เครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติ
An Automated Line Scale Calibration Machine

พีระวัฒน์ สมนึก
วันชัย ชินชูศักดิ์

ปัจจุบันเครื่องมือวัดทางด้านความยาวและมิติโดยเฉพาะเครื่องมือประเภทที่เป็นขีดสเกลมีใช้อยู่ทั่วไป เครื่องมือเหล่านี้ต้องได้รับการสอบเทียบมาตรฐานตามกำหนดเวลา ห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องมือวัดได้ให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัดประเภทนี้เป็นจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละปีการให้บริการกับภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศไทยยังไม่พอเพียงทำให้เกิดปัญหาความล่าช้า ห้องปฏิบัติการสอบเทียบจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ ให้มีความพร้อมและทันสมัยอยู่เสมอ การนำระบบการวัดแบบอัตโนมัติมาใช้กับงานสอบเทียบเครื่องมือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพงานสอบเทียบเครื่องมือ ซึ่งสามารถทำให้การบริการรวดเร็วยิ่งขึ้น ทำงานได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลานาน และลดความไม่แน่นอนของการสอบเทียบที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดของคน (human error)

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดความยาวประเภทขีดสเกลได้อย่างอัตโนมัติ การสอบเทียบเครื่องมือวัดประเภทนี้จะใช้ลิเนียร์สเกล (linear scale) เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบ โดยใช้กล้องวีดิโอขยายส่องดูและบันทึก ขีดสเกล ลิเนียร์สเกลมีความละเอียดของการวัด 0.001 มิลลิเมตร ในขณะที่ความละเอียดของเครื่องมือวัดความยาวแบบขีดสเกลโดยทั่วไปอยู่ในระดับ 0.01 มิลลิเมตร ระบบอัตโนมัติจะมีหน้าที่ตรวจดูตำแหน่งขีดสเกล เลื่อนตำแหน่งกล้องขยายให้ตรงกับขีดสเกล บันทึกค่าที่อ่านได้จากลิเนียร์สเกลและประมวลผลการสอบเทียบ โดยเปรียบเทียบระยะที่อ่านได้จากการอ่านขีดสเกลและระยะที่อ่านจากลิเนียร์สเกล การตรวจดูขีดสเกลจะใช้กล้องวีดิโอที่มีกำลังขยายไม่ต่ำกว่า 10 เท่า บันทึกภาพขีดสเกลของเครื่องมือที่ทำการสอบเทียบเป็นข้อมูลดิจิตอล ในการออกแบบและสร้างเครื่องสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติได้ใช้เงินสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งชาติ

หลักการสอบเทียบระยะสเกล

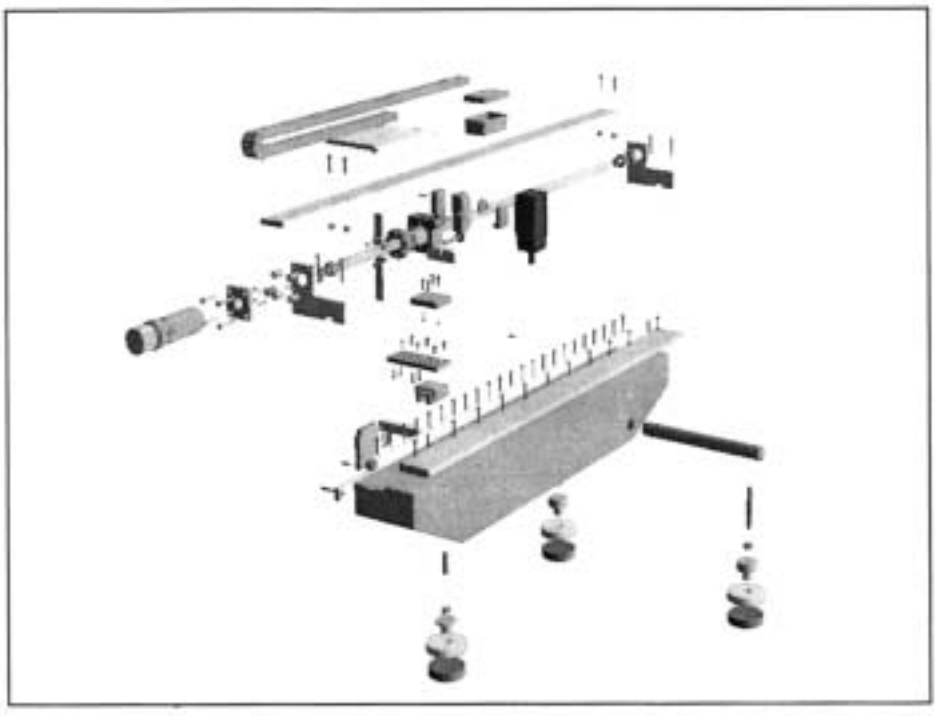
หลักการเครื่องสอบเทียบระยะสเกลใช้หลักการเปรียบเทียบระยะสเกลที่ต้องการสอบเทียบกับสเกลมาตรฐาน การสอบเทียบระยะสเกลโดยทั่วไปมี 2 แบบด้วยกัน ดังนี้

