แผนการบริหารการสอนประจำบทที่ 1

เนื้อหาประจำบท

บทที่ 1 แนะนำพื้นฐานการทำงานระบบปฏิบัติการ

1. องค์ประกอบของระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
2. ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
3. ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์
4. การจัดเตรียมทรัพยากรเพื่อใช้ในการทำงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 1 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายพื้นฐานองค์ประกอบระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์
2. อธิบายความสำคัญส่วนประกอบหลักของระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
3. อธิบายภาพรวมของการใช้งานสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ
4. ยกตัวอย่างซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการแบบต่างๆ ได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนอธิบายหลักการทำงานของระบบปฏิบัติการ พร้อมยกตัวอย่างประกอบการบรรยาย
2. ให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอน ศึกษาทำความเข้าใจและซักถาม
3. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและงานที่ได้รับมอบหมาย
4. ทดสอบย่อยหลังจบบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ประกอบการสอนวิชาระบบปฏิบัติการ
2. เอกสารประกอบการสอนวิชาระบบปฏิบัติการ
3. หนังสืออ่านประกอบค้นคว้าเพิ่มเติม

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการซักถามในระหว่างการเรียน
2. สังเกตจากความสนใจและความตั้งใจ
3. ประเมินจากการอภิปรายกลุ่มย่อย และการทำแบบฝึกหัด
4. ประเมินจากการสอบระหว่างภาคและปลายภาค

บทที่ 1
แนะนำพื้นฐานการทำงานระบบปฏิบัติการ

ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านการแพทย์ ด้านธุรกิจ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ไว้ว่า “เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติทำหน้าที่เหมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์” ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องจักรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทำงานแทนมนุษย์ในด้านการคิดคำนวณ และสามารถจำข้อมูลทั้งตัวเลขและตัวอักษรได้ เพื่อการเรียกใช้งานในครั้งต่อไป

นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ยังสามารถจัดการกับสัญลักษณ์ได้ด้วยความเร็วสูง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของโปรแกรม และมีความสามารถในด้านต่าง ๆ อีกมาก อาทิเช่น การเปรียบเทียบทางตรรกศาสตร์ การรับส่งข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลในตัวเครื่องและสามารถประมวลผลจากข้อมูลต่าง ๆ ได้ สิ่งที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้ต้องประกอบไปด้วย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และผู้ใช้งาน คำสั่งต่าง ๆ ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานคือสิ่งที่เราเรียกว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ ดังนั้นนักศึกษาที่ศึกษาด้านคอมพิวเตอร์จึงมีความจำเป็นในการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถทำงานตามกระบวนการตามคำสั่งที่เราต้องการ

1.1 องค์ประกอบระบบคอมพิวเตอร์

เมื่อพิจารณาเครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงดูหลักการทำงานแล้ว จะพบว่าระบบคอมพิวเตอร์มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 องค์ประกอบ เพื่อทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ คือ

1.1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

หมายถึง ส่วนประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ ถือเป็นทรัพยากรพื้นฐานที่สำคัญที่ต้องมีการเตรียมพร้อมสำหรับการเข้าถึงเพื่อการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 ส่วน คือ

1.1.1.1 หน่วยรับข้อมูล (Input unit)

ทำหน้าที่รับข้อมูลหรือคำสั่งเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วส่งไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางประมวลผล ตัวอย่างของหน่วยรับข้อมูล เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด สแกนเนอร์ กล้องดิจิตอล และไมโครโฟน เป็นต้น

1.1.1.2 หน่วยแสดงผล (Output unit)

ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ โดยรูปแบบการแสดงผลจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ตัวอย่างของหน่วยแสดงผล เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ ลำโพง และเครื่องฉายภาพสไลด์ เป็นต้น

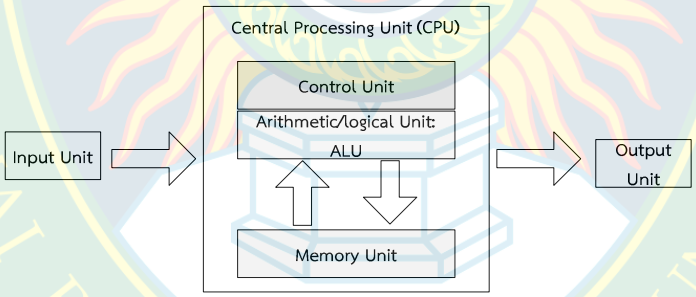
1.1.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

หรือซีพียู หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โปรเซสเซอร์ (Processor) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดของฮาร์ดแวร์ ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งและควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบคอมพิวเตอร์

1.1.1.4 หน่วยความจำ (Memory unit)

ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลหรือคำสั่งที่รับเข้ามา เพื่อส่งต่อไปยังซีพียูและเมื่อซีพียูประมวลผลเสร็จแล้ว จะนำผลลัพธ์ที่ได้มาเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อนำไปแสดงผลทางอุปกรณ์แสดงผลหรือจัดเก็บลงหน่วยความจำสำรอง เพื่อเรียกข้อมูลนำกลับมาใช้งานต่อไป หน่วยความจำแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) หน่วยความจำหลัก (Primary Storage/Main Memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ ในโปรแกรมเพื่อรอการประมวลผล และเก็บสารสนเทศที่ผ่านการประมวลผลแล้วก่อนที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ส่งออก (Output device) นอกจากนี้หน่วยความจำหลักยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ **ROM (Read Only Memory)** เป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลไว้แบบถาวร (Nonvolatile memory) ไม่สามารถลบได้ด้วยวิธีธรรมดาทั่วไป ข้อมูลใน ROM จะยังคงถูกเก็บอยู่ได้โดยไม่ต้องมีไฟฟ้าไปเลี้ยง เช่น BIOS เป็นต้น และ **RAM (Random Access Memory)** เป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลไว้แบบชั่วคราว (Volatile memory) เมื่อไม่มีกระแสไฟหรือเมื่อปิดเครื่อง ข้อมูลที่อยู่ใน RAM จะหายไป โดย RAM ใช้เก็บข้อมูลหรือชุดคำสั่งจากโปรแกรมใน ระหว่างที่เครื่องคอมพิวเตอร์กำลังทำงาน เช่น DDR RAM และนอกจากนี้ยัง มีหน่วยความจำขนาดเล็กที่เรียกว่าหน่วยความจำ Cache ทำให้หน่วยประมวลผลกลางสามารถเข้าถึงและค้นหาข้อมูลได้เร็วกว่าหน่วยความจำหลัก



ภาพที่ 1.1 ไดอะแกรมส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์

2) หน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บข้อมูลและโปรแกรมไว้ได้ แม้ว่าจะปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ไปแล้วก็ตาม สื่อที่ใช้ในการเก็บหน่วยความจำสำรองที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ ฮาร์ดดิสก์ แฟลชไดรฟ์ (Flash drive) เป็นต้น

1.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่สั่งให้ฮาร์ดแวร์ทำงานรวมไปถึงการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แวดล้อมต่าง ๆ เช่น ฮาร์ดดิสก์ ดิสก์ไดร์ฟ ซีดีรอม การ์ดอินเตอร์เฟสต่าง ๆ เป็นต้น ซอฟต์แวร์เป็นชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญมาก และเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่ทำให้ระบบสารสนเทศเป็นไปได้ตามที่ต้องการ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1.1.2.1 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

