บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลมีความสำคัญอย่างมากในเชิงธุรกิจและการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ การสื่อสารทางแสงเข้ามามีบทบาทสำหรับการสื่อสารมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงและจำนวนช่องสัญญาณมากกว่าการสื่อสารแบบเก่าอีกทั้งไม่ได้รับผลการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสัญญาณภายนอก ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ความพยามที่จะพัฒนาศักยภาพของการสื่อสารทางแสงจึงได้รับความสนใจจากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญมากมาย วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันสำหรับการสื่อสารทางแสงให้มีประสิทธิภาพซึ่งมีส่วนช่วยพัฒนาระบบสื่อสารให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยเนื้อหาในบทนี้ได้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่นำมาศึกษา จากนั้นจะเสนอแนวทางของวิทยานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงขั้นตอนการดำเนินงานและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้ตามลำดับ

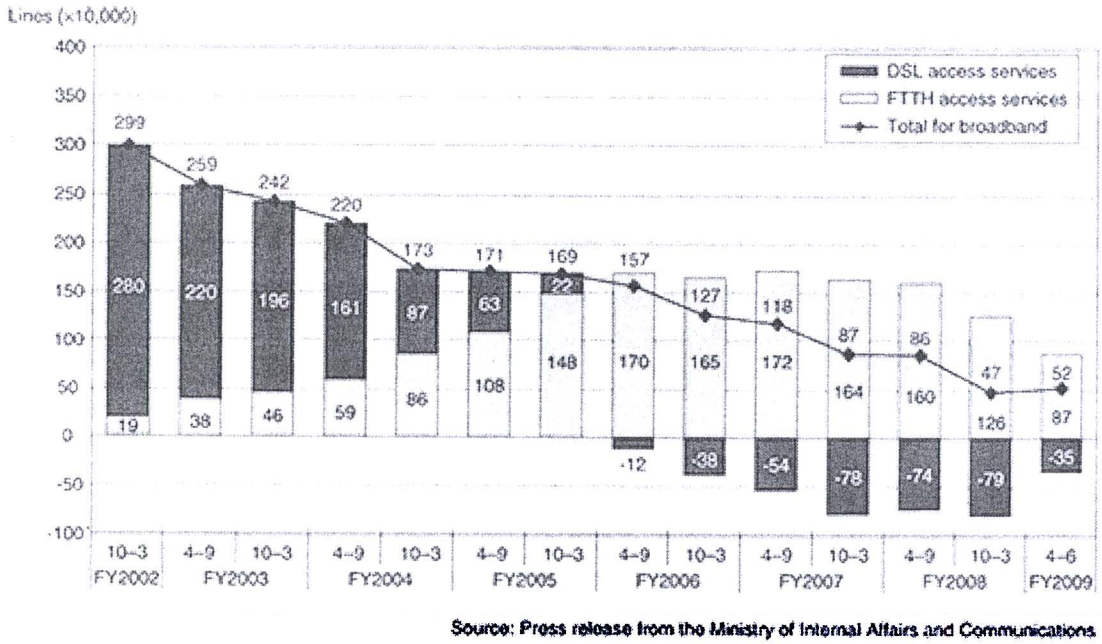
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงข่ายโทรคมนาคม (Telecommunication Networks) โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 โครงข่ายคือ โครงข่ายหลัก (Core Networks) และโครงข่ายเข้าถึง (Access Networks) โครงข่ายหลักทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของโครงข่ายโทรคมนาคมที่ให้บริการที่หลากหลายกับผู้ใช้ซึ่งผู้ใช้เชื่อมต่อกับโครงข่ายหลักโดยโครงข่ายเข้าถึง โดยที่โครงข่ายหลักที่เชื่อมต่อในเมืองมีลักษณะการเชื่อมต่อกันแบบวงแหวน (Ring) หรือการเชื่อมต่อโครงข่ายของแต่ละเมืองมีการเชื่อมต่อกันแบบเมช (Mesh) และการเชื่อมต่อโครงข่ายระหว่างประเทศแบบ Long-Haul Point-to-Point เป็นต้น โครงข่ายดังกล่าวต้องการแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่มากเพื่อรองรับการส่งข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูงจึงมีการนำเส้นใยแสง (Optical Fiber) มาเป็นตัวกลางในการสื่อสารเนื่องจากเส้นใยแสงมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวกลางชนิดอื่นดังต่อไปนี้

1. เส้นใยแสงมีปริมาณแบนด์วิดท์ที่กว้าง เมื่อเทียบกับความถี่ของคลื่นวิทยุซึ่งมีความถี่ 10^6-10^9 เฮิรตซ์เพราะความถี่ของคลื่นพาห์แสงจะอยู่ในช่วง 10^{13}-10^{14} เฮิรตซ์

2. เส้นใยแสงมีอัตราการสูญเสียกำลังสัญญาณน้อยกว่าสายตีเกลียวคู่ (Twisted Pair) หรือสายไฟฟ้าร่วมแกน (Coaxial Cable) ค่าประมาณ 0.2 dB/km ทำให้ส่งสัญญาณได้ระยะทางไกลกว่าและใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณและอุปกรณ์ขยายสัญญาณน้อยกว่าการสื่อสารแบบอื่น
3. เส้นใยแสงมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและสามารถรวมเส้นใยแสงหลายเส้นเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นการเพิ่มช่องทางการสื่อสารให้มากขึ้นจากการใช้พื้นที่เท่าเดิม
4. เส้นใยแสงเป็นฉนวนไฟฟ้าจึงปราศจากสัญญาณรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นจึงไม่สามารถทำการแอบลักลอบสัญญาณทางแสงได้
5. เส้นใยแสงมีความต้านทานต่อทั้งอุณหภูมิและความชื้น อีกทั้งเส้นใยแสงมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและต้องการการบำรุงรักษาที่น้อยมาก
6. เส้นใยแสงมีความปลอดภัยกว่าระบบสายโลหะเมื่อพิจารณาในแง่ของอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์หรือมนุษย์จากไฟฟ้าลัดวงจรระหว่างสาย หรือระว่างสายต่อสาย

เส้นใยแสงถูกนำมาใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสารของโครงข่ายเข้าถึงซึ่งโครงข่ายนั้นก็คือไฟเบอร์ทูเดอะโฮม (FTTH) ระบบ FTTH เริ่มเปิดให้บริการทดลองใช้ในประเทศญี่ปุ่นเมื่อปี ค.ศ. 1977 และในยุโรปและสหรัฐอเมริกาในช่วงต้นปี ค.ศ. 1980 [1] แต่ไม่ได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากค่าใช้จ่ายของระบบที่สูงมาก จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2002 ระบบ FTTH เริ่มเป็นที่สนใจในประเทศญี่ปุ่นเพราะค่าบริการ FTTH ที่สามารถให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง 100 Mb/s ลดลงเหลือประมาณ $57 ต่อเดือน ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราค่าบริการ Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) ที่ให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง 47 Mb/s ซึ่งมีราคาประมาณ $48 ต่อเดือน ทำให้อัตราการขยายตัวของผู้ใช้บริการ FTTH เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งในช่วงกลางปีค.ศ. 2009 มีจำนวนผู้ใช้บริการ FTTH เป็น 15,890,000 รายหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้ใช้บริการบอร์ดแบนด์ทั้งหมดจำนวน 30,930,000 ราย ดังรูปที่ 1.1 [2]

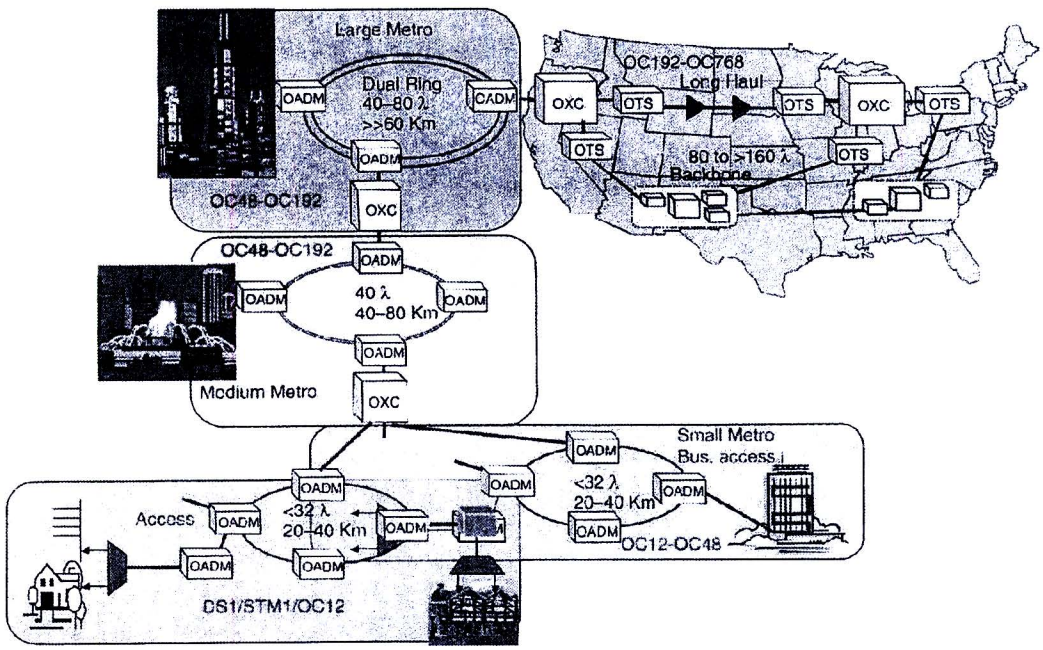


รูปที่ 1.1 จำนวนผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นของ FTTH และ DSL ในประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 ถึงปี ค.ศ. 2009

อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วว่าเส้นใยแสงถูกนำมาใช้ในระบบสื่อสารเป็นจำนวนมากรวมถึง FTTH แต่อย่างไรก็ตาม FTTH ต้องเชื่อมต่อกับโครงข่ายหลักเพื่อการส่งข้อมูลจากผู้ให้บริการไปยังผู้ใช้บริการหรือจากผู้ใช้บริการด้วยกันเองทำให้โครงข่ายหลักต้องมีความเร็วในการส่งข้อมูลมากกว่า FTTH หลายเท่าตัว ตัวอย่างเช่น ความเร็ว 40 Gb/s ต่อช่องสัญญาณ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) จำกัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อสารข้อมูลในกรณีที่ผู้ใช้บริการอยู่ในแต่ละโครงข่ายที่อยู่ไกลกันออกไปสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยการเชื่อมต่อโครงข่ายเข้าหากันเป็นโครงข่ายบริเวณกว้าง (Wide-Area Networks : WANs) หรือถ้าโครงข่ายแต่ละโครงข่ายมีระยะห่างกันไม่มากนักเราสามารถเชื่อมต่อเป็นแบบโครงข่ายระดับเมือง (Metro-Area Networks : MANs) โดยที่การเชื่อมต่อของแต่ละ MANs เป็นลักษณะวงแหวน (Ring) หรือโครงข่ายหลัก (Backbone Network) มีรูปแบบการเชื่อมต่อกันแบบเมช (Mesh)

การส่งสัญญาณด้วยเทคโนโลยีมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น (Wavelength Division Multiplexing : WDM) ถูกนำมาใช้ในการสื่อสารผ่านเส้นใยแสงทั้งในระดับ WANs และ MANs เพื่อให้ใช้งานแบนด์วิดท์ที่มีอยู่อย่างมหาศาลตั้งแต่ช่วงความยาวคลื่น 1,300 nm ถึง 1,700 nm ให้คุ้มค่า โดยที่ตัวอย่างโครงข่าย WDM ทางแสงของ WANs และ MANs แสดงดังรูปที่

1.2 [4] ความเร็วการส่งข้อมูลของแต่ละโครงข่ายมีความเร็วไม่เท่ากันขึ้นกับปริมาณการส่งข้อมูลของแต่ละโครงข่ายเป็นไปตามมาตรฐาน Synchronous Optical Network and Synchronous Digital Hierarchy (SONET / SDH) ตัวอย่างเช่น MAN ขนาดใหญ่มีจำนวนความยาวคลื่น 40 ถึง 80 ความยาวคลื่น ใช้ระบบสายส่ง OC-48 และ OC-192 มีความเร็วที่อัตรา 2.5 Gb/s และ 10 Gb/s ตามลำดับ หรือ MAN ขนาดเล็กมีจำนวนความยาวคลื่นน้อยกว่า 32 ความยาวคลื่น ใช้ระบบสายส่ง OC-12 และ OC-48 มีความเร็วที่อัตรา 0.6 Gb/s และ 2.5 Gb/s ตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันมาตรฐาน SONET / SDH กำหนดความเร็วสูงสุดไว้ที่ OC-3072 หรือที่อัตรา 160 Gb/s [3]



รูปที่ 1.2 Optical WDM WANs and MANs

ระบบเส้นใยแสงสำหรับ WANs และ MANs ในตลาดการสื่อสารที่มีในตลาดโทรคมนาคมในปัจจุบัน [5] มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้ความเร็วสูงสุด 2 – 3 Tb/s โดยเทคโนโลยีการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) ของ 192 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณมีความเร็ว 10 Gb/s และการมัลติเพลกซ์แบบแบ่งความยาวคลื่น DWDM ของ 80 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณมีความเร็ว 40 Gb/s [6] แต่ในความเป็นจริงเส้นใยแสงชนิด Zero-Water-Peak (G.652D) ซึ่งเป็นที่แพร่หลายในปัจจุบันสามารถ

ให้แบนด์วิดท์ที่มีอัตราการสูญเสียพลังงานต่ำกว้างตั้งแต่ 1,300 – 1,700 nm (400 nm) และมีความสามารถที่จะรองรับจำนวนช่องสัญญาณได้มากกว่าจำนวนช่องสัญญาณที่ผลิตภัณฑ์เส้นใยแสงที่มีในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนช่องสัญญาณหรือการเพิ่มความเร็วของช่องสัญญาณมีผลต่อราคาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความเร็วสูง (Ultra-High-Speed Electronic Switching Equipments) กล่าวคือ ราคาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับจำนวนช่องสัญญาณหรือความเร็วของช่องสัญญาณที่เพิ่มมากขึ้นมีราคาสูงมาก ดังนั้นจึงมีความต้องการลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวโดยให้สัญญาณอยู่ในรูปแบบของแสงตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ความเร็วสูงดังกล่าวออกจากระบบ

โครงข่ายเส้นใยแสงดับเบิลยูดีเอ็มแบ่งได้ 2 ประเภทคือ โครงข่าย Broadcast-and-Select (B&S) และ โครงข่าย Wavelength-Routed [5] ลักษณะการทำงานของโครงข่าย B&S คือ เมื่อโนดต้นทางต้องการส่งสัญญาณไปที่โนดปลายทาง โนดต้นทางจะกระจายสัญญาณ (Broadcast) ไปยังทุกโนดที่เชื่อมต่อ จากนั้นโนดที่รับสัญญาณเข้ามาจะอ่านส่วนหัว (Header) ของข้อมูล ถ้าโนดต้นทางไม่ต้องการสื่อสารกับโนดนั้น โนดที่รับสัญญาณเข้ามาจะกระจายสัญญาณต่อไปยังโนดอื่นๆ ยกเว้นโนดที่ส่งสัญญาณเข้ามา กระบวนการเช่นนี้จะดำเนินไปจนกว่าสัญญาณจะถูกส่งไปที่โนดปลายทางที่ต้องการสื่อสาร เมื่อโนดปลายทางได้รับสัญญาณแล้วจะไม่กระจายสัญญาณต่อ ในส่วนของการทำงานของโครงข่าย Wavelength-Routed จะแตกต่างกับโครงข่าย B&S ตรงที่โนดต้นทางจะไม่กระจายสัญญาณออกไปทุกโนดแต่จะส่งสัญญาณออกไปยังโนดที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งสัญญาณในโครงข่าย wavelength-routed ในปัจจุบันจะถูกตรวจจับ (Detect) ทุกๆ เราท์เตอร์ (Router) แต่ในอนาคตแล้วไม่ควรมีการตรวจจับสัญญาณทุกเราท์เตอร์เนื่องจากต้องการลดจำนวนทางอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เมื่อส่งสัญญาณด้วยความเร็วสูง

