

## บทที่ 2

### โครงสร้างของระบบปฏิบัติการ (Operating System Structures)

ระบบปฏิบัติการ เป็นระบบที่จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ภายในโปรแกรมที่จะดำเนินการ (Executed) ซึ่งระบบปฏิบัติการจะแบ่งเป็น โมดูล (Modules) เล็ก ๆ เชิงตรรกะ และสร้างการติดต่อ หรืออินเทอร์เฟซ (Interface) ให้กับโปรแกรม ภายในระบบปฏิบัติการประกอบด้วยระบบย่อย ๆ ที่สร้างขึ้นมาเป็นกลุ่มเพื่อจัดระเบียบการทำงานของระบบที่แตกต่างกันไป ในบทนี้เรารู้ว่าหน้าที่ของระบบปฏิบัติการจะต้องดำเนินการอะไร ระบบปฏิบัติการจะต้องกำหนด และจัดการการดำเนินงานต่าง ๆ ของระบบคอมพิวเตอร์อย่างไร

#### ส่วนประกอบของระบบ

โครงสร้างระบบที่ใหญ่และซับซ้อนของระบบปฏิบัติการแบ่งเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนกำหนดหน้าที่การทำงานแตกต่างในแต่ละส่วนของระบบ ในการกำหนดการรับข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และฟังก์ชันการทำงาน จะเห็นว่าแต่เดิมไม่ใช่ระบบทั้งหมดที่มีโครงสร้างแบบเดียวกัน อย่างไรก็ตามระบบปฏิบัติการรุ่นใหม่ ๆ จะมีส่วนประกอบพื้นฐานของระบบเหมือน ๆ กัน ดังต่อไปนี้

#### การจัดการกระบวนการ

ซีพียู มีการดำเนินการ โปรแกรมใหม่ ๆ จำนวนมาก ถึงแม้ว่างานหลักของซีพียูคือการดำเนินการ โปรแกรมของผู้ใช้แต่ซีพียู ก็ต้องมีงานอื่น ๆ ที่ต้องทำด้วยเช่นกัน งานอื่น ๆ เหล่านี้ เรียกว่าโปรเซส หรือกระบวนการเป็นโปรแกรมที่กำลังอยู่ในขณะดำเนินการในซีพียู เช่น งานแบบ (Batch Job) กระบวนการแบ่งเวลา กระบวนการงานระบบ เช่น การทำสบูตลิ่ง ก็เป็นกระบวนการด้วย ดังนั้น กระบวนการอาจเป็นงานหรือกระบวนการที่แบ่งเวลา ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 4 นอกจากนี้ กระบวนการยังสามารถสร้างกระบวนการย่อยและยอมให้ดำเนินการไปพร้อม ๆ กัน โดยทั่วไปแล้วในการดำเนินการกระบวนการจะต้องการใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นซีพียู หน่วยความจำ ไฟล์ และอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต เพื่อให้ทำงานได้สำเร็จ ทรัพยากรเหล่านี้จะถูกจัดให้กับแต่ละกระบวนการที่ถูกสร้างขึ้นมาและจัดสรรทรัพยากรเหล่านี้ในขณะที่มันกำลังดำเนินการ

ตัวโปรแกรมที่นำมาทำงานด้วยตัวเองไม่ใช่กระบวนการ แต่เป็นเอนทิตีที่อยู่นิ่งเฉย (Passive Entity) ตัวอย่างเช่น โปรแกรมที่เก็บอยู่ในดิสก์รอที่จะนำมาดำเนินการที่ซีพียู ในทาง

ตรงกันข้ามกระบวนการที่เป็นเอนทิตีที่ทำงานอยู่ (Active Entity) จะมีโปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter) ที่บอกถึงคำสั่งถัดไปที่จะถูกดำเนินการ การดำเนินการของกระบวนการจะต้องทำอย่างเป็นลำดับ นั่นก็คืออย่างมากที่สุดจะมีเพียงคำสั่งเดียวของกระบวนการที่ดำเนินการที่ซีพียู ในช่วงของเวลาหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะมี 2 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันในโปรแกรมเดียวกันก็ตาม จะพิจารณาว่าเป็นคนละลำดับกัน

กระบวนการเป็นงานหน่วยหนึ่งที่ต้องทำในระบบ โดยระบบประกอบด้วยกระบวนการจำนวนมาก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งเป็นกระบวนการของระบบปฏิบัติการ และส่วนที่เหลือเป็นกระบวนการของผู้ใช้ กระบวนการทั้งหมดนี้สามารถดำเนินการขนานกันไปได้

ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่จัดการกระบวนการดังต่อไปนี้

- สร้างและลบกระบวนการทั้งหมด ทั้งกระบวนการของระบบและกระบวนการของผู้ใช้
- ให้กระบวนการหยุดทำงานชั่วคราวหรือทำงานต่อไป
- กำหนดคล็อกให้กระบวนการทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน
- กำหนดคล็อกในการจัดการด้านการติดตาย (Deadlock)

