

การออกแบบชุดทดลองทางวิศวกรรมควบคุมด้วยหลักการเครื่องมือวัดเสมือน

The Design of Control Engineering Laboratory Using Virtual Instrumentations

สมหวัง อริสริยวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก 26120

โทร 037-322609 โทรสาร 037-322609 อีเมลล์ somwang@swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้หลักการเครื่องมือวัดเสมือน (Virtual Instrumentation) ในการออกแบบชุดทดลองทางวิศวกรรมควบคุม โดยในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของกระบวนการจะเป็นการควบคุมตำแหน่งของลูกบิงปองภายในท่อแนวดิ่งด้วยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่สร้างมาจากพัดลมที่อยู่ด้านล่างของท่อผ่านทางวาล์วควบคุมที่มีมอเตอร์เป็นตัวขับ ส่วนเครื่องมือวัดเสมือนนั้นจะถูกนำมาใช้ในการวัดระยะทางของลูกบิงปองและส่งสัญญาณควบคุมไปควบคุมอัตราการไหลของอากาศ โดยผ่านทางการ์ดดักข้อมูล (Data Acquisition Card) ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆที่สำคัญสามารถสังเกตได้แบบเวลาจริง ในส่วนโปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้งานได้ออกแบบโดยใช้โปรแกรม LabVIEW จากผลการทดลองพบว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

This paper describes the design of control engineering laboratory using virtual instrumentations for reinforcement of control engineering education. The control objective for the experiment is to regulate the flow rate from a fan blowing air into a tube by control the position of a motor's valve so as to keep a Ping-Pang ball suspended at some predetermined position in the tube. The virtual instrumentation is used to measure the distance of the ball and controlling a motor's valve while data acquisition card and PC is used for generate and acquire the input-output signals from the plant. The values of any parameter in the plant can be observed in real-time and the GUI is designed by LabVIEW. From the experiments the control engineering apparatus can be applied for enhancing control engineering education effectively.

1. คำนำ

ในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์จะประกอบไปด้วยสองส่วนคือภาคทฤษฎี และ ภาคปฏิบัติ ที่ต้องมีทั้งสองส่วนก็เนื่องจากว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์แนวคิดทางทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิศวกรรมควบคุมซึ่งจะต้องใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงเป็นหลักในการเรียนการสอน ดังนั้นการศึกษาในภาคปฏิบัติจึงมีความสำคัญอย่างมาก [1][2] โดยทั่วไปในส่วนของภาคปฏิบัติชุดทดลองและเครื่องมือวัดทั้งหมดจะเป็นฮาร์ดแวร์ [3][4] ทำให้เวลาทดลองแต่ละครั้งจะต้องเตรียมเครื่องมือวัดต่างๆมากมายและไม่สามารถเปลี่ยนรูปแบบของตัวควบคุม หรือ รูปแบบของการทดลองได้ เป็นผลให้การทดลองไม่ยืดหยุ่น เพื่อลดปัญหาทางด้านอุปกรณ์ที่เป็นฮาร์ดแวร์จึงได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องมือวัดเสมือน (Virtual Instruments) ขึ้น โดยหลักการของเครื่องมือวัดเสมือนนั้นจะใช้คอมพิวเตอร์มาทำหน้าที่แทนตัวควบคุม และ เครื่องมือวัด ที่เป็นฮาร์ดแวร์ทั้งหมด โดยจะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีลักษณะเป็นเหมือนตัวควบคุม และ เครื่องมือวัด ที่เป็นฮาร์ดแวร์ ดังงานวิจัยของ Haasz, V. และ Platil, A. [5] ที่ใช้แนวคิดเครื่องมือวัดเสมือนในการลดค่าใช้จ่ายและลดเวลาในการวัดค่าตัวแปรต่างๆในงานไฟฟ้ากำลัง ซึ่งจากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการวัดค่าตัวแปรทางไฟฟ้าต่างๆมีต้นทุนที่ต่ำลงและยังช่วยประหยัดเวลาในการทดลองต่างๆได้อย่างมาก จากนั้นก็เริ่มมีการนำแนวความคิดของเครื่องมือวัดเสมือนมาประยุกต์ใช้ในการทำเป็นชุดทดลองต่างๆดังเช่นงานวิจัยของ Trumbower, R.D. และ Enderle, J.D. [6] ซึ่งได้นำแนวคิดเครื่องมือวัดเสมือน มาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ทดลองทางด้านวิศวกรรมชีวการแพทย์ และได้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดเรื่องเครื่องมือวัดเสมือนมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาชุดทดลองต่างๆอีกมากมายดังเช่นงานวิจัยของ Ando, B. [7] ซึ่งได้นำเสนอแนวคิดใหม่เกี่ยวกับทิศทางการพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยใช้แนวคิดเครื่องมือวัดเสมือน หรือนงานวิจัยของ Stegawski, M.A. และ Schaumann, R. [8] ซึ่งได้นำเสนอการใช้ แนวคิดเครื่องมือวัดเสมือนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแล้วนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป จากงานวิจัยดังกล่าวจะพบว่าถ้านำหลักการของเครื่องมือวัดเสมือนมาใช้พัฒนาการ

