

บอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกควบคุมโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต BOARD LED DISPLAY DOT MATRIX CONTROLLED BY MICROCONTROLLER WITH INTERNET SYSTEM

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว พูนศรี วรรณการ และ พนา ดุสิตการ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ
เลขที่ 1381 ถนนพหลโยธิน แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800.
e-mail: Supawudn_p_g@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบสร้างบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกถูกจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการนำไปประยุกต์ใช้ในการสื่อสารการประชาสัมพันธ์แบบภายในอาคาร โดยอาศัยการส่งผ่านข้อความที่ต้องการกระจายข้อมูลให้ทั่วถึง โดยการผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต งานวิจัยนี้ถูกสร้างเพื่อให้แอลอีดีแบบดอทเมทริกแสดงผลเป็นข้อความตัวอักษร งานวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ส่วนแรกคือส่วนแสดงผลแอลอีดีแบบดอทเมทริกซึ่งมีขนาด 16 x 192 หลอด ส่วนที่สองคือชุดควบคุมการแสดงผลที่ใช้ ARM7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ส่วนที่สามโปรแกรมส่งข้อมูลที่เขียนด้วยวีซวลเบสิก ส่วนที่สี่โปรแกรมรีโมทเดสก์ท็อปจากเครื่องผู้ใช้ผ่านอินเทอร์เน็ต จากการทดสอบพบว่าเราสามารถที่จะส่งข้อความตัวอักษรผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตได้

คำสำคัญ : ระบบอินเทอร์เน็ต ,ดอทเมทริก

Abstract

This research is Design and construction board led dot matrix was create for study about microcontroller. It apply to use in communication & information indoor type by sending messages from computer on internet network systems. This research has implemented LED dot matrix display for display message characters. The research is composed of 4 major parts: the first part is LED dot matrix display with dimension of 16x192 dots. The second part is the control circuit by using a micro-controller ARM 7, which receives the data form computer, the third part, by using Microsoft Visual Basic., the forth part program remote desktop. From tests and results, we have found that it can display the message characters, which move from Internet System successful.

keyword : Internet System, Dot Matrix

1.บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์กำลังได้รับความนิยมกันอย่างกว้างขวาง จะเห็นได้จากแนวโน้มการนำมาประยุกต์ใช้งานและการพัฒนามีมากขึ้นทุกวันไม่ว่าจะเป็นงานอุตสาหกรรม งานธุรกิจ ในเครื่องมือ เครื่องใช้ ของเล่น สรุปราย ๆ ว่าตัวเราเองจะต้องเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้โดยอยู่ในฐานะต่าง ๆ กัน เช่น อาจจะเป็นผู้ใช้ ผู้ให้บริการ หรือผู้ผลิต แต่ในเมืองไทยส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในฐานะผู้ใช้และผู้ให้บริการ โดยจะมีส่วนน้อยหรือน้อยมากอยู่ในฐานะผู้ผลิต ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำจึงได้มีความคิดที่จะเสนอโครงการที่จะนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานบ้าง เพราะเป็นทางหนึ่งที่จะสนับสนุนงานนี้ให้ได้รับการพัฒนากันอย่างแท้จริง เพื่อให้ประเทศไทยของเราได้มีโอกาสอยู่ในฐานะผู้ผลิตโดยนำเอาวิชาการแขนงนี้ไปประยุกต์ใช้งานกับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ

หลักการทำงานของบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริก จะแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาไทย และตัวอักษรภาษาอังกฤษ โดยการป้อนข้อมูลที่ต้องการแสดงผ่านทางคอมพิวเตอร์แล้วส่งผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังชุดแสดงผล ซึ่งจะแสดงเป็นกลุ่มคำหรือข้อความที่สามารถเลื่อนตำแหน่งและยังสามารถปรับเปลี่ยนข้อความได้ ทำให้สามารถนำบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกนี้ ไปใช้ประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ของทาง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า อนึ่งบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกนี้มีความสะดวกในการติดตั้งและการเคลื่อนย้าย สามารถจัดการติดตั้งเพื่อแสดงในพื้นที่จำกัดได้การทำโครงงานบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนี้ อุปกรณ์ที่สำคัญที่สุด คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวออกคำสั่งเพื่อสั่งการให้อุปกรณ์ตัวอื่นๆ ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกัน ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ในตระกูล ARM7TDMI-S ของ NXP (ชื่อเดิมคือ Philips) มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชความจุ 512 กิโลไบต์ LPC2103 ทำงานกับสัญญาณนาฬิกาความถี่สูงถึง 60 MHz มีหน่วยความจำสแต

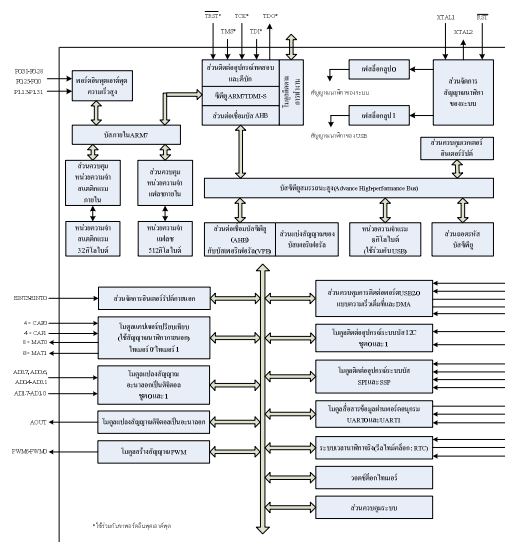
ติกแรม 40 กิโลไบต์ทั้งยังเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้แรงดันและกำลังงานต่ำคือ 3.3V แต่ขาพอร์ตที่ใช้ติดต่ออุปกรณ์ภายนอกสามารถรับระดับสัญญาณที่ที่แอล +5V ได้ นอกจากนี้ยังได้บรรจุโมดูลฟังก์ชันพิเศษที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ฟังก์ชันไม่ว่าจะเป็นโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล, โมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก, โมดูลสื่อสารพอร์ตอนุกรมที่มี 2 ช่อง และโมดูลติดต่อพอร์ต USB

2.ทฤษฎีไดอะแกรมการทำงานของ LPC2103 และภาษา

2.1. ส่วนซีพียูและบัสข้อมูล

ดังรูปที่ 1 แสดงไดอะแกรมการทำงานในภาพรวมของ LPC2103 หัวใจสำคัญคือ ARM โปรเซสเซอร์ ซึ่งใน LPC2148 ใช้ ARM7TDMI-S โดยมีการเชื่อมต่อโมดูลต่าง ๆ ภายในผ่านทางบัสซีพียูสมรรถนะสูงหรือ Advance High-Performance Bus (AHB) ส่วนโมดูลอุปกรณ์หรือเพอริเฟอรัลจะส่งผ่านข้อมูลกับบัสเพอริเฟอรัล หรือ VLSI Peripheral Bus (VPB) ข้อมูลจากโมดูลทั้งหมดจะส่งมายังส่วนเชื่อมต่อบัส AHB และ VPB เพื่อถ่ายทอดไปยังซีพียูต่อไป ด้วยการจัดสรรบัสแยกกันเช่นนี้ทำให้การทำงานโดยรวมเร็วขึ้น

นอกจากนั้น ARM7TDMI-S โปรเซสเซอร์ยังรองรับการทำงานในแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Thumb ด้วย ดังนั้น ARM7TDMI-S โปรเซสเซอร์ จึงมีชุดคำสั่ง 2 ชุดคือ ชุดคำสั่ง ARM มาตรฐาน 32 บิต และชุดคำสั่ง Thumb 16 บิต ในการทำงานด้วยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ Thumb จะทำให้นาฬิกาของโปรแกรมควบคุมเหลือเพียง 65% ของการใช้คำสั่ง ARM ปกติ ทั้งยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นถึง 160% เมื่อทำงานกับหน่วยความจำในระบบ 16 บิต ส่วนในการทำงานด้วยคำสั่ง ARM นั้นจะมีข้อดีในด้านความเร็วในการทำงานเพราะสามารถเรียกใช้งานทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ รวมถึงรองรับการทำงานประมวลผลสัญญาณดิจิตอลหรือ DSP Algorithms แม้ว่าจะทำให้ขนาดของโปรแกรมใหญ่ แต่จะทำงานได้เร็วกว่าโหมด Thumb ถึง 30%



รูปที่ 1 แสดงไดอะแกรมการทำงานของ LPC2148 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตตระกูล ARM7

2.2. หน่วยความจำภายใน LPC2148

LPC2148 มีหน่วยความจำ 2 แบบคือ หน่วยความจำแฟลชความจุ 512 กิโลไบต์ ที่เป็นได้ทั้งหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล โดยการโปรแกรมสามารถกระทำผ่านกระบวนการโปรแกรมในวงจรผ่านโมดูล UART0 หรือโมดูลสื่อสารพอร์ตอนุกรมชุด 0 โดยทำงานร่วมกับบูตโหลตเตอร์เฟิร์มแวร์ที่บรรจุอยู่ในชิป จะใช้เนื้อที่ของหน่วยความจำแฟลช 12 กิโลไบต์ ทำให้เหลือไว้ทำงาน 500 กิโลไบต์

หน่วยความจำอีกส่วนหนึ่งคือ หน่วยความจำสแตติกแรม ความจุ 40 กิโลไบต์ แบ่งออกเป็น 32 กิโลไบต์ สำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลทั่วไป และ 8 กิโลไบต์ สำหรับรองรับ DMA เมื่อใช้งานโมดูล USB โดยหน่วยความจำส่วนนี้สามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลได้ด้วยเช่นกัน ในรูปที่ 2 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำภายใน LPC2148

อุปกรณ์ที่ใช้บัสซีพียูสมรรถนะสูง หรือ AHB เพอริเฟอรัล	0-FFFF FFFF 0-FFFF 0000
อุปกรณ์ที่ใช้บัส VLSI เพอริเฟอรัล หรือ VPB เพอริเฟอรัล	0-FFFF 0000
สำรองไว้	0-C000 0000
ส่วนเก็บข้อมูลของการโปรแกรม ISP ใช้พื้นที่ 12 กิโลไบต์ โดยจัดสรรมาจากหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชของไมโครคอนโทรลเลอร์	0-8000 0000 0-7FFF FFFF 0-7FFF D000
สำรองไว้	0-7FFF CFFF
หน่วยความจำแรม 8 กิโลไบต์ สำหรับรองรับกระบวนการ DMA ของโมดูลคิวดพอร์ต USB	0-7FDD 0000 0-7FCF FFFF
สำรองไว้	
หน่วยความจำสแตติกแรม 32 กิโลไบต์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148	0-4000 8000 0-4000 7FFF
สำรองไว้	
หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช 512 กิโลไบต์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148	0-0008 0000 0-0007 FFFF 0-0000 0000

หมายเหตุ: ขอบเขตของพื้นที่ในส่วนต่างๆ ไม่ได้เป็นขีดจำกัดที่ถูกต้อง

รูปที่ 2 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำภายใน PLC2148

2.3. ตัวควบคุมเวกเตอร์อินเตอร์รัปต์

ตัวควบคุมเวกเตอร์อินเตอร์รัปต์ (Vectored Interrupt Controller: VIC) : ซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณรบกวนของอินเตอร์รัปต์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็น การร้องขออินเตอร์รัปต์แบบเร็ว (Fast Interrupt Request: FIQ), การร้องขอเวกเตอร์อินเตอร์รัปต์ (Vectored Interrupt Request: IRQ) และการร้องขออินเตอร์รัปต์แบบไม่มีเวกเตอร์ (Non-Vector IRQ) โดยจะมีการกำหนดระดับความสำคัญของแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ต่าง ๆ ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

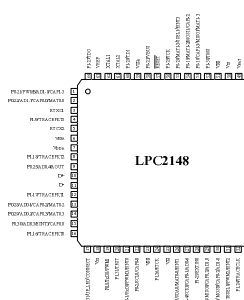
สัญญาณรบกวนอินเตอร์รัปต์ที่มีนัยสำคัญสูงสุดคือ FIQ แต่ ARM โปรเซสเซอร์ก็ยอมให้เกิดสัญญาณ FIQ ได้มากกว่า 1 แหล่งพร้อมกันได้ แต่การเข้าไปจัดการก็ยังมีระดับความสำคัญที่กำหนดได้และ ARM โปรเซสเซอร์ก็จะเลือกเข้าไปจัดการก่อนหลัง

