บทที่ 6

ผลการทดลองใช้ชุดทดลองด้านระบบสื่อสารแบบดิจิตอล

บทนำ

จากการทดลองใช้งานชุดลองด้านระบบสื่อสารแบบดิจิตอล พบว่ามีปัญหาและข้อบกพร่องเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของโปรแกรม MATLAB โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด และโปรแกรมไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตแอสซีสแตนท์ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์หลักที่นำมาใช้สร้างชุดทดลองนี้ ในส่วนท้ายเป็นการเปรียบเทียบชุดทดลองด้านระบบสื่อสารแบบดิจิตอลกับชุดทดลองประเภทฮาร์ดแวร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

1. การทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม MATLAB และโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด

พบว่าเมื่อนำโปรแกรม MATLAB มาทำงานร่วมกับโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด จะทำให้ไม่สามารถใช้ความสามารถทางด้านการรับอินพุทจากคีย์บอร์ดของโปรแกรม MATLAB บางประการได้ และปัญหาด้านเวลาในการประมวลผลยังไม่ดีพอเนื่องจากต้องใช้เวลาในการประมวลผลคำสั่งของโปรแกรม MATLAB โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด และการติดต่อสื่อสารระหว่างโปรแกรมทั้งสอง สำหรับในปัญหาด้านเวลานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงพอ แนะนำว่าควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด Pentium และมีหน่วยความจำ 16 Mbytes ขึ้นไป

ปัญหาอีกประการในการใช้งานร่วมกันระหว่างโปรแกรม MATLAB และโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ดก็คือเมื่อมีการเปิดไฟล์เอกสาร M-book หลายๆ ไฟล์พร้อมกัน อาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับการตั้งชื่อตัวแปรได้ เนื่องจากไฟล์เอกสาร M-book ทุกไฟล์ จะทำงานร่วมกับสภาแวดล้อมของโปรแกรม MATLAB ตัวเดียวกัน การตั้งชื่อตัวแปรชื่อเดียวกันในไฟล์เอกสารที่ต่างๆ กัน อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณได้

และในไฟล์เอกสาร M-book การเชื่อมโยงการประมวลผลของเซลอินพุทต่างๆ ในไฟล์ยังไม่ดีพอ กล่าวคือ ถ้ามีเซลอินพุท 2 เซลที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น [a = 1] และ [b = a + 5] เมื่อมีการเปลี่ยนค่าตัวแปร a ในเซลอินพุทแรกและทำการประมวลผลเซลนี้ ค่าของตัวแปร b ในเซลอินพุทที่สองจะยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะมีการสั่งประมวลผลเซลที่สองก่อน ซึ่งข้อบกพร่องนี้ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการทำการทดลอง

2. การทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม MATLAB
ร่วมกับโปรแกรมไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตแอสซีสแตนท์

การใช้งานโปรแกรม MATLAB ร่วมกับโปรแกรมไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตแอสซีสแตนท์ สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำไม่เกิน 8 Mbytes อาจเกิดอาการเครื่องทำงานค้าง (hang) โดยไม่ทราบสาเหตุ และบางครั้งจะแจ้งความผิดพลาดว่า Invalid Truetype Font ซึ่งเมื่อเกิดกรณีนี้ขึ้นจะต้องปิดโปรแกรมวินโดวส์และเปิดโปรแกรมใหม่จึงจะสามารถใช้งานได้ตามเดิม ความผิดพลาดเหล่านี้นานๆ จะเกิดสักครั้งหนึ่ง ซึ่งการแก้ไขในส่วนนี้ยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากเราไม่สามารถดูซอร์สโค้ดและแก้ไขมาโครต่างๆของโปรแกรมไมโครซอฟต์อินเตอร์เน็ตแอสซีสแตนท์ได้