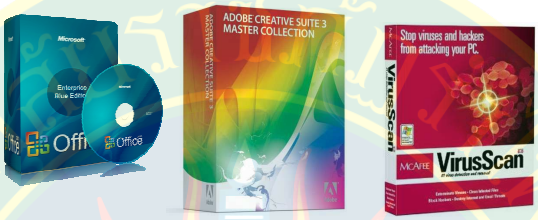
เมื่อผู้ใช้ต้องการติดต่อหรือใช้งานแอปพลิเคชั่นโปรแกรม ระบบปฏิบัติการ (Operating System : OS) จะช่วยให้แอปพลิเคชั่นโปรแกรมต่าง ๆ สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของเครื่องได้ ซอฟต์แวร์ระบบเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่เบื้องหลัง การดำเนินการของคอมพิวเตอร์ช่วยให้คอมพิวเตอร์จัดการกับทรัพยากรภายในเครื่องได้ ระบบปฏิบัติการทำหน้าที่ประสานงานทรัพยากรประเภทต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ จัดเตรียมส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ รวมถึงการดำเนินงานกับแอพพลิเคชั่นโปรแกรมซอฟต์แวร์ประยุกต์ ระบบปฏิบัติการที่รู้จักกันแพร่หลายมากที่สุดสำหรับผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows) ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) และระบบปฏิบัติการรหัสเปิดต่าง ๆ (Open sources) เช่น ระบบปฏิบัติการลินุกส์ (Linux) เป็นต้น

ภาพที่ 1.2 รายชื่อและสัญลักษณ์ของระบบปฏิบัติการต่าง ๆ

1.1.2.2 โปรแกรมประยุกต์ (Application Programs)

คือซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อการทำงานเฉพาะอย่างที่เราต้องการ เช่น งานส่วนตัว งานทางด้านธุรกิจ งานทางด้านวิทยาศาสตร์ โปรแกรมทางธุรกิจ เกมส์ต่าง ๆ ระบบฐานข้อมูล ตลอดจนตัวแปลภาษา เราอาจเรียกโปรแกรมประเภทนี้ว่า User's Program โปรแกรมประเภทนี้โดยส่วนใหญ่ มักใช้ภาษาระดับสูงในการพัฒนา เช่น ภาษา C, C++, Java ฯลฯ ตัวอย่างของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งาน เช่น โปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศ โปรแกรมตกแต่งภาพ โปรแกรมสแกนไวรัส โปรแกรมในทางธุรกิจ เช่น โปรแกรมระบบบัญชีเงินเดือน (Payroll program) โปรแกรมระบบสินค้าคงคลัง (Stock program) ฯลฯ ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็จะมีเงื่อนไขตามความต้องการหรือกฎเกณฑ์ของแต่ละหน่วยงานที่ใช้ โปรแกรมประเภทนี้เราสามารถดัดแปลงแก้ไขเพิ่มเติม (Modifications) ในบางส่วนของโปรแกรมเองได้เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานโปรแกรม โปรแกรมเหล่านี้เป็นตัวกำหนดแนวทางในการใช้ทรัพยากรระบบ เพื่อทำงานต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้หลากหลายประเภท ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งบุคคล โปรแกรม หรือ

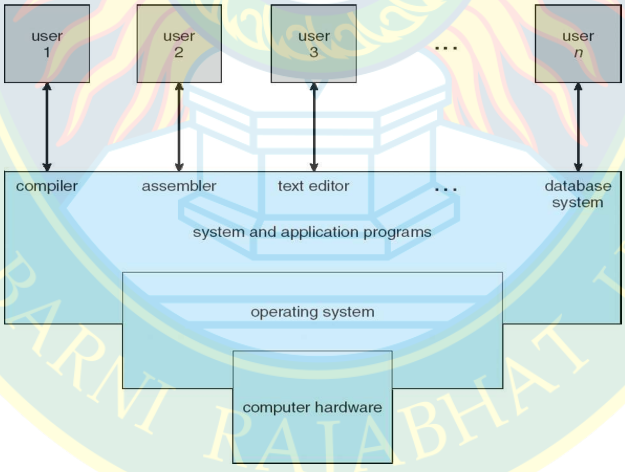
เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นตัวแปลภาษาต้องใช้ทรัพยากรระบบในการแปลโปรแกรมภาษาระดับสูงให้เป็นภาษาเครื่องแก่โปรแกรมเมอร์ ดังนั้น ระบบปฏิบัติการต้องควบคุมและประสานงานในการใช้ทรัพยากรระบบของผู้ใช้ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง



ภาพที่ 1.3 ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ประยุกต์ต่าง ๆ

1.1.3 ผู้ใช้ (Users)

แม้ว่าระบบคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แต่ระบบคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้ ถ้าขาดอีกองค์ประกอบหนึ่ง ซึ่งได้แก่ องค์ประกอบทางด้านบุคลากรที่จะเป็นผู้จัดการและควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างราบรื่น คอยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบคอมพิวเตอร์ พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ รวมไปถึงการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกพัฒนาขึ้น



ภาพที่ 1.4 องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์
ที่มา: Abraham, S. Peter, B. G., & Greg, G. Operating system concepts 9th ed. (2013, p.4)

1.1.4 ข้อมูลและสารสนเทศ

ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วใช้ตัวเลขตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทำความหมายแทนสิ่งเหล่านั้น เช่น คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษา อายุของพนักงานในบริษัทคอมพิวเตอร์จำกัด ราคาขายของหนังสือในร้านหนังสือดอก และคำตอบที่ผู้ถูกสำรวจตอบในแบบสอบถาม เป็นต้น

สารสนเทศ (Information) หมายถึง ข้อสรุปต่าง ๆ ที่ได้จากการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หรือผ่านวิธีการที่ได้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เพื่อนำข้อสรุปไปใช้งานหรืออ้างอิง เช่น เกรดเฉลี่ยของวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษา อายุเฉลี่ยของพนักงานในบริษัทคอมพิวเตอร์จำกัด ราคาขายสูงสุดของหนังสือในร้านหนังสือ และข้อสรุปจากการสำรวจคำตอบในแบบสอบถาม เป็นต้น

1.2 ความหมายระบบปฏิบัติการ

กลุ่มโปรแกรมที่ได้รับการจัดระเบียบเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ และสนับสนุนการทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ โดยใช้เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการพัฒนาและการใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบให้มีประสิทธิผลที่ดี ในลักษณะที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบกลไกการทำงานหรือฮาร์ดแวร์ของระบบ

1.2.1 หน้าที่ของระบบปฏิบัติการ

หน้าที่ของระบบปฏิบัติการสามารถแบ่งหน้าที่ออกเป็น 3 หัวข้อหลักด้วยกัน คือ

1.2.1.1 จัดสรรทรัพยากรที่ใช้ร่วมกัน

คือ การจัดการทรัพยากรทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำ หน่วยประมวลผล ฯลฯ ให้สามารถใช้ทรัพยากรเหล่านี้ร่วมกันได้ ดังนั้นการเข้าใช้ทรัพยากรเหล่านี้ร่วมกันในลักษณะของระบบ Multiprogramming ระบบปฏิบัติการจะต้องมีหน้าที่ในการทำให้เกิดความยุติธรรมต่อการเข้าใช้ทรัพยากรและขจัดหรือป้องกันความขัดแย้งต่าง ๆ ทั้งนี้หากมีของผิดพลาด เพียงโปรแกรมหนึ่งจะต้องไม่มีผลกระทบกับส่วนอื่น ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยคำนึงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบเป็นหลักสำคัญในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม

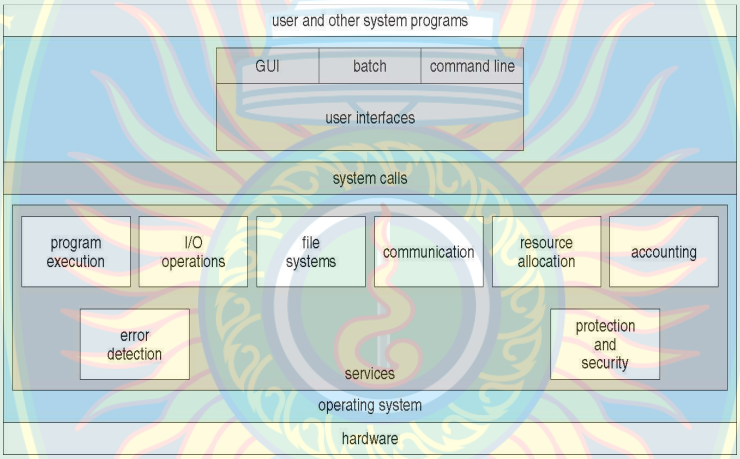
1.2.1.2 ควบคุมการทำงานของโปรแกรมต่าง

เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดของโปรแกรมและ การใช้งานที่ไม่เหมาะสมในเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการมีโปรแกรมย่อยมากมาย ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์รับข้อมูลและแสดงผลของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น เมาส์ คีย์บอร์ด เครื่องพิมพ์ จอภาพ ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ดังกล่าวด้วยตนเอง โดยสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยนั้น ๆ ในส่วนเคอร์เนล (Kernel) ของระบบปฏิบัติการ

1.2.1.3 เป็นโปรแกรมที่ทำงานอยู่ตลอดเวลาบนเครื่องคอมพิวเตอร์

เคอร์เนลจะเป็นโปรแกรมแก่นสำคัญของระบบปฏิบัติการ ซึ่งคอยดูแลบริหารทรัพยากรของระบบ ติดต่อกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เนื่องจากว่าเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ เป็นฐานล่างสุดในการติดต่อกับทรัพยากรต่าง ๆ เช่น หน่วยความจำ หน่วยประมวลผลกลาง และ อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต โดยภายในเคอร์เนลจะประกอบไปด้วยโมดูล (module) ต่าง ๆ และบางครั้งเราอาจจะเรียกโมดูลเหล่านี้ว่า ไดรเวอร์ (Driver) ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อกันระหว่างแอพพลิเคชั่นหรือระบบปฏิบัติการกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทั้งหมด ทั้งภายในและนอกเครื่องคอมพิวเตอร์ (ตัวสั่งการที่ทำงานควบคู่กับฮาร์ดแวร์ตลอดเวลา)

เคอร์เนล ได้รวมถึง Interrupt handler ซึ่งดูแลคำขอหรือประมวลผลการทำงานของ Input/ Output เพื่อจัดลำดับการทำงานให้เคอร์เนล และดูแลแต่ละขั้นตอนเมื่อประมวลผลเคอร์เนลมักจะรวมถึงการจัดการตำแหน่งของระบบปฏิบัติการ ในหน่วยความจำและอุปกรณ์เก็บข้อมูล เพื่อจัดสรรสำหรับส่วนประกอบต่าง ๆ และโปรแกรมประยุกต์ เรียกว่า System call หรือ Monitor call

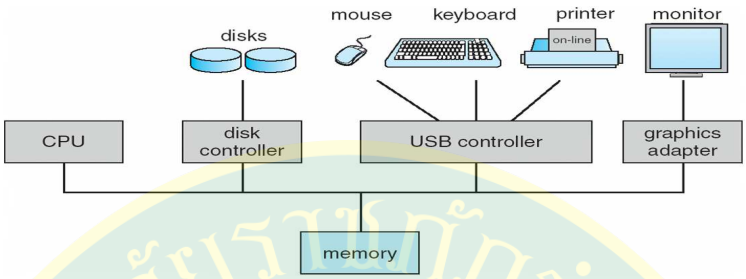


ภาพที่ 1.5 บริการต่าง ๆ ของระบบปฏิบัติการ
ที่มา: Abraham, S. Peter, B. G., & Greg, G. Operating system concepts 9th ed. (2013, p56)

1.3 การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์

เมื่อเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ จะมีการโหลดโปรแกรมขึ้นมาทำงานเรียกโปรแกรมนี้ว่า “Bootstrap program” โดยปกติโปรแกรมนี้จะถูกเก็บไว้ใน ROM หรือ EPROM หรือที่เรารู้จักโปรแกรมนี้ในชื่อว่า “Firmware” การทำงานของโปรแกรมนี้เมื่อเราเริ่มเปิดหรือรีบู๊ตเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะเริ่มทำการตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมทำงานหรือไม่ เช่น หน่วยความจำ ฮาร์ดดิสก์ และเมื่อผ่านกระบวนการตรวจคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว จะโหลดระบบปฏิบัติการและส่วนของเคอร์เนลเข้าสู่หน่วยความจำคอมพิวเตอร์เพื่อพร้อมในการทำงานต่อไป

ระบบคอมพิวเตอร์ยุคใหม่จะมีหน่วยประมวลผลกลาง ตัวควบคุมอุปกรณ์ (Device controller) ซึ่งเชื่อมโยงกันผ่านระบบบัส (Common bus) โดยมีการใช้หน่วยความจำร่วมกัน (Share memory) ดังแสดงในภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 ส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน
ที่มา: Abraham, S. Peter, B. G., & Greg, G. Operating system concepts 9th ed. (2013, p.7)

จากภาพที่ 1.6 สามารถอธิบายได้ว่าหน่วยประมวลผลกลาง หรือซีพียู ตัวควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบบัส เพื่อเป็นเส้นทางในการรับส่งข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำที่ใช้ร่วมกัน ดังนั้นการประมวลผลพร้อมกันของซีพียูและอุปกรณ์ ขึ้นอยู่กับรอบการเข้าใช้หน่วยความจำ

1.3.1 การดำเนินการของระบบคอมพิวเตอร์

การดำเนินการของระบบคอมพิวเตอร์ ตัวอุปกรณ์อินพุตเอาท์พุต และซีพียูสามารถถูกดำเนินการพร้อมกันได้ ตัวควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวเป็นตัวควบคุมเฉพาะประเภทของอุปกรณ์นั้น ๆ เช่น Disk controller จะควบคุมการทำงานของดิสก์ USB controller ควบคุมรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ USB ตัวควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวจะมีหน่วยความจำของตัวเองหรือที่เรียกว่า บัฟเฟอร์ (Buffer) ซีพียูเคลื่อนย้ายข้อมูลเข้าออกจากหน่วยความจำหลัก และหน่วยความจำหลักเคลื่อนย้ายข้อมูลเข้าออกจาก Local buffer ของตัวควบคุมอุปกรณ์ ข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตนำเข้าสู่ Local buffer ของตัวควบคุมอุปกรณ์ ตัวควบคุมอุปกรณ์ทำการแจ้งซีพียูให้ทราบหลังการทำงานได้เสร็จสิ้น โดยการทำให้เกิดสัญญาณการขัดจังหวะหรือเรียกว่า การอินเตอร์รัพ (Interrupt)

อินเตอร์รัพเป็นสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือรูปแบบโปรแกรมภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้โปรแกรมหลักหรือระบบปฏิบัติการซึ่งควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์หยุด และตรวจสอบข้อมูลข่าวสารจากสัญญาณการอินเตอร์รัพให้ทำอะไรต่อไป เครื่องคอมพิวเตอร์เกือบทั้งหมดในปัจจุบัน เป็นระบบ Interrupt driven โดยระบบ เริ่มทำงานตามรายการคำสั่งต่อไปจนกระทั่งเสร็จสิ้นการทำงาน หรือเริ่มทำงานตามรายการคำสั่งต่อไปจนกระทั่ง เมื่อสัญญาณอินเตอร์รัพถูกส่งออกมาจำเป็นต้องหยุดรอเพื่อดูคำสั่งจากสัญญาณอินเตอร์รัพนั้น และภายหลังการทำงานตามสัญญาณอินเตอร์รัพเสร็จสิ้นคอมพิวเตอร์กลับมาทำงานต่อไปใหม่โดยให้โปรแกรมทำงานต่อไป หรือให้โปรแกรมอื่นเริ่มต้นทำงาน

เมื่อซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ต้องการให้ซีพียูพักจากงานที่ทำอยู่เพื่อมาทำงานตามการร้องขอของตนก่อน ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์เหล่านี้จะทำการส่งสัญญาณที่เรียกว่า การร้องขออินเตอร์รัพ (Interrupt request) ให้แก่คอมพิวเตอร์ เมื่อได้รับสัญญาณการร้องขออินเตอร์รัพนั้นแล้ว จะทำการสนองตอบสัญญาณโดยการข้ามไปทำการประมวลผลโปรแกรมย่อยที่เรียกว่า Interrupt Service Routine (ISR) ตำแหน่งเริ่มต้นของ ISR แต่ละอย่างจะมีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของอินเตอร์รัพที่เกิดขึ้น โดยค่าตำแหน่งที่อยู่เริ่มต้นเหล่านี้จะถูกระบุอยู่ใน Interrupt Vector แยกตามชนิดของอินเตอร์รัพที่เกิดขึ้น

ระบบปฏิบัติการมักจะมีรหัสที่เรียกว่าอินเตอร์รัพแฮนเดิล (Interrupt handle) ซึ่งทำการตรวจสอบก่อนว่าสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณขัดจังหวะประเภทใด จากนั้นก็โยกย้ายการควบคุมไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของส่วนการบริการการขัดจังหวะประเภทนั้น ๆ ซึ่งการจัดการงานนี้ต้องทำอย่างรวดเร็ว โดยใช้ตารางเก็บตำแหน่งส่วนบริการการขัดจังหวะ (Interrupt vector table) ที่อยู่ในหน่วยความจำหลัก ซึ่งข้อมูลในตารางนี้เป็นตำแหน่งที่อยู่เริ่มต้นของส่วนบริการการขัดจังหวะแต่ละประเภท ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์และไมโครซอฟต์ดอส ก็อาศัยกลไกการขัดจังหวะนี้

1.3.2 โครงสร้างหน่วยเก็บข้อมูล (Storage Structure)

ในทางอุดมคติ เราต้องการให้โปรแกรมและข้อมูลอาศัยอยู่ในหน่วยความจำหลัก (Main memory) อย่างถาวร แต่ในการทำงานจริงไม่สามารถทำได้ด้วยเหตุผล 2 ประการ

1) หน่วยความจำหลัก มีขนาดเล็กเกินไปที่จะสามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดได้อย่างถาวร

2) หน่วยความจำหลัก เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลแบบชั่วขณะ เป็นหน่วยความจำแบบลบเลือนได้ คือ ถ้าเป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลไว้แล้ว หากไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้กับวงจรหน่วยความจำ ข้อมูลที่เก็บไว้จะหายไปหมด เพราะเมื่อปิดเครื่องข้อมูลก็หาย

ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงต้องมีหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง (Secondary storage) หน่วยความจำไม่ลบเลือนความหมายคือ หน่วยความจำเก็บข้อมูลได้ โดยไม่ขึ้นกับไฟฟ้าที่เลี้ยงวงจร เพื่อเก็บข้อมูลมาก ๆ ได้อย่างถาวร ทำให้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีหน่วยเก็บข้อมูลสำรองซึ่งสามารถเก็บข้อมูลจำนวนมาก อย่างไรก็ดีความเร็วในการอ่านและบันทึกข้อมูลของหน่วยเก็บข้อมูลสำรองจะต่ำกว่าหน่วยความจำหลัก โดยสามารถจัดลำดับของหน่วยความจำตามปัจจัยหลักคือ ความเร็ว ต้นทุน และประเภทแบบ Volatile หรือ Nonvolatile ได้ดังภาพที่ 1.7

ภาพที่ 1.7 ระดับชั้นของหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง

1.3.2.1 เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)

จะอ่านข้อมูลตามลำดับก่อนหลังตามที่ได้บันทึกไว้ เรียกหลักการนี้ว่าการเข้าถึงข้อมูลตามลำดับ (Sequential access) การทำงานลักษณะนี้จึงเป็นข้อเสียของการใช้เทปแม่เหล็กบันทึกข้อมูล คือทำให้อ่านข้อมูลได้ช้า เนื่องจากต้องอ่านข้อมูลในม้วนเทปไปเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งที่ต้องการ ผู้ใช้จึงนิยมนำเทปแม่เหล็กมาสำรองข้อมูลเท่านั้น ส่วนข้อมูลที่กำลังใช้งานจะถูกเก็บอยู่บนหน่วยเก็บข้อมูลแบบ

จานแม่เหล็ก (Magnetic disk) เพื่อให้เรียกใช้ได้ง่าย และนำเฉพาะข้อมูลที่สำคัญและไม่ถูกเรียกใช้บ่อยมาเก็บสำรอง (Backup) ไว้ในเทปแม่เหล็ก เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล

1.3.2.2 จานแม่เหล็ก (Magnetic Disk)

จานแม่เหล็กสามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก และมีคุณสมบัติในการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct access) จานแม่เหล็กจะต้องใช้คู่กับตัวขับจานแม่เหล็ก หรือ ดิสก์ไดรฟ์ (Disk drive) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับอ่านเขียนจานแม่เหล็ก จานแม่เหล็กเป็นสื่อที่ใช้หลักการของการเข้าถึงข้อมูลแบบสุ่ม (Random access) นั่นคือ ถ้าต้องการข้อมูลลำดับที่ 52 หัวอ่านก็จะตรงไปที่ข้อมูลนั้นและอ่านข้อมูลนั้นขึ้นมาใช้งานทันที ทำให้มีความเร็วในการอ่านและบันทึกที่สูงกว่าเทปแม่เหล็กมาก หัวอ่านของดิสก์ไดรฟ์ เรียกว่า หัวอ่านและบันทึก (Read/Write head) เมื่อผู้ใช้ใส่แผ่นจานแม่เหล็กเข้าไปในดิสก์ไดรฟ์ก่อนที่จะใช้แผ่นจานแม่เหล็กเก็บข้อมูล จะต้องผ่านขั้นตอนของการฟอร์แมต (Format) ก่อน เพื่อเตรียมแผ่นจานแม่เหล็กให้พร้อมสำหรับเครื่องรุ่นที่จะใช้ การฟอร์แมตจัดเป็นงานพื้นฐานหนึ่งของระบบปฏิบัติการ

1.3.2.3 ออปติคัลดิสก์ (Optical Disk)

ใช้เทคโนโลยีของแสงเลเซอร์ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก ในปัจจุบันจะมีออปติคอลอยู่หลายแบบ ซึ่งใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันไป พัฒนาจนถึง ดีวีดี (Digital Versatile Disk : DVD) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างมาก แผ่นดีวีดีสามารถเก็บข้อมูลได้ต่ำสุดที่ 4.7 จิกะไบต์ ซึ่งเพียงพอสำหรับเก็บภาพยนตร์เต็มเรื่องด้วยคุณภาพสูงสุดทั้งภาพและเสียง (ในขณะที่ CD-ROM หรือ Laser disk ต้องใช้จำนวนหลายแผ่น) ทำให้ดีวีดีจะสามารถมีความจุได้ตั้งแต่ 4.7 กิกะไบต์ ถึง 17 กิกะไบต์ และมีความเร็วในการเข้าถึง (Access time) อยู่ที่ 600 กิโลไบต์ต่อวินาที ถึง 1.3 เมกะไบต์ต่อวินาที

1.3.2.4 Solid-State Disk (SSD)

เป็นการใช้ชิปหน่วยความจำเก็บข้อมูลแทนจานแม่เหล็กในฮาร์ดดิสก์ เหมือนแฟลชไดรฟ์ ที่เราใช้กันอยู่ในทุกวันนี้มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ชิปหน่วยความจำ กับชิปคอนโทรลเลอร์ ข้อดีของ SSD ใช้เวลาเข้าถึงข้อมูลน้อยกว่าฮาร์ดดิสก์ เพราะไม่มีหัวอ่าน ไม่มีจานแม่เหล็ก ไม่ต้องหมุน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เลย ปัจจุบันมีความเร็วในการอ่านถึง 120 เมกะไบต์/วินาที และความเร็วในการเขียนที่ 100 เมกะไบต์/วินาที ซึ่งเกือบจะเร็วเท่าฮาร์ดดิสก์ที่เร็วที่สุดอยู่แล้ว และสามารถพัฒนาไปได้อีก เสียงเงียบเพราะไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวได้เหมือนฮาร์ดดิสก์ ทนแรงกระแทกและการสั่นสะเทือน ทนต่ออุณหภูมิที่สูงกว่า มีน้ำหนักเบา ที่สำคัญคือ ปัญหาเรื่องการแตกกระจายของการจัดเก็บแฟ้มข้อมูล (File fragmentation) ไม่มีผลต่อความเร็วของ SSD

1.3.2.5 หน่วยความจำแคช (Cache memory)

เป็นหน่วยความจำแบบ Random access ซึ่งซีพียูสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เร็วกว่าหน่วยความจำ (RAM) แบบปกติ ในการประมวลผลข้อมูล ซีพียูจะมองหาข้อมูลในหน่วยความจำแคช (Cache memory) ก่อน เพื่อทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น หน่วยความจำแคชในบางครั้งมีการอธิบายว่าเป็นหน่วยความจำระดับที่ใกล้และเข้าถึงได้ง่ายจากซีพียู ในส่วน L1 และ L2 cache ที่อยู่บนซีพียูมักจะ

เป็น Static RAM (SRAM) ในขณะที่หน่วยความจำหลักเป็น Dynamic RAM (DRAM) ในส่วนของ SRAM จะไม่มีการ Refresh ตัวเอง

1.3.2.6 รีจิสเตอร์ (Register)

รีจิสเตอร์ คือ หน่วยเก็บข้อมูลขนาดจิ๋ว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของซีพียู และใช้เป็นที่เก็บข้อมูลชั่วคราวสำหรับการส่งผ่านผลลัพธ์ของคำสั่งหนึ่งไปยังคำสั่งถัดไปในซีพียู หรือโปรแกรมอีกโปรแกรมหนึ่งซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบปฏิบัติการ รีจีสเตอร์จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะเก็บคำสั่งได้ในบางกรณี รีจีสเตอร์อาจมีขนาดเล็ก เช่น มีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของคำสั่ง ขึ้นอยู่กับการออกแบบสถาปัตยกรรมของซีพียูนั้น ๆ

1.3.3 โครงสร้างอินพุตและเอาต์พุต (Input/Output Structure)

เมื่ออินพุตและเอาท์พุตหรือเขียนย่อว่า I/O เริ่มทำงาน ซีพียูจะโหลดรีจิสเตอร์ที่จำเป็นมาไว้ในตัวควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งตัวควบคุมอุปกรณ์จะทำการตรวจสอบรีจิสเตอร์เหล่านั้น เพื่อกำหนดว่าจะทำงานอะไร โดยมีการรับส่งข้อมูล 2 แบบคือ

1.3.3.1 การรับ-ส่งข้อมูลแบบสัมพันธ์

เมื่อการรับส่งข้อมูลเริ่มขึ้น จะทำการโยกย้ายการควบคุมให้กับโปรแกรมของผู้ใช้ การรับส่งข้อมูลจะทำได้อีกครั้งหลังจากเสร็จการรับส่งข้อมูลเท่านั้น ในการรอรับส่งข้อมูลเสร็จมี 2 วิธี คือ 1) คอมพิวเตอร์บางเครื่องมีชุดคำสั่ง Wait พิเศษ ซึ่งปล่อยให้ซีพียูว่าง จนกระทั่งเกิดสัญญาณขัดจังหวะถัดไป 2) เครื่องจักรที่ไม่มีชุดคำสั่งดังกล่าว อาจจะมี Wait loop ถ้าซีพียูต้องรอให้การรับส่งข้อมูลเสร็จก่อนเสมอ แสดงว่าต้องมีการร้องขอของอินพุตหรือเอาท์พุตอยู่หนึ่งตัวที่เด่นอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อเกิดสัญญาณขัดจังหวะการรับส่งข้อมูล ระบบปฏิบัติการจะรู้ทันทีว่าอุปกรณ์กำลังถูกขัดจังหวะ แต่ไม่สามารถประมวลผลอินพุตหรือเอาท์พุตของอุปกรณ์หลาย ๆ ตัวพร้อมกันได้

1.3.3.2 การรับส่งข้อมูลแบบไม่สัมพันธ์

เมื่อการรับส่งข้อมูลเริ่มขึ้น การโยกย้ายการควบคุมให้กับโปรแกรมของผู้ใช้ ทำได้โดยไม่ต้องรอให้การรับส่งข้อมูลเสร็จ คำสั่งร้องขอระบบปฏิบัติการ อนุญาตให้โปรแกรมของผู้ใช้รอคอยให้รับส่งข้อมูลเสร็จ ตารางที่ระบบปฏิบัติการใช้เก็บบันทึกของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลแต่ละตัว คือ Device status table ซึ่งใช้แสดงประเภทของอุปกรณ์ ที่อยู่ และสถานะ (ว่าง กำลังทำงาน หรือเสีย)

1.3.4 การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access : DMA)

โดยปกติเมื่อมีการส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ข้อมูลนั้นจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นซีพียูจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ เพื่อส่งไปให้อุปกรณ์ที่กำหนด ในทางกลับกันเมื่ออุปกรณ์ต้องการส่งข้อมูลให้โพรเซส ข้อมูลจะถูกส่งผ่านซีพียูไปยังหน่วยความจำส่วนนี้ จากนั้นโพรเซสจึงจะนำข้อมูลไปใช้ได้ ซึ่งจะเห็นว่าการทำงานในลักษณะนี้ทำได้ช้าและเปลืองเวลาการทำงานของซีพียู ดังนั้นจึงมีแนวคิดใหม่ ในการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตเข้าไปยังหน่วยความจำโดยตรงโดยไม่ต้องส่งผ่านซีพียู ซึ่งจะทำให้การรับส่งข้อมูลทำได้เร็วขึ้น และยังจะสามารถใช้ซีพียูในการทำงานโพรเซสอื่น ๆ ได้ วิธีการเช่นนี้เรียกว่า การเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง

การรับข้อมูลแบบเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงต้องอาศัยแชนแนล โดยแชลแนลเป็นฮาร์ดแวร์รูปแบบหนึ่งซึ่งติดตั้งอยู่ในตัวควบคุมอุปกรณ์ แชลแนลจะทำหน้าที่แทนซีพียูในงานที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลแบบเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (ในกรณีที่อุปกรณ์นั้นสามารถเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงได้) ซึ่งเมื่อระบบมีความต้องการรับส่งข้อมูลแบบเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง แชลแนลจะส่งสัญญาณไปบอกซีพียูให้รับรู้ว่ามีเหตุการณ์ที่ต้องการจะรับส่งข้อมูล เมื่อซีพียูทราบว่าจะมีการรับส่งข้อมูลแบบเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง ซีพียูสั่งให้แชลแนลทำงานในรูทีนที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูล (มอบให้แชลแนลดำเนินการ) จากนั้นซีพียูจะไปทำงานอื่น (เนื่องจากไม่ต้องมาคอยควบคุมการทำงานในส่วนที่ แชลแนลรับผิดชอบ) และเมื่อแชลแนลทำการรับส่งข้อมูลเสร็จ แชลแนลจะส่งสัญญาณบอกให้ซีพียูรับรู้อีกครั้งว่าการทำงานเสร็จสิ้นแล้ว สำหรับกรณีอุปกรณ์ที่ไม่มีคุณสมบัติในการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรงได้ การรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์นั้นกับหน่วยความจำดำเนินการผ่านซีพียูตามปกติ

1.4 สถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์

1.4.1 ระบบหน่วยประมวลผลเดี่ยว (Single Processor System)