สัญญาณรบกวนอินเทอร์รัปต์หรือ Vector IRQ มีนัยสำคัญในระดับถัดมา มีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ในกลุ่มนี้ 16 แหล่ง จึงมีเวกเตอร์อินเทอร์รัปต์ทั้งสิ้น 16 ตำแหน่ง ซึ่งเรียกว่า สล็อต (Slot) โดยสล็อต 0 จะมีนัยสำคัญสูงสุด และสล็อต 15 มีนัยสำคัญต่ำสุด

สัญญาณรบกวนอินเทอร์รัปต์แบบไม่มีเวกเตอร์มีนัยสำคัญต่ำสุด ในทางปฏิบัติ VIC 1 จะรวมสัญญาณรบกวนอินเทอร์รัปต์ทั้งแบบมีและไม่มีเวกเตอร์เพื่อสัญญาณรบกวนอินเทอร์รัปต์หรือ IRQ ส่งไปยัง ARM โปรเซสเซอร์ จากนั้นโปรแกรมบริการอินเทอร์รัปต์จะเริ่มทำงานแล้วอ่านค่ารีจิสเตอร์จาก VIC แล้วกระโดดไปทำงานยังแอดเดรสหรือตำแหน่งที่กำหนด ถ้าหากยังไม่มีภาระบวมอย่างชัดเจน VIC จะเลือกแอดเดรสของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่มีระดับความสำคัญสูงสุด แล้วกระโดดไปยังแอดเดรสนั้น ในกรณีที่มีการระบุแอดเดรสมาซึ่งอาจจะเป็นแอดเดรสของสัญญาณอินเทอร์รัปต์แบบไม่มีเวกเตอร์ก็ได้ ก็จะกระโดดไปทำงานยังแอดเดรสที่กำหนดนั้น และที่โปรแกรมย่อยบริการอินเทอร์รัปต์สามารถอ่านค่าของรีจิสเตอร์ใน VIC เพื่อตรวจสอบว่า สัญญาณอินเทอร์รัปต์ใดที่เกิดขึ้น ซึ่งก็คือการตรวจสอบบิตแฟล็กของรีจิสเตอร์ควบคุมอินเทอร์รัปต์นั่นเอง ด้านการตอบสนองอินเทอร์รัปต์จากภายนอก LPC2148 มีอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์ทั้งสิ้น 9 ช่อง สามารถตรวจสอบสัญญาณได้ทั้งแบบขอบขาและระดับลอจิก

2.4. พอร์ตอินพุตเอาต์พุตความเร็วสูง

ใน LPC2148 มีขาพอร์ตจำนวนมาก และแต่ละขาพอร์ตยังสามารถกำหนดการเชื่อมต่อเพื่อทำงานกับโมดูลเพิ่รเฟอรัลภายใน LPC2148 ด้วย หลังจากเกิดกรรีเซตขอพอร์ตทั้งหมดจะถูกกำหนดเป็นอินพุต และถ้ามีการเ็นเอเบิ้ลการติบัก ขอพอร์ต JTAG จะทำงานในฟังก์ชันของ JTAG ทันทึ เช่นเดียวกับขาพอร์ตติดตามการทำงานหรือ TRACE หากได้รับการเ็นเอเบิ้ลไว้ ขาพอร์ตนั้น ๆ จะทำงานในฟังก์ชันของการ TRACE ในกรณีที่ขาพอร์ตได้รับการกำหนดให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล การทำงานของขาพอร์ตจะได้รับการควบคุมจากรีจิสเตอร์ GPIO ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ในระดับไบต์ นอกจากนั้นยังสามารถเร่งการทำงานของ GPIO ได้ด้วยการย้ายไปทำงานบนบัสภายใน เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการทำงานของขาพอร์ตเร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยการเขียนข้อมูลไปยังขาพอร์ตสามารถกระทำให้เสร็จได้ภายในหนึ่งคำสั่ง ในรูปที่ 3 แสดงการจัดขาสัญญาณของ LPC2148 ส่วนรายละเอียดของการทำงานในแต่ละขาแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการจัดขาสัญญาณของ LPC2148

2.5. โมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

ใน LPC2148 บรรจุโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลที่มีความละเอียดในการแปลงสัญญาณ 10 บิต จำนวน 2 ชุด คือ ADC0 และ ADC1 โดย ADC0 มี 6 ช่อง และ ADC1 มี 8 ช่อง มีคุณสมบัติการทำงานที่ควรทราบดังนี้

1. กระบวนการแปลงสัญญาณใช้วิธีซิกแซคเซิร์ฟ แอปพร็อกซิเมชัน
2. สามารถรับสัญญาณอินพุตได้ในย่าน 0V ถึง V_{REF} (โดย V_{REF} มีค่า $2.0V < V_{REF} < V_{DDA}$)
3. มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงถึง 400,000 ตัวอย่างต่อวินาที
4. ทุกครั้งที่มีการแปลงสัญญาณ ข้อมูลที่ได้จะส่งไปยังรีจิสเตอร์เก็บค่าทันที เพื่อลดการรบกวนอินเทอร์รัปต์

2.6. โมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก

ใน LPC2148 บรรจุโมดูลแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกที่มีความละเอียดในการแปลงสัญญาณ 10 บิต จำนวน 1 ชุด และมีเพียง 1 ช่องเอาต์พุต แรงดันอะนาลอกเอาต์พุตสูงสุดจะเท่ากับแรงดันอ้างอิงหรือ V_{REF} มีคุณสมบัติการทำงานที่ควรทราบดังนี้

1. ความละเอียดในการแปลงสัญญาณ 10 บิต
2. มีวงจรมัลติเพล็กซ์ที่เอาต์พุต
3. รองรับการทำงานในโหมดประหยัดพลังงาน
4. สามารถเลือกความเร็วในการแปลงสัญญาณได้

2.6.1. โมดูลติดต่อพอร์ต USB 2.0

LPC2148 บรรจุโมดูลติดต่อพอร์ต USB 2.0 สามารถทำงานเป็นอุปกรณ์ USB ติดต่อกับโฮสต์ ซึ่งโดยปกติเป็นคอมพิวเตอร์ ด้วยอัตราการถ่ายทอข้อมูลสูงถึง 12 เมกะบิตต่อวินาที โดยโมดูล USB นี้ประกอบด้วย รีจิสเตอร์เชื่อมต่อ (Register Interface), ส่วนจัดการเชื่อมต่ออนุกรม (Serial Interface Engine), บัฟเฟอร์ของเ็นด์พอยต์ (Endpoint Buffer Memory) และตัวควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (DMA Controller)

ส่วนจัดการเชื่อมต่ออนุกรมทำการถอดรหัสขบวนข้อมูล USB แล้วเขียนข้อมูลนั้นไปยังบัฟเฟอร์ของเ็นด์พอยต์ที่ต้องการสถานะของการทำงานไม่ว่าจะเป็นการถ่ายทอข้อมูลสมบูรณ์หรือผิดพลาดก็ตาม จะแสดงสถานการณ์ทำงานผ่านรีจิสเตอร์แสดงสถานะ และเกิดการอินเทอร์รัปต์ขึ้นหากมีการเ็นเอเบิ้ลไว้

ตัวควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง หรือ DMA Controller จะทำหน้าที่ถ่ายทอข้อมูลระหว่างบัฟเฟอร์ของเ็นด์พอยต์ไปยังหน่วยความจำแรมของ USB ได้โดยตรง ทำให้สามารถถ่ายทอข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง

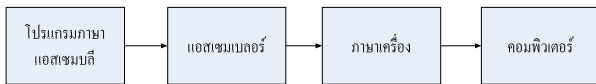
คุณสมบัติเด่นของโมดูลติดต่อพอร์ต USB 2.0 ของ LPC2103 มีดังนี้

1. ทำงานเข้ากันได้กับการติดต่อพอร์ต USB 2.0 แบบความเร็วเต็มที่หรือ Full-Speed
2. รองรับเ็นด์พอยต์แบบฟิสคัล 32 เ็นด์พอยต์ หรือ แบบลอจิกคัล 16 เ็นด์พอยต์

3. รองรับเอ็นด์พอยต์ควบคุม, บัลก์, อินเทอร์พรีตและไอโซโครนัส
4. สามารถเลือกขนาดแพ็คเกจของเอ็นด์พอยต์ได้สูงสุดด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ในขณะทำงาน
5. ขนาดบัฟเฟอร์ของข้อมูลที่ใช้ในการทำงานจะขึ้นอยู่กับชนิดของเอ็นด์พอยต์และขนาดแพ็คเกจสูงสุด
6. สามารถแสดงสถานะการเชื่อมต่อพอร์ต USB ด้วย LED ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อด้วยซอฟต์แวร์ (Soft Connect) และภาวการณ์ต่ออย่างสมบูรณ์ (Good Link) โดยใช้ขาพอร์ตเดียวกันแสดงการทำงานของทั้ง 2 ฟังก์ชัน
7. รองรับการทำงานแบบใช้พลังงานจากบัล
8. รองรับการถ่ายทอดข้อมูลแบบ DMA และสามารถเลือกการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจากซีพียูหรือจาก DMA
9. สามารถเพิ่มบัฟเฟอร์ 2 เท่าเพื่อทำงานกับเอ็นด์พอยต์แบบบัลค์และไอโซโครนัส

2.7 ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language)

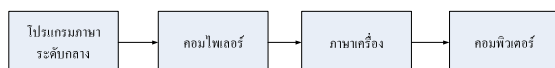
เป็นภาษาที่อยู่ในรูปแบบของชุดคำสั่งสั้นๆ มนุษย์เข้าใจได้ง่ายกว่าภาษาเครื่อง แต่ก็ยังเข้าใจยากกว่าภาษาระดับกลางและระดับสูง ภาษาแอสเซมบลีสามารถทำงานได้เร็ว การติดต่อทางฮาร์ดแวร์ทำได้ดี และการสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานต้องมีการแปลความหมายให้เป็นภาษาเครื่องก่อนโดยใช้ตัวแปลภาษาที่เรียกว่า แอสเซมเบลอร์ (Assembler)



รูปที่ 4 ไตรแกรมการทำงานของภาษาแอสเซมบลี

2.8 ภาษาระดับกลาง (Medium Level Language)

เป็นภาษาที่มีลักษณะผสมกันระหว่างภาษาระดับสูงกับภาษาระดับต่ำ คือมีลักษณะของคำสั่งคล้ายกับประโยคทางภาษาอังกฤษ แล้วยังมีบางคำสั่งไปคล้ายภาษาระดับต่ำ ซึ่งสามารถทำงานได้เร็วและใช้เวลาในการศึกษาและเขียนโปรแกรมน้อยกว่าภาษาระดับต่ำ การสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานต้องมีการแปลความหมายให้เป็นภาษาเครื่องก่อนโดยใช้ตัวแปลภาษาที่เรียกว่า คอมไพเลอร์ (Compiler) ตัวอย่างของภาษาระดับกลางอย่างเช่น ภาษาซี เป็นต้น

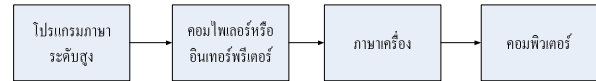


รูปที่ 5 ไตรแกรมการทำงานของภาษาระดับกลาง

2.9 ภาษาระดับสูง (High Level Language)

เป็นภาษาที่สามารถศึกษาและเข้าใจได้ง่าย มีลักษณะของคำสั่งคล้ายกับประโยคทางภาษาอังกฤษ ซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจและใช้เวลาในการเขียนโปรแกรมน้อย แต่สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานช้า

กว่าและสั่งงานได้เพียงบางส่วนของคอมพิวเตอร์เท่านั้น การสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานต้องมีการแปลความหมายให้เป็นภาษาเครื่องก่อนโดยใช้ตัวแปลภาษาที่เรียกว่า อินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) หรือคอมไพเลอร์ (Compiler) ตัวอย่างเช่น ภาษาเบสิก (BASIC), ปาสคาล (PASCAL) เป็นต้น



รูปที่ 6 ไตรแกรมการทำงานของภาษาระดับสูง

3. การออกแบบ

3.1 บอร์ดแสดงผลตัวอักษร

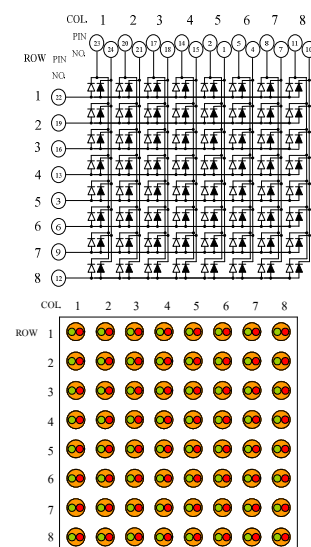
คุณสมบัติของบอร์ดแสดงผล

1. จอแสดงผลที่เป็น LED Dot Matrix ที่มีขนาด 16 × 192 Dot
2. การแสดงผลสามารถแสดงผลเป็นข้อความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
3. ใช้ไฟ DC ขนาด 5V และกระแสไม่เกิน 230 mA

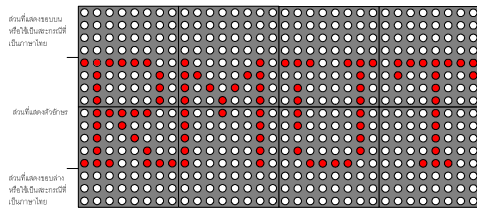
บอร์ดแสดงผลนี้จะต้องเป็น LED Dot Matrix ที่มีขนาด 16×192 Dot เพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมสำหรับการแสดงตัวอักษร ทางกลุ่มผู้จัดทำจึงใช้ LED Dot Matrix ที่มีขนาด 8×8 Dot มาต่อรวมกันเป็นบอร์ดแสดงผลในโครงการนี้

3.1.1 ขนาดของบอร์ดแสดงผล

จากการออกแบบของบอร์ดแสดงผลให้มีขนาด LED Dot Matrix เป็น 16×192 Dot สำหรับแสดงผลข้อความตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้นำเอา LED Dot Matrix ขนาด 8×8 Dot จำนวน 48 ตัว มาต่อกัน ซึ่งจากการออกแบบเราได้ออกแบบแยกชุดต่างหากจากวงจรชุดขับหลอด LED ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 7 แสดง LED Dot Matrix ขนาด 8×8 Dot



รูปที่ 8 แสดงตัวอักษรบนบอร์ดแอลอีดี (LED)

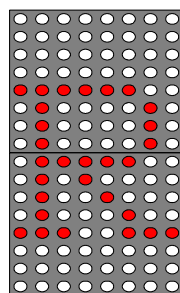
3.1.2 การแสดงผลตัวอักษรโดยการสแกน

ในการแสดงผลตัวอักษร เราต้องออกแบบข้อมูลที่เราจะส่งออกไปแสดงผลก่อน กรณีนี้เราจะแสดงผลเป็นตัว R เราจะใช้ port 1 เป็น port ส่งข้อมูล โดยจะอ่านค่าในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 โดยทำการทดลองโปรแกรมแสดงผลง่าย ๆ (8 Columns) ก่อนเช่น ข้อมูล Hexadecimal ตัวอักษร R ที่เก็บไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผล 8 Columns ในรูปแบบข้อมูล Hexadecimal

Address 1	1010H
Address 2	1FF0H
Address 3	1110H
Address 4	0310H
Address 5	0510H
Address 6	1810H
Address 7	10E0H
Address 8	1000H

การแสดงผลของตัวอักษร จะเริ่มจากเปิดหลักที่ 1 (Logic ที่ขา IC ของ Column ที่ 1 มีค่าเท่ากับ "0") จากนั้นก็ส่งข้อมูลจากตำแหน่งที่ 1 ออกมาทาง port 1 หนึ่งเวลาไว้พักพักจากนั้นก็เคลียร์ค่าใน port 1 ต่อมาก็ปิดหลักที่ 1 และเปิดหลักที่ 2 (Logic ที่ขา IC ของ column ที่ 1 มีค่าเท่ากับ "1" ส่วนที่ขา IC ของ column ที่ 2 มีค่าเท่ากับ "0") จากนั้นก็ส่งข้อมูลจากตำแหน่งที่ 2 ออกมาทาง port 1 จากนั้นก็ทำอย่างเดียวกัน ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 8 หลัก ก็เริ่มแสดงผลใหม่จากหลักที่ 1 ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ ด้วยความเร็วสูงด้วยความเร็วสูง เราจะเห็น LED Dot Matrix แสดงผลเป็นรูปตัวอักษร R ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงผลตัวอักษร R เมื่อสแกนด้วยความเร็วสูง

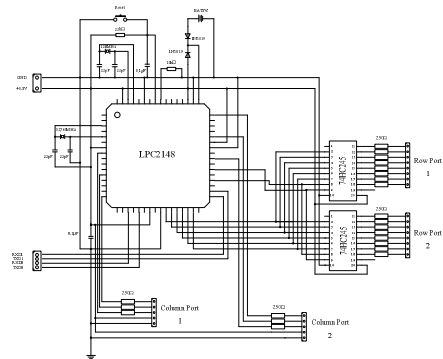
3.1.3 วงจรชุดควบคุมการแสดงผล

จากการออกแบบจอแสดงผล LED Dot Matrix ให้มีขนาด 16x192 Dot แต่ทางกลุ่มจะแสดงตัวอักษรขนาด 9 แถว จึงใช้ทางด้านแถว (Row) จะมีหลอด LED 9 แถว ซึ่งในการแสดงผลจะส่งข้อมูลเข้าไปขับหลอด LED Dot Matrix กลุ่มผู้จัดทำจึงได้ออกแบบวงจรชุดควบคุมการแสดงผลขึ้นมาโดยแบ่งเป็น 3 ส่วนเพื่อให้ง่ายต่อการทำวงจร