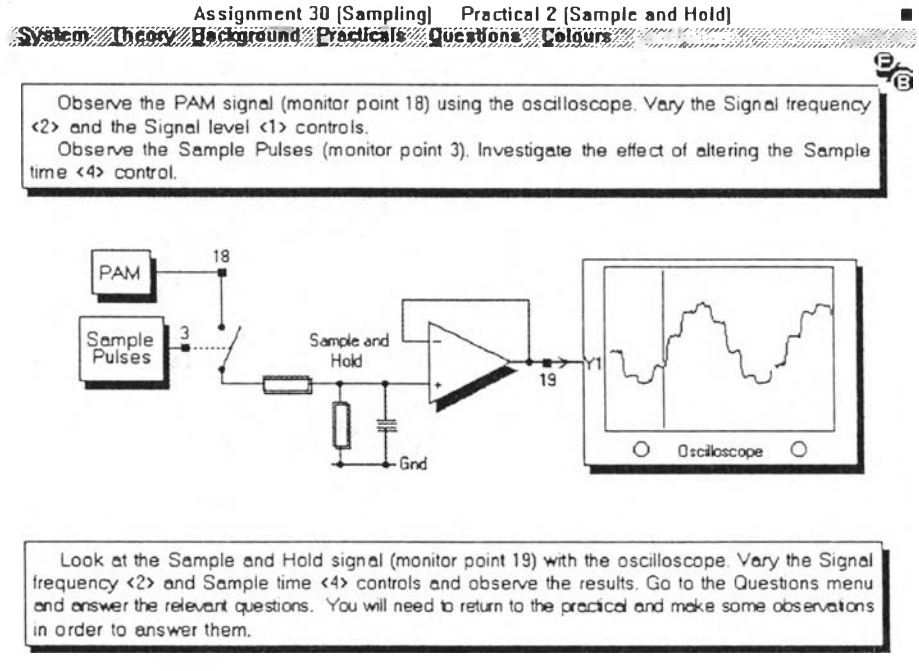
ปัญหาอีกปัญหาที่พบคือ เมื่อมีการเปิดไฟล์เอกสาร M-book โดยใช้การเชื่อมโยงไฟล์แบบไฮเปอร์ลิงค์ของโปรแกรมไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตแอสซีสแตนท์ จะเกิดปัญหาหน่วยความจำประเภทแสตกค์ (stack) ไม่พอ เนื่องจากมาโครของโปรแกรม MATLAB Notebook มีการเรียกโปรแกรมย่อยหลายๆ ชั้น ซึ่งคาดว่าโปรแกรมทั้งสองคงใช้หน่วยความจำแสตกค์นี้ แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการลดจำนวนชั้นของการเรียกโปรแกรมย่อยในมาโครของโปรแกรม MATLAB Notebook ให้น้อยลง ซึ่งมีผลช่วยลดการใช้งานหน่วยความจำแสตกค์ให้น้อยลงด้วย

3. การเปรียบเทียบชุดทดลองด้านสื่อสารแบบดิจิตอลกับชุดทดลองฮาร์ดแวร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

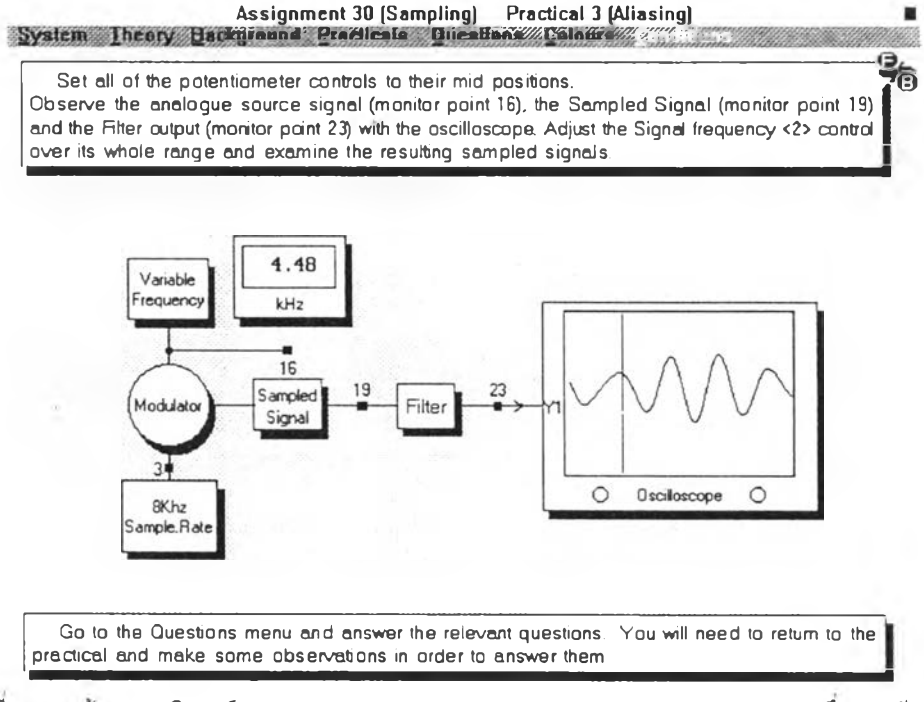
สำหรับชุดทดลองฮาร์ดแวร์ที่นำมาเปรียบเทียบนี้เป็นชุดทดลองชื่อ Teknikit Digital Communication ผลิตโดยบริษัท Feedback Instrument ซึ่งชุดทดลองนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์เกือบทั้งหมด มีเพียงส่วนของการคำนวณและการติดต่อกับผู้ใช้เท่านั้นที่อาศัยซอฟต์แวร์ ในปัจจุบันมีการใช้ชุดทดลองนี้อยู่ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการไฟฟ้าสื่อสารของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในที่นี้ขอเปรียบเทียบการทดลองที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกันระหว่างชุดทดลองด้านระบบสื่อสารแบบดิจิตอลที่ได้พัฒนาขึ้นกับชุดทดลองฮาร์ดแวร์ Teknikit Digital Communication คือการทดลองเรื่องทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง

สำหรับการทดลองเรื่องทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างของชุดทดลอง Teknikit มีรูปแบบการติดต่อกับผู้ทำการทดลองที่ปรากฏบนหน้าจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์แสดงในรูปที่ 6.1 และรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.1 หน้าจอมอนิเตอร์ของชุดทดลอง Teknikit Digital Communication (การทดลองเรื่อง sample and hold)



รูปที่ 6.2 หน้าจอมอนิเตอร์ของชุดทดลอง Teknikit Digital Communication (การทดลองเรื่องเอเลียสซิง)

จากรูปที่ 6.1 และ 6.2 จะเห็นได้ว่า ในกรณีของชุดทดลองฮาร์ดแวร์นั้น การทดลองถูกออกแบบมาให้ใช้การสุ่มตัวอย่างในลักษณะที่เรียกว่า sample and hold แทนการสุ่มตัวอย่างโดยใช้อิมพัลส์เหมือนในทางทฤษฎี เนื่องจากติดปัญหาเรื่องขีดความสามารถของวงจรอิเลคทรอนิกส์ ซึ่งในประเด็นนี้ถ้ามองในแง่ความต้องการศึกษาทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างในทางอุดมคติแล้ว ชุดทดลองฮาร์ดแวร์จะไม่สามารถรองรับความต้องการในจุดนี้ได้ ในทางกลับกันชุดทดลองซอฟต์แวร์สามารถจำลองสถานการณ์การสุ่มแบบ sample and hold ได้ แต่ถ้ามองในแง่ของการใช้งานจริงในทางปฏิบัติ ชุดทดลองฮาร์ดแวร์ก็จะมีความได้เปรียบมากกว่าชุดทดลองซอฟต์แวร์เนื่องจากทำให้ผู้ทำการทดลองได้เห็นถึงปรากฏการณ์หรือปัญหาต่างๆที่อาจเกิดกับอุปกรณ์ที่ใช้งานจริงๆเช่นปัญหาการใช้ออสซิลโลสโคปจับสัญญาณที่สุ่มด้วยความถี่ที่ไม่ซิงโครนัสกัน ก็จะทำให้ภาพสัญญาณที่ได้ไม่นิ่ง จำเป็นต้องมีวิธีพิเศษในการทริกสัญญาณให้นิ่งได้ เป็นต้น

ในส่วนของเนื้อหาการทดลองเรื่องทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง ตัวแปรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีก็คือความถี่ของสัญญาณที่ถูกสุ่มและความถี่ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่าง ในชุดทดลองฮาร์ดแวร์ได้มีการกำหนดความถี่ทั้งสองไว้อยู่ที่ช่วงความถี่ค่าหนึ่งตายตัวเท่านั้นเนื่องจากติดปัญหาในการออกแบบวงจร เช่น ใช้ความถี่ในการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 8 kHz. คงที่ปรับค่าไม่ได้ ส่วนความถี่ของสัญญาณที่ถูกสุ่มสามารถปรับค่าได้จากประมาณ 500 Hz. ถึง 6 kHz. เท่านั้น ทำให้ผู้ทำการทดลองไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์เอเลียสซิงในกรณีต่างๆ ได้ดีพอ แต่สำหรับชุดทดลองซอฟต์แวร์ การกำหนดช่วงความถี่สามารถทำได้ตามต้องการ เนื่องจากอาศัยสมการคณิตศาสตร์เท่านั้น การหนดค่าความถี่ต่างๆ จึงทำได้ง่ายกว่า

