

ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ระบบปฏิบัติการ (*operating system*) หรือ โอเอส (OS)

เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไป บางครั้งเราอาจเห็นระบบปฏิบัติการเป็นเฟิร์มแวร์ก็ได้ ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่หลัก ๆ คือ การจัดสรรทรัพยากรในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้บริการซอฟต์แวร์ประยุกต์ ในเรื่องการรับส่งและจัดเก็บข้อมูลกับฮาร์ดแวร์ เช่น การส่งข้อมูลภาพไปแสดงผลที่จอภาพ การส่งข้อมูลไปเก็บหรืออ่านจากฮาร์ดดิสก์ การรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย การส่งสัญญาณเสียงไปออกลำโพง หรือจัดสรรพื้นที่ในหน่วยความจำ ตามที่ซอฟต์แวร์ประยุกต์ร้องขอ รวมทั้งทำหน้าที่จัดสรรเวลาการใช้หน่วยประมวลผลกลางในกรณีที่มีหลายให้รันซอฟต์แวร์ประยุกต์หลายๆ ตัวพร้อมๆ กัน ระบบปฏิบัติการ ช่วยให้ตัวซอฟต์แวร์ประยุกต์ ไม่ต้องจัดการเรื่องเหล่านั้นด้วยตนเอง เพียงแค่เรียกใช้บริการจากระบบปฏิบัติการก็พอ ทำให้พัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ได้ง่ายขึ้น

ระบบปฏิบัติการหรือ OS (*Operating System*) ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการเข้าใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ของโปรแกรมที่รันบนคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น ทรัพยากรของคอมพิวเตอร์มีหลายชนิด เช่น หน่วยความจำ, ฮาร์ดดิสก์, จอภาพ, คีย์บอร์ด และเมาส์ เป็นต้น ถ้าไม่มีระบบปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์คงจะรันโปรแกรมมากกว่าหนึ่งโปรแกรมไม่ได้ เพราะแต่ละโปรแกรมอาจแย่งใช้ทรัพยากรดังกล่าว จนอาจทำให้ระบบล่มได้ ระบบเครือข่าย เช่น เครื่องพิมพ์ ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายจำเป็นต้องมีระบบปฏิบัติการทั้งสองประเภท เพื่อที่จะทำหน้าที่ทั้งจัดการทรัพยากรภายในคอมพิวเตอร์และในระบบเครือข่าย แต่โดยส่วนใหญ่ระบบปฏิบัติการทั้งสองประเภทจะอยู่ในตัวเดียวกัน เมื่อติดตั้งระบบปฏิบัติการเสร็จแล้วก็เพียงติดตั้งส่วนที่เป็นเครือข่ายเท่านั้น ระบบปฏิบัติการเครือข่ายอาจเป็นชุดซอฟต์แวร์ที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติมหรืออาจจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการต่างๆ ไปขึ้นอยู่กับบริษัทที่ผลิต ตัวอย่างเช่น เน็ตแวร์ (*NetWare*) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ของบริษัทโนเวลเป็นระบบปฏิบัติการที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติมบนเครื่องที่มีระบบปฏิบัติการอยู่แล้ว ส่วนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ NT/2000/2003, วินโดวส์ 95/98/Me และยูนิกซ์มีระบบปฏิบัติการเครือข่ายอยู่ในตัวอยู่แล้ว โดยไม่ต้องติดตั้งเพิ่มเติม

1. ระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการ หรือที่เรียกย่อๆ ว่า โอเอส (*Operating System : OS*) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการดูแลระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการนี้ ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้กันมากและเป็นที่ยุติกันดีเช่น ดอส วินโดวส์ ยูนิกซ์ ลินุกซ์ และแมคอินทอช เป็นต้น

1) ดอส (*Disk Operating System : DOS*)

เป็นซอฟต์แวร์จัดระบบงานที่พัฒนามานานแล้ว การใช้งานจึงใช้คำสั่งเป็นตัวอักษร ดอสเป็นซอฟต์แวร์ที่ยุติกันดีในหมู่ผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในอดีต ปัจจุบันระบบปฏิบัติการดอสนั้นมีการใช้งานน้อยมาก

2) วินโดวส์ (*Windows*)

เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนาต่อกจากดอส โดยให้ผู้ใช้สามารถสั่งงานได้จากเมาส์มากขึ้นแทนการใช้แปงแป้นอักขระเพียงอย่างเดียวนอกจากนี้ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ยังสามารถทำงานหลายงานพร้อมกันได้ โดยงานแต่ละงานจะอยู่ในกรอบของหน้าต่างบนจอภาพ การใช้งานเน้นรูปแบบกราฟิก ผู้ใช้งานสามารถใช้เมาส์เลื่อนตัวชี้เพื่อเลือกตำแหน่งที่ปรากฏบนจอภาพ ทำให้ใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ง่าย ระบบปฏิบัติการวินโดวส์จึงได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน

3) ยูนิกซ์ (*Unix*)

เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาตั้งแต่ครั้งใช้กับเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เป็นระบบปฏิบัติการที่เป็นเทคโนโลยีแบบเปิด (*open system*) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้ใช้ไม่ต้องผูกติดกับระบบใดระบบหนึ่งหรือใช้อุปกรณ์ที่มีข้อดีเดียวกัน ยูนิกซ์ยังถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองการใช้งานในลักษณะที่มีผู้ใช้ได้หลายคนในเวลาเดียวกันที่เรียกว่า ระบบหลายผู้ใช้ (*multiusers*) และสามารถทำงานได้หลายๆ งานในเวลาเดียวกันในลักษณะที่เรียกว่า ระบบหลายภารกิจ (*multitasking*) ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์จึงนิยมใช้กับเครื่องที่เชื่อมโยงเป็น เครือข่ายเพื่อใช้งานร่วมกันหลายๆ เครื่องพร้อมกัน

AIX โดยบริษัท *IBM*

AUX โดยบริษัท *Apple*

IRIS โดย บริษัท *Silicon Graphic*

Linux เป็น *Freeware*

OS/1 โดย บริษัท *DEC*

SCO UNIX โดย บริษัท *SCO*

SunOS โดย บริษัท *SUN Microsystem*

ULTRIX โดย บริษัท *DEC*

4) ลินุกซ์ (*linux*)

เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากระบบยูนิกซ์ เป็นระบบซึ่งมีการแจกจ่ายโปรแกรมต้นฉบับให้นักพัฒนาช่วยกันพัฒนาคุณสมบัติของระบบปฏิบัติการ ระบบปฏิบัติการลินุกซ์เป็นที่นิยมกันมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ที่ทำงานบนระบบลินุกซ์จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมในกลุ่มของกนู (GNU) และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือระบบลินุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการประเภทแจกฟรี (*Free Ware*) ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

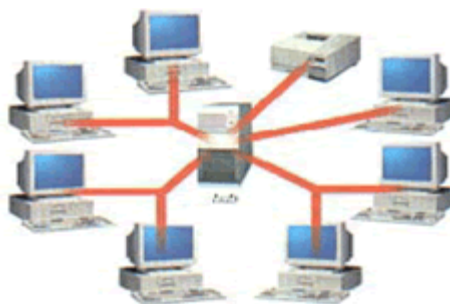
5) แมคอินทอช (*macintosh*)

เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แมคอินทอช ส่วนมากนำไปใช้งานด้านกราฟิก ออกแบบและจัดแต่งเอกสาร นิยมใช้ในสำนักพิมพ์ต่างๆ นอกจากระบบปฏิบัติการที่กล่าวมาแล้วยังมีระบบปฏิบัติการอีกมาก เช่นระบบปฏิบัติการที่ใช้ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกันเป็นระบบ เช่น ระบบปฏิบัติการเน็ตแวร์ นอกจากนี้ยังมีระบบปฏิบัติการที่ใช้งานเฉพาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์

พื้นฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์ของการประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ใช้ในสมัยแรก ๆ นั้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์ได้ทำงานบางอย่างแทนมนุษย์ได้ เช่น การคำนวณเลข ซึ่งถ้าเป็นตัวเลขจำนวนมาก ๆ มนุษย์จะใช้เวลาในการคำนวณมากและมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดได้มาก ในขณะที่คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณได้เร็วกว่ามาก อีกทั้งยังมีความแม่นยำและมีความผิดพลาดน้อยกว่ามนุษย์มาก การทำงานจะให้มีประสิทธิภาพสูงจะต้องทำเป็นหมู่คณะ หรือทีมเวิร์ค (*Teamwork*) คอมพิวเตอร์ก็ซึ่งถูกสร้างมาเพื่อทำงานแทนมนุษย์ก็จำเป็นต้องมีการสื่อสารซึ่งกันและกันเช่นกัน ฉะนั้นคอมพิวเตอร์เครื่องใดที่ไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องอื่นก็เปรียบเสมือนคนที่ชอบความสันโดษ ในการเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายนั้น เป็นสาเหตุที่เนื่องมาจากการที่ผู้ใช้ต้องการทำงานเป็นกลุ่มหรือทีม ซึ่งการทำงานแบบนี้ย่อมมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานแบบเดี่ยว ๆ

หลังจากที่คอมพิวเตอร์ได้คิดค้นขึ้นมาแล้วนั้น ก็ยังได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วจน ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับมากกว่า อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนารวดเร็วอย่างรวดเร็วมากที่สุด อุตสาหกรรมหนึ่ง ปัจจุบันนี้ก็เป็นยุคข้อมูลข่าวสารโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็น เทคโนโลยีที่รองรับคอมพิวเตอร์ในสมัยแรก ๆ เท่านั้น เป็นคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบให้ใช้งานแบบรวมศูนย์ (*Centralized Computing*) เช่น เมนเฟรม มินิคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์จะถูกสร้าง และเก็บไว้ในห้อง ๆ หนึ่ง เนื่องมาจากสมัยนั้นเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีราคาแพงมาก ผู้ใช้แต่ละคนจะใช้จอภาพ (*Dump Terminal*) เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องเมนเฟรม



เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (*Computer Network*) คือระบบที่มีคอมพิวเตอร์อย่างน้อยสองเครื่องเชื่อมต่อกันโดยใช้สื่อกลาง และก็สื่อสารข้อมูลกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทรัพยากร (*Resources*) ที่มีอยู่ในเครือข่ายร่วมกันได้ เช่น เครื่องพิมพ์ ซีดีรอม สแกนเนอร์ ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น

แนวคิดในการสร้างเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น เริ่มมาจากการที่ผู้ใช้ต้องการที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว คอมพิวเตอร์เดี่ยวๆ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลในปริมาณมากอย่างรวดเร็วอยู่แล้ว แต่ข้อเสียคือ ผู้ใช้ไม่สามารถแชร์ข้อมูลนั้นกับคนอื่นอย่างมีประสิทธิภาพได้ก่อนที่จะมีเครือข่ายคอมพิวเตอร์

องค์ประกอบพื้นฐานของเครือข่าย

การที่คอมพิวเตอร์จะเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายได้ ต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานดังต่อไปนี้

- คอมพิวเตอร์ อย่างน้อย 2 เครื่อง
- เน็ตเวิร์ดการ์ด หรือ *NIC (Network Interface Card)* เป็นการ์ดที่เสียบเข้ากับช่องที่ เมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และเครือข่าย
- สื่อกลางและอุปกรณ์สำหรับการรับส่งข้อมูล เช่น สายสัญญาณ ส่วนสายสัญญาณที่นิยมที่ใช้กันในเครือข่ายก็เช่น สายโคแอกเชียล สายคู่เกลียวบิด และสายใยแก้วนำแสง เป็นต้น ส่วนอุปกรณ์ เครือข่าย เช่น ฮับ สวิตช์ เร้าเตอร์ เกตเวย์ เป็นต้น
- โพรโทคอล (*Protocol*) โพรโทคอลเป็นภาษาที่คอมพิวเตอร์ใช้ติดต่อสื่อสารกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สามารถสื่อสารกันได้นั้นจำเป็นต้องใช้ “ภาษา” หรือใช้โปรโตคอลเดียวกันเช่น *OSI, TCP/IP, IPX/SPX* เป็นต้น

- ระบบปฏิบัติการเครือข่าย หรือ *NOS (Network Operating System)* ระบบปฏิบัติการเครือข่ายจะเป็นตัวคอยจัดการเกี่ยวกับการใช้งานเครือข่ายของผู้ใช้แต่ละคน

วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

จุดกำเนิดของคอมพิวเตอร์

ต้นกำเนิดของคอมพิวเตอร์อาจกล่าวได้ว่ามาจากแนวความคิดของระบบตัวเลข ซึ่งได้พัฒนาเป็นวิธีการคำนวณต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ช่วยในการคำนวณอย่างง่าย ๆ คือ " กระดานคำนวณ" และ "ลูกคิด"

ในศตวรรษที่ 17 เครื่องคำนวณใช้เฟืองเครื่องแรกได้กำเนิดขึ้นจากนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส คือ *Blaise Pascal* โดยเครื่องของเขาสามารถคำนวณการบวกการลบได้อย่างเที่ยงตรง และในศตวรรษเดียวกันนักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมันคือ *Gottfried Wilhelm von Leibniz* ได้สร้างเครื่องคิดเลขเครื่องแรกที่สามารถคูณและหารได้ด้วย

ในต้นศตวรรษที่ 19 ชาวฝรั่งเศสชื่อ *Joseph Marie Jacquard* ได้พัฒนาเครื่องทอผ้าที่สามารถโปรแกรมได้ โดยเครื่องทอผ้านี้ใช้บัตรขนาดใหญ่ซึ่งได้เจาะรูไว้เพื่อควบคุมรูปแบบของลายที่จะปัก บัตรเจาะรู (*punched card*) ที่ *Jacquard* ใช้นี้ได้ถูกพัฒนาต่อมาโดยผู้อื่น เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ป้อนข้อมูลและโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคแรกๆ

ต่อมาในศตวรรษเดียวกัน ชาวอังกฤษชื่อ *Charles Babbage* ได้ทำการสร้างเครื่องสำหรับแก้สมการโดยใช้พลังงานไอน้ำ เรียกว่า *difference engine* และถัดจากนั้นได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์สมัยใหม่ เมื่อเขาได้ทำการออกแบบ เครื่องจักรสำหรับการวิเคราะห์ (*analytical engine*) โดยใช้พลังงานจากไอน้ำ ซึ่งได้มีการออกแบบให้ใช้บัตรเจาะรูของ

Jacquard ในการป้อนข้อมูล ทำให้อุปกรณ์ชิ้นนี้มีหน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวลผล หน่วยแสดงผล และหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง ครบตามรูปแบบของคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ แต่โชคไม่ดีที่แม้ว่าแนวความคิดของเขาวouldจะถูกต้อง แต่

เทคโนโลยีในขณะนั้นไม่เอื้ออำนวยต่อการสร้างเครื่องที่สามารถทำงานได้จริง
อย่างไรก็ดี *Charles Babbage* ก็ได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาของ
คอมพิวเตอร์คนแรก และผู้ร่วมงานของเขาคือ *Augusta Ada Byron* ก็
ได้รับการยกย่องว่าเป็นนักเขียนโปรแกรมคนแรกของโลก

ยุคของคอมพิวเตอร์

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถแบ่งออกได้
โดยแบ่งส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์ (*Hardware*) เป็น 4 ยุคด้วยกัน

ยุคที่ 1 (1951-1958)

ก่อนหน้าปี 1951 เครื่องคอมพิวเตอร์จะมีใช้เฉพาะนักวิทยาศาสตร์
วิศวกร และทหารเท่านั้น จนกระทั่งผู้สร้าง *ENIAC* คือ *Mauchly* และ
Eckert ได้จัดตั้งบริษัทเพื่อทำตลาดเชิงพาณิชย์ของเครื่องรุ่นถัดมาของพวกเขา
คือเครื่อง *UNIVAC* ซึ่งคอมพิวเตอร์ในยุคนี้จะมี หลอดสุญญากาศ และ
ดรัมแม่เหล็ก (*magnetic drum*) เป็นส่วนประกอบสำคัญ แต่หลอด
สุญญากาศจะมีไม่น่าเชื่อถือสูง เป็นเหตุให้ต้องใช้ความพยายามอย่างมากใน
การทำให้เครื่องในยุคนี้สามารถทำงานได้ ส่วนดรัมแม่เหล็กถูกใช้เป็น
หน่วยความจำหลัก (*primary memory*) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนมาก
ในยุคแรกนี้ ส่วนหน่วยบันทึกข้อมูลสำรอง (*secondary storage*) ซึ่งใช้
เก็บทั้งข้อมูลและคำสั่งโปรแกรมในยุคนี้จะอยู่ในบัตรเจาะรู จนปลายยุคนี้เทป
แม่เหล็กจึงได้ถูกนำมาใช้เป็นหน่วยบันทึกข้อมูลสำรอง

ภาษาคอมพิวเตอร์ในยุคนี้จะอยู่ในรูปของภาษาเครื่อง ซึ่งเป็นตัวเลข
ฐาน 2 ทั้งสิ้น ทำให้ผู้ที่จะสามารถโปรแกรมให้เครื่องทำงานได้ ต้องเป็น
ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

ยุคที่ 2 (1959-1964)

การพัฒนาที่สำคัญที่สุดที่แบ่งแยกยุคนี้ออกจากยุคแรก คือการแทนที่หลอดสุญญากาศด้วยทรานซิสเตอร์ (*transistor*) หน่วยความจำพื้นฐานก็ได้มีการพัฒนามาเป็น *magnetic core* รวมทั้งมีการใช้ *magnetic disk* ซึ่งเป็นหน่วยบันทึกข้อมูลสำรองที่มีความเร็วสูงขึ้น นอกจากนี้ ส่วนประกอบที่คอมพิวเตอร์ได้ถูกรวบรวมเข้าไว้ใน แผ่นวงจรพิมพ์ลาย (*printed circuit boards*) ซึ่งง่ายต่อการเปลี่ยนและมีการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์เพื่อหาส่วนผิดพลาดได้อย่างรวดเร็ว

ภาษาโปรแกรมระดับสูง เช่น *FORTRAN* และ *COBOL* ได้ถูกใช้ในการโปรแกรมสำหรับยุคนี้ โปรแกรมเมอร์สามารถใช้งานภาษาเหล่านี้ได้สะดวกกว่าคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 1 เนื่องจากมีไวยากรณ์ที่คล้ายคลึงกับภาษาอังกฤษ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้แต่เฉพาะกับภาษาเครื่อง ทำให้ต้องใช้โปรแกรมตัวอื่น คือ *compiler* และ *interpreter* ในการแปลงภาษาระดับสูงให้เป็นภาษาเครื่อง

ในยุคที่ 2 เริ่มมีการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องที่อยู่ห่างกันโดยผ่านสายโทรศัพท์ ถึงแม้ว่าจะติดต่อสื่อสารกันได้ช้ามากก็ตาม ปัญหาในยุคนี้คืออุปกรณ์รับข้อมูลและอุปกรณ์แสดงผลทำงานได้ช้ามาก ทำให้คอมพิวเตอร์ต้องรอการรับข้อมูลหรือการแสดงผลบ่อย ๆ ซึ่ง *Dr. Daniel Slotnick* ได้ทำการพัฒนาเพิ่มเติม โดยใช้หลักการของการประมวลผลแบบขนานกัน นอกจากนี้ยังมีกลุ่มคณาจารย์และนักเรียนจาก *Massachusetts Institute of Technology* พัฒนาระบบ มัลติโปรแกรมมิ่ง (*multiprogramming*) ซึ่งเป็นการจัดสรรให้คอมพิวเตอร์ทำงานหลายโปรแกรมพร้อม ๆ กันได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลารอหน่วยรับข้อมูลและหน่วยแสดงผลอีกต่อไป

ยุคที่ 3 (1965-1971)

ในยุคที่ 3 เป็นยุคของอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ที่มีการเติบโตมาก ได้มีการนำแผงวงจรรวม (IC หรือ *integrated circuits*) ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์และวงจรรไฟฟ้าที่รวมอยู่บนแผ่นซิลิกอนเล็ก ๆ มาแทนการประกอบแผงวงจรพิมพ์หลาย ทำให้เวลาการทำงานเชิงคอมพิวเตอร์ลดลงอยู่ในหน่วยหนึ่งส่วนพันล้านวินาที นอกจากนี้ มินิคอมพิวเตอร์ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ.1965 คือเครื่อง *PDP-8* ของ *Digital Equipment Corportion (DEC)* ซึ่งต่อมาก็มีการใช้มินิคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งมีการใช้งาน เทอร์มินัล (*terminal*) ซึ่งเป็นจอคอมพิวเตอร์ผ่านทาง คีย์บอร์ด (*keyboard*) ทำให้การป้อนข้อมูลและพัฒนาโปรแกรมกระทำได้สะดวกขึ้น

ยุคที่ 4 (1971-ปัจจุบัน)

ในยุคที่ 4 เทคโนโลยีแผงวงจรรวมได้พัฒนาขึ้นเป็น แผงวงจรรวมขนาดใหญ่ (*LSI* หรือ *large-scale integartion*) และจากนั้นก็มีการพัฒนาต่ำเป็น แผงวงจรรวมขนาดใหญ่มาก (*Very Large-Scale integartion - VLSI*) ซึ่งทำให้เกิด *microprocessor* ตัวโลกของโลก คือ *Intel 4004* จากบริษัท *Intel* ซึ่งเป็นการใช้แผ่นชิพเพียงแผ่นเดียวสำหรับเก็บหน่วยควบคุม (*control unit*) และ คำนวณเลขตรรกะ (*arithmetic-logic unit*) ของคอมพิวเตอร์ทั้งหมดเทคนิคในการย่อทรานซิสเตอร์ให้อยู่กันอย่างหนาแน่นบนแผ่นซิลิกอนนี้ ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากปัจจุบันสามารถเก็บทรานซิสเตอร์นับล้านตัวไว้ในชิปเพียงหนึ่งแผ่น ในส่วนของหน่วยบันทึกข้อมูลสำรอง (*secondary storage*) ก็ได้เพิ่มความจุขึ้นอย่างมากจนสามารถเก็บข้อมูลนับพันล้านตัวอักษรได้ในแผ่นดิสก์ขนาด 3 นิ้ว

เนื่องจากการเพิ่มความจุของหน่วยบันทึกข้อมูลสำรองนี้เอง ซอฟต์แวร์ชนิดใหม่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บรวบรวมและบันทึกแก้ไขข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่ถูกจัดเก็บไว้ นั่นคือ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล (*Data base*)

นอกจากนี้ ยังมีการถือกำเนิดขึ้นของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในปี 1975 คือเครื่อง *Altair* ซึ่งใช้ชิป *intel 8080* และถัดจากนั้นก็เป็นยุคของเครื่อง และ ตามลำดับ ในส่วนของซอฟต์แวร์ก็ได้มีการพัฒนาให้เป็นมิตรกับผู้ใช้ มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ รวมทั้งมีการนำเทคนิคต่าง ๆ เช่น *OOP (Object-Oriented Programming)* และ *Visual Programming* มาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนา

การพัฒนาที่สำคัญอื่นๆในยุคที่ 4 คือการพัฒนาเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ ความเร็วสูง ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนกันได้ โดย การใช้งานภายในองค์กรนั้น ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (*Local Area Networks*) ซึ่งนิยมเรียกว่า แลน (*LANs*) จะมีบทบาทในการเชื่อมโยง เครื่องนับร้อยเข้าด้วยกันในพื้นที่ที่ห่างกันนัก ส่วนระบบเครือข่ายระยะไกล (*Wide Area Networks*) หรือ แวน (*WANs*) จะทำหน้าที่เชื่อมโยง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ห่างไกลคนละซีกโลกเข้าด้วยกัน

อ้างอิง :

<https://sites.google.com/site/bawsxnphuththala/rabb-kherux-khay-beuxng-tn>