วงจรที่ 1 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของการทำงานของแสดงผลทางด้าน Low และ Column โดยไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรที่ 2 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของแสดงผลทางด้าน Column เพื่อให้เกิดเป็นการแสดงผลเป็นตัวอักษรได้

วงจรที่ 3 เป็นส่วนของ IC MAX232 ที่ใช้แปลงแรงดันเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้



รูปที่ 10 วงจรควบคุมการแสดงผลของตัวอักษร

จากรูปที่ 10 วงจรควบคุมการแสดงผล จะเป็นส่วนรับข้อมูล, ควบคุมการแสดงผลของบอร์ด LED Dot Matrix โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นรับข้อมูลจาก Serial Port และเป็นตัวแสดงผลทางด้าน Row และ Column ตัวส่งข้อมูลทางด้าน Row จะส่ง Port 0 ผ่านตัว IC 74HC245 ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ Arm-7 ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสแบบ Source จะไม่เป็นผลดีในระยะยาวเพราะ Load จะดึงกระแสจาก Port ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arm-7 ซึ่งจ่ายกระแสได้จำกัด ใน Output Port ของ IC 74245 ก็จะต่อตัวต้านทานขนาดโอห์มไว้ 1 ตัวต่อ 1 Output port ก่อนเข้าสู่จอแสดงผล LED Dot Matrix เพื่อป้องกันไม่ให้ตัว LED เสียหาย ส่วน Port 1 ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้เป็นตัวส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานของด้าน Column เพื่อสามารถควบคุมการแสดงผลเป็นตัวอักษรได้

ในส่วนควบคุมทางด้าน Column จะใช้ 74HC595 ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูล โดยขึ้นอยู่กับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

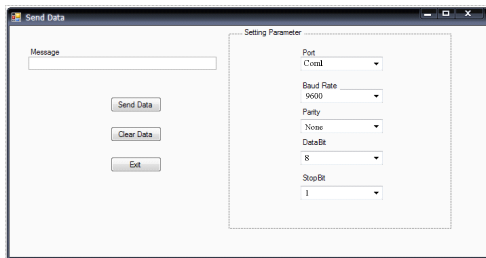
3.2 การออกแบบโปรแกรมด้วย Visual Basic

ก่อนที่เราจะเขียนโปรแกรมได้นั้น เราจะต้องรู้ลักษณะการทำงานของ Hardware เสียก่อน จากการออกแบบวงจรการควบคุมการ

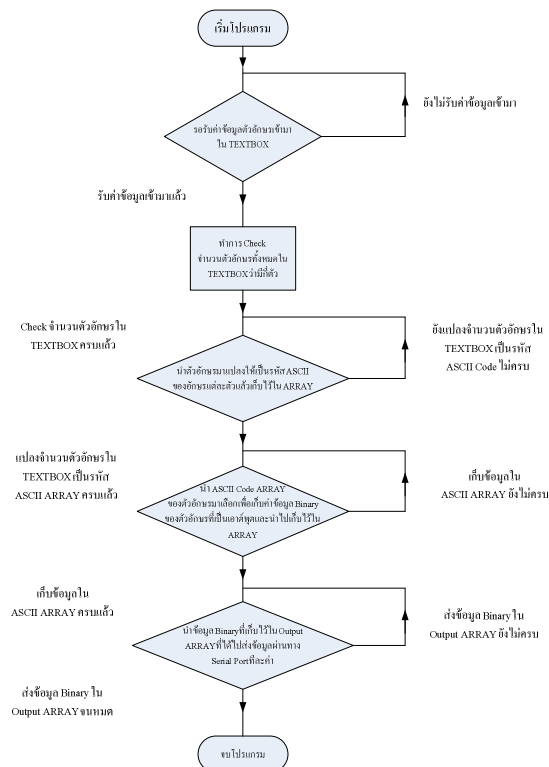
แสดงผลที่ออกแบบไว้แล้ว การออกแบบโปรแกรมเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะใช้ภาษา C และ Visual Basic 6 ในการเขียนโปรแกรมเนื่องจากภาษา C และการเซตค่าการติดต่อผ่าน Serial Port สามารถเขียนด้วย Visual Basic 6 ได้ง่าย โดยในการเขียนโปรแกรมเราจะทำการทดลองเขียนเป็นส่วน ๆ เพื่อทดสอบรายละเอียดต่างๆ ก่อนที่จะทำเป็นตัวสมบูรณ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

3.2.1 ส่วนแปลงค่าและส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

ในส่วนนี้เราจะใช้ Visual Basic 6 ในการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานของโปรแกรมจะเป็นส่วนของการนำค่าข้อความที่ได้ไปแปลงผลให้อยู่ในรูปของการแสดงผลและใช้ส่งค่าข้อมูลที่แปลงผลแล้วไปยัง Serial Port ไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 11 แสดงโปรแกรมตัวอย่างการส่งข้อมูลที่เขียนด้วยโปรแกรม Visual Basic 6



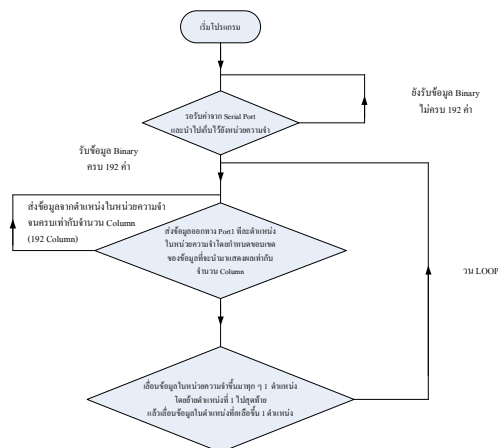
รูปที่ 12 แสดง Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรมส่งข้อมูล

เมื่อเราเปิดโปรแกรมขึ้นมา โปรแกรมจะถูกเซตเป็นค่า Default ของ serial port setting คือใช้ Comport port1, Baud rate 9600, None Parity Bit, Data bit 8 bit, 1 stop bit ซึ่งเราสามารถปรับค่าได้ตามต้องการแต่เราจะใช้ค่าที่ตั้งแล้วนี้ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะค่า Baud rate ที่ใช้ติดต่อกับ Computer จะใช้ Baud rate เท่ากับ 9600 เราใส่ข้อความที่จะส่งไปไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าไปใน Textbox แล้วกดปุ่ม Send Data โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. รับค่าข้อมูลตัวอักษรมา
2. เช็คจำนวนตัวอักษร
3. ทำการแปลงตัวอักษรเป็นรหัส ASCII code ของตัวอักษรนั้นและเก็บไว้ใน ARRAY ทำจนครบทุกตัวอักษร
4. นำ ASCII ARRAY ที่ได้นี้ ไปแปลงเป็นค่าข้อมูลที่ต้องการตามข้อมูลที่เขียนไว้และนำไปเก็บไว้ใน ARRAY อีกตัวหนึ่ง
5. นำข้อมูลที่เก็บไว้ใน ARRAY ส่งผ่านทาง serial port โดยส่งทีละจำนวนครบ

3.3 ส่วนรับข้อมูลและแสดงผล

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของภาษา C ที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการรับข้อมูลผ่านทาง Serial Port นำข้อมูลที่ได้อ่านเก็บในตำแหน่งที่ต้องการและทำการแสดงผลออกทางบอร์ด LED Dot Matrix โดยการทำงานในตอนแรกเราจะ Set ค่า Pointer ก่อนโดยให้เริ่มต้นชี้ในตำแหน่งของ Memory เพื่อที่จะนำค่าที่ได้จาก Serial Port ไปเก็บไว้ จากนั้นรอรับค่าที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ เมื่อรับค่าครบ 1 Byte pointer จะเลื่อนตำแหน่งที่เก็บไปอีก 1 ตำแหน่ง และทำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะรับข้อมูลเข้าครบ 192 ค่า (192 Columns) เมื่อรับข้อมูลเข้ามาครบโปรแกรมจะเริ่มทำการแสดงผลโดยจะส่งค่า 1 ออกไปทาง Port 0.0 พร้อมกับ Pulse ที่ Port 0.1 จากนั้นเคลียร์ค่าที่ Port 0.0 จะทำให้ได้ค่าเริ่มต้นที่ IC เพื่อเตรียมควบคุม Column เท่ากับ 1 เพียง 1 ค่า ค่า 1 ที่ได้นี้จะถูก IC เปลี่ยนเป็นค่าลอจิก "0" เตรียมพร้อมไว้ครั้งแรก (ข้อมูลที่อยู่ก่อนหน้าใน IC เมื่อผ่าน IC จะเหมือนมีตัว Inverter แปลงค่าอยู่ในค่าใน IC ตอนแรกจะมีค่าเท่ากับ Logic "0" เมื่อผ่าน IC ก็จะมีค่าเท่ากับลอจิก "1") และ Pointer จะถูก Set ไปที่ตำแหน่งแรกที่เก็บข้อมูลเข้ามาแล้วทำการส่งข้อมูลออกทาง Port 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ กระแสจาก IC ก็จะไหลผ่าน LED ทำให้ LED สว่างตามลักษณะของข้อมูล จากนั้นก็จะเคลียร์ค่าข้อมูลใน Port 1 ออกและส่ง Pulse ออกไปเลื่อนข้อมูลทางด้าน Column 1 Pulse และ Pointer เลื่อนตำแหน่งและก็จะส่งค่าข้อมูลที่ 2 ออกไป ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 192 ค่า ก็เริ่มทำการเริ่มต้น Column ใหม่ และจะวนประมาณ 3 รอบ (3 Frame) จะทำให้เราเห็นเป็นข้อความนิ่ง จากนั้นก็จะทำการเลื่อนตำแหน่งข้อมูลทั้งหมดขึ้น 1 ค่า โดยตำแหน่งแรกจะถูกย้ายไปตำแหน่งสุดท้ายตำแหน่งที่ 2 จนถึงตำแหน่งสุดท้ายจะถูกเลื่อนขึ้น 1 ตำแหน่ง และก็นำไปแสดงผลต่อ ทำไปเรื่อยๆ จนครบรอบเราก็จะเห็นข้อความเลื่อนได้



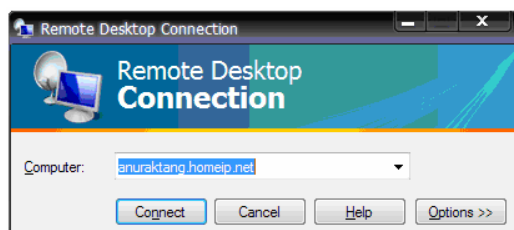
รูปที่ 13 แสดง Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม
รับข้อมูลแล้วแสดงผล

3.4 การใช้งานบอร์ดประชาสัมพันธ์ผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต

การใช้งานจะดำเนินการผ่านโปรแกรม Remote Desktop ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีอยู่ใน Windows XP อยู่แล้ว โดยเครื่องของผู้ใช้งานเปิดโปรแกรม Remote Desktop ขึ้นมาจากรายการ Start>Program >Accessories > Communications > Remote Desktop Connection

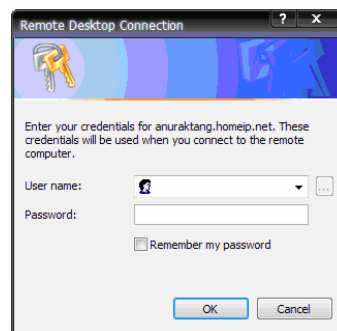
การตั้งค่าที่โปรแกรม Remote Desktop Connection นั้น ต้องทำการตั้งค่าด้วย Dynamic DNS โดยสร้าง Account ขึ้นที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) สามารถสร้างได้จากเว็บ <http://www.dyndns.com/>

เมื่อตั้งชื่อได้แล้วให้ดาวน์โหลดโปรแกรม Dynamic DNS Update ที่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ต้องการจากนั้นให้ทำการเรียกด้วยโปรแกรม Remote Desktop จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยพิมพ์ชื่อที่ตั้งเป็น DDNS ลงในช่องใส่ จากนั้นให้คลิก ปุ่ม Connect



รูปที่ 14 แสดงการเรียกหาเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ผ่าน
ทางระบบอินเทอร์เน็ต

จากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้ใส่ User name และ Password ของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) ที่กำหนดไว้



รูปที่ 15 แสดงการลงชื่อเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์
ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

เมื่อลงชื่อเข้าใช้จาก User name และ Password แล้วจะปรากฏเป็นหน้าต่างของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ซึ่งเราสามารถใช้งานโปรแกรมต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์นั้นได้เสมือนเราไปอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ ด้วยตัวเอง

จากนั้นเราก็สามารถใช้โปรแกรมบอร์ดประชาสัมพันธ์ที่อยู่บนเดสก์ท็อป (Desktop) ได้ตามการเข้าใช้ดังกล่าว

การปิดการเชื่อมต่อให้ทำการปิดหน้าต่างของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) ที่เราควบคุมหน้าจอบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราเรียกเข้าไปก็จะกลับมาเป็นหน้าจอปกติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้งาน

4. การทดสอบ

การทดสอบการทำงานของบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกโดยการส่งผ่านข้อความที่ต้องการให้แสดงผลผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต นำอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย ส่วนควบคุมการแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริก, คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมส่งข้อความไปยังบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริก

ซึ่งได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบเป็นได้ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการทดสอบจากเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer server) ส่งไปยังบอร์ดประชาสัมพันธ์

4.1.1 โดยการส่งข้อความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1. เชื่อมต่อระบบเข้ากับบอร์ดประชาสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้
2. ทดสอบการส่งข้อความจากโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Computer Server) โดยตรงผ่านทางซอฟต์แวร์ที่ได้ทำการออกแบบไว้ให้ส่งข้อความไปยังชุดควบคุมการแสดงผลเพื่อให้ชุดแสดงผลแอลอีดีแบบดอทเมทริกแสดงผลเป็นคำตัวอักษรที่ได้ออกแบบไว้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ตารางที่ 2 บันทึกผลการทดสอบการส่งข้อความภาษาไทย

ลำดับ	ข้อความที่ส่ง	ผลการทดสอบ		
		ถูกต้อง	ผิดพลาด	รายละเอียด
1	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า	ถูกต้อง	-	PASS
2	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า	ถูกต้อง	-	PASS
3	บอร์ดประชาสัมพันธ์ แอลอีดีแบบดอทเมทริก	ถูกต้อง	-	PASS
4	บอร์ดประชาสัมพันธ์ แอลอีดีแบบดอทเมทริก	ถูกต้อง	-	PASS

ตารางที่ 3 บันทึกผลการทดสอบการส่งข้อความภาษาอังกฤษ

ลำดับ	ข้อความที่ส่ง	ผลการทดสอบ		
		ถูกต้อง	ผิดพลาด	รายละเอียด
1	RMUTP North Bangkok	ถูกต้อง	-	PASS
2	RMUTP North Bangkok	ถูกต้อง	-	PASS
3	BOARD LED DISPLAY DOT MATRIX CONTOLED BY MICROCONTROLLER WITH INTERNET SYSTEM	ถูกต้อง	-	PASS
4	BOARD LED DISPLAY DOT MATRIX CONTOLED BY MICROCONTROLLER WITH INTERNET SYSTEM	ถูกต้อง	-	PASS

* เมื่อระบบไฟฟ้ากลับสู่สภาวะปกติ ยังคงแสดงข้อความที่ค้างไว้อยู่ตามปกติ

การกล่าวสรุปผลที่ได้จากการทดสอบในลักษณะขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อหา ข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นๆ เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จ และอาจนำไปเป็นแนวความคิดสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM7 และขั้นตอนการทำงานของบอร์ดประชาสัมพันธ์



รูปที่ 16 แสดงผลการทำงานของบอร์ดแอลอีดีจากพื้นที่จริงผ่านระบบอินเทอร์เน็ตแบบออนไลน์ (Online)

5. สรุปผลโครงการ

การทดสอบในขั้นตอนต่างๆ สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ และระบบอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีไฟร์วอลล์ จะสามารถล็อกอินผ่านเข้ามาใช้งานได้ และระบบอินเทอร์เน็ตที่มีไฟร์วอลล์จะไม่สามารถล็อกอินเข้ามาได้ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการป้องกันขั้นสูง แต่หากต้องการเข้าใช้งานได้รับการอนุญาตจากผู้ดูแลระบบก็สามารถเข้าใช้งานได้ ในการส่งผ่านข้อมูลเป็นการส่งผ่านข้อมูลเพียงทางเดียว จากเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ไปยังบอร์ดประชาสัมพันธ์แอลอีดีแบบดอทเมทริกเท่านั้น

5.1 สรุปผลการดำเนินงานและการทดสอบ

5.2.1 จากการทดลองการส่งข้อความโดยตรงผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ สามารถทำงานได้เป็นปกติ และไม่พบข้อผิดพลาดในการส่งข้อความทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

5.2.2 จากการทดลองส่งข้อความผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ต สามารถส่งข้อความได้จากระบบอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีระบบไฟร์วอลล์

5.2.3 จากการทดลองส่งข้อความผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตไม่สามารถส่งข้อความได้จากระบบอินเทอร์เน็ตที่มีระบบไฟร์วอลล์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จักรกฤษณ์ พิษผล, พิชิต สันติกุลานนท์ และพร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. คู่มือเรียน Visual Basic 6 (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2547.
- [2] ธนพล จันจรัสวิชัย. ปฏิบัติการ Visual Basic สำหรับ Common Windows. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2546.
- [3] ชาริน สิทธิธรรมชารี. สร้างโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic Version 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชัสเชสมีเดีย, 2548.
- [4] นคร ภักดีชาติ, ชีรบูลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C เบื้องต้น สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2550.
- [5] นคร ภักดีชาติ, อรรถพล บุญยะโกภา, โอภาส ศิริกรชิตถาวร และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ตระกูล ARM7 เบื้องต้นฉบับ LPC2148. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2551.
- [6] นิพนธ์ วานพรัตน์. คู่มือ Windows Server 2003, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น, 2550.
- [7] บัณฑิต จามรภูติ. คู่มือ Windows Server 2003 ภาคปฏิบัติเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บัณฑิต, 2548.
- [8] สุภชัย สมพาณิชย์. พัฒนาระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic Version 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2547.