ความแตกต่างอีกประการระหว่างชุดทดลองซอฟต์แวร์กับฮาร์ดแวร์คือปัญหาเรื่องการการเข้าจังหวะในการทดลองเรื่องทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง เมื่อพิจารณาในเชิงเวลา การสุ่มตัวอย่างสัญญาณและการแสดงสัญญาณผลลัพธ์ ชุดทดลองฮาร์ดแวร์มีความได้เปรียบมากกว่าคือสามารถออกแบบให้ผู้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนค่าความถี่ที่ใช้สุ่มตัวอย่างสัญญาณได้อย่างต่อเนื่องทั้งนี้เนื่องจากใช้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ในการกำเนิดสัญญาณและการสุ่มตัวอย่างสัญญาณขึ้นมาจริงๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่สำหรับชุดทดลองซอฟต์แวร์แล้ว การจำลองการสุ่มตัวอย่างสัญญาณจะเกิดปัญหาการเข้าจังหวะสัญญาณเนื่องจากการทำงานของคอมพิวเตอร์มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลของสัญญาณจึงเป็นลักษณะไม่ต่อเนื่องตามไปด้วย ดังนั้นจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะสร้างสัญญาณอนาล็อกขึ้นบนคอมพิวเตอร์ อาจทำได้เพียงจำลองสัญญาณให้ใกล้เคียงกับสัญญาณอนาล็อกจริงๆมากที่สุดเท่าที่ทำได้ซึ่งก็คือการใช้อัตราการสุ่มที่สูงมากในการจำลองสัญญาณอนาล็อก สำหรับขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างของชุดทดลองซอฟต์แวร์ พบว่าจำเป็นต้องใช้เทคนิคที่ยุ่งยากการออกแบบความถี่ที่ใช้สุ่มตัวอย่างสัญญาณไม่สามารถออกแบบให้มีความต่อเนื่องเหมือนชุดทดลองฮาร์ดแวร์ได้เนื่องจากสัญญาณที่ถูกสุ่มไม่ใช่สัญญาณอนาล็อกที่แท้จริง เป็นเพียงสัญญาณอนาล็อกเทียมที่ถูกสุ่มตัวอย่างมาด้วยความถี่สูงมากๆเมื่อเทียบกับความถี่ที่ใช้สุ่มตัวอย่างในการทดลอง ซึ่งจะต้องมีความถี่เข้าจังหวะกัน ทำให้การออกแบบความถี่ที่ใช้สุ่มตัวอย่างทำได้เป็นขั้นๆ เท่านั้น ถ้าต้องการลดความกว้างระหว่างขั้นความถี่ที่ใช้สุ่มสามารถทำได้โดยกำเนิดสัญญาณอนาล็อกเทียมด้วยอัตราการสุ่มที่มีค่าสูงมากๆ ซึ่งจะทำให้มีจำนวนข้อมูลมากๆ ส่งผลให้การจำลองสถานการณ์และการคำนวณผลทางคอมพิวเตอร์เกิดเวลาหน่วงขึ้นมากตาม

สำหรับชุดทดลองด้านระบบสื่อสารแบบดิจิตอลที่พัฒนาขึ้น ในการทดลองทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง มีการกำเนิดสัญญาณอนาล็อกเทียมโดยจำกัดความยาวไว้ที่ 5 มิลลิวินาที และใช้ความถี่ในการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 180 kHz. ซึ่งต้องใช้ข้อมูลจำนวน 900 ค่า ในการออกแบบความถี่ที่ใช้สุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ความถี่ที่ใช้สุ่มเข้าจังหวะกับสัญญาณอนาล็อกเทียม ได้ออกแบบให้สุ่มสัญญาณอนาล็อกเทียมมา 1 ค่าจากทุกๆ 9 ถึง 18 ค่า ซึ่งเท่ากับเป็นการออกแบบความถี่ที่ใช้สุ่มให้มีค่าเป็น 20, 18, 16.364, 15, 13.846, 12.857, 12, 11.25, 10.588 และ 10 kHz. ตามลำดับ สำหรับเวลาหน่วงที่เกิดขึ้น ได้ทำการทดลองใช้อัตราการสุ่มตัวอย่างสัญญาณอนาล็อกเทียมมีคาเป็น 180, 1800 และ 3600 kHz. โดยรันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ DX2-66 MHz. หน่วยความจำ 8 kBytes พบว่าใช้เวลาในการคำนวณผลลัพธ์ประมาณ 0.747, 3.314 และ 17.032 วินาที ตามลำดับ