

วิชา Data Communication Laboratory

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การทดลองที่ 2 Serial Communication

วัตถุประสงค์

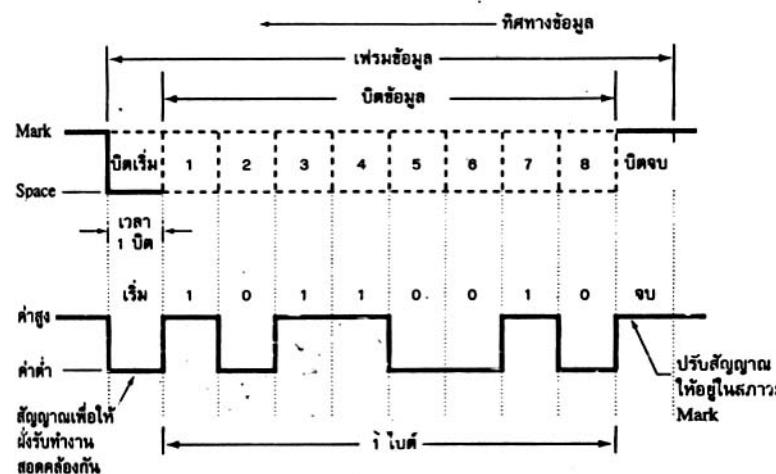
1. เพื่อให้เข้าใจหลักการสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรม
2. เพื่อให้เข้าใจการกำหนดค่าการคุณสมบัติการเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรม
3. สามารถใช้โปรแกรมเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ทอนุกรมได้

ทฤษฎี

สำหรับการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโกรนัส โดยใช้ชิป UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) มักใช้ IC 8250 หรือ 16550 ซึ่งเป็นชิพที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบขนานจากระบบไมโครprocessor ให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมล่วงออกไปยังสายสื่อสาร และในทางกลับกัน UART ก็ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบอนุกรมที่มาถึงให้เป็นข้อมูลแบบขนานให้กับระบบไมโครprocessor

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมอะซิงโกรนัส

โดยปกติการสื่อสารแบบอะซิงโกรนัสสถานะของสัญญาณในสายส่งเมื่อไม่มีข้อมูลจะมีสถานะเป็น High และในการสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรมจะทำการส่งข้อมูลทีละไบต์ โดยมีบิตเริ่มต้น (Start Bit) และคงลีกการเริ่มสถานะของการส่งของข้อมูลไบต์ ซึ่งสถานะของสายส่งเมื่อเป็น Low จากนั้นจะเป็นบิตของข้อมูล (บิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 สถานะของสัญญาณมีค่าเป็น Low ส่วนบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 สถานะของสัญญาณมีค่าเป็น High) ตามด้วย พาริตี้บิต (ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าการทำงาน) สุดท้ายคือบิตสิ้นสุด (Stop Bit) (1 หรือ 2 บิตขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าการทำงาน) ดังรูปที่ 2.1

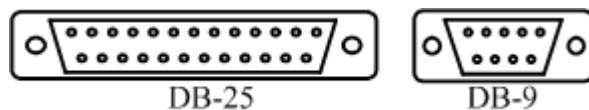


รูปที่ 2.1 เฟรมการส่งข้อมูลแบบอะซิงโกรนัส

มาตรฐาน RS232

โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ทอนุกรมที่เรียกว่า RS 232 อุปกรณ์ที่ต่อเข้ามาที่พอร์ทนี้ทำหน้าที่รับ และส่งข้อมูลในแบบอนุกรมเรียกว่า Universal Asynchronous Adapter ตามมาตรฐาน RS 232 ซึ่งจัดตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1969 โดยที่ RS ย่อมาจาก Recommend Standard ส่วน 232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐาน ส่วน C เป็นหมายเลขท้ายสุดของมาตรฐานฉบับนี้ มาตรฐานนี้กำหนดคุณลักษณะของการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

ความเร็วและระยะทางของการเชื่อมต่อ RS232 สามารถเชื่อมต่อการถ่ายโอนข้อมูลได้ประมาณ 0-20,000 บิตต่อวินาที ส่วนความยาวของสายเชื่อมต่อสัญญาณตามมาตรฐานของ RS232 จำกัดอยู่ที่ 50 ฟุต พอร์ทอนุกรมส่วนใหญ่จะมีรูปร่างเป็นรูปหัวใจกับมาตรฐานของ RS-232 คือมีขา共地 เนคเตอร์ทั้งแบบ 25 ขาและแบบ 9 ขาแสดงดังรูปที่ 2.2 และขา共地 เนคเตอร์สำหรับใช้สัญญาณพื้นฐานของ RS-232 กำหนดดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.2 DB25 Connector และ DB9 Connector

ตารางที่ 2.1 D Type 9 Pin and D Type 25 Pin Connectors

Common name	Description	Pin numbers 25-pin connector	Pin numbers 9-pin connector
TxD	Transmit Data	2	3
RxD	Receive Data	3	2
RTS	Request To Send	4	7
CTS	Clear To Send	5	8
DSR	Data Set Ready	6	6
SG	Signal Ground	7	5
CD	Carrier Detect	8	1
DTR	Data terminal ready	20	4
RI	Ring Indicator	22	9

คำอธิบายหน้าที่ของแต่ละขา

Transmit Data (TxD) เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก DTE (หรือโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์) ไปยังโน้ตบุ๊กหรือต่อเข้าโดยตรงกับโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ ข้อมูลแบบอนุกรมจะถูกส่งออกจากคอมพิวเตอร์ด้วยขาที่ 3 สถานะของขาที่ 3 จะมีค่าเท่ากับ “1” หรือเทียบเท่ากับบิตที่ 1

Receive Data (RxD) เป็นทางของสัญญาณเข้าไปยัง DTE หรือ โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ข้อมูลแบบอนุกรมจะรับเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยขาที่ 2 เมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาขาที่ 2 จะมีสถานะทางล็อกิกเป็น “1”

Request to Send (RTS) สัญญาณที่ขานี้จะเป็นส่วนที่บอกโนมเดิมว่า UART พร้อมที่จะส่งข้อมูล ซึ่งขานี้ใช้สำหรับส่งสัญญาณไปยังโนมเดิมหรือเครื่องพิมพ์ เป็นการร้องขอที่จะส่งสัญญาณมาทางขา 2 สัญญาณนี้ใช้คู่กับ CTS (Clear to Send) อุปกรณ์รับหากได้สัญญาณ RTS จะตรวจสอบตัวเองว่าพร้อมจะรับสัญญาณได้หรือยัง หากพร้อมที่จะรับก็จะส่งสัญญาณออกไปที่ขา CTS

Clear to Send (CTS) สัญญาณที่ขานี้จะเป็นส่วนที่แสดงว่าโนมเดิมพร้อมที่จะส่งข้อมูล เมื่อสัญญาณนี้อยู่ในสภาพรอฟ (แรงดันมีค่าเป็นลบ หรือ ลوجิก 1) ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์พร้อมที่จะรับข้อมูล

Data Set Ready (DSR) สัญญาณที่ขานี้จะเป็นตัวบอก UART ว่าโนมเดิมพร้อมที่จะทำการเชื่อมต่อ เมื่อสัญญาณนี้อยู่ในสภาพออนไลน์ (ลوجิก 0) เป็นการบอกโนมโครคอมพิวเตอร์หรือฝ่ายส่งว่าโนมเดิมต่อเข้ากับสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะส่งได้แล้ว โนมเดิมที่มีการหมุนหมายเลขอัตโนมัติจะส่งสัญญาณนี้ออกไปบอกให้คอมพิวเตอร์รู้ว่าต่อโทรศัพท์ได้สำเร็จแล้ว

Signal Ground (SG) ขากราวน์ด์ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุกๆ สัญญาณ

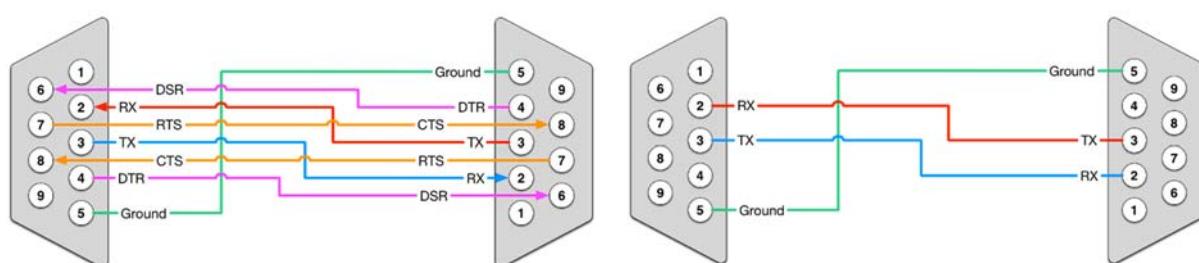
Carrier Detect (CD) โนมเดิมจะทำการส่งสัญญาณนี้ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อได้รับสัญญาณ carrier จากโนมเดิมปลายทางอีกฝั่งหนึ่ง

Data Terminal Ready (DTR) สัญญาณดังกล่าวจะตรงกับข้ามกับสัญญาณ DSR นั่นคือสัญญาณที่ขานี้จะเป็นตัวบอกโนมเดิมว่า UART พร้อมที่จะทำการเชื่อมต่อ

Ring Indicator (RI) จะทำงานเมื่อโนมเดิมได้รับสัญญาณ Ringing จากโทรศัพท์ PSTN สัญญาณทั้งหมดนี้

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมอะシンโครนัสกับอุปกรณ์ชนิดเดียวทั้งหมดนี้

เนื่องจากอุปกรณ์ชนิดเดียวทั้งหมดไม่สามารถใช้ขาคอนเนกเตอร์ที่เหมือนกัน ดังนั้นหากต้องการการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ชนิดเดียวทั้งสองตัวจะต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นแบบクロส (Crossover | Null Modem) ซึ่งจะเชื่อมต่อขาคอนเนกเตอร์ที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกัน เช่น ลักษณะระหว่าง TxD กับ RxD หรือ ลักษณะระหว่าง RTS กับ CTS ดังรูปที่ 2.3 ก) โดยสายสัญญาณแบบクロสที่ง่ายที่สุดเป็นดังรูป 2.3 ข) (Decisive Tactics. *Crossover or "Null Modem" vs. Straight Through Serial Cable.* Retrieved January 22, 2017, Web site: <https://www.decisivetactics.com/support/view?article=crossover-or-null-modem-vs-straight-through-serial-cable>)



ก) Null Modem Cable with Handshake

ข) Simple Null Modem Cable

รูปที่ 2.3 สายสัญญาณที่เป็นแบบクロส (Crossover | Null Modem)

การทดลองที่ 2.1 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมในเครื่องเดียวกัน

1. เชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมในเครื่องเดียวกันด้วยสายสัญญาณที่เป็นแบบกรอสังขูปที่ 2.4



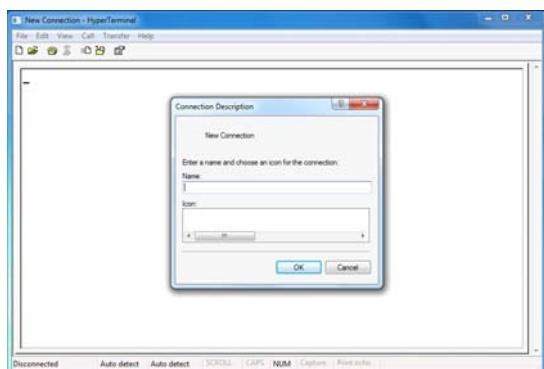
ก) พอร์ตอนุกรม



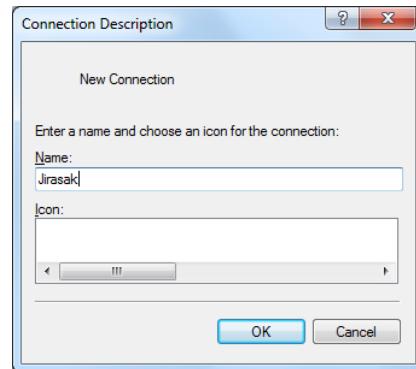
ข) เชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมในเครื่องเดียว

รูปที่ 2.4 พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

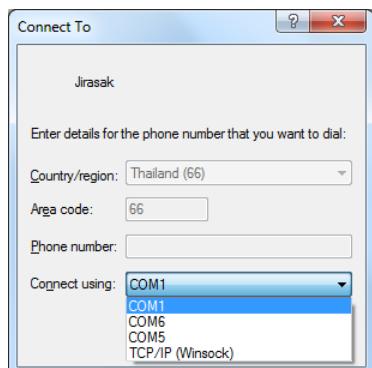
2. เปิดโปรแกรม HyperTerminal และกำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ A)



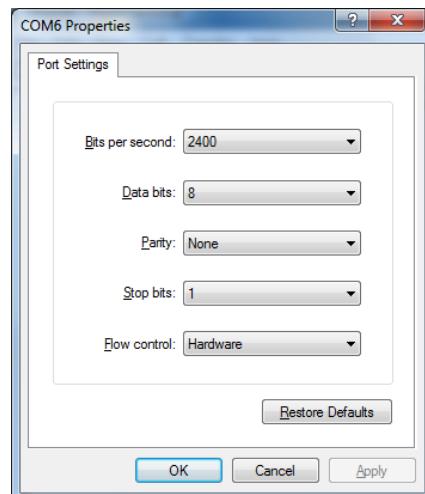
ก) โปรแกรม HyperTerminal



ข) กำหนดชื่อ Connection



ก) เลือก Com Port



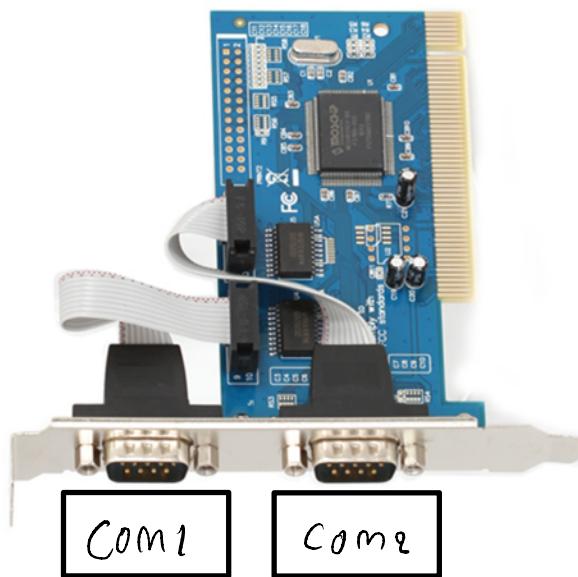
จ) กำหนดค่าคุณสมบัติการเชื่อมต่อ

รูปที่ 2.5 โปรแกรม HyperTerminal

ตารางที่ 2.2 การกำหนดค่าคุณสมบัติการเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม

รูปแบบ/ Name	A	B	C	D	E	F	G
Connect using	Com 6	Com 5	Com 6				
Bits per second	2400	2400	2400	2400	110	9600	115200
Data Bits	8	8	7	6	8	8	8
Parity				None			
Stop Bits				1			
Flow Control				None			

3. เปิดโปรแกรม HyperTerminal ใหม่ (เพิ่ม) และกำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ B)
4. ทดสอบส่งข้อความระหว่างหน้าต่างโปรแกรมในข้อ 2 และ ข้อ 3 (มี 2 หน้าต่างโปรแกรม)
5. ให้ระบุหมายเลข Com Port ที่ใช้ในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 PCI to Serial 2 Port Card

6. อธิบายลักษณะการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมในเครื่องเดียวกันด้วยโปรแกรม HyperTerminal (รูปแบบ A-B)

เมื่อท่าน Input ที่ Hyper terminal 1 (com1) จะเกิดการส่งออก ก็จะ Hyper terminal 2 (com2)
และเมื่อ Input ที่ Hyper terminal 2 (com2) จะเกิดการส่งออก ก็จะ Hyper terminal 1 (com1)

7. หากต้องการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมในเครื่องเดียวกันโดยใช้พอร์ตอนุกรมเพียง 1 พอร์ต ต้องทำอย่างไร?

อาจรวม Tx ทั้งสอง Rx (กับ Single Null Modem Cable)

อาจรวม Tx → Rx, DTR → DSR, RTS → CTS (กับ Null Modem Cable with Handshaking)

การทดลองที่ 2.2 การรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม HyperTerminal

- เชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสายสัญญาณที่เป็นแบบครอส
- เปิดโปรแกรม HyperTerminal และกำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ A-A) *
- ให้ทดสอบการส่งข้อความระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ หากไม่สามารถเชื่อมต่อได้ให้สลับสายที่พอร์ตอนุกรมให้ถูกต้อง
- ผลการในการทดลองที่ 2.1 ข้อ 5 ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

กงตัว com 1 นั้น com 1 คือตัว串ซึ่งต่อไปนี้ ต่อไปนี้เป็นตัว serial port tools

- ทดสอบการส่งข้อความระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เมื่อท่านก้านบล็อก 9 ชุดที่ A-A ตามตาราง เมื่อ Input บน com 1 จะไป serial port com 2
เมื่อ Input บน com 2 ก็จะกลับมาที่ com 1

- เปลี่ยนการเชื่อมต่อที่ HyperTerminal ใหม่โดย กำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ A-C) *

- ทดสอบการส่งข้อความระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เมื่อท่านก้านบล็อก 9 ชุดที่ A-C ตามตาราง เมื่อ Input บน com 1 จะไป serial port com 2
เมื่อ Input บน com 2 ก็จะกลับมาที่ com 1

- เปลี่ยนการเชื่อมต่อที่ HyperTerminal ใหม่โดย กำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ A-D) *

- ทดสอบการส่งข้อความระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เมื่อท่านก้านบล็อก 9 ชุดที่ A-D ตามตาราง เมื่อ Input บน com 1 (A) จะไป serial port com 2 (D) //อย่างไร
เมื่อ Input บน com 2 จะกลับมาที่ com 1 เมื่อ Input บน com 2 → com 1 จะตรวจสอบกันว่าถูกต้อง与否

- วิเคราะห์ผลการทดลองข้อ 5 7 และ 9

หากก้อนตัว 5 (แบบ A-A) จ้า (แบบ A-C) และ 9 (แบบ A-D) จะพิจารณา bits 9 ตัวที่สุด
เป็น 8 bits จะเข้ามาต่อ, ต่อจาก Input คือ serial port
ตัวที่ 9 คือ 1 bit ที่สามารถต่อตัว ASCII
จึงต้องต่อ 9 ตัวที่สุด จึงต้องต่อ 9 ตัวที่สุด

* เป็นรูปแบบการกำหนดค่าคุณสมบัติการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง

11. สร้างไฟล์ข้อความด้วยโปรแกรม Notepad โดยให้มีตัวอักษรรอบร่องน้อย 500 ตัว
12. เปลี่ยนการเชื่อมต่อที่ HyperTerminal ใหม่โดย กำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ E-E) *
13. ทดสอบการส่งไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เขียนภาษา C บนไฟล์ E-E ตามตาราง ขนาด 3.45 kB 9 บิต 4.20.75 พอร์ต

14. เปลี่ยนการเชื่อมต่อที่ HyperTerminal ใหม่โดย กำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ F-F) *
15. ทดสอบการส่งไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เขียนภาษา C บนไฟล์ F-F ตามตาราง ขนาด 3.45 kB 9 บิต 1.95 บิตต่อ

16. เปลี่ยนการเชื่อมต่อที่ HyperTerminal ใหม่โดย กำหนดค่าดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 (รูปแบบ G-G) *
17. ทดสอบการส่งไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอธิบายผลการทดลอง

เขียนภาษา C บนไฟล์ G-G ตามตาราง ขนาด 3.45 kB 9 บิต 0.96 บิตต่อ

18. วิเคราะห์ผลการทดลองข้อ 13 15 และ 17

ทดสอบทั้ง 13 (E-E) และ 15 (F-F) นับ 10 ครั้ง ต่อ 1 วินาที
比特 per second เมื่อต่อจากเข้าไป จะสามารถรับข้อมูลได้มากถึง 1.95 บิตต่อวินาที

การทดลองที่ 2.3 การรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมที่แตกต่างกัน

- เชื่อมต่อพอร์ทอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสายสัญญาณที่เป็นแบบกรอส
 - เครื่องแรกให้ใช้โปรแกรม HyperTerminal ในการรับ-ส่งข้อมูล
 - เครื่องที่สองให้ใช้โปรแกรมอื่นๆ ในการรับ-ส่งข้อมูล
- โปรแกรมใดบ้างที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ (ตอบในตารางที่ 2.3)
- ทดสอบว่าโปรแกรมที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม รองรับคุณสมบัติการเชื่อมต่อใดบ้าง (ตอบในตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ตารางสรุปโปรแกรมที่สามารถการรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับโปรแกรม HyperTerminal

โปรแกรม	คุณสมบัติการเชื่อมต่อที่รองรับ	หมายเหตุ
VS code	band rate, Data bits, Stop bits, Parity, View mode	+ extension serial port helper
Realterm	band rate, Data bits, Parity, Stop bits send file, receive file, Hex display, binary, Dump	
Serial Debug Assistant	band rate, Data bits, Parity, Stop bits, send file, receive file, HEX display	
putty	band speed, Data bits, Stop bits, Parity, flow control	