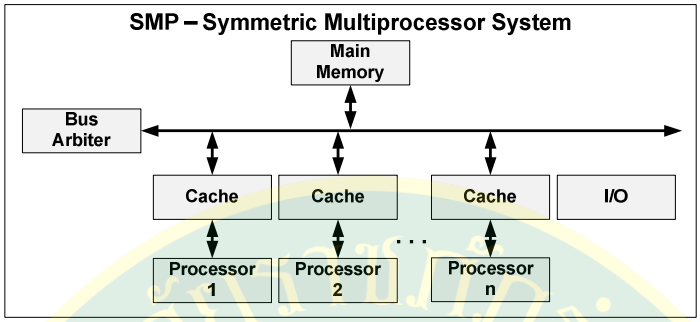
ปกติโดยทั่วไปของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล และทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรม ใช้เพียง 1 ซีพียูในการทำงานซึ่งเพียงพอต่อปริมาณงาน แต่ปัจจุบันมีการใช้งานด้าน Graphic และด้าน Multimedia กันมาก มีการประมวลผลมากขึ้น จึงทำให้เกิดปัญหาคอขวดที่เรียกกันว่าปัญหา Bottom neck (ซีพียูประเมินผลไม่ทันกับข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามา) ประกอบกับการเพิ่มความถี่ให้กับซีพียูยังมีข้อจำกัดด้านความร้อน จึงเกิดเทคโนโลยีระบบหลายหน่วยประมวลผล (Multiprocessor systems) ขึ้นเพื่อมาช่วยในการประมวลผลมากกว่าเพิ่มสัญญาณความถี่ให้กับซีพียูเหมือนที่ผ่านมา

1.4.2 ระบบหลายหน่วยประมวลผล (Multiprocessor System)

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการเพิ่มแกน (Core) ในการประมวลผลให้มีมากกว่า 1 แกนบน Chip เดียวกัน แต่ละตัวทำงานเป็นอิสระจากกัน มีการใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน เช่น Dual-Core processor, Quad-Core processor ประโยชน์ของระบบหลายหน่วยประมวลผล ทำให้เพิ่มปริมาณงาน (Throughput) เพราะว่าระบบคอมพิวเตอร์ที่มี 2 ซีพียูและแต่ละซีพียูทำงานต่างกัน ดังนั้นในเวลาที่เท่ากัน ระบบที่ใช้จำนวนซีพียูมากกว่า ย่อมให้ปริมาณงานที่มากกว่า ทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (Reliability) ด้วยการกำหนดให้ทุกซีพียูทำงานเดียวกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานและมีซีพียูสำรอง ในกรณีที่เกิดความเสียหายกับซีพียูหลัก และประหยัดค่าใช้จ่าย ด้วยการให้ซีพียูหลายตัวใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน ระบบหลายหน่วยประมวลผลแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.4.2.1 ประมวลผลแบบสมมาตร (Symmetric Multiprocessing)

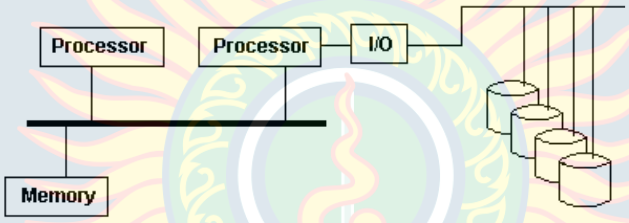
เป็นการประมวลผลโดยใช้ซีพียูมากกว่า 1 ตัว โดยที่แต่ละซีพียูทำงานเท่ากัน ไม่มีซีพียูตัวใดรับโหลดหรือทำงานมากกว่าตัวอื่น และใช้ระบบปฏิบัติการเดียวกันทุกซีพียู



ภาพที่ 1.8 ไดอะแกรมของระบบหลายหน่วยประมวลผล แบบแบบสมมาตร
ที่มา: Wikipedia, the free encyclopedia. File:SMP - Symmetric Multiprocessor System.svg

1.4.2.2 ประมวลผลแบบไม่สมมาตร (Asymmetric Multiprocessing)

เป็นการประมวลผลโดยใช้ซีพียูมากกว่า 1 ตัว โดยมีซีพียูตัวหนึ่งเป็นตัวหลัก ทำหน้าที่บริหารจัดสรรทรัพยากร และแบ่งงานให้ซีพียูตัวอื่น ๆ ทำงาน



ภาพที่ 1.9 ไดอะแกรมของระบบระบบหลายหน่วยประมวลผล แบบไม่สมมาตร
ที่มา: Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved June 2, 2014 from http://en.wikipedia.org/wiki/File:Asmp_2.gif

1.4.3 ระบบคลัสเตอร์ (Clustered Systems)

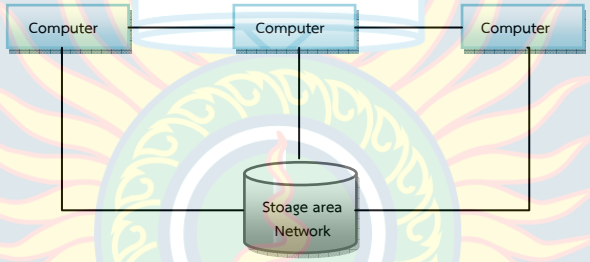
เป็นการเชื่อมต่อระบบการทำงานของกลุ่มคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ภายใต้ระบบเครือข่ายความเร็วสูง มีความสามารถในการกระจายงานที่ทำไปยังเครื่องภายในระบบ เพื่อให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยอาจเทียบเท่าซุปเปอร์คอมพิวเตอร์หรือสูงกว่า สำหรับการประมวลผลงานที่มีความซับซ้อนโดยเฉพาะงานด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การจำลองโครงสร้างของโมเลกุลทางเคมี การวิเคราะห์เกี่ยวกับตำแหน่งการเกิดพายุสุริยะ การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เป็นต้น ถ้าดูตามโครงสร้างแล้ว ระบบคลัสเตอร์ คือคอมพิวเตอร์แบบขนานที่มีหน่วยความจำแยกนั่นเอง โครงสร้างของระบบคลัสเตอร์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.4.3.1 ระบบคลัสเตอร์แบบปิด

คลัสเตอร์จะซ่อนระบบทั้งหมดและจะต่อผ่านเกตเวย์สู่โลกภายนอก ข้อดี คือ มีความปลอดภัยสูงและใช้อินเตอร์เน็ตแอดเดรสเพียงแอดเดรสเดียวเท่านั้น ข้อเสีย คือ แต่ละโหนดในระบบไม่สามารถช่วยกันบริหารข้อมูลจากภายนอกได้

1.4.3.2 ระบบคลัสเตอร์แบบเปิด

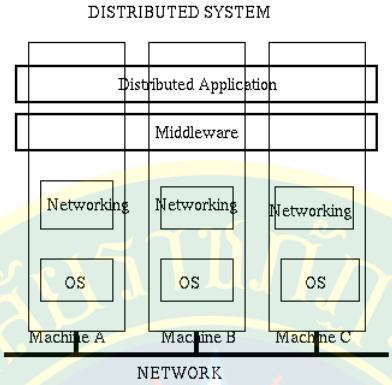
คลัสเตอร์จะติดต่อกับเครือข่ายภายนอกโดยตรง ทำให้ผู้ใช้เข้าถึงทุกโหนดในระบบได้โดยตรง ระบบซอฟแวร์ที่ถูกใช้ในระบบคลัสเตอร์ควรเป็นโปรแกรมแบบขนาน การทำงานโปรแกรมแบบขนานบนระบบคลัสเตอร์นั้นจะใช้วิธีการที่เรียกว่า โปรแกรมแบบส่งผ่านข้อความ (Message passing) การทำงานของโปรแกรมในลักษณะนี้ทำได้โดยการกระจายงานขนาดใหญ่ไปยังหลาย ๆ เครื่องให้ทำงานพร้อมกัน และใช้การแลกเปลี่ยนข่าวสารผ่านเครือข่ายในการติดต่อระหว่างกลุ่มของโปรแกรมที่ช่วยกันทำงาน ระบบโปรแกรมแบบขนานที่ใช้ในปัจจุบันคือ แบบ MPI (Message Passing Interface) และ แบบ PVM (Parallel Virtual Machine) ซึ่งมีการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถสร้างและใช้ขีดความสามารถของระบบคลัสเตอร์ได้เพิ่มมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 1.10 โครงสร้างทั่วไปของระบบ Cluster Systems

1.4.4 ระบบแบบกระจาย (Distributed System)