1. การวัดแบบสัมบูรณ์ (absolute measurement) เป็นวิธีการวัดระยะขีดสเกลด้วยการใช้หลักการแทรกสอดทางแสงของแสงเลเซอร์ประกอบกับตัวตรวจจับทางแสงชุดโฟโต้ดีเท็คเตอร์ที่เป็นตัวบอกตำแหน่งขีดสเกล การวัดขีดสเกลแบบสัมบูรณ์นี้เป็นวิธีการวัดด้วยเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ ลำแสงฮีเลียม-นีออนเลเซอร์ที่ความยาวคลื่น 633 นาโนเมตร ใช้การนับแถบมืดสว่างหรือฟริงจ์(fringe) ที่เกิดจากการแทรกสอดทางแสงและตรวจจับขีดสเกลด้วยชุดโฟโต้ดีเท็คเตอร์ มีความแม่นยำถึง $\pm$ 0.2 ไมโครเมตร

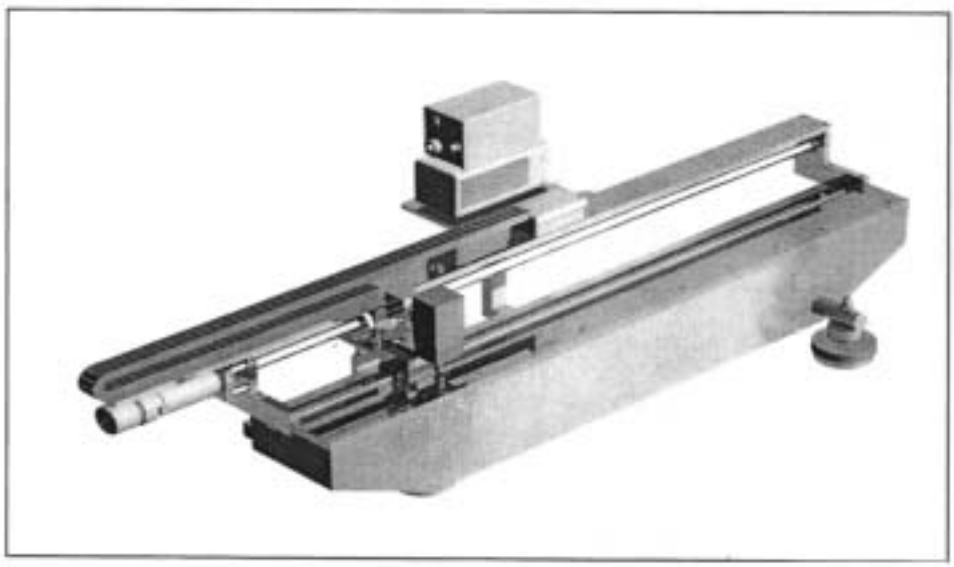
2. การวัดแบบเปรียบเทียบ (comparison measurement) เป็นวิธีการวัดระยะขีดสเกลด้วยการเปรียบเทียบขีดสเกลของสเกลมาตรฐานกับขีดสเกลของสเกลที่ต้องการจะวัด การวัดขีดสเกลด้วยวิธีแบบเปรียบเทียบใช้หลักการวัดความสัมพันธ์ทั้งสองระหว่างขีดสเกลมาตรฐานกับขีดสเกลที่ต้องการจะวัด ด้วยการยึดจับกล้องไมโครสโคปบนแท่นและเปรียบเทียบกันจุดต่อจุดเพื่อหาค่าผลต่างของความผิดพลาด

การออกแบบ และสร้างเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งเพื่อเป็นการประหยัดเวลา ต้นทุนการสร้าง และยังให้ความแม่นยำเที่ยงตรงอีกด้วย ลำดับขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติมี 4 ขั้นตอนคือ เขียนแบบออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 1 และ 2) หล่อแท่นเครื่อง การขัดแต่งผิว และเจาะแท่นเครื่อง และประกอบติดตั้งอุปกรณ์