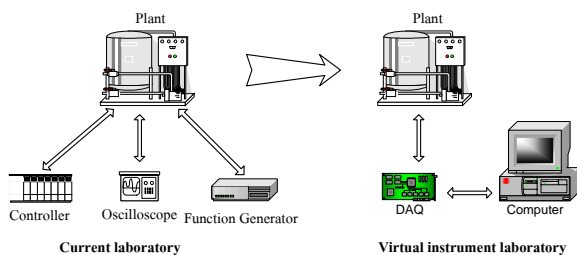
เรียนการสอนทางวิศวกรรมควบคุมจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. เครื่องมือวัดเสมือน (Virtual Instrumentations)

หลักการของเครื่องมือวัดเสมือน (Virtual Instrumentations) นั้นจะใช้คอมพิวเตอร์มาทำหน้าที่แทนตัวควบคุม และ เครื่องมือวัด ที่เป็นฮาร์ดแวร์ทั้งหมด โดยจะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีลักษณะเป็นเหมือนตัวควบคุม และ เครื่องมือวัด ที่เป็นฮาร์ดแวร์ ส่วนสัญญาณของตัวแปรต่างๆที่เข้าและออกจากกระบวนการจะกระทำผ่านทางการ์ดดักข้อมูล (Data Acquisition Card) ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงเนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบตัวควบคุม การเก็บข้อมูล และการแสดงผลได้อย่างหลากหลาย เพราะเป็นซอฟต์แวร์ การบันทึกผลสามารถทำได้บนคอมพิวเตอร์ หลักการของเครื่องมือวัดเสมือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ส่วนการประยุกต์ใช้หลักการของเครื่องมือวัดเสมือนในการออกแบบชุดทดลองทางวิศวกรรมควบคุมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 หลักการของเครื่องมือวัดเสมือน



รูปที่ 2 การประยุกต์ใช้หลักการของเครื่องมือวัดเสมือนในการออกแบบชุดทดลองทางวิศวกรรมควบคุม

3. การออกแบบชุดทดลอง

การออกแบบชุดทดลองในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของกระบวนการจะเป็นการควบคุมตำแหน่งของลูกบึงภายในท่อแหว่งด้วยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่สร้างมาจากพัดลมที่อยู่ด้านล่างของท่อผ่านทางวาล์วควบคุมที่มีมอเตอร์เป็นตัวขับ ส่วนการวัดระยะทางของลูกบึงจะใช้เซนเซอร์วัดระยะทางแบบใช้แสง รายละเอียดของอุปกรณ์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

3.1 ท่อพลาสติกใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ใช้สำหรับกำหนดทิศทางการไหลของลูกบึงลอยตัวขึ้นลง

รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 1 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22

3.2 พัดลม ติดตั้งอยู่ที่ด้านล่างทำหน้าที่สร้างกระแสลมเพื่อยกลูกบึงลอยขึ้นดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลักษณะของพัดลมที่ใช้

3.3 เซนเซอร์วัดระยะทางแบบใช้แสง ทำหน้าที่วัดระยะทางของลูกบึงขณะเคลื่อนที่ขึ้นลง โดยให้เอาท์พุทออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า ลักษณะของเซนเซอร์วัดระยะทางแบบใช้แสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



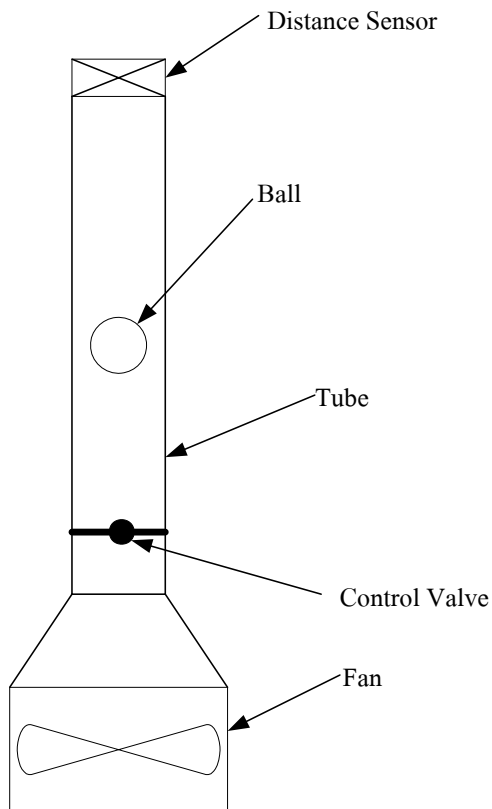
รูปที่ 4 อุปกรณ์วัดระยะทางแบบใช้แสง

3.4 RC Servo Motor ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดวาล์วเพื่อให้อากาศไหลเข้าสู่ท่อตามปริมาณที่กำหนด โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมตำแหน่งของ RC Servo Motor จะมีลักษณะเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบ PWM ลักษณะของ RC Servo Motor สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5



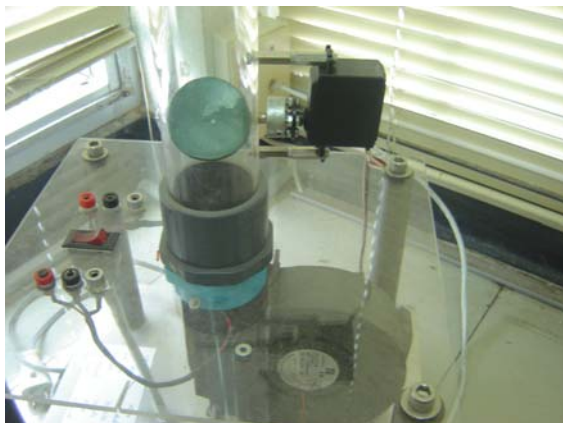
รูปที่ 5 RC Servo Motor

ไดอะแกรมของชุดทดลองทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ไดอะแกรมของชุดทดลองที่ได้ออกแบบ

ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศผ่านท่อนั้นจะใช้วาล์วซึ่งต่อกับ RC Servo Motor เป็นตัวควบคุมดังแสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การติดตั้ง RC Servo Motor กับ วาล์วควบคุมอัตราการไหล

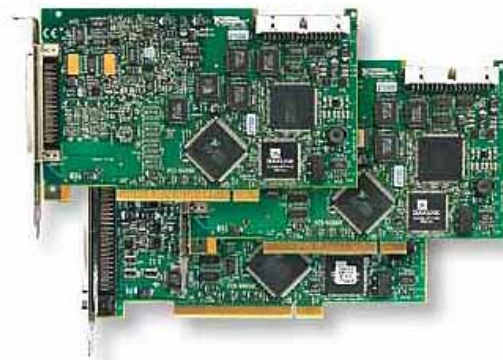
รูปของชุดทดลองทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8



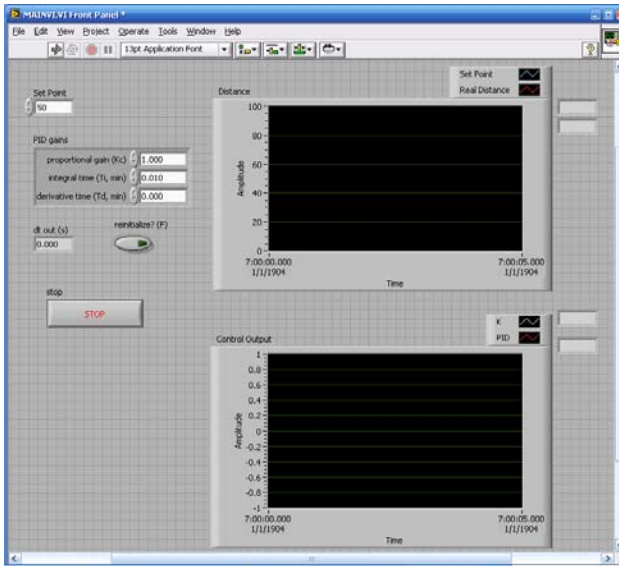
รูปที่ 8 ชุดทดลองสร้างขึ้น

4. การออกแบบในส่วนเครื่องมือวัดเสมือน

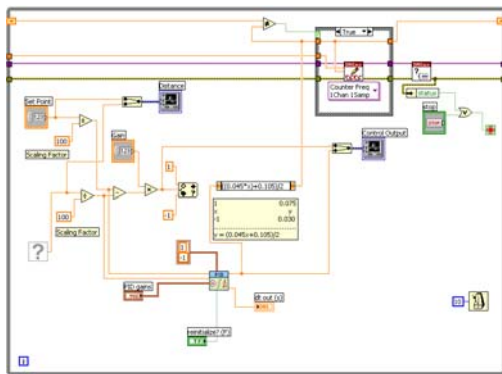
ในส่วนของเครื่องมือวัดเสมือนจะทำหน้าที่วัดระยะทางการเคลื่อนที่ของลูกบอลลอยและส่งสัญญาณควบคุมไปยัง RC Servo Motor เพื่อควบคุมการปิดเปิดของวาล์ว การรับส่งสัญญาณจากชุดทดลองมายังคอมพิวเตอร์จะกระทำผ่านทางการ์ดดักแอกควิซิชัน (Data Acquisition Card) ของบริษัทเทคนิคนันแนล อินสตรูमेंทส์ จำกัด รุ่น PCI-6024E และใช้โปรแกรม LabVIEW ในเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน รูปที่ 9 แสดงการดักดักแอกควิซิชันที่ใช้ รูปที่ 10 แสดงโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ รูปที่ 11 แสดงถึงตัวอย่างซอสโค้ดของโปรแกรม



รูปที่ 9 การ์ดดักดักแอกควิซิชันรุ่น PCI-6024E



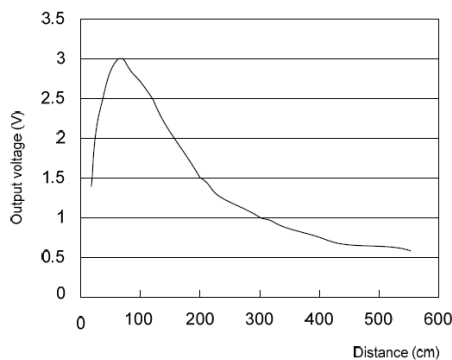
รูปที่ 10 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้กับชุดทดลอง