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่แต่ละซีพียูมีทรัพยากรเป็นของตัวเอง มีการนำคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมาเชื่อมต่อกันด้วยระบบเครือข่าย แล้วแจกจ่ายงานให้กับซีพียูที่มีอยู่ ประโยชน์ของระบบแบบกระจาย คือ การแชร์ทรัพยากร (Resource sharing) เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ เนื่องจากสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ เช่น เครื่องพิมพ์ มีการทำงานเร็วขึ้นถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอยู่มีงานโอเวอร์โหลด (Overload) จะทำการส่งงานบางส่วนไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น เรียกวิธีการนี้ว่า “Load sharing” ทำให้มีความน่าเชื่อถือถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งในระบบเสีย สามารถโอนข้อมูลไปทำงานที่คอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ได้โดยไม่ต้องรอ



ภาพที่ 1.11 ไดอะแกรมของระบบแบบกระจาย
ที่มา: Temple University. CIS 307: Introduction to Distributed Systems. Retrieved June 2, 2014 from http://www.cis.temple.edu/~giorgio/cis307/readings/client-server.html

1.5 โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์

ระบบปฏิบัติการมีการพัฒนาควบคู่ไปกับระบบคอมพิวเตอร์ จากคอมพิวเตอร์ยุคแรกที่มีขนาดใหญ่ ใช้หลอดสุญญากาศ และไม่มีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ พัฒนาจนถึงยุคที่คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็ก มีโครงสร้างของระบบปฏิบัติการที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแบ่งระบบปฏิบัติการตามคุณสมบัติการทำงานได้ ดังนี้

1.5.1 ระบบที่ไม่มีระบบปฏิบัติการ (Non Operating Systems)

อยู่ในช่วงเวลาของคอมพิวเตอร์ยุคแรก ๆ คอมพิวเตอร์จะไม่มีระบบปฏิบัติการ ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานทั้งหมด ทำให้ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ได้น้อยมาก (Low utilization) งานที่ได้จะขาดความน่าเชื่อถือ (Low reliability) ต้องมีโอเปอเรเตอร์ (Operator) เพื่อทำหน้าที่รวบรวมงานและเตรียมระบบสำหรับผู้ใช้งาน

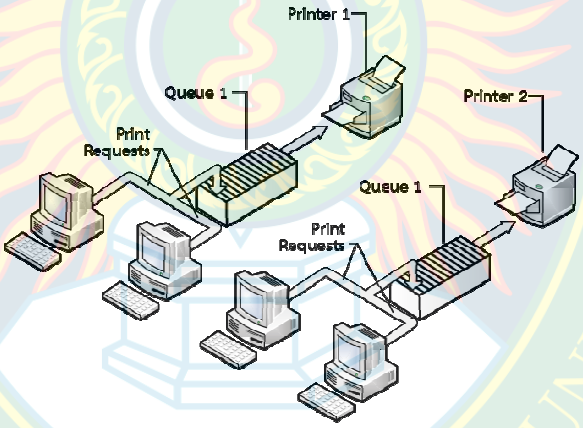
1.5.2 ระบบกลุ่มอย่างง่าย (Simple Batch System)

คอมพิวเตอร์มีขนาดใหญ่ ทำการรับข้อมูลจากคอนโซล (Console) มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับนำเข้าข้อมูล และอุปกรณ์สำหรับนำข้อมูลออก เช่น เครื่องอ่านบัตร เครื่องพิมพ์ เทปไดรฟ์ ผู้ใช้ไม่ได้ติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง แต่เป็นเพียงผู้เตรียมข้อมูลเขียนโปรแกรม ข้อมูลสำหรับควบคุมระบบ มีโอเปอเรเตอร์ทำหน้าที่รวบรวมงานที่จะประมวลผล จัดเรียงลำดับงานเป็นกลุ่ม งานมักอยู่ในรูปบัตรเจาะรู แล้วจึงส่งงานทั้งหมดเข้าระบบ โดยจะถูกประมวลผลทีละงาน หรือทีละกลุ่มงาน (Batch) การทำงานในระบบนี้ ซีพียู จะว่าง (Idle) บ่อยมาก เนื่องจากความเร็วของซีพียูและอุปกรณ์รับส่งมีความแตกต่างกันมาก ทำให้ซีพียูต้องหยุดรอ เพื่อให้อุปกรณ์ในการอ่านข้อมูลทำงานเสร็จก่อน การใช้ประโยชน์จากซีพียูอยู่ในระดับต่ำมาก และมีการหน่วงเวลา (Delay) เกิดขึ้นระหว่างช่วงที่รันงานจนถึงงานเสร็จเรียกว่า “Turnaround time”

เนื่องจากการทำงานแบบ Batch system การใช้ประโยชน์ของหน่วยประมวลผลต่ำมาก จึงมีการปรับแก้ไขปัญหานี้ได้แก่การปรับอัตรา (Buffering) ในการทำงานจะให้อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทำงานไปพร้อม ๆ กับการประมวลผลของซีพียู โดยขณะที่ซีพียูประมวลผลคำสั่งหนึ่ง อุปกรณ์รับส่งข้อมูลจะนำเข้าข้อมูลที่ต้องการใช้งานต่อไปที่ซีพียู นำเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเรียกว่า บัฟเฟอร์ ทำให้ซีพียูสามารถทำงานต่อได้ทันที โดยไม่ต้องหยุดรออุปกรณ์รับส่งข้อมูล มีปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างความเร็วของซีพียูกับอุปกรณ์รับส่งอยู่ เนื่องจากซีพียูมีความเร็วสูงกว่าอุปกรณ์รับส่งข้อมูลมาก และประเภทของงานที่ซีพียูประมวลผลนั้นอาจเป็นงานที่เน้นการใช้งานซีพียู (CPU bound) หรือเน้นการใช้งานอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (I/O bound)

1.5.3 ระบบสพูลลิ่ง (Spooling System)

พยายามแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างความเร็วของซีพียูกับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลโดยให้มีการถ่ายข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูงกว่า เช่น เทปแม่เหล็ก เมื่อโปรแกรมต้องการใช้ข้อมูล ระบบปฏิบัติการจะสั่งให้ซีพียูไปอ่านข้อมูลที่เทปแม่เหล็กแทน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของซีพียูสูงขึ้นเล็กน้อย แต่การทำงานของโปรแกรมต้องผ่านขั้นตอนมากขึ้น และการเข้าถึงข้อมูลบนเทปแม่เหล็กต้องเป็นแบบลำดับ ต่อมามีการคิดค้นดิสก์ขึ้นมาจึงได้เปลี่ยนไปใช้ดิสก์แทนเทปแม่เหล็ก ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรงทำให้ระบบทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น มีการนำเอาระบบ Spooling ไปประยุกต์ใช้งานด้านอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เช่น การสั่งพิมพ์งานออกทางเครื่องพิมพ์

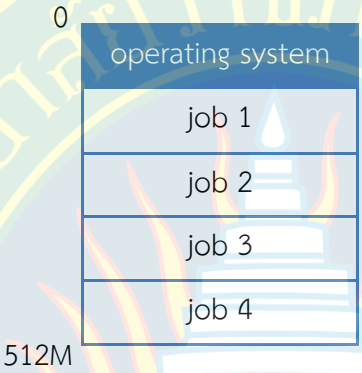


ภาพที่ 1.12 การประยุกต์ใช้ระบบ Spooling ในการพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์
ที่มา: Aficionado. Retrieved June 5, 2014 from
http://aficionadous.blogspot.com/2009/04/spooling-os-spoofing-internet.html

1.5.4 ระบบรองรับการทำงานหลายโปรแกรม (Multiprogramming System)

จากการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ เพราะสามารถทำงานได้เพียงครั้งละ 1 งาน เพื่อให้สามารถทำได้หลายงานพร้อม ๆ กัน โดยในการทำงานจะมีโปรแกรมประมวลผลมากกว่า 1 งาน อยู่ภายในหน่วยความจำหลัก

ระบบปฏิบัติการจะทำหน้าที่เลือกงานหรือโปรแกรมเข้าไปประมวลผลที่ซีพียูทันทีที่ซีพียูว่าง จากนั้นอาจต้องรอการอ่านเทปหรือรอการทำงานของอินพุตเอาท์พุต ระบบปฏิบัติการจะสวิตซ์ (Switch) ไปทำงานที่สอง เมื่องานที่สองต้องรอ ทำให้ซีพียูจะสลับไปทำงานอีกงานต่อไปเรื่อย ๆ จนวนมาถึงคิวของงานแรก ทำให้ซีพียูไม่มีช่วงเวลาว่างเลย ระบบหลายโปรแกรมช่วยให้มีการใช้งานทรัพยากรของระบบโดยเฉพาะซีพียูอย่างเต็มประสิทธิภาพ (High utilization)



ภาพที่ 1.13 แสดงงานในหน่วยความจำหลักในระบบ Multiprogramming System

1.5.5 ระบบแบ่งส่วนเวลา (Time Sharing System)

ปัญหาของระบบหลายโปรแกรม คือ หากโปรแกรมหรืองานที่เข้าไปทำงานที่ซีพียูมีขนาดใหญ่หรือมีการทำงานที่ซีพียูเป็นเวลานาน จะทำให้โปรแกรมอื่น ๆ ที่จะเข้าไปทำงานที่ซีพียูต้องรอ จึงกำหนดให้มีระบบการแบ่งเวลา (Time sharing) สำหรับแต่ละโปรแกรมหรือแต่ละงาน ในการเข้าไปทำงานที่ซีพียูในระยะเวลาที่กำหนด ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานในระบบหลายโปรแกรมร่วมกับระบบการแบ่งเวลานั้น จะช่วยให้ระบบสามารถให้บริการผู้ใช้ได้หลายคนพร้อม ๆ กัน โดยผู้ใช้แต่ละคนจะสลับกันเข้าไปใช้งานซีพียู เนื่องจากซีพียูทำงานด้วยความเร็วสูง ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเหมือนเป็นเจ้าของระบบทั้งหมด

1.5.6 ระบบโต้ตอบฉับพลัน (Real Time System)

เป็นระบบที่ใช้ในงานเฉพาะเจาะจง เช่น งานทดลองวิทยาศาสตร์ ระบบภาพทางการแพทย์ งานควบคุมทางอุตสาหกรรม คำนึงถึงอัตราเวลาการตอบสนอง (Response time) เป็นสำคัญ โดยมีการกำหนดระยะเวลาที่จะต้องทำงานให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด มีผลให้ซีพียูมีการใช้งานที่ต่ำมาก เนื่องจากระบบต้องให้ซีพียูว่างหรือเกือบว่างตลอดเวลา เพื่อที่ระบบจะได้สามารถประมวลผลงานทันที เมื่อมีข้อมูลเข้ามาในระบบโต้ตอบฉับพลัน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) Hard Real-Time System เป็นระบบที่กำหนดเวลาไว้แน่นอน เพื่อให้ระบบทำงานได้เสร็จ หากว่าระบบไม่สามารถทำงานเสร็จได้ตามเวลาที่กำหนด จะเกิดปัญหาร้ายแรง

2) Soft Real-Time System เป็นระบบที่กำหนดเวลาไว้แน่นอนเช่นกัน แต่ถ้าระบบทำงานไม่เสร็จภายในเวลาที่กำหนดไว้ จะไม่เกิดปัญหาร้ายแรงเท่ากับระบบที่ทำงานแบบ Hard Real-Time

1.6 สรุป

ในส่วนของระบบปฏิบัติการเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่จัดการและเตรียมพร้อมส่วนของฮาร์ดแวร์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 องค์ประกอบเพื่อทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ คือ ฮาร์ดแวร์ ระบบปฏิบัติการ โปรแกรมประยุกต์ และผู้ใช้งาน ซึ่งจะต้องมีการทำงานร่วมกันอยู่ตลอดเวลา ระบบคอมพิวเตอร์ยุคใหม่จะมีซีพียู ตัวควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งเชื่อมโยงกันผ่าน Common bus ซึ่งมีการใช้หน่วยความจำร่วมกัน

โครงสร้างของหน่วยความจำในทางอุดมคติ โปรแกรมและข้อมูลอาศัยอยู่ในหน่วยความจำหลักอย่างถาวร แต่ในการทำงานจริงไม่สามารถทำได้ ด้วยเหตุผลหน่วยความจำหลักมีขนาดเล็กเกินไปที่จะสามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดได้อย่างถาวร หน่วยความจำหลักเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลแบบชั่วขณะ เป็นหน่วยความจำแบบลบเลือนได้จึงต้องมีหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง หน่วยความจำไม่ลบเลือนคือ หน่วยความจำเก็บข้อมูลได้ โดยไม่ขึ้นกับไฟฟ้าที่เลี้ยงวงจรเพื่อเก็บข้อมูลมาก ๆ ได้อย่างถาวร ทำให้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีหน่วยเก็บข้อมูลสำรองซึ่งสามารถเก็บข้อมูลจำนวนมาก ตามปัจจัยหลัก คือ ความเร็ว ต้นทุน และประเภทของหน่วยความจำแบบ Volatile หรือแบบ Nonvolatile

สถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์ ปกติโดยทั่วไปของระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลและรันโปรแกรม ที่ใช้เพียง 1 ซีพียูในการทำงานซึ่งเพียงพอต่อปริมาณงาน ดังนั้นในเวลาที่เท่ากันระบบที่ใช้จำนวนซีพียูมากกว่า ย่อมให้ปริมาณงานที่มากกว่า เพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบด้วยการกำหนดให้ทุกซีพียูทำงานเดียวกัน ระบบหลายหน่วยประมวลผลแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ประมวลผลแบบสมมาตร และประมวลผลแบบไม่สมมาตร โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ได้มีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของระบบคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในปัจจุบันได้นำระบบ ระบบแบบกระจาย ได้เป็นระบบที่มีการศึกษาและนำมาใช้งานมาก เช่น Cloud computing ซึ่งเป็นสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ต่อไป

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1) จงบอกรายละเอียดของระบบคอมพิวเตอร์มีองค์ประกอบที่สำคัญกี่องค์ประกอบ อะไรบ้าง

2) จงอธิบายระบบปฏิบัติการทำงานอย่างไร และบอกระบบปฏิบัติการที่รู้จักทั้งแบบรหัสเปิดและเชิงพาณิชย์มา 10 ระบบปฏิบัติการ

3) จงอธิบายขั้นตอนการทำงานของ Bootstrap program

4) จงอธิบายถึงความสามารถในการจัดลำดับของหน่วยความจำ ตามปัจจัยหลักด้านใดบ้าง

5) จงอธิบายการอินเตอร์รัพคืออะไรมีหลักการทำงานอย่างไร

6) Dual Core, Core 2 Dual และ Quad Core แตกต่างกันอย่างไร และทำงานอย่างไร จงอธิบายมาให้เข้าใจ

7) จงอธิบายระบบคลัสเตอร์คืออะไร และบอกระบบปฏิบัติการที่สนับสนุนระบบนี้

8) จงอธิบายการประมวลผลแบบสมมาตรกับการประมวลผลแบบไม่สมมาตร ทำงานแตกต่างกันอย่างไร

9) จงอธิบายระบบแบบกระจายคืออะไรทำงานอย่างไร

10) จงอธิบายระบบ Cloud computing คืออะไรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

บุญสืบ โพธิ์ศรีและคณะ. (2550). **เทคโนโลยีสารสนเทศเบื้องต้น.** นนทบุรี : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

พิเชษฐ์ ศิริรัตนไพศาลกุล. (2548). **ระบบปฏิบัติการ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วีกีพีเดีย. Retrieved March 2, 2014 from http://th.wikipedia.org/wiki/คอมพิวเตอร์

Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne. (2013). **Operating System Concepts. 9th ed.** Wiley & Sons, Inc.

Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen. (2002). **Distributed Systems Principles and Paradigms.** Prentice Hall, Pearson Education International.