เมื่อสัญญาณแสงเดินทางไปในเส้นใยแสงระยะทางหนึ่งในโครงข่าย Wavelength-Routed โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากสัญญาณแสงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (O-E-O Conversion) ณ โนดที่สัญญาณเดินทางผ่าน สัญญาณไม่สามารถถูกแก้ผลจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชันที่แต่ละโนดได้ ซึ่งปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชัน คือ การขยายออกของพัลส์สัญญาณ (Pulse Broadening) เกิดส่วนของพัลส์สัญญาณที่ทับซ้อนกัน (Inter Symbol Interference: ISI) ส่งผลให้ที่ตัวรับสัญญาณ ณ โนดปลายทางตัดสินสัญญาณขาเข้าผิดเพี้ยนไป ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัย [7] เส้นใยแสงแบบเลื่อนค่าดิสเพอร์ชัน (Dispersion-Shifted Fiber: DSF) ที่มีค่าดิสเพอร์ชันของ

สัญญาณ 3 ช่องสัญญาณ (1554.4 nm, 1557.2 nm และ 1560.0 nm) เท่ากับ 0.43 ps/km/nm, 0.69 ps/km/nm และ 0.93 ps/km/nm ตามลำดับและความชันค่าดิสเพอร์ชันเท่ากับ 0.084 ps/km/nm^2 ใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันชดเชยดิสเพอร์ชันของสัญญาณทั้ง 3 ช่องสัญญาณที่ระยะทาง 215 km ให้เหลือค่าดิสเพอร์ชันสะสม 16 ps/nm, -32 ps/nm และ -84 ps/nm ตามลำดับ

นอกจากผลจากปรากฏการน์ดิสเพอร์ชันแล้วการลดทอนของสัญญาณก็เป็นปัญหาหลักที่จำกัดคุณภาพของสัญญาณเมื่อสัญญาณเดินทางผ่านเส้นใยแสง หัวข้อทั้งสองได้รับการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยที่ผ่านมามีความพยายามในแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการลดทอนของสัญญาณโดยการสร้างระเบียบขั้นตอนวิธีการวางอุปกรณ์ขยายสัญญาณทางแสงด้วยจำนวนอุปกรณ์น้อยสุด [8]-[10] โดยวางอุปกรณ์ขยายสัญญาณทางแสงด้วยวิธี Link-by-Link [11] และ Global Method [12]-[13] อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่สร้างระเบียบขั้นตอนวิธีเพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชัน [14]-[16] งานวิจัยที่การศึกษาและแก้ไขผลจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชัน [17] งานวิจัยที่นำเสนอการสร้างระเบียบขั้นตอนวิธีการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างเหมาะสมในโครงข่าย Broadcast-and-Select [18], [19] และการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างเหมาะสมที่สุดในโครงข่ายดีดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะวงแหวน [20]

ผลจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชันสามารถแก้ไขได้โดยการชดเชยดิสเพอร์ชัน โดยทั่วไปแล้วการชดเชยดิสเพอร์ชันสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรกคือการชดเชยด้วยหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชัน (Dispersion-Compensating Units : DCUs) ส่วนวิธีที่สองคือการใช้เครื่องสังยุคเฟสแสงในการจัดการดิสเพอร์ชันโดยวางเครื่องสังยุคเฟสแสงในตำแหน่งกึ่งกลางของข่ายเชื่อมโยงเพื่อให้ค่าดิสเพอร์ชันสะสมก่อนเข้าเครื่องสังยุคเฟสแสงและหลังออกจากเครื่องสังยุคเฟสแสงไปถึงที่ปลายทางหักล้างกันหมด ภายในหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันมีเส้นใยแสงที่ถูกเปลี่ยนแปลงค่าดิสเพอร์ชันเพื่อให้หักล้างค่าดิสเพอร์ชันสะสมของ Single Mode Fiber (SMF) อยู่ด้านใน ซึ่งเส้นใยแสงนั้นคือ Dispersion-Compensating Fiber (DCF) เราสามารถแบ่งหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. Non-Slope Compensated Dispersion Compensating Unit (NS-DCU) : เครื่องหมายของความชันค่าดิสเพอร์ชันของ NS-DCU มีค่าบวกเหมือนกับ

เครื่องหมายของความชันค่าดิสเพอร์ชันของ SMF (G.652) ซึ่งมีค่า 0.25 ps/km/nm^2 ตัวอย่างเช่น 0.25 ps/km/nm^2

2. Slope-Compensated Dispersion Compensating Unit (SC-DCU) : เครื่องหมายของความชันค่าดิสเพอร์ชันของ SC-DCUมีค่าลบซึ่งตรงข้ามเครื่องหมายของความชันค่าดิสเพอร์ชันของ SMF (G.652) ตัวอย่างเช่น -6 ps/km/nm^2

ในปีค.ศ. 2001 – 2007 ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่บ่งบอกว่าการส่งสัญญาณด้วยการใช้เทคนิคการโมดูเลชัน (Modulation) บางประเภทร่วมด้วยการชดเชยดิสเพอร์ชันด้วยหน่วยชดเชยดิสเพอร์สามารถให้อัตราข้อมูลสูงมาก ตัวอย่างเช่น ให้อัตราสูงสุด 1 Tb/s บนความยาว 1,000 – 2,000 km หรือ ให้อัตราสูงสุด 1.6 Tb/s บนความยาว 1,200 km หรือ ให้อัตราสูงสุด 3.2 Tb/s บนความยาว 2,100 km และ ให้อัตราสูงสุด 3.8 Tb/s บนความยาว 1,200 km [21]-[25] และเมื่อต้นปีค.ศ. 2010 ที่ผ่านมายังคงมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันในงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ให้อัตราสูงสุด 1.4 Tb/s บนความยาว 2,000 km หรือ 1.6 Tb/s บนความยาว 1,335 km และ 32 Tb/s บนความยาว 580 km [26]-[28]

ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงข่ายคือการวางเครื่องขยายสัญญาณทางแสงและการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชัน วิธีทั่วไปวิธีหนึ่งสำหรับการวางเครื่องขยายสัญญาณคือการใช้เครื่องขยายสัญญาณหนึ่งตัวที่แต่ละโนด สำหรับการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชัน วิธีทั่วไปวิธีหนึ่งสำหรับการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชัน คือการวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชัน ณ ตำแหน่งขาเข้าของเครื่องขยายสัญญาณ วิธีเหล่านี้ต้องการจำนวนเครื่องขยายสัญญาณและหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันจำนวนมากซึ่งเครื่องขยายสัญญาณและหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันเป็นอุปกรณ์ที่ราคาแพงและมีผลกระทบที่สำคัญต่อราคาระบบทั้งหมด ดังนั้นจึงมีความต้องการลดจำนวนเครื่องขยายสัญญาณในโครงข่ายโดยการทำ Optimization หาจำนวนเครื่องขยายสัญญาณหรือหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันที่น้อยที่สุดที่เพียงพอให้สัญญาณที่ปลายทางคงคุณภาพไว้

ในงานวิจัยก่อนหน้านี้เสนอการวางหน่วยชดเชยค่าดิสเพอร์ชันอย่างเหมาะสมที่สุดในโครงข่ายดีดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะวงแหวน [20] แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนั้นมุ่งเน้นในการศึกษาที่การส่งสัญญาณด้วยความยาวคลื่นน้อยสุดที่เพียงพอในการส่งผ่านสัญญาณภายโครงข่าย แต่ข้อสันนิษฐานนี้ไม่ถูกต้องนักเมื่อนำมาใช้งานจริงเพราะจำนวนความยาวคลื่นมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนความยาวคลื่นของผลิตภัณฑ์ที่มีขายอยู่ในปัจจุบันและอนาคตอยู่มาก หรืออาจกล่าวได้ว่าช่วงความยาวคลื่นที่ใช้ในงานวิจัยมีความกว้างน้อยกว่าช่วงความยาวคลื่นของผลิตภัณฑ์ที่มีขาย

อยู่ในปัจจุบันและอนาคต นอกจากโครงข่ายลักษณะวงแหวนที่มีใช้งานใน MANs แล้ว โครงข่ายลักษณะเมชแบบ Wavelength-Routed ก็เป็นอีกโครงข่ายหนึ่งที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากโนดที่ต้องการส่งสัญญาณในโครงข่าย Wavelength-Routed สามารถเลือกส่งสัญญาณไปยังเส้นทางที่เฉพาะเจาะจงได้แทนที่จะกระจายสัญญาณไปยังทุกโนด อีกทั้งแต่ละโนดสามารถเลือกให้สัญญาณขาเข้าหรือสัญญาณขาออกเข้าหรือออกที่ช่องสัญญาณใดก็ได้และสามารถส่งสัญญาณไปในเส้นทางทับซ้อนกันได้เพียงใช้คนละความยาวคลื่นในส่งสัญญาณ

อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยในการสร้างอัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่าย Wavelength-Routed จึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการสร้างอัลกอริทึมเพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชัน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงจะศึกษานำเสนออัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่าย Wavelength-Routed ที่สามารถใช้ได้ครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นทั้ง C Band ทั้งกรณีที่โครงข่ายทำงานปกติและกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งภายในโครงข่ายโดยใช้จำนวนหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันให้น้อยที่สุด และเสนอแนะวิธีการจัดการผลของปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชันเมื่อ SC-DCU เพียงชนิดเดียวไม่สามารถชดเชยค่าดิสเพอร์ชันได้ โดยใช้ NS-DCU และ SC-DCU ชดเชยดิสเพอร์ชันร่วมกัน โดยวิทยานิพนธ์นี้จะช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบโครงข่ายทางแสงให้มีต้นทุนของการสร้างโครงข่ายน้อยลงและสามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาต่อเพื่อนำไปใช้ในโครงข่ายทางแสงในยุคหน้าได้อย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. นำเสนออัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่าย Wavelength-Routed บนช่วงความยาวคลื่นทั้ง C Band ในกรณีที่โครงข่ายทำงานปกติและกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งภายในโครงข่าย โดยไม่คิดผลจากความไม่เป็นเชิงเส้นของสัญญาณ
2. นำเสนอวิธีการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันชนิด NS-DCU และ SC-DCU ร่วมกันเพื่อลดผลของดิสเพอร์ชันในกรณีที่หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันเพียงชนิดเดียวไม่สามารถชดเชยผลของดิสเพอร์ชันได้ทุกเส้นทางการสื่อสาร

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. อัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่าย Wavelength-Routed สามารถประยุกต์ใช้ได้กับกรณีที่โครงข่ายทำงานปกติและกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งภายในโครงข่าย

2. อัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพที่จะนำเสนออยู่ใต้เงื่อนไขที่ไม่มีผลของปรากฏการณ์ความไม่เป็นเชิงเส้น
3. หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันที่นำมาใช้ในงานวิจัยเป็นแบบ NS-DCU และ SC-DCU และใช้เส้นใยแสงแบบ SMF ITU-T G.652 เป็นเส้นใยแสงสื่อสาร
4. พิจารณาช่วงความยาวคลื่น C Band เท่านั้น
5. โครงข่ายที่ใช้ศึกษามีการเชื่อมต่อทางกายภาพแบบเมช
6. เมื่อเกิดความเสียหายกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งภายในโครงข่ายจะมีการจัดสรรเส้นทางการส่งสัญญาณขึ้นใหม่ด้วยกลไกการกู้คืนสัญญาณแบบ Path Protection

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาความรู้พื้นฐานของระบบสื่อสารผ่านเส้นใยแสงและความผิดเพี้ยนของสัญญาณในตัวกลางเส้นใยแสงโดยเฉพาะผลจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชัน
2. ศึกษาโครงข่ายทางแสงที่ส่งสัญญาณด้วยเทคโนโลยีดับเบิลยูดีเอ็ม คุณสมบัติโครงข่าย Wavelength-Routed กลไกการกู้คืนสัญญาณของโครงข่ายดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะเมช การหาจำนวนอุปกรณ์ขยายสัญญาณทางแสงที่น้อยที่สุดในโครงข่ายวงแหวน การจัดการผลจากปรากฏการณ์ดิสเพอร์ชันและการหาจำนวนหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันที่น้อยที่สุดในโครงข่าย Broadcast-and-Select ในบทความวิชาการเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานในวิทยานิพนธ์
3. ศึกษาอัลกอริทึมสำหรับหาจำนวนหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันที่น้อยที่สุดอย่างเหมาะสมที่สุดในโครงข่ายดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะวงแหวนถึงข้อดีและจุดบกพร่องของอัลกอริทึม
4. นำอัลกอริทึมสำหรับหาจำนวนหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันที่น้อยที่สุดอย่างเหมาะสมที่สุดในโครงข่ายดีดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะวงแหวนมาปรับปรุงเพื่อใช้กับโครงข่าย Wavelength-Routed
5. ทดลองอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นกับโครงข่ายตัวอย่างที่มีใช้งานอยู่จริงโดยโครงข่ายที่สนใจได้แก่ โครงข่ายตัวอย่าง โครงข่ายส่วนหนึ่งของ OPEN และ NARNET ทั้งในกรณีที่โครงข่ายทำงานปกติและกรณีที่เกิดความเสียหายกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งภายในโครงข่าย
6. แก้ไขและปรับปรุงอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นให้สามารถใช้ได้ในกรณีที่โครงข่ายมีเส้นทางการสื่อสารที่มากขึ้นหรือโครงข่ายมีขนาดใหญ่ขึ้น

7. จำลองเส้นทางการสื่อสารที่ยาวที่สุดหลังจากวางหน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันแล้วด้วยโปรแกรม OptiSys 8.0 เพื่อดูคุณภาพของสัญญาณที่ปลายทาง
8. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
9. จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยนช์ที่ดาดว่าจะได้รับ

1. ความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานการทำงานและกลไกการกู้คืนสัญญาณของโครงข่ายดีดับเบิลยูดีเอ็มลักษณะเมช
2. อัลกอริทึมสำหรับการใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชันอย่างมีประสิทธิภาพในโครงข่าย Wavelength-Routed กรณีที่โครงข่ายทำงานปกติและกรณีที่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับข่ายเชื่อมโยงหนึ่งในโครงข่าย
3. การระบุชนิดของหน่วยชดเชยค่าดิสเพอร์ชันที่เหมาะสมที่สุดในโครงข่ายที่มีใช้งานอยู่จริง
4. การประยุกต์ใช้หน่วยชดเชยดิสเพอร์ชั้นชนิด NS-DCU และ SC-DCU ร่วมกันเพื่อแก้ไขผลของดิสเพอร์ชัน
5. ผลงานตีพิมพ์และนำเสนอในที่ประชุมวิชาการนานาชาติ