รูปที่ 11 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ของโปรแกรม

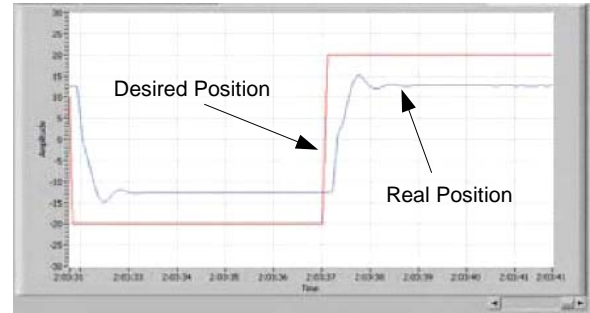
5. ผลการทดลอง

ในการทดลองได้ทำการทดลองเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดระยะทางโดยใช้แสง และ ทดลองควบคุมตำแหน่งของลูกปิงปองโดยใช้ตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี ซึ่งผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13 ตามลำดับ



รูปที่ 12 ผลการเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดระยะทางโดยใช้แสง

รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 1 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22



รูปที่ 13 ตัวอย่างผลการทดลองโดยใช้ตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี

ในการปรับค่าเกนตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี นั้นจะใช้วิธีการลองผิดลองถูก [9][10] โดยเริ่มจากการปรับค่าเกน K_p จากนั้นสังเกตผลการตอบสนองแล้วจึงปรับค่าเกน K_i และ K_d ตามลำดับ จนกระทั่งได้ผลการตอบสนองตามต้องการ จากรูปที่ 12 จะพบว่าเซนเซอร์วัดระยะทางแบบใช้แสง จะใช้งานได้ในช่วงระยะทาง 100 – 500 เซนติเมตรเท่านั้นเนื่องจากเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนส่วนช่วงอื่นเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ส่วนรูปที่ 13 นั้นจะพบว่าระบบมีค่าความผิดพลาดพอสมควรทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าเกนตัวควบคุมที่ใช้ยังไม่เหมาะสมและกระบวนการมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นค่อนข้างสูง

6. สรุป

จากผลการทดลองและการสอบถามจากนิสิตที่ได้ทดลองใช้ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นพบว่าสามารถทำให้นิสิตเข้าใจถึงหลักการของการออกแบบตัวควบคุมได้ดีขึ้นและช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เรียนไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ทดลองได้ทราบถึงเทคโนโลยีเครื่องมือวัดเสมือน หรือ การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ควบคุมกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อชุดทดลองจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์) ประจำปี 2550

เอกสารอ้างอิง

1. Wellsted P.E., "Teaching control with laboratory scale models", IEEE Transactions on Education, vol.33, no.3, pp.286, 1990.
2. Grega W. and Doughty D., "Open architecture environment for control engineering education", Computer in Education, Chapman & Hall, London, pp.517-530, 1995.
3. Peter Horacek, "Laboratory experiments for control theory courses: a survey", Annual Reviews in control, Pergamon, vol.24, pp.151-162, 2000.

4. V. Jovan and J. Petrovic, "Process Laboratory – A necessary resource in control engineering education", Computer Chem. Engng, vol.20, pp.S1335-S1340, 1996.
5. Haasz, V. and Platil, A., "Virtual Instrument - no Virtual Reality but Real PC Based Measuring System" , Proc. The Third Workshop 2005 IEEE Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, pp. 261 – 266, 2005.
6. Trumbower, R.D. and Enderle, J.D., "Virtual instruments in undergraduate biomedical engineering laboratories", Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol.22, pp.101-110, 2003.
7. Ando, B., "A new direction or class assistance during laboratory sessions", Instrumentation & Measurement Magazine, Vol.6, pp.58-62, 2003.
8. Stegawski, M.A. and Schaumann, R., "A new virtual-instrumentation-based experimenting environment for undergraduate laboratories with application in research and manufacturing", IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, Vol.47, pp.1503-1506, 1998.
9. สมหวัง อริสริยวงศ์, "เรียนรู้และเข้าใจตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี (1)", Mechanical Technology Magazine, บริษัท ซีอีดียูเคชั่น จำกัด (มหาชน), vol.4, no.46, มิถุนายน 2548
10. สมหวัง อริสริยวงศ์, "เรียนรู้และเข้าใจตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี (จบ)", Mechanical Technology Magazine, บริษัท ซีอีดียูเคชั่น จำกัด (มหาชน), vol.4, no.47, กรกฎาคม 2548