

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ:	MRG5380290
ชื่อโครงการ:	การเปรียบเทียบผลกระทบของรูปแบบสัญญาณดิจิทัลกับคุณภาพสัญญาณในระบบการส่งสัญญาณความถี่สูงลงบนเส้นใยแก้วนำแสง
ชื่อนักวิจัย:	อุกฤษฏ์ มั่นคง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Email:	ukrit.m@cmu.ac.th

การสื่อสารทางแสงผ่านเส้นใยนำแสง มีอัตราเร็วในการรับส่งสูง รองรับแบนด์วิดท์ได้มาก และไม่ถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การผสมสัญญาณทางความเข้มแสงแบบเปิด-ปิดแสงตามข้อมูลดิจิทัลสองระดับ และเทคนิคการเพิ่มอัตราข้อมูลต่าง ๆ อาทิการมัลติเพล็กซ์ความยาวคลื่น กับการมัลติเพล็กซ์ในเวลา ร่วมกับการรับสัญญาณแสงโดยตรง อาจยังไม่เพียงพอต่อการรองรับอัตราข้อมูลที่สูงขึ้นแบบก้าวกระโดดในปัจจุบันและอนาคต การพัฒนาการส่งสัญญาณดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพเชิงความถี่ ไม่ว่าจะเป็นการนำเทคโนโลยีการส่งสัญญาณไร้สายความถี่สูงมาใช้ร่วมด้วย ในระบบ Radio over Fiber นอกจากนี้การผสมสัญญาณ การผสมสัญญาณแสงดิจิทัลขั้นสูง (Advanced digital optical modulation format) โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มและเฟสของแสงโดยตรง ร่วมกับการรับสัญญาณแบบโคฮีเรนต์ (Coherent detection) ก็สามารถเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มอัตราข้อมูลในการส่งสัญญาณผ่านหนึ่งช่องสัญญาณ เทคโนโลยีโคฮีเรนต์กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ผลกระทบของสัญญาณรบกวนและความผิดเพี้ยนของสัญญาณ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดทางขนาดและเฟสของคลื่นแสง อันเกิดจากลักษณะสมบัติของอุปกรณ์ในระบบ ควรได้รับการศึกษาเพื่อหาแนวทางลดความผิดพลาดดังกล่าว

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย การสร้างแบบจำลองและทดสอบแบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ในระบบแสงได้แก่ แหล่งกำเนิดแสง โมดูเลเตอร์ และตัวรับแสง สำหรับการมอดูเลตสัญญาณความถี่สูง และใช้แบบจำลองดังกล่าวทดสอบผลกระทบของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อคุณภาพสัญญาณ โดยเฉพาะผลตอบสนองของอุปกรณ์ และพารามิเตอร์เชิงรับ จากการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์เชิงรับมาตรฐานของโมดูเลเตอร์ทำให้เกิดความผิดพลาดเชิงเวกเตอร์ (Error Vector Magnitude) ปริมาณสูงสำหรับสัญญาณ $\pi/2$ -BPSK DQPSK D8PSK และ D8QAM เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะสัญญาณที่มีมากกว่าหนึ่งระดับแอมพลิจูด ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางชดเชยพารามิเตอร์ ด้วยการชดเชยสัญญาณก่อนการมอดูเลตในโดเมนดิจิทัล สามารถลดความผิดพลาดสัญญาณเชิงเวกเตอร์ของสัญญาณแต่ละรูปแบบให้ใกล้เคียงกันได้ การชดเชยดังกล่าวเหมาะสมกับการมอดูเลตแบบผลต่างเฟส

ผู้วิจัยได้ทดลองวัดลักษณะสมบัติเชิงความถี่ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบการทดลอง พบว่า เลเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีแบนด์วิดท์ต่ำสุด และจำเป็นต้องชดเชยผลตอบสนองความถี่ การทดลองสัญญาณเชิงแอมพลิจูดและเฟสในโดเมนความถี่วิทยุ ด้วยสัญญาณ WLAN 802.11 พบว่าสัญญาณ WLAN สามารถส่งไปในระบบร่วมกับระบบดิจิทัลอื่นได้ คุณภาพสัญญาณ WLAN ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของกำลังสัญญาณต่อ noise เป็นสำคัญ การเพิ่มกำลังสัญญาณจะสามารถเพิ่มคุณภาพสัญญาณและช่วงกำลังพลวัต (Power dynamic range) ได้ สำหรับการทดลองสัญญาณดิจิทัลเชิงแอมพลิจูดและเฟสในโดเมนความถี่แสง ใช้วิธีการมอดูเลตเฟสและแอมพลิจูดแบบเรียงต่อกัน ควรทำการชดเชยผลตอบสนองเชิงความถี่ของเลเซอร์ โดยผู้วิจัยได้ทำการชดเชยผลตอบสนองความถี่ด้วยตัวกรองดิจิทัลตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างสัญญาณ นอกจากนี้ควรทำการประมวลผลสัญญาณภายหลังตัวรับแบบโคฮีเรนต์ด้วยเทคนิคการติดตามเฟสของแสงเพื่อ demodulate สัญญาณ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับรูปแบบสัญญาณ DQPSK และพบว่าการใช้เทคนิคการประมวลผลเชิงดิจิทัลต่าง ๆ ช่วยให้รับสัญญาณได้ถูกต้อง

Abstract

Project Code: MRG5380290
Project Title: Effects of digital signal modulation formats on the signal quality in a Radio over Fiber (RoF) system
Investigator: Ukrit Mankong
Chiang Mai University
Email: ukrit.m@cmu.ac.th

Communications via optical fibers support high-speed and high-bandwidth data and are not interfered by external electromagnetic waves. Conventional binary intensity modulations as well as traditional wavelength and time division multiplexing techniques, combined with direct photodetection, do not satisfy current and future high-speed data transmission. Development of high spectrally efficient transmission such as integration of wireless transmission in a radio over fiber system can provide high data for a single fiber channel. In addition, the use of advanced modulation formats by changing phase and intensity of lightwave, with coherent detection, is also of great interest in 2010s. Impacts of noise, distortion causing errors in amplitude and phase of light, brought about by characteristics of components in the system should be studied and reduced.

This research project consists firstly of creation of optical communication system models and model testing including light source, modulator and photodetector, for high frequency modulation. Then the models are used to test the effect of parameters including component responsivities and chirp parameter. The simulations show that with standard modulator chirp, error vector magnitudes (EVM) for $\pi/2$ -BPSK DQPSK D8PSK and D8QAM modulations are in increasing order, especially in multi-amplitude formats. We have proposed a method to compensate for signal errors by signal pre-compensation in digital domain before modulation. The compensation technique reduces symbol errors so that all formats have similar EVMs. Differential phase modulation should be chosen to take advantage of such compensation.

We have measured frequency characteristics of components that are used in the experiments. Laser is the component with least bandwidth and requires equalization. Experiments of amplitude and phase modulated signals in radio frequency domain using WLAN 802.11 signals. It is shown that co-transmission of WLAN signal with other digital signals is feasible in fibers. The quality of WLAN signals depends on signal to noise ratio, where the quality and power dynamic range may be increased by boosting power. Additionally, in experiments of optical digital modulated signals in lightwave domain, we use cascaded phase and amplitude modulation. In this case, laser frequency response should be compensated by pre-digital signal processing in the signal generation stage. In addition, post-digital signal processing after coherent detection such as phase estimation is required to demodulate signals. DQPSK signals have been used in experiments where digital processing techniques enable correct signal detection.