเสียหาย จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่ามีการใช้เส้นทางกายภาพสำรองเพียงสองเส้นทางเท่านั้นสำหรับเหตุการณ์ที่เป็นไปได้หนึ่งข่ายเชื่อมโยงทุกกรณีเกิดความเสียหาย



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างโครงข่ายที่ใช้กลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF



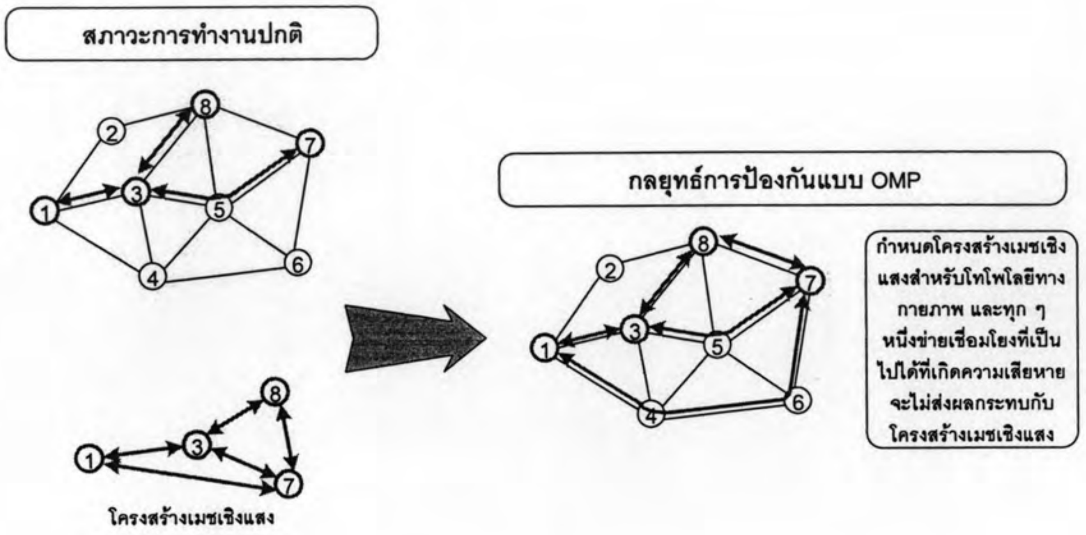
รูปที่ 2.6 การประยุกต์แนวคิดวงแหวนหลายวงสำหรับกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF

เมื่อพิจารณาโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงร่วมกับวิถีบูรณะกายภาพ จะเห็นว่าสามารถนำแนวความคิดวงแหวนหลายวง (multi-ring) มาประกอบกันเป็นเซตให้ครอบคลุมทุกโนดสมาชิกและข่ายเชื่อมโยงกายภาพของมัลติคาสต์เซสชันในโครงสร้างต้นไม้เชิงแสง ดังแสดงในรูปที่ 2.6 กล่าวคือ เลือกข่ายเชื่อมโยงกายภาพสำรองให้กับวิถีบูรณะโดยอาศัยวงแหวนที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นไปตามหลักการของกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF

2.3.2 **กลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ** OMP (Optical Mesh Protection)

ในกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ OMP นี้ โครงข่ายจะอาศัยโครงสร้างเมชเชิงแสง (Optical mesh) เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีคำจำกัดความว่า เป็นโครงสร้างของเมชที่ประกอบด้วยจำนวนการเชื่อมต่อกันระหว่างกิ่งเชิงแสงที่ครอบคลุมโนดสมาชิกทุก ๆ ตัวในมัลติคาสต์เซสชัน ซึ่งโครงสร้างเมชเชิงแสงต้องมีคุณสมบัติ คือ ในแต่ละกิ่งเชิงแสงจะต้องสอดคล้องกันกับเส้นทางกายภาพที่ได้กำหนดไว้จากสภาวะการทำงานปกติด้วย หากเกิดความเสียหายขึ้นหนึ่งข่ายเชื่อมโยงใด ๆ โครงสร้างเมชเชิงแสงจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่ออยู่เช่นเดิมแสดงดังรูปที่ 2.7

ในความเป็นจริงแล้วกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ OMP เป็นการพัฒนามาจากกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF นั่นคือ เมื่อกลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ PBF ทำการเลือกเส้นทางกายภาพสำรองสำหรับโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงแล้ว โครงข่ายจะสำรองเส้นใยนำแสงสำรองเฉพาะ (Dedicated) ให้กับวิถีบูรณะทันที ดังนั้น เมื่อนำโครงสร้างต้นไม้เชิงแสงในสภาวะการทำงานปกติมาประกอบกันกับเส้นทางกายภาพสำรองจะกลายเป็นโครงสร้างเมชเชิงแสงนั่นเอง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างโครงข่ายที่ใช้กลยุทธ์การป้องกันโครงข่ายแบบ OMP

เนื้อหาในบทถัดไปจะกล่าวถึงทฤษฎีและการนำอัลกอริทึมฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในงานออกแบบการจัดสรรเส้นทางและกำหนดความยาวคลื่นเมื่อโครงข่ายทำงานในสภาวะปกติ และการป้องกันโครงข่ายเมื่อหนึ่งข่ายเชื่อมโยงได้รับความเสียหายสำหรับโครงข่าย WDM ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถทำให้การออกแบบโครงข่ายมีประสิทธิภาพในการใช้เส้นใยนำแสงมากที่สุดหรือมีความต้องการใช้จำนวนเส้นใยนำแสงน้อยที่สุดได้ดีวิธีหนึ่ง

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย