

การพัฒนาสภาวะการทำงานบนเครือข่ายสำหรับระบบปฏิบัติการระยะไกลบน อินเทอร์เน็ตเพื่อระบบการผลิต

DEVELOPMENT OF NETWORK ENVIRONMENT FOR INTERNET-BASED TELEOPERATION FOR MANUFACTURING SYSTEMS

รศ.ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ ธิติพล ศรีทราพร

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: fmevsv@eng.chula.ac.th, thitis@eng.chula.ac.th

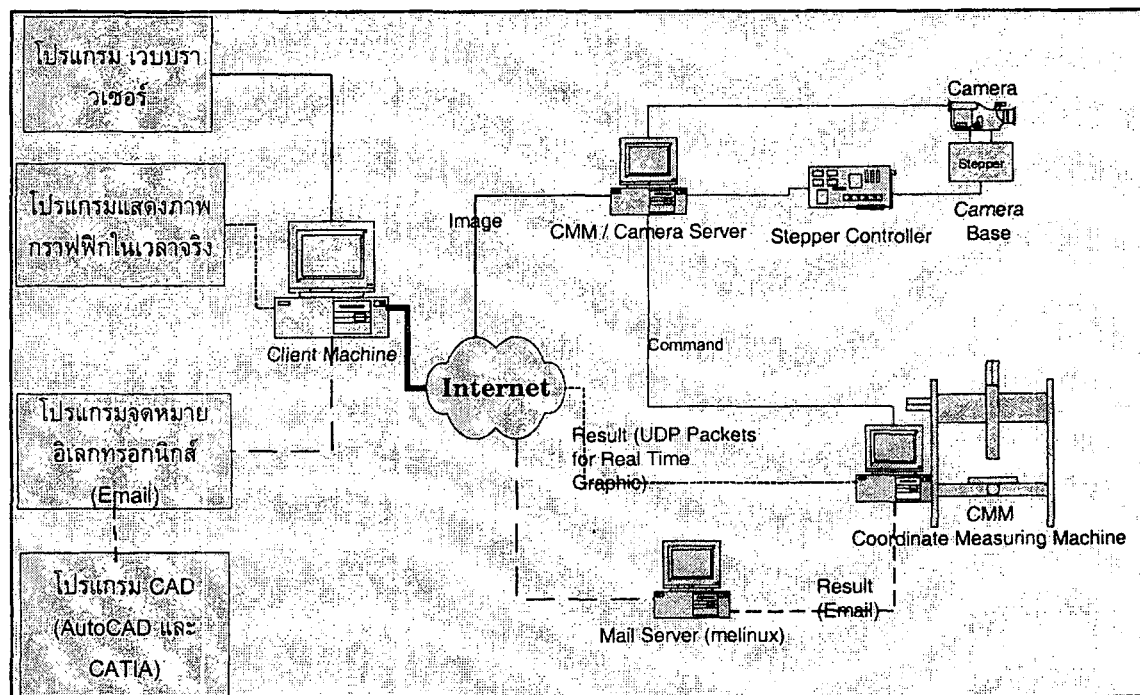
บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาสภาวะแวดล้อมทางเครือข่าย ซึ่งหมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆที่ประกอบกันเข้าทำให้เครื่องจักรเดิมสามารถใช้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องวัดพิกัด 3 มิติเป็นกรณีศึกษา การวิจัยเริ่มจากการทดลองสร้างระบบกล้องสำหรับอินเทอร์เน็ตเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ก่อนที่จะทำการศึกษาและสร้างระบบที่ใช้กับเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ จากการศึกษาการทำงานของเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ โดยผู้วิจัยได้สร้างระบบสั่งการด้วยเว็บ ระบบส่งผลการวัดด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และระบบแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์กราฟฟิคในเวลาจริง การทดลองระบบแสดงให้เห็นว่าสภาวะแวดล้อมทางเครือข่ายที่ได้สร้างขึ้นให้กับเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ สามารถทำให้ผู้ใช้ใช้เครื่องวัดพิกัด 3 มิติผ่านอินเทอร์เน็ตได้เป็นผลสำเร็จ

Abstract

The research investigates the internet network environment and develop the

infrastructure that suitable of internet tele-operation of machine-tool. The development includes the computer hardware and software system that enable the traditional machine to be remotely operated through the Internet. In the research, an automatic laser scan coordinate measuring machine was used as the case study. The infrastructure consists of a Web-based supervisory control system, electronic mail system, the real-time 3D computer graphic display. TCP and UDP protocol are the main protocols used for developing the connection between the machine and the end user through client-server concept. The user can display the real-time 3D graphic of the scanning results and will receive an e-mail with the attached result file automatically after finishing the scanning process. The experimental results show that the network environment enables the remote-operator to operate the machine successfully through the Internet.



รูปที่ 1 ผังแสดงส่วนย่อยต่างๆทั้งหมด ในระบบปฏิบัติการระยะไกลบนอินเทอร์เน็ต

บทนำ

การปฏิบัติการระยะไกลนั้นมีประโยชน์ในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวัดและการควบคุม ในที่ที่ห่างไกลหรือในที่ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ นักวิจัยหลายคนจากหลายประเทศสามารถเฝ้าดูและเก็บผลการทดลองราคาแพงได้โดยไม่ต้องลงมือเอง ในบริษัทที่มีโรงงานอยู่ทั่วประเทศหรือทั่วโลกนั้น ผู้เชี่ยวชาญจากโรงงานหนึ่งจะสามารถเข้าไปศึกษาปัญหาและแก้ปัญหาที่โรงงานอีกแห่งได้โดยไม่ต้องเดินทาง

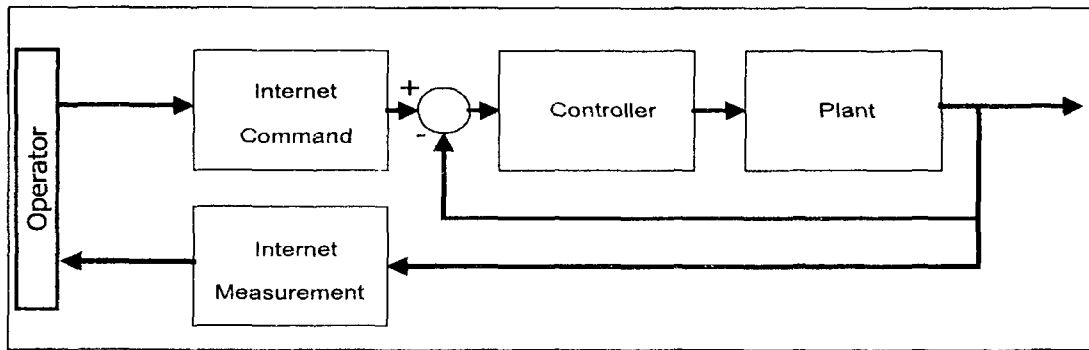
ในอดีตระบบปฏิบัติการระยะไกลต้องใช้การสื่อสารข้อมูลที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ แต่ในปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นระบบสื่อสารข้อมูลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะมีต้นทุนต่ำกว่าการสื่อสารด้วยวิธีอื่นและใช้งานได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ ผู้ศึกษาจึงได้เริ่มการศึกษา และ ทดลองระบบปฏิบัติการระยะไกลสำหรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ศึกษามุ่งที่จะศึกษาถึงปัจจัยพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาระบบวัดคุมและควบคุมทั่วไปให้ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตได้

ในงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาใช้โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์และโปรแกรมส่งข้อมูลในเวลาจริงทำงานบนระบบวินโดวส์ 98 ส่วนโปรแกรมเมลเซิร์ฟเวอร์นั้นทำงานบนระบบลินุกซ์

ปัญหาของอินเทอร์เน็ตที่มีต่อระบบควบคุม

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายสาธารณะที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมากทำให้อินเทอร์เน็ตมีความล่าช้าในการส่งข้อมูลมากน้อยไม่เท่ากันในแต่ละขณะ นอกจากนั้นก็ยังเกิดการสลับลำดับของข้อมูล การสูญหายของข้อมูล (Packet Lost) ดังนั้นถ้าเราใช้อินเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อระบบควบคุมแบบวงรอบปิด (Closed Loop Control) นั้น จะเกิดปัญหาดังนี้

1. เกิดเวลาหน่วงแปรค่า (Variable Time Delay) เวลาหน่วงแปรค่าที่มีอยู่ในระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั้น ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบ



รูปที่ 2 รูปแบบการควบคุมระดับสูงผ่านอินเทอร์เน็ต

ระบบที่มีเวลาหน่วงแปรค่านั้นมีโอกาสเกิดความไม่เสถียรตามขนาดของเวลาหน่วงในแต่ละขณะ สำหรับอินเทอร์เน็ตนั้น ขนาดของเวลาหน่วง เป็นฟังก์ชันของความเร็วของสายสื่อสารและปริมาณการจราจรในอินเทอร์เน็ต

2. เกิดความบิดเบี้ยวและขาดตอนของการส่งสัญญาณควบคุมเนื่องจากเกิดการสลับลำดับของข้อมูลและการสูญหายของข้อมูล

ปัญหาทั้งสองเป็นเหตุและผลซึ่งกันและกันกล่าวคือ ถ้าต้องการให้เกิดความบิดเบี้ยวและขาดตอนน้อยลงเราอาจจะใช้โปรโตคอลสื่อสารที่มีการแก้ไขข้อผิดพลาดได้ (TCP) ก็จะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ก็มีเวลาหน่วงมากขึ้นเนื่องจากต้องเสียเวลาในการแก้ไขข้อผิดพลาด แต่ถ้าต้องการให้เวลาหน่วงลดลงจึงใช้โปรโตคอลที่เร็วขึ้น (UDP) แต่ข้อมูลอาจส่งไปไม่ถึงผู้รับก็ได้ เช่นนี้ก็จะเกิดความบิดเบี้ยวและขาดตอนของสัญญาณได้

วิธีที่จะแก้ปัญหาที่เกิดจากอินเทอร์เน็ตได้ ก็คือการสร้างระบบควบคุมระดับสูง (Supervisory Control) อยู่บนระบบควบคุมป้อนกลับ อีกชั้นหนึ่งสำหรับระบบควบคุมระดับสูงที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ใช้ระบบสื่อสารต่างๆบนอินเทอร์เน็ตในการถ่ายทอดคำสั่งควบคุม เช่นระบบเว็บ (WWW) และอีเมล (Email) นอกจากนั้นก็ได้สร้างระบบส่งข้อมูลในเวลาจริงเพื่อการแสดงผลการทำงานเป็นกราฟฟิกในทันทีที่เครื่องจักรทำงานระบบ

ระบบกล้องบนอินเทอร์เน็ต

ระบบปฏิบัติการระยะไกลบนอินเทอร์เน็ตนั้นประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

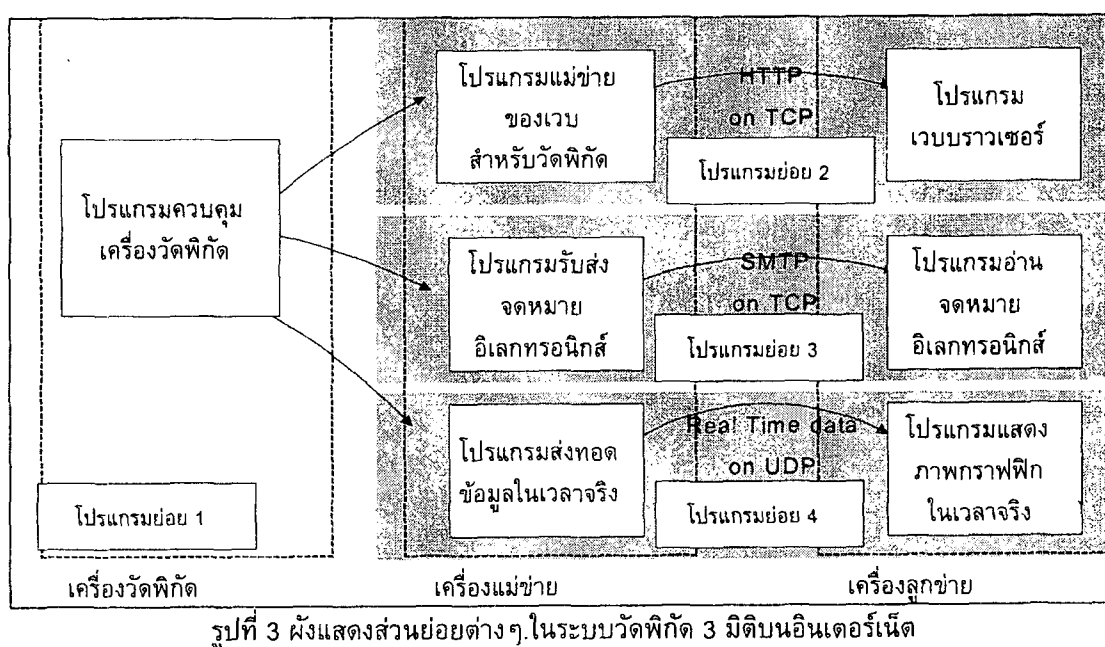
1. เครื่องจักรและเครื่องมือวัด เป็นส่วนที่ทำการปฏิบัติการจริงๆ

2. เครื่องแม่ข่าย เป็นส่วนรองรับการติดต่อสื่อสารจากผู้ใช้ เครื่องแม่ข่ายจะมีการเชื่อมต่อกับเครื่องจักรและเครื่องมือวัดเพื่อสั่งการ

3. เครื่องลูกข่าย เป็นส่วนที่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตใช้ในการติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายเพื่อเข้าใช้เครื่องจักรและเครื่องมือวัด

ระบบกล้องบนอินเทอร์เน็ตเป็นระบบที่ผู้วิจัยได้ทดลองสร้างเพื่อศึกษา ระบบนี้มีสองส่วนคือระบบกล้องดิจิทัล (เครื่องมือวัด) และระบบหมุนกล้อง (เครื่องจักร) ส่วนกล้องดิจิทัลนั้นได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคือโปรแกรม Webcam32 ในการจับภาพจากกล้องดิจิทัล

อีกส่วนหนึ่งคือส่วนรับคำสั่งหมุนกล้องจากผู้ใช้งาน ส่วนนี้ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมเป็นจาวาแอปเพลต (Java Applet) เพื่อรับคำสั่งหมุนกล้องจากผู้ใช้งานโดยผู้ใช้จะกดเมาส์ที่ด้านซ้ายหรือขวาของภาพที่ได้จากกล้อง เมื่อได้รับคำสั่งหมุนกล้องวงจร

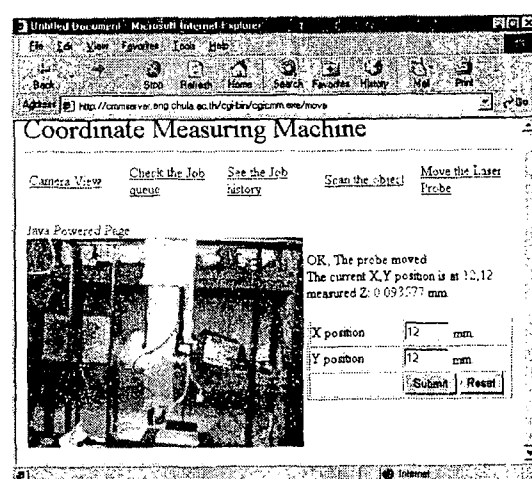


ควบคุมและสเตปมอเตอร์ที่ต่อกับเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการหมุนกลองตามต้องการ และผู้ใช้ก็จะเห็นภาพจากกลองในมุมที่เปลี่ยนไป ระบบกลองนี้เมื่อทดลองสร้างและใช้เป็นการศึกษาแล้วยังนำมาประกอบกับระบบวัดพิกัด 3 มิติเพื่อสังเกตการทำงานของเครื่องได้อีก

ระบบวัดพิกัด 3 มิติ

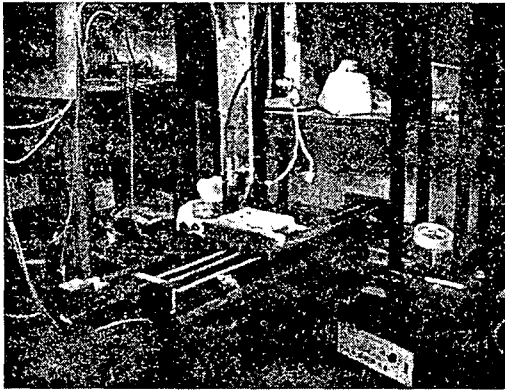
เครื่องวัดพิกัด 3 มิติเครื่องที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องที่สร้างขึ้นเองในงานวิจัยของปัญญา ดิประเสริฐกุล(ปัญญา ดิประเสริฐกุล, 2542) เครื่องวัดพิกัด 3 มิตินั้นทำหน้าที่ของพิกัดตำแหน่งพื้นผิวของวัตถุที่ต้องการวัดในระบบพิกัดฉาก (X,Y,Z) ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมควบคุมเครื่องวัดพิกัดนี้ใหม่โดยมีโปรแกรมย่อยต่างๆดังนี้

1. ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องวัดพิกัด
2. ส่วนรับส่งคำสั่งจากเว็บเซิร์ฟเวอร์
3. ส่วนส่งข้อมูลพิกัดที่วัดได้ในเวลาจริง
4. ส่วนแปลงข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านอีเมล



รูปที่ 4 หน้าจอของโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ขณะใช้งานระบบวัดพิกัด 3 มิติ

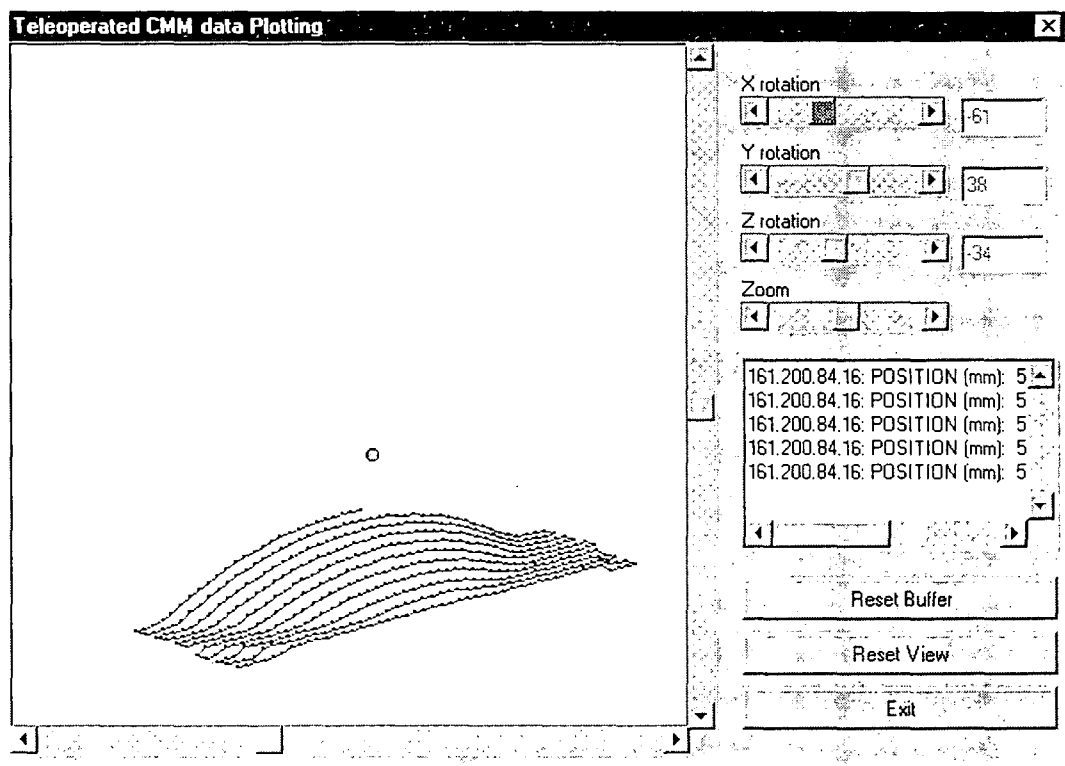
การเชื่อมต่อระบบทั้งหมดแสดงอยู่ในรูปที่ 3 เมื่อผู้ใช้เริ่มสั่งการผ่านเว็บเครื่องวัดพิกัดก็จะเริ่มทำงาน ในขณะที่เครื่องทำงานนั้น ผู้ใช้จะสังเกตการทำงานผ่านระบบกลองที่นำมาประกอบกับระบบวัดพิกัด 3 มิติ หรือจะดูผ่านโปรแกรมแสดงภาพกราฟฟิคในเวลาจริงได้ดังในรูปที่ 7 เมื่อทำงานเสร็จแล้วผู้ใช้จะได้รับอีเมลที่แนบไฟล์ข้อมูลพื้นผิวที่ได้จากการวัด พร้อมทั้งจะนำไปใช้งานในโปรแกรม AutoCAD หรือ CATIA ต่อไป



รูปที่ 5 เครื่องวัดพิกัด 3 มิติ



รูปที่ 6 เครื่องแม่ข่ายทั้งสองเครื่องของระบบ



รูปที่ 7 โปรแกรมแสดงภาพกราฟฟิคในเวลาจริงแสดงจุดบนพื้นผิวที่วัดได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ

สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบปฏิบัติการระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องวัดพิกัด 3 มิติเป็นผลสำเร็จ องค์ประกอบต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้เครื่องวัดพิกัด 3 มิติ สามารถทำงานตามคำสั่งและส่งผลให้กับผู้ใช้ที่อยู่ห่างไกลได้ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

ในทางปฏิบัติ งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทุกเครื่องสามารถนำมาดัดแปลงเพื่อให้ผู้ใช้ควบคุมและส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้(รวมทั้งอินเทอร์เน็ต สำหรับการใช้งานภายในองค์กร) ทำให้การปรับแต่งเครื่อง การเตือนความเสียหายและเก็บข้อมูลจากการวัดเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยใช้ต้นทุนในการสร้างต่ำ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ปัญญา ตีประเสริฐกุล. 2542. อุปกรณ์วัดพิทช์ 3 มิติ สำหรับงานวัดพื้นผิวเรียบง่ายและไม่ซับซ้อนและโปรแกรมเชื่อมโยงกับ CATIA. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิดิพล ศรีทราพร. 2543. การพัฒนาสภาวะการทำงานบนเครือข่ายสำหรับระบบปฏิบัติการระยะไกลบนอินเทอร์เน็ตเพื่อระบบการผลิต. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Fiorini, P. and Oboe, R. 1998. A Design and Control Environment for Internet-Based Telerobotics. The International Journal of Robotics Research Spring 1998, vol.17: 433-449.
- Goldberg K. et al. 1995. Destop teleoperation via the World Wide Web. Proceedings of the 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation, vol. 1: 654-659
- Postel, J. 1980. User Datagram Protocol. RFC 768. USC/Information Sciences Institute: The Internet Engineering Task Force.
- Postel, J. 1981. Transmission Control Protocol. RFC 793. USC/Information Sciences Institute: The Internet Engineering Task Force.
- Sheridan, T.B. 1993. Space Teleoperation Though Time Delay: Review and Prognosis. IEEE Trans. Robotics and Automation vol.9, no.5. : 592-606.
- Steven W.R. 1990. Unix Network Programming. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Surveyor Corp. 1999. WebCam32 Web Site <http://surveyor.com/webcam32>., California, USA.
- Viboon Sangveraphunsiri, Thitipon Satthaporn, 1999. Internet-Based Teleoperation using the WWW. Proceedings of Asian Machine Tool Engineers Forum '99, Bangkok, Thailand.