รูปที่ 1 เครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติออกแบบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2 แบบชิ้นส่วนประกอบเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติ

การสอบเทียบเครื่องมือสอบเทียบสเกลอัตโนมัติด้วยชุดเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์

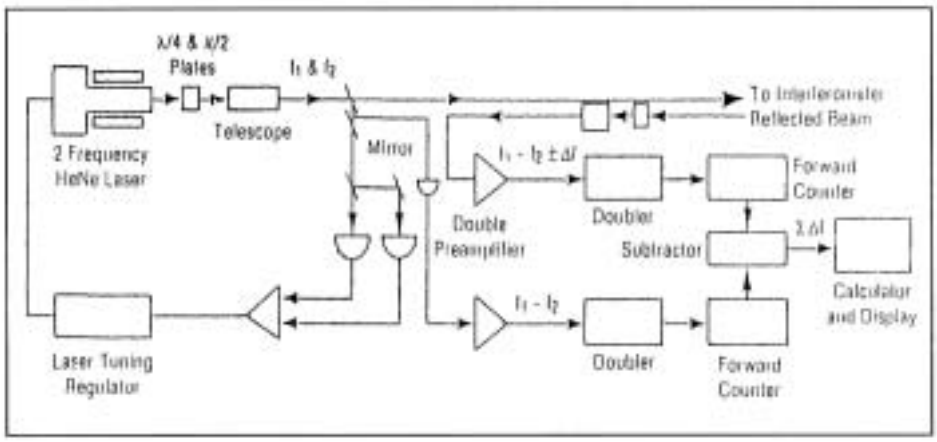
หลักการสอบเทียบเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัตินี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบมาตรฐานกับชุดเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Laser interferometer) ซึ่งมีความแม่นยำถึง 0.5 x 10^{-8} ซึ่งเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัตินี้ใช้ลิเนียร์สเกล (linear scale) เป็นอุปกรณ์สำคัญในการบอกค่าความถูกต้องให้กับสเกลต่างๆ ดังนั้นการสอบเทียบชุดลิเนียร์สเกลซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.001 มม. และมีความแม่นยำสูง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูงอย่างเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ ดังแผนผังการทำงานในรูปที่ 4 ขั้นตอนการสอบเทียบแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

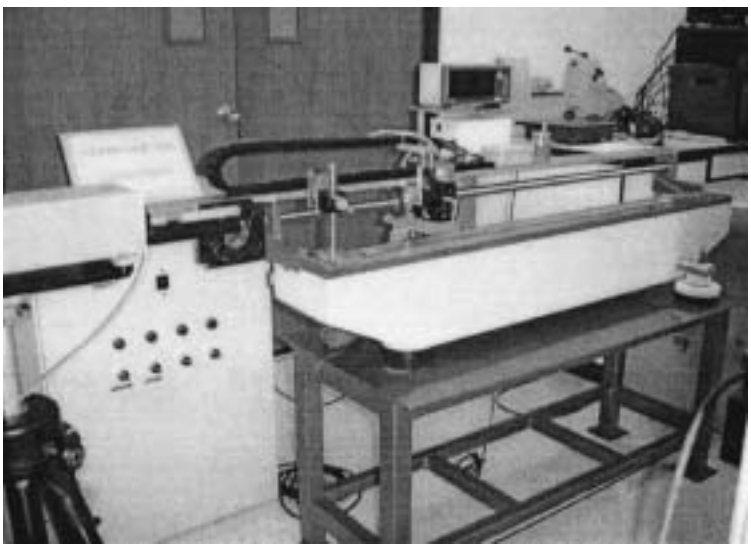
1. เตรียมอุปกรณ์ชุดวัดระยะของเครื่องเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Excel 1100A)

2. ติดตั้งอุปกรณ์รีโตรรีเฟ็คเตอร์ (Retroreflector) บนแท่นเครื่องมือสอบเทียบสเกลอัตโนมัติ

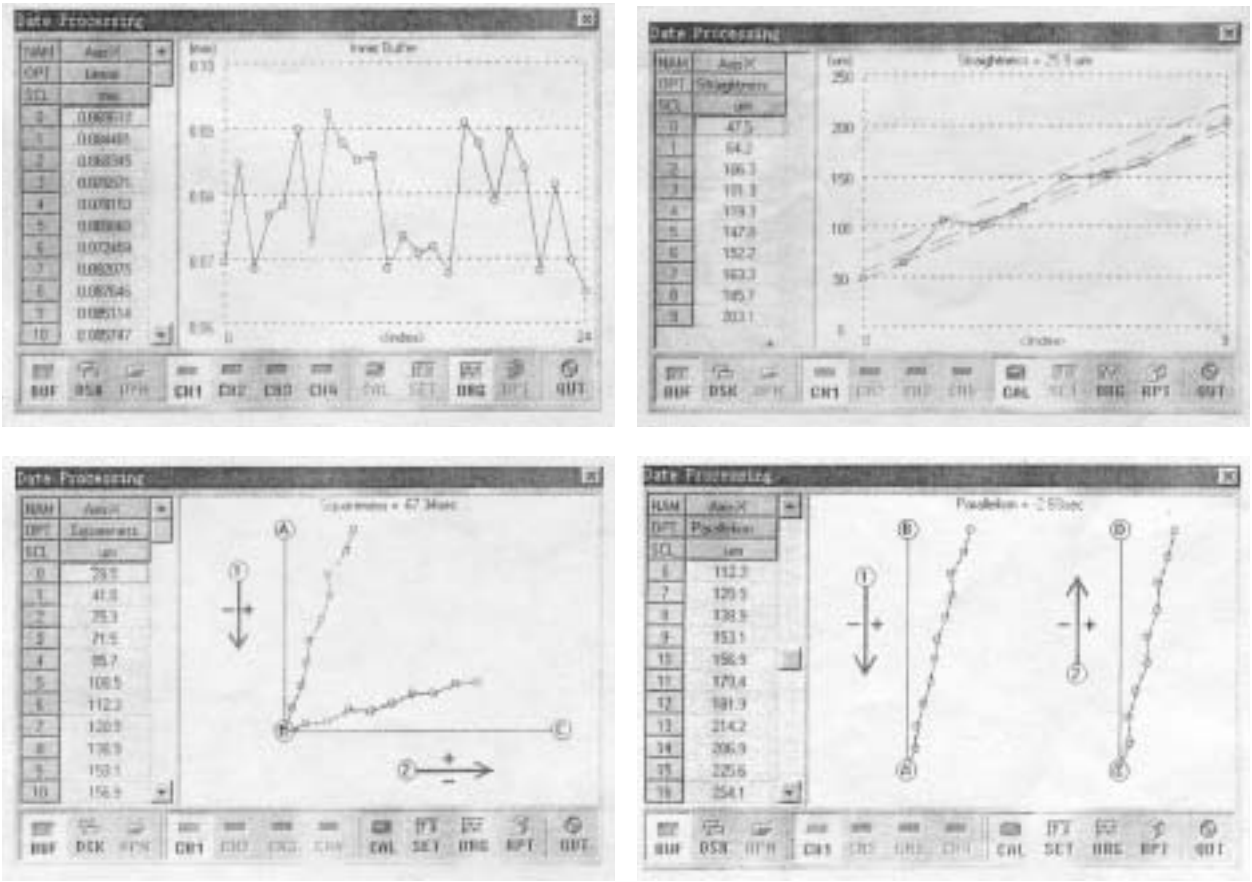
3. ปรับตั้งรีโตรรีเฟ็คเตอร์ของเครื่องเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องมือสอบเทียบสเกลอัตโนมัติให้อยู่ในแนวเดียวกัน

4. เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติตำแหน่งต่างๆ กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องเลเซอร์อินเตอร์เฟอโร-มิเตอร์





รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของเครื่องเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์และการสอบเทียบ



รูปที่ 4 ผลการสอบเทียบเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติเครื่องเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์

จากผลของการสอบเทียบเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติ (รูปที่ 4) ในการสอบเทียบความถูกต้องระยะสเกลดีกว่า $\pm$ 0.005 มิลลิเมตร ความตรงของแท่นเท่ากับ 25.9 ไมโครเมตร ความฉากของกล้องกับแท่น 67.34 ฟิลิปดา และความขนานระหว่างกล้องกับแท่น -2.69 ฟิลิปดา ของเครื่องมือทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัตินี้ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ในขณะนี้การพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ตามที่เราต้องการนั้นยังทำงานได้ไม่ดีนัก เนื่องจากระยะเวลาในการพัฒนาโปรแกรมยังไม่เพียงพอ อีกทั้งขาดเครื่องมือและอุปกรณ์เทคโนโลยีทางด้านการวิเคราะห์ภาพ (image processing) เก็บภาพข้อมูล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการให้เครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัตินี้เป็นเครื่องต้นแบบอย่างแท้จริง หวังเป็นอย่างยิ่งที่จะมุ่งมั่นพัฒนาเครื่องสอบเทียบระยะสเกลนี้ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป