วิวัฒนาการ และชนิดของระบบปฏิบัติการ (โดย ดร.ยรรยง เต็งอำนวย เล่มเขียว)

1. การป้อนงานแบบกลุ่มด้วยมือ (Manual batch system)
2. การป้อนงานแบบกลุ่มโดยอัตโนมัติ (Automatic batch processing)

- การทำงานแบบ Buffering (พยายามทำให้ I และ O ทำงานพร้อมหน่วยประมวลผลมากสุด เช่น printer)
- การทำงานแบบ off-line (เช่น บัตรเจาะ หรือเทปกระดาษ)
- การทำงานแบบ spooling (เป็นหลักการใช้จานแม่เหล็กแทนอุปกรณ์รับข้อมูล และแสดงผลนี้เรียกว่า spooling : Simultaneous peripheral operation on-line)

3. ระบบมัลติโปรแกรมมิ่ง (Multiprogramming system)
4. ระบบแบ่งเวลา (Time sharing system)

- การทำงานแบบโต้ตอบ
- ระบบโต้ตอบแบบมัลติโปรแกรมมิ่ง

5. ระบบตอบสนองฉับพลัน (Real-time system)

ระบบต่าง ๆ ภายในคอมพิวเตอร์ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน มี 11 ระบบ

1. ระบบที่ไม่มีระบบปฏิบัติการ (Non operating system)

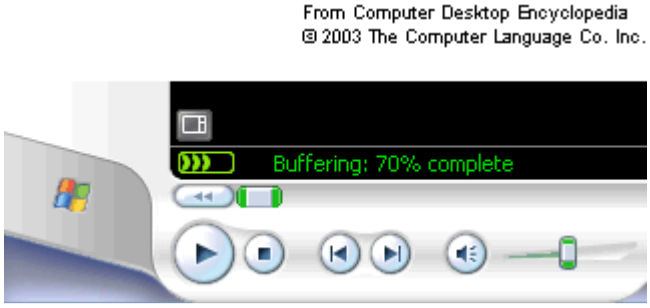
ยุคแรก ๆ คอมพิวเตอร์มีแต่เครื่องเปล่า ๆ ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรมสั่งงาน ตรวจสอบการทำงาน ป้อนข้อมูล และควบคุมเอง ทำให้ระยะแรกใช้กันอยู่ในวงจำกัด

2. ระบบงานแบ็ตช์ (Batch system)

ในอดีต คอมพิวเตอร์จะทำงานได้ครั้งละ 1 งาน การสั่งงานคอมพิวเตอร์ให้มีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทำได้โดยการรวมงานที่คล้ายกัน เป็นกลุ่ม แล้วส่งให้เครื่องประมวลผล โดยผู้ทำหน้าที่รวมงาน จะรับงานจากนักพัฒนาโปรแกรม มาจัดเรียงตามความสำคัญ และตามลักษณะของโปรแกรม จัดเป็นกลุ่มงาน แล้วส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล

3. ระบบบัฟเฟอร์ (Buffering system)

การทำงานเพื่อขยายขีดความสามารถของระบบ ทำให้หน่วยรับ-แสดงผลสามารถทำงานไปพร้อม ๆ กับการประมวลผลของซีพียู ในขณะที่ประมวลผลคำสั่งที่ถูกโหลดเข้าซีพียูนั้น จะมีการโหลดข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำก่อน เมื่อถึงเวลาประมวลผลจะสามารถทำงานได้ทันที และโหลดข้อมูลต่อไปเข้ามาแทนที่ หน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เตรียมพร้อมนี้เรียกว่า บัฟเฟอร์ (buffer)



4. ระบบสพูลลิ่ง (Spooling)

Simultaneous Peripheral Operating On-Line เป็น multiprogramming พื้นฐาน ทำให้ซีพียูทำงานเต็มประสิทธิภาพ เพราะทำให้สามารถทำงานได้ 2 งานพร้อมกัน งานแรกคือประมวลผลในส่วนของซีพียู งานที่สองคือการรับ-แสดงผลข้อมูล ซึ่งต่างกับ buffer ที่ซีพียู และหน่วยรับ-แสดงผลทำงานร่วมกัน และ spooling มี job pool ทำให้สามารถเลือกการประมวลผลตามลำดับก่อนหลังได้ โดยคำนึงถึง priority เป็นสำคัญ

5. ระบบมัลติโปรแกรมมิ่ง (Multiprogramming)
การทำงานที่โหลดโปรแกรมไปไว้ในหน่วยความจำหลัก และพร้อมที่จะประมวลผลได้ทันที ระบบปฏิบัติการจะเลือกงานเข้าไปประมวลผลจนกว่าจะหยุดคอยงานบางอย่าง ในช่วงที่หยุดรอจะดึงงานเข้าไปประมวลผลต่อทันที ทำให้มีการใช้ซีพียูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ระบบแบ่งเวลา (Time-sharing หรือ Multitasking)
เป็นการขยายระบบ multiprogramming ทำให้สามารถสับเปลี่ยนงานของคนหลาย ๆ คนเข้าสู่ซีพียู ซึ่งการสับเปลี่ยนที่ทำด้วยความเร็วสูงจะทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนครอบครองซี พียูอยู่เพียงผู้เดียว

7. ระบบเรียลไทม์ (Real-time system)
จุดประสงค์อีกอย่างหนึ่งของ ระบบปฏิบัติการ คือ ระบบเวลาจริง(Real-time system) หมายถึงการตอบสนองทันที เช่นระบบ Sensor ที่ส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ เครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์ ระบบภาพทางการแพทย์ ระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบหัวฉีดในรถยนต์ ระบบควบคุมการยิง ระบบแขนกล และเครื่องใช้ในครัวเรือน ทั้งหมด
Real-time แบ่งได้ 2 ระบบ
1. Hard real-time system เป็นระบบที่ถูกรับรองว่าจะได้รับการตอบสนองตรงเวลา และหยุดรอไม่ได้
2. Soft real-time system เป็นระบบ less restrictive type ที่สามารถรอให้งานอื่นทำให้เสร็จก่อนได้

8. ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer System)
ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ราคาถูกลง มีการพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ทั้งแป้นพิมพ์ เมาส์ จอภาพ หน่วยความจำ หน่วยประมวลผล เป็นต้น และการใช้คอมพิวเตอร์ไม่ได้มุ่งเน้นด้านธุรกิจเพียงอย่างเดียว แต่นำไปใช้เพื่อความบันเทิงในบ้านมากขึ้น และกลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกองค์กร นอกจากคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) ยังมีคอมพิวเตอร์แบบสมุดโน๊ต(Notebook) และคอมพิวเตอร์มือถือ (PDA) ปัจจุบันมีโทรศัพท์มือถือที่ทำงานแบบคอมพิวเตอร์ และใช้ดูหนังฟังเพลง หรือประมวลผลต่าง ๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น ใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะยิ่งขึ้น

9. ระบบเวอร์ชวลแมชีน (Virtual machine)
เครื่องเสมือน ทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์รู้สึกเหมือนใช้คอมพิวเตอร์เพียงคนเดียว แต่ในความเป็นจริงจะบริการให้ผู้ใช้หลายคน ในหลายโปรเซส โดยใช้เทคโนโลยี Virtual machine บริการงานต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้ได้หลาย ๆ งานพร้อมกัน

10. ระบบมัลติโปรเซสเซอร์ (Multiprocessor system)
Symmetric-multiprocessing
การประมวลผลแบบสมมาตร หมายถึงการประมวลผลหลายโปรเซสเซอร์ที่ไม่มีโปรเซสเซอร์ตัวใดรับโหลดมากกว่าตัวอื่น
Asymmetric-multiprocessing
การประมวลผลแบบไม่สมมาตร หมายถึงการมีโปรเซสเซอร์ตัวหนึ่งเป็นตัวควบคุม และแบ่งงานแต่ละแบบให้โปรเซสเซอร์แต่ละตัวตามความเหมาะสม

11. ระบบแบบกระจาย (Distributed system)

ระบบเครือข่าย ที่กระจายหน้าที่ กระจายการเป็นศูนย์บริการ และเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ด้วยจุดประสงค์ต่าง ๆ กัน ในมาตรฐาน TCP/IP ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั้ง Windows, Linux, Unix และ Mac ทำให้ทั้งหมดสามารถสื่อสารกันรู้เรื่องเข้าใจ และก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกัน

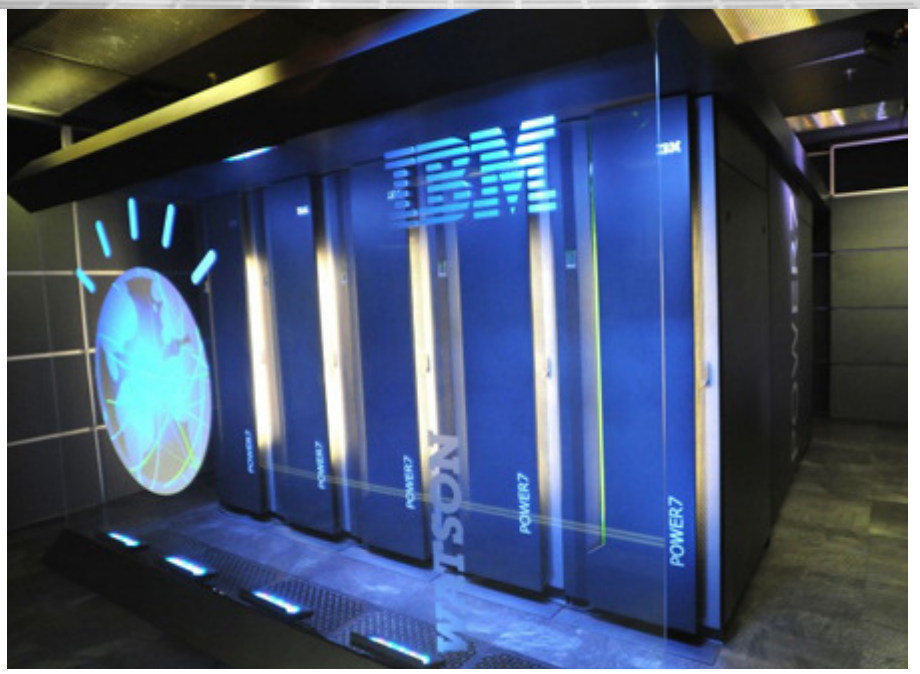
1.1 ประเภทของเครื่องคอมพิวเตอร์

อ้างอิงจาก http://www.nectec.or.th/courseware/computer/comp-using/index.html
*link เสียไปแล้ว

Sr. No.	Type	Specifications
1	PC (Personal Computer)	Single user computer system. Moderately powerful microprocessor.
2	WorkStation	Single user computer system. Similar to Personal Computer but have more powerful microprocessor.
3	Mini Computer	Multi-user computer system. Capable of supporting hundreds of users simulaneously.
4	Main Frame	Multi-user computer system. Capable of supporting hundreds of users simulaneously.Software technology is different from minicomputer.
5	Supercomputer	An extremely fast computer which can perform hundreds of millions of instructions per second.

1.1.1 ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super computer)

คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ มีกำลังมากที่สุด ราคาแพงที่สุด สามารถประมวลผลคำสั่งได้นับพันล้านคำสั่งในหนึ่งวินาที มักใช้เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ และต้องการความเร็วสูง เช่น สถิติประชากร การขุดเจาะน้ำมัน พยากรณ์อากาศ หรือวิจัยอาวุธ เป็นต้น
ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Supercomputer) เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะในการทำงานสูงกว่า คอมพิวเตอร์แบบอื่น ดังนั้นจึงมีผู้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (High Performance Computer) คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ สามารถคำนวนเลขที่มีจุดทศนิยม ด้วยความเร็วสูงมาก ขนาดหลายร้อยล้านจำนวนต่อวินาที งานที่ให้คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ทำแค่ 1 วินาที ถ้าหากเอามาให้คนอย่างเราคิด อาจจะต้องใช้เวลานานกว่าร้อยปี ด้วยเหตุนี้ จึงเหมาะที่จะใช้คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เมื่อต้องมีการคำนวนมากๆ อย่างเช่น งานวิเคราะห์ภาพถ่าย จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา หรือดาวเทียมสำรวจทรัพยากร งานวิเคราะห์พยากรณ์อากาศ งานทำแบบจำลองโมเลกุล ของสารเคมี งานวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร ที่ซับซ้อน คอมพิวเตอร์ประเภทนี้ มีราคาค่อนข้างแพง ปัจจุบันประเทศไทย มีเครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ Cray YMP ใช้ในงานวิจัย อยู่ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สมรรถภาพสูง (HPCC) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ผู้ใช้เป็นนักวิจัยด้านวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศ บริษัทผู้ผลิตที่เด่นๆ ได้แก่ บริษัทเครย์ รีเสิร์ซ (Cray Research), บริษัท เอ็นอีซี (NEC) เป็นต้น



1.1.2 เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Mainframe computer)
คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แต่เล็กกว่า super computer นิยมใช้งานกับธุรกิจขนาดใหญ่ เช่น ธนาคาร โรงแรม หรือ server ขององค์การขนาดใหญ่
คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงมาก แต่ยังต่ำกว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ คือปกติสามารถทำงานได้รวดเร็ว หลายสิบล้านคำสั่งต่อวินาที สำหรับสาเหตุที่ได้ชื่อว่าเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ก็เพราะครั้งแรกที่สร้างคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ได้สร้างไว้บนฐานรองรับ ที่เรียกว่า คัสซี่ (Chassis) โดยมีชื่อเรียกฐานรองรับนี้ว่า เมนเฟรม นั่นเอง เหมาะกับการใช้งาน ทั้งในด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ โดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมากๆ เช่น งานธนาคาร ซึ่งต้องตรวจสอบบัญชีลูกค้าหลายคน งานของสำนักงานทะเบียนราษฎร์ ที่เก็บรายชื่อประชาชนประมาณ 60 ล้านคน พร้อมรายละเอียดต่างๆ งานจัดการบันทึกการส่งเงิน ของผู้ประกับตนหลายล้านคน ของสำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน คอมพิวเตอร์เมนเฟรม ที่มีชื่อเสียงมาก คือเครื่องของบริษัท IBM

ในปัจจุบัน ความนิยมใช้เครื่องเมนเฟรม ในหน่วยงานต่างๆ ได้ลดน้อยลงมาก เพราะราคาเครื่องค่อนข้างแพง การใช้งานค่อนข้างยาก และมีผู้รู้ด้านนี้ค่อนข้างน้อย สถานศึกษาที่มีเครื่องระดับนี้ไว้ใช้สอน ก็มีเพียงไม่กี่แห่ง เหตุผลสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กกว่า ได้รับการพัฒนาให้มีสมรรถนะมากขึ้น จนสามารถทำงานได้เท่ากับเครื่องเมนเฟรม แต่ราคาถูกกว่า อย่างไรก็ตามเครื่องเมนเฟรม ยังคงมีความจำเป็น ในงานที่ต้องใช้ข้อมูลมากๆ พร้อมๆ กันอยู่ต่อไปอีก ทั้งนี้เพราะ เครื่องเมนเฟรม สามารถพ่วงต่อ และควบคุมอุปกรณ์รอบข้าง (Peripheral) เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องขับเทปแม่เหล็ก เครื่องขับจานแม่เหล็ก ฯลฯ ได้เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน

1.1.3 มินิคอมพิวเตอร์ (Mini computer)

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในธุรกิจขนาดกลาง และเล็ก ต้องการความสามารถในการประมวลผลสูง และราคาไม่สูงเกินไป เช่น AS/400 เป็นต้น

เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะน้อยกว่าเครื่องเมนเฟรม คือทำงานได้ช้ากว่า และควบคุมอุปกรณ์รอบข้างได้น้อยกว่า อย่างไรก็ตามจุดเด่นสำคัญ ของเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ก็คือราคาย่อมเยากว่าเมนเฟรม การใช้งานก็ไม่ต้องใช้ บุคลากรมากนัก นอกจากนั้น ยังมีผู้ที่รู้วิธีใช้มากกว่าด้วย เพราะเครื่องประเภทนี้ มีใช้ตามสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษาหลายแห่ง มินิคอมพิวเตอร์ เหมาะกับงานหลากหลายประเภท คือใช้ได้ทั้งในงานวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม เครื่องที่มีใช้ตามหน่วยงานราชการระดับกรมส่วนใหญ่ มักจะเป็นเครื่องประเภทนี้

1.1.4 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer)
คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop computer) หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง ใช้งานได้หลายประเภท
เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และใช้ทำงานคนเดียว จึงนิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ใช้งานที่พบได้อย่างแพร่หลาย จัดว่าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ทั้งระบบใช้งานครั้งล่ะคนเดียว หรือใช้งานในลักษณะเครือข่าย แบ่งได้หลายลักษณะตามขนาด เช่นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแบบตั้งโต๊ะ (Personal Computer) หรือแบบพกพา (Portable Computer) หรือแบ่งตามผู้ผลิต ได้แก่ เครื่องกลุ่ม IBM, IBM Compatible และแมคอินทอช (Macintosh) เป็นต้น

การจำแนกคอมพิวเตอร์ ตามลักษณะวิธีการทำงานภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

แอนะล็อกคอมพิวเตอร์ (Analog computer) เป็นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ได้ใช้ค่าตัวเลขเป็นหลักของการคำนวณ แต่จะใช้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้าแทน ไม้บรรทัดคำนวณ อาจถือเป็นตัวอย่างหนึ่งของแอนะล็อกคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ค่าตัวเลขตามแนวความยาวไม้บรรทัดเป็นหลักของการคำนวณ โดยไม้บรรทัดคำนวณจะมีขีดตัวเลขกำกับอยู่ เมื่อไม้บรรทัดหลายอันมรประกบรวมกัน การคำนวณผล เช่น การคูณ จะเป็นการเลื่อนไม้บรรทัดหนึ่งไปตรงตามตัวเลขของตัวตั้งและตัวคูณของขีดตัว เลขชุดหนึ่ง แล้วไปอ่านผลคูณของขีดตัวเลขอีกชุดหนึ่งแอนะล็อกคอมพิวเตอร์แบบ อิเล็กทรอนิกส์จะใช้หลักการทำนองเดียวกัน โดยแรงดันไฟฟ้าจะแทนขีดตัวเลขตามแนวยาวของไม้บรรทัด แอนะล็อกคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่แยกส่วนทำหน้าที่เป็นตัวกระทำและเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ จึงเหมาะสำหรับงานคำนวณทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่อยู่ในรูปของสมการ คณิตศาสตร์ เช่น การจำลองการบิน การศึกษาการสั่งสะเทือนของตึกเนื่องจากแผ่นดินไหว ข้อมูลตัวแปรนำเข้าอาจเป็นอุณหภูมิความเร็วหรือความดันอากาศ ซึ่งจะต้องแปลงให้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า เพื่อนำเข้าแอนะล็อกคอมพิวเตอร์ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าแปรกับ เวลาซึ่งต้องแปลงกลับไปเป็นค่าของตัวแปรที่กำลังศึกษา ในปัจจุบันไม่ค่อยพบเห็นแอนะล็อกคอมพิวเตอร์เท่าไรนักเพราะผลการคำนวณมีความ ละเอียดน้อย ทำให้มีขีดจำกัดใช้ได้กับงานเฉพาะบางอย่างเท่านั้น

ดิจิทัลคอมพิวเตอร์ (Digital computer) คอมพิวเตอร์ที่พบเห็นทั่วไปในปัจจุบันจัดเป็นดิจิทัลคอมพิวเตอร์แทบทั้งหมด ดิจิทัลคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานเกี่ยวกับตัวเลข มีหลักการคำนวณที่ไม่ใช่แบบไม้บรรทัดคำนวณ แต่เป็นแบบลูกคิด โดยแต่และหลักของลูกคิดคือ หลักหน่วย หลักร้อย และสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ เป็นระบบเลขฐานสิบที่แทนตัวเลขจากศูนย์ถ้าเก้าไปสิบตัวตามระบบตัวเลขที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ค่าตัวเลขของการคำนวณในดิจิทัลคอมพิวเตอร์จะแสดงเป็นหลักเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นระบบเลขฐานสองที่มีสัญลักษณ์ตัวเลขเพียงสองตัว คือเลขศูนย์กับเลขหนึ่งเท่านั้น โดยสัญลักษณ์ตัวเลขทั้งสองตัวนี้ จะแทนลักษณะการทำงานภายในซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ต่างกัน การคำนวณภายในดิจิทัลคอมพิวเตอร์จะเป็นการประมวลผลด้วยระบบเลขฐานสองทั้งหมด ดังนั้นเลขฐานสิบที่เราใช้และคุ้นเคยจะถูกแปลงไปเป็นระบบเลขฐานสองเพื่อการ คำนวณภายในคอมพิวเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้ก็ยังเป็นเลขฐานสองอยู่ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะแปลงเป็นเลขฐานสิบเพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย

1.2 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์

1.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ที่จับต้องได้ แบ่งเป็น 4 หน่วย คือ Input unit, CPU(Central Processing Unit), Storage และ Output unit

1.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

คือ โปรแกรม หรือชุดคำสั่งที่เขียนขึ้น เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Hardware กับผู้ใช้ ให้สามารถสื่อสารกันได้

1.2.3 บุคลากร (Peopleware)

บุคคลผู้สั่งให้คอมพิวเตอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ ซึ่งบุคคลจะมีหลายบทบาทในการเข้าใช้คอมพิวเตอร์

- นักวิเคราะห์ และออกแบบระบบ (System analyst and design)
- โปรแกรมเมอร์ (Programmer)

- ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database administrator)
- ผู้ปฏิบัติการ (Operator)
- ผู้ใช้ (User)
- ผู้บริหาร (Administrator)

1.2.4 ข้อมูล (Data)
องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีค่า เพราะข้อมูลที่เก็บในคอมพิวเตอร์ จะนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจ หรือช่วยการแสดงผล หรือนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ข้อมูลบางอย่างอาจมีค่ามากกว่า hardware เสียอีก

1.2.5 กระบวนการทำงาน (Procedure)
การทำงานให้ได้ผลตามต้องการต้องมีลำดับการทำงาน หรือขั้นตอนที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ จึงต้องมีคู่มือผู้ใช้ หรือคู่มือระบบ ให้ผู้ใช้จัดการกับคอมพิวเตอร์ และใช้งานคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

แนะนำให้รู้จักคำว่าระบบปฏิบัติการ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เห็นเนื้อหาโดยรวม สำหรับความหมายของระบบปฏิบัติการในเบื้องต้น คือ **โปรแกรม ที่จัดการคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ โดยทำหน้าที่ให้การสนับสนุนการประมวลผลในเบื้องต้น และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ และคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ทำงานด้วยกัน อย่างราบรื่น** จากความหมายข้างต้น ทำให้ทราบว่าคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องต้องมีระบบปฏิบัติการ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญอีกส่วนหนึ่ง โดยปกติคอมพิวเตอร์จะมีส่วนประกอบสำคัญแยกกันได้ 4 ส่วนคือ hardware, operating system, application program และ users
1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วยทรัพยากรต่างๆ ที่มีในระบบ ได้แก่ อุปกรณ์นำข้อมูลเข้า/ออก หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำ นอกจากนี้ยังหมายความรวมถึง โปรแกรมภาษาเครื่อง และไมโครโปรแกรม ซึ่งเป็นส่วนที่บริษัทผู้ผลิตสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นซอฟร์แวร์ในระดับพื้นฐาน (primitive level) โดยสามารถทำงานได้โดยตรงกับทรัพยากรระบบด้วยคำสั่งง่ายๆ เช่น ADD MOVE หรือ JUMP คำสั่งเหล่านี้จะถูกกำหนดเป็นขั้นตอน การทำงานของวงจรภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ชุดคำสั่งที่ไมโครโปรแกรมต้องแปลหรือตีความหมายจะอยู่ใน รูปแบบภาษาเครื่องและมักเป็นคำสั่งในการคำนวณ เปรียบเทียบ และการควบคุมอุปกรณ์นำข้อมูลเข้า/ออก
2. ระบบปฏิบัติการ (Operating system) เป็นโปรแกรมที่ทำงานเป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้เครื่องและฮาร์ดแวร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้ระบบสามารถปฏิบัติงานบน เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ โดยจะเอื้ออำนวยการพัฒนาและการใช้โปรแกรมต่างๆ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. โปรแกรมประยุกต์ (Application program) คือซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อการทำงานเฉพาะอย่างที่เราต้อง การ เช่น งานส่วนตัว งานทางด้านธุรกิจ งานทางด้านวิทยาศาสตร์ โปรแกรมทางธุรกิจ เกมส์ต่างๆ ระบบฐานข้อมูล ตลอดจนตัวแปลภาษา เราอาจเรียกโปรแกรมประเภทนี้ว่า User's Program โปรแกรมประเภทนี้โดยส่วนใหญ่มักใช้ภาษาระดับสูงในการพัฒนา เช่นภาษา C, C++, COBOL, PASCAL, BASIC ฯลฯ ตัวอย่างของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้ในทางธุรกิจ เช่น โปรแกรมระบบบัญชีจ่ายเงินเดือน (Payroll Program) โปรแกรมระบบเช่าซื้อ (Hire Purchase) โปรแกรมระบบสินค้าคงหลัง (Stock Program) ฯลฯ ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็จะมีเงื่อนไขหรือแบบฟอร์มที่แตกต่างกัน ตามความต้องการหรือกฎเกณฑ์ของแต่ละหน่วยงานที่ใช้ ซึ่งโปรแกรมประเภทนี้เราสามารถดัดแปลงแก้ไขเพิ่มเติม (Modifications) ในบางส่วนของโปรแกรมเองได้ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานโปรแกรม โปรแกรมเหล่านี้เป็นตัวกำหนดแนวทางในการใช้ทรัพยากรระบบ เพื่อทำงานต่างๆ ให้แก่ผู้ใช้หลากหลายประเภท ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งบุคคล โปรแกรม หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นตัวแปรภาษา

ต้องใช้ทรัพยากรระบบในการแปลโปรแกรมภาษาระดับสูงให้เป็นภาษา เครื่องแก่ โปรแกรมเมอร์ ดังนั้น ระบบปฏิบัติการต้องควบคุมและประสานงานในการใช้ทรัพยากร ระบบของผู้ใช้ให้เป็น ไปอย่างถูกต้อง

4. ผู้ใช้ (User) ถึงแม้ระบบคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งทางด้าน ฮาร์ดแวร์และ ซอฟต์แวร์ แต่ระบบคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้ถ้าขาดอีก องค์ประกอบหนึ่ง ซึ่งได้แก่ องค์ประกอบทางด้านบุคลากรที่จะเป็นผู้จัดการและควบคุม ระบบคอมพิวเตอร์ให้ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างราบรื่น คอยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิด ขึ้นกับระบบคอมพิวเตอร์ พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ รวมไปถึงการใช้งานโปรแกรม ประยุกต์ที่ถูกพัฒนาขึ้น

ความหมายของระบบปฏิบัติการ

Milan Milenkovic

An operating system is an organized collection of software extensions of hardware, consisting of control routines for operating a computer and for providing an environment for execution of programs.

H. M. Deitel

Operating systems are primarily resource managers; the main resource they manage is computer hardware in the form of processors, storage, input/output devices, communication devices and data. Operating systems perform many functions such as implementing the user interface, sharing hardware among users, allowing users to share data among themselves, preventing users from interfering with one another, scheduling resources among users, facilitating input/output, recovering from errors, accounting for resource usage, facilitating parallel operations, organizing data for secure and rapid access, and handling network communications.

A. Silberschatz , J. Peterson and P. Galvin

An operating system is a program that acts as an intermediary between a user of a computer and the computer hardware.

An operating system is similar to a government. The components of a computer system are its hardware, software, and data. The operating system provides the means for the proper use of these resources in the operation of the computer system. Like a government, the operating system performs no useful function by itself. It simply provides an environment within which other programs can do useful work.

William S. Davis

The operating system is a set of software routines that sits between the application program and hardware. Because the operating system serves as a hardware/software interface (Fig. 1.2), application programmers and users rarely communicate directly with the hardware.

ดร. ยรรยง เต็งอำนวย

กลุ่มโปรแกรมซึ่งได้รับการจัดระเบียบให้เป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่าง เครื่อง และผู้ใช้ โดย จะเอื้ออำนวยการพัฒนาและการใช้โปรแกรมต่าง ๆ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ให้มีประสิทธิผลที่ดี

มงคล อัศวโกวิทกรณ์

กลุ่มโปรแกรมงานที่มีความสามารถสูง เช่น ช่วยในการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรต่างๆ ใน ระบบ และควบคุมจังหวะการทำงานของโปรแกรมที่กำลังรันอยู่เพื่อมิให้เกิดข้อผิดพลาด และรวมถึงควบคุม System Software

2.1 หน้าที่ของระบบปฏิบัติการ

2.1.1 การติดต่อกับผู้ใช้ หรือยูเซอร์อินเทอร์เฟซ (User interface)
ผู้ใช้สามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน จึงเป็นหน้าที่ของระบบปฏิบัติการในเป็นตัวกลางและเตรียมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้ในการสั่งงานคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจะใช้คำสั่งผ่านทาง System call เพื่อปฏิบัติสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการ
ใช้สามารถติดต่อหรือควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบปฏิบัติการได้ โดยระบบปฏิบัติการจะเครื่องหมายพร้อมต์ (prompt) ออกทางจอภาพเพื่อรอรับคำสั่งจากผู้ใช้โดยตรง ตัวระบบปฏิบัติการจึงเป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้กับ ฮาร์ดแวร์ของเครื่อง นอกจากนี้ผู้ใช้อาจเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานกรณีนี้ผู้ใช้ก็สามารถติดต่อกับ ระบบปฏิบัติการได้โดยผ่านทาง System Call
2.1.2 ควบคุมดูแลอุปกรณ์ (Control devices)
ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานสอดคล้องกับความต้องการโดยไม่เกิดข้อผิดพลาด เช่นการควบคุมดิสก์ จอภาพ หรือซีดีรอม เป็นต้น ระบบปฏิบัติการจะรับคำสั่งจากผู้ใช้ และเรียกใช้ System call ขึ้นมาทำงาน ให้ได้ผลตามต้องการ
ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่าย เช่น การเข้าถึงข้อมูลในแฟ้มหรือติดต่อกับอุปกรณ์รับ/แสดงผลข้อมูล จึงทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมตัวขับดิสก์ เพราะระบบปฏิบัติการจัดบริการให้มีคำสั่งสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์เหล่านี้ได้ อย่างง่ายๆเนื่องจากผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบปฏิบัติการ อาจไม่มีความจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงหลักการทำงานภายในของเครื่อง
ดังนั้น ระบบปฏิบัติการจึงมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของโปรแกรม การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างถูกต้องและสอดคล้องกัน ระบบปฏิบัติการจึงมีส่วนประกอบของหน้าที่ต่างๆ ที่ควบคุมอุปกรณ์แต่ละชนิดที่มีหน้าที่แตกต่างกันไป โดยผู้ใช้อาจเรียกใช้ผ่านทาง System Call หรือเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้น
2.1.3 จัดสรรทรัพยากร หรือรีซอร์สระบบ (Resources management)
เพราะทรัพยากรของระบบมีจำกัด และมีหลายประเภท ระบบปฏิบัติการต้องบริการให้ผู้ใช้ ได้ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างทรัพยากร ที่ระบบปฏิบัติการต้องจัดการ เช่น ซีพียู หน่วยความจำ ซีดีรอม เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ทรัพยากรหลักที่ต้องมีการจัดสรร ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลัก อุปกรณ์รับ/แสดงผลข้อมูล และแฟ้มข้อมูล เช่น การจัดลำดับให้บริการใช้เครื่องพิมพ์ การสับหลีกงานหลายงานในหน่วยความจำหลัก และการจัดสรรหน่วยความจำหลักให้กับโปรแกรมทั้งหลาย ทรัพยากร คือสิ่งที่ซึ่งถูกใช้ไปเพื่อให้โปรแกรมดำเนินไป

2.2 องค์ประกอบของระบบปฏิบัติการ

2.2.1 การจัดการโปรเซส (Process management)
2.2.2 การจัดการหน่วยความจำ (Memory management)
2.2.3 การจัดการไฟล์ (File management)
2.2.4 การจัดการอินพุต / เอาต์พุต (I/O system management)
2.2.5 การจัดการสื่อจัดเก็บข้อมูล (Storage managment)
2.2.6 เน็ตเวิร์ค (Networking)
2.2.7 ระบบป้องกัน (Protection system)
2.2.8 ระบบตัวแปลคำสั่ง (Command-interpreter system)

2.3 วิวัฒนาการของระบบปฏิบัติการ

2.3.1 ยุคแรก (ค.ศ.1945 - 1954)
ใช้หลอดสูญญากาศ ยังไม่มี OS และใช้ CARD I/O รับ-ส่งข้อมูล

2.3.2 ยุคที่ 2 (ค.ศ.1955 - 1964)
ใช้ทรานซิสเตอร์ เป็น Mainframe เริ่มใช้ Fortran, Cobol โดยใช้ Batch processing ควบคุม
2.3.3 ยุคที่ 3 (ค.ศ.1965 - 1979)
ใช้ IC(Integrated circuit) เริ่มใช้ Basic, Pascal เริ่มใช้ Multiprogramming และ time sharing
2.3.4 ยุคที่ 4 (ค.ศ.1980 - ปัจจุบัน)
ใช้ Multi-mode และ Virtual machine เริ่มสื่อสารระหว่างเครือข่าย (Internet)

2.4 โครงสร้างระบบปฏิบัติการ
2.4.1 องค์ประกอบของระบบ หรือคอมโพแนนต์ของระบบ (System component)
ระบบแบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยต่าง ๆ เรียกว่า component เช่น input, output หรือ function ซึ่งหน้าที่ของระบบ คือจัดการส่วนย่อยต่าง ๆ ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีงานหลาย ๆ อย่างที่ต้องจัดการ ดังนี้
2.4.1.1 การจัดการโปรเซส (Process management)
2.4.1.2 การจัดการหน่วยความจำ (Memory management)
2.4.1.3 การจัดการไฟล์ (File management)
2.4.1.4 การจัดการอินพุต / เอาต์พุต (Input/Output management)
2.4.1.5 การจัดการสื่อจัดเก็บข้อมูล (Storage management)
2.4.1.6 เน็ตเวิร์ค (Networking)
2.4.1.7 ระบบป้องกัน (Protection system)
2.4.1.8 ระบบตัวแปลคำสั่ง (Interpreter system)
2.4.2 เซอร์วิสของระบบปฏิบัติการ (Operating system services)
บริการพื้นฐานที่ระบบปฏิบัติการต้องมีให้กับผู้ใช้ ที่น่าสนใจมีดังนี้
2.4.2.1 การเอ็กซิคิวต์โปรแกรม
2.4.2.2 การปฏิบัติกับอินพุต/เอาต์พุต
2.4.2.3 การจัดการกับระบบไฟล์
2.4.2.4 การติดต่อสื่อสาร
2.4.2.5 การตรวจจับข้อผิดพลาด
2.4.2.6 การแชร์รีซอร์ส
2.4.2.7 การป้องกัน
2.4.3 System calls
ทำหน้าที่ กำหนดอินเทอร์เฟสระหว่าง process กับ operating system เพื่อการควบคุมและจัดการระบบ โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม
2.4.3.1 การควบคุมโปรเซส
2.4.3.2 การจัดการกับไฟล์
2.4.3.3 การจัดการดีไวซ์
2.4.3.4 การบำรุงรักษาข้อมูล
2.4.3.5 การติดต่อสื่อสาร

Processor

การศึกษาเรื่องโปรเซส เป็นหัวใจของการทำความเข้าใจของระบบคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ใช้หลายคน (multiuser computer system) คำว่าโปรเซสถูกใช้ครั้งแรกโดยผู้ออกแบบระบบมัลติกส์ (multics) ในทศวรรษ 1690 มีการให้ความหมายของคำว่า "โปรเซส" ไว้หลายความหมายเช่น

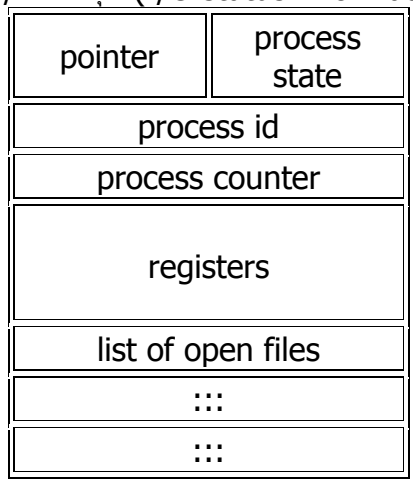
- โปรแกรมที่กำลังถูกเอ็กซีคิ้ว
- กิจกรรมที่มีการทำงานสัมพันธ์กัน
- สิ่งที่ถูกมอบหมายไปให้โปรเซสเซอร์ได้
- หน่วยซึ่งถูกส่งต่อได้ (dispatchable)

ยังไม่มีความหมายใดที่เป็นที่ยอมรับกันทุกคน แต่ความหมายที่ว่า โปรเซส คือ "โปรแกรมที่กำลังถูกเอ็กซีคิ้ว" นั้นถูกใช้บ่อยมากที่สุด ดังนั้นจึงเอาความหมายนี้เป็นความหมายของคำว่า โปรเซส เราอาจเปรียบเทียบโปรแกรมเหมือนกับรถยนต์ที่จอดนิ่งอยู่ที่พร้อมที่จะวิ่งไป ในระบบหลายโปรแกรม (multiprogramming) โปรเซสอาจเปรียบกับรถยนต์ที่วิ่งออกจากจุดเริ่มต้น ถ้ามีหลายโปรเซสอยู่ในระบบก็เหมือนกับการที่เรามีรถหลายคันที่จะต้องออกวิ่ง ไปพร้อม ๆ กัน ตัวซีพียูเปรียบได้กับคนขับรถ ถ้าซีพียูมีตัวเดียวก็เหมือนกับคนขับรถมีเพียงคนเดียว ดังนั้นเมื่อรถหลายคันออกวิ่งการที่คนขับคนเดียวจะพารถหลายๆ คันวิ่งไปต้องขับรถทีละคันให้วิ่งเดินหน้าไปทีละนิด เวียนเปลี่ยนไปจนครบทุกคัน จนถึงจุดหมายปลายทาง (โปรแกรมสิ้นสุดลง) นั้นคือเราสามารถมีโปรเซสหลายๆ โปรเซสทำงานไปพร้อมๆ กันได้โดยมีซีพียูเพียงตัวเดียว

3.1 องค์ประกอบของโปรเซส

1. หมายเลขโปรเซส (Process id)
2. โค้ดโปรแกรม (Program code)
3. ข้อมูล (Data)
4. บล็อกควบคุมโปรเซส (Process control block)

4.1 พอยเตอร์ (Pointer)
4.2 สถานะของโปรเซส (Process state)
4.3 หมายเลขโปรเซส (Program id)
4.4 ตัวนับจำนวน (Program counter)
4.5 รีจิสเตอร์ (Register)
4.6 ข้อมูลการจัดเวลาของซีพียู (CPU scheduling information)
4.7 ข้อมูลการจัดการหน่วยความจำ (Memory management information)
4.8 ข้อมูลแอ็กเคาต์ (Account information)
4.9 ข้อมูลสถานะอินพุต/เอาต์พุต (I/O status information)



5. PSW (Program status word)
6. คุณสมบัติของโปรเซส (Properties of process)

6.1 ลำดับความสำคัญของโปรเซส (Priority)
6.2 อำนาจหน้าที่ของโปรเซส (Authority)
6.3 คุณสมบัติอื่นที่ระบบปฏิบัติการกำหนดให้มี

3.2 สถานะของโปรเซส

สถานะของโปรเซสแบ่งได้ 6 สถานะ

1. สถานะเริ่มต้น (New : The process is being created.)
2. สถานะพร้อม (Ready : The process is waiting to be assigned to a processor.)
3. สถานะรัน (Running : Instructions are being executed.)
4. สถานะรอ (Wait : The process is waiting for some event to occur.)
5. สถานะบล็อก (Block : The process is blocked for some event to occur.)
6. สถานะสิ้นสุด (Terminate : The process has finished execution.)

สถานะของโปรเซสแบ่งได้อีกแบบมี 4 สถานะ

1. สถานะพร้อม (ready state) คือสถานะที่โปรเซสพร้อมที่จะใช้ซีพียูทันทีที่ระบบปฏิบัติการมอบหมายให้ ในสถานะนี้ไม่มีการรันของโปรเซส
2. สถานะรัน (running state) คือสถานะที่โปรเซสกำลังครอบครองซีพียูอยู่ มีการรันของโปรเซสจริงๆ เพราะโปรเซสใช้ซีพียูเอ็กซีคิ้วคำสั่ง หรือโค้ดโปรแกรมของโปรเซสนั้น
3. สถานะติดขัด (blocked state) คือสถานะที่โปรเซสหยุดรอเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งให้เกิดขึ้น โปรเซสไม่จำเป็นต้องใช้ซีพียูและยังไม่พร้อมที่จะครอบครองซีพียู ซึ่งจะทำให้โปรเซสอื่นเข้ามาครอบครองซีพียูในช่วงนี้ได้
4. สถานะพัก (suspend state) คือสถานะที่โปรเซสไม่มีการทำงานใดๆ หยุดนิ่งอย่างสมบูรณ์ ไม่มีการรอการใช้ซีพียูหรือเหตุการณ์ใดๆ ให้เกิดขึ้น

3.3 การจัดเวลาโปรเซส

- ระบบมัลติโปรแกรมมิ่ง คือ การจัดให้ process สามารถเข้าประมวลผลได้ตลอดเวลา
- ระบบแบ่งเวลา คือ การสลับ process เข้าใช้ CPU บ่อย เท่าที่ผู้ใช้รู้สึกว่าทุก process ตอบสนองได้ตลอดเวลา

1. Device queue คือ การจัดคิวของโปรเซสต่าง ๆ เช่น คิวของ I/O คิวของการรอ child process หรือคิวของอินเทอร์รัพต์ เป็นต้น
เมื่อกระบวนการเข้าไปในระบบ จะถูกส่งเข้า job queue ซึ่ง queue จะรวบรวม process ทั้งหมดในระบบ และมีคำหลาย ๆ คำเกี่ยวกับการเข้าคิว เช่น ready, blocked และ running แต่ถ้า process รอเข้า I/O devices จะเรียกว่า device queue ซึ่งทุกอุปกรณ์จะมี device queue ของตนเอง processes จะย้ายไปมาระหว่าง queue ต่าง ๆ โดยระบบปฏิบัติการมีหน้าที่เลือกตามวัตถุประสงค์ และความเหมาะสม ซึ่งถูกจัดการโดย scheduler สำหรับแต่ละ Device queue ต่างก็มี scheduler ของตนเอง และมี scheduler ส่วนกลาง ควบคุมการทำงานของ process ทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

2. Contect switch คือ การทำงานที่ขึ้นกับความสามารถของฮาร์ดแวร์ เป็นการเลื่อน process ไปยังคิวต่อไป ในกรณีที่มีจำนวนโปรเซสมากกว่าชุดของรีจิสเตอร์ที่มีอยู่ ระบบจะคัดลอกโปรเซสส่วนเกินไปเป็นอีกชุดหนึ่ง เพื่อให้โปรเซสที่จำเป็นต้องเข้ามาได้ใช้รีจิสเตอร์ปัจจุบันได้ สำหรับรายละเอียดการจัดการโปรเซสขึ้นกับความสามารถของ OS เป็นเทคนิคที่หลีกเลี่ยงปัญหาคอขวดของระบบ หลังประมวลผล Process หนึ่งเรียบร้อย ต้องย้ายไปยัง Process ใหม่ หรือ การย้ายจากหน่วยประมวลผลไปยังอีกกระบวนการหนึ่ง ต้องการ saving the stat of the old process and loading the

saved state for the new process ซึ่งงานนี้ถูกเรียกว่า context switch สำหรับคำว่า context of process อาจแทนด้วย PCB of a process

Mutual exclusion
คือ การกีดกั้น ในบริเวณ หรือส่วนของโปรแกรมที่ process เข้าครอบครองรีซอร์ส ซึ่งเรียกว่า Critical region ซึ่งการกีดกั้นก็คือการไม่ยอมให้ process ใด ๆ เข้าใช้พื้นที่ ๆ เป็น Critical region ซึ่งมีคุณสมบัติอยู่ 4 ประการ

คุณสมบัติของ mutual exclusion

1. ไม่มี process อยู่ใน critical region พร้อมกัน
2. ไม่มีสมมติฐาน และข้อจำกัด ด้านความเร็ว หรือจำนวนซีพียูมาเป็นปัจจัย
3. ไม่มี process นอก critical region ที่ block การทำงานของ process อื่น
4. ไม่มี process ที่รอเข้าใจ critical region ตลอดเวลา

การแก้ปัญหา Mutual exclusion with busy waiting

5. Disable interrupt
6. Lock variable
7. Strict alternation
8. Peterson's solution
9. TSL instruction

3.4 การปฏิบัติการบนโปรเซส

ขณะคอมพิวเตอร์ทำงานต้องการสร้าง และลบ process ตลอดเวลา จึงต้องมีการควบคุมให้ระบบคงสภาพอยู่ตลอดเวลา โปรเซสแม่ (Parent process) และโปรเซสลูก (Children process) ต้องถูกสร้าง และหยุดทำงานได้อย่างสอดคล้อง เพื่อให้เข้าใจเรื่องของ process จึงขอแสดง tree of process on a typical UNIX system ประกอบการอธิบาย

1. การสร้างโปรเซส (Process creation)
ถ้า process สร้าง process ขึ้นใหม่ เมื่อพิจารณาการ execute
1. โปรเซสแม่ยังประมวลผลต่อไป พร้อมโปรเซสลูก
(The parent continues to execute concurrently with its children.)
2. โปรเซสแม่ต้องรอให้โปรเซสลูกบางตัว หรือโปรเซสลูกทั้งหมดสิ้นสุด จึงจะเริ่มประมวลผลได้ใหม่
(The parent waits until some or all of its children have terminated.)
ถ้า process สร้าง process ขึ้นใหม่ เมื่อพิจารณา address ของโปรเซสใหม่
1. โปรเซสลูกเป็นสำเนาของโปรเซสแม่ คือใช้ address เดียวกับแม่
(The child process is a duplicate of the parent process.)
2. โปรเซสลูกมีตำแหน่งของ load address ของตนเอง
(The child process has a program loaded into it.)
2. การสิ้นสุดของโปรเซส (Process termination)
3 เหตุผลที่ โปรเซสแม่จะหยุดการประมวลผลของโปรเซสลูก
1. โปรเซสลูกใช้ resource มากกว่าที่กำหนดไว้
2. ไม่มีความจำเป็นต้องใช้โปรเซสนั้นอีกแล้ว
3. โปรเซสแม่สิ้นสุด และ OS ไม่ยอมให้โปรเซสลูกทำงานต่อไป

ตัวอย่าง process ที่ประมวลผลใน Linux

```
[root@yn1 root]# ps -aux
USER       PID %CPU %MEM   VSZ  RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root         1  0.0  0.0  1376   84 ?        S    Oct08   0:12 init
root      1482  0.0  0.0  1440  156 ?        S    Oct08   0:32 syslogd -m 0
root      1486  0.0  0.0  1368    4 ?        S    Oct08   0:00 klogd -x
rpc       1504  0.0  0.0  1540    0 ?        SW   Oct08   0:00 [portmap]
rpcuser   1523  0.0  0.0  1680    0 ?        SW   Oct08   0:00 [rpc.statd]
named     1620  0.0  1.9 41836 5040 ?        S    Oct08   6:16 [named]
root      1635  0.0  0.1  3508  300 ?        S    Oct08   0:05 /usr/sbin/sshd
root      1649  0.0  0.1  2024  368 ?        S    Oct08   0:02 xinetd -stayalive
root      1659  0.0  0.0  1596   88 ?        S    Oct08   0:00 /usr/sbin/vsftpd
root      1680  0.0  0.2  5920  548 ?        S    Oct08   0:52 [sendmail]
smmsp     1689  0.0  0.1  5716  316 ?        S    Oct08   0:00 [sendmail]
apache    9825 99.9  0.0     0    0 ?        RW   Oct08 15286:48 [httpd]
root     10719  0.0  0.0 17200   96 ?        S    Oct18   0:02 /usr/sbin/httpd
apache   15017  0.0  3.0 22708 7860 ?        S    Oct18   0:07 [httpd]
apache   15018  0.0  2.8 23940 7312 ?        S    Oct18   0:06 [httpd]
apache   18350  0.0  3.3 27072 8604 ?        S    08:23   0:06 [httpd]
root     22018  0.0  0.8  6268 2108 ?        S    13:16   0:00 [sendmail]
```

3.5 โปรเซสสื่อประสาน (Cooperating process)

โปรเซสที่ประมวลผลในระบบอาจเป็นได้มีได้ 2 แบบคือโปรเซสอิสระ (Independent process) ซึ่งทำงานโดยไม่มีผลกระทบ หรือได้รับผลกระทบจากโปรเซสอื่น เป็นอิสระที่ไม่มีการแบ่งปันทรัพยากรร่วมกับใคร ส่วนโปรเซสสื่อประสาน (Cooperating process) อาจได้รับผลกระทบ หรือส่งผลกระทบต่อโปรเซสอื่น หรือกล่าวได้ว่ามีการใช้ทรัพยากรร่วมกับโปรเซสอื่น และเหตุที่ทำให้เกิดโปรเซสสื่อประสานอาจมีได้ดังนี้

1. การแบ่งปันข่าวสารข้อมูลร่วมกัน (Information sharing)
2. เพิ่มความเร็วในการคำนวณ (Computation speedup)
3. แบ่งงานตามหน้าที่เป็นโมดูล (Modularity)
4. ความสะดวก (Convenience)

3.6 การสื่อสารในโปรเซส (Interprocess communication : IPC)

การสื่อสารในโปรเซส หรือระหว่างโปรเซสมีเรื่องที่ต้องพิจารณาหลายเรื่อง

3.6.1 ระบบการผ่านข่าวสาร (Message-passing system)

การอำนวยความสะดวกของ IPC มีอย่างน้อย 2 กระบวนการคือ การส่งข่าวสาร Send(message) หรือ การรับข่าวสาร Receive(message) นอกจากนี้การบ่งบอกถึงการเชื่อมโยงข่าวสาร และการรับ-ส่งข่าว มีหลายวิธีดังนี้

- Direct or indirect communication (ทางตรง)
- Symmetric or asymmetric communication (สมมาตร)
- Automatic or explicit buffering (Explicit = แน่นอน)
- Send by copy or send by reference
- Fixed-sized or variable-sized messages

3.6.2 การตั้งชื่อ (Naming)

3.6.2.1 Direct communication

ทุกโปรเซสที่ติดต่อกันต้องมีการอ้างชื่ออย่างชัดเจน และแน่นอน เช่นการส่งข่าวสารจากโปรเซส A ไปโปรเซส B ก็ต้องระบุให้ชัดเจนว่าส่งจากไหนไปไหน

send(B,message) หมายถึง ส่งไปให้โปรเซส B

receive(A,message) หมายถึง รับจากโปรเซส A

3.6.2.2 Indirect communication

การติดต่อสื่อสารทางอ้อม เป็นการติดต่อผ่าน mailbox หรือ port ซึ่งทำหน้าที่เก็บโปรเซส แล้วส่งให้อีกโปรเซสหนึ่ง วิธีนี้ทำให้โปรเซสหนึ่งติดต่อโปรเซสอื่นผ่าน mail box ได้หลาย mail box เมื่อ share mail box ก็จะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพ จากแนวคิดเรื่องการใช้ mail box ทำให้มีแบบของ mail box ขึ้น 3 แบบ

1. Queue mailbox มาก่อนออกก่อน แต่มีขนาด block คงที่ ใส่มากเกินไปก็จะเต็ม (First In First Out)
2. Pipe mailbox มีขนาดยืดหยุ่น ใส่ข้อมูบได้เท่าที่ต้องการ
3. Stack mailbox มาก่อนออกหลัง (First In Last Out)

3.6.3 การซิงโครไนซ์ (Synchronization)

การส่งข้อมูลระหว่างโปรเซสต้องใช้พื้นที่ในการเรียก send และ receive จึงต้องออกแบบให้การเรียกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งใช้ความรู้เรื่องการเข้า blocking และ nonblocking ไม่ให้เกิด deadlock ขึ้น จึงมีเรื่องต้องพิจารณา 4 เรื่องดังนี้

- Blocking send : The sending process is blocked until the message is received by the receiving process or by the mailbox.
- Nonblocking send : The sending process sends the message and resumes operation.
- Blocking receive : The receiver blocks until a message is available.
- Nonblocking receive: The receiver retrieves either a valid message or a null.

3.6.4 บัฟเฟอร์ (Buffering)

โดยพื้นฐานแล้วการส่งข่าวสารผ่านคิว จะมีลักษณะคิวอยู่ 3 แบบ

- Zero capacity ไม่มีคิวอยู่ คือไม่มีการคอย ผู้ส่งต้องหยุดรอจนกระทั่งผู้รับได้รับ
- Bounded capacity คิวที่มีความยาวจำกัด หรือมีขอบเขตแน่นอน
- Unbounded capacity คิวที่มีความยาวไม่จำกัด ผู้ส่งจะไม่ถูกปฏิเสธ

3.7 แบบของการประมวลผล

1. การประมวลผลแบบเดี่ยว (Single processing) หรือ Sequential processing (one result / m cycles)
2. การประมวลผลแบบพหุ (Multi processing) หรือ Pipelining (one result / cycle)
3. การประมวลผลแบบขนาน (Parallel processing) หรือ Parallel processing (n results / m cycles)