จัดการหน่วยความจำหลัก

หน่วยความจำเป็นศูนย์กลางในการทำงานที่สำคัญหน่วยหนึ่งของคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นอาร์เรย์ขนาดใหญ่ ของคำ หรือ ไบต์ ซึ่งแต่ละตัวจะมีตำแหน่งหน่วยความจำของตัวเองสามารถที่จะให้ซีพียู หรืออุปกรณ์ไอ/โอ เรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว ซีพียูจะอ่านคำสั่งจาก หน่วยความจำระหว่างในช่วงวงรอบการอ่านคำสั่ง (Instruction-fetch Cycle) และอ่านหรือบันทึกข้อมูลจากหน่วยความจำ ซีพียู เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้โดยตรงจากตำแหน่งในหน่วยความจำเท่านั้น เช่น ซีพียูต้องการข้อมูลจากดิสก์ ชั้นแรกข้อมูลนั้นจะถูกโอนไปสู่หน่วยความจำหลักก่อน จากนั้นซีพียูจึงอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก ณ ตำแหน่งที่จัดเก็บข้อมูลนั้น

สำหรับโปรแกรมที่จะดำเนินการจะต้องติดต่อยังตำแหน่งที่แน่นอน (Absolute Address) ของข้อมูลก่อน แล้วจึงอ่านเข้ามาในหน่วยความจำ เมื่อโปรแกรมดำเนินการประมวลผลมันจะดึงคำสั่งของโปรแกรมและข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้ เมื่อทำงานสิ้นสุดโปรแกรม หน่วยความจำที่ถูกใช้ก็จะถูกเคลียให้ว่างเพื่อให้โปรแกรมอื่นก็สามารถเข้าไปได้ต่อไป ในการปรับปรุงประสิทธิภาพและความเร็วของการโต้ตอบของคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ ซึ่งต้องมีการจัดการเก็บหลาย ๆ โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำซึ่งมีรูปแบบในการจัดการหน่วยความจำหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน ในการเลือกรูปแบบการจัดการหน่วยความจำสำหรับแต่ละระบบ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะการออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ

ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่จัดการหน่วยความจำ ดังต่อไปนี้

- ติดตามว่าส่วนของหน่วยความจำปัจจุบันถูกใช้หรือไม่และใช้โดยโปรแกรมไหน
  - ตัดสินใจว่าจะนำกระบวนการไหนลงสู่หน่วยความจำ เมื่อมีพื้นที่ว่าง
  - จัดสรรพื้นที่หน่วยความจำและคืนพื้นที่หน่วยความจำเมื่อมีการร้องขอและใช้งานเสร็จ
- การจัดการหน่วยความจำสำรอง

จุดประสงค์หลักของระบบคอมพิวเตอร์ก็คือการดำเนินการประมวลผล โดยที่โปรแกรม นั้นจะเรียกใช้ ข้อมูลจากหน่วยความจำหลักในระหว่างการดำเนินการประมวลผล เนื่องจาก หน่วยความจำหลักเล็กเกินกว่าที่จะบรรจุโปรแกรมและข้อมูลจำนวนมากทั้งหมดอย่างถาวรได้ และเพื่อเป็นการเก็บรวมกันของข้อมูลทั้งหมดและโปรแกรมที่มีอยู่อย่างถาวร ระบบคอมพิวเตอร์จึง มีการเตรียมพร้อมของหน่วยความจำช่วยสำหรับเก็บสำรองข้อมูลจากหน่วยความจำหลัก ใน ปัจจุบันนี้ระบบคอมพิวเตอร์ได้ใช้ ดิสก์ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญใช้เป็นหน่วยความจำสำรองในการ เชื่อมต่อหน่วยความจำที่ใช้จัดเก็บทั้ง โปรแกรมและข้อมูลทั้งหลายรวมทั้งโปรแกรมระบบ (System Program) ที่สำคัญ ๆ ของระบบปฏิบัติการ เช่น Compilers, Assemblers, Sort Routines, Editors เป็นต้น จะถูกจัดเก็บไว้บนดิสก์ จนกระทั่งถูกนำเข้ามายังหน่วยความจำแล้ว ในการทำงานของระบบ คอมพิวเตอร์ใช้ดิสก์เป็นแหล่งต้นกำเนิดและเป็นจุดหมายปลายทางของกระบวนการ ดังนั้น การ จัดการหน่วยความจำสำรองในดิสก์นั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับระบบคอมพิวเตอร์

ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่จัดการหน่วยความจำสำรองดิสก์ดังต่อไปนี้

- การจัดการพื้นที่ว่าง
- การจัดสรรเนื้อที่บนดิสก์
- การกำหนดลำดับการเข้าใช้งานของดิสก์

การจัดการอุปกรณ์ไอ/โอ

จุดประสงค์อีกอย่างหนึ่งของระบบปฏิบัติการก็คือการปิดบังลักษณะพิเศษที่เฉพาะเจาะจง ของอุปกรณ์ต่าง ๆ จากผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น ในระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ จะมีลักษณะพิเศษของอุปกรณ์ ไอ/โอที่ถูกปิดบังจากพื้นที่ความจุของระบบปฏิบัติการโดยระบบไอ/โอ ซึ่งระบบไอ/โอมีส่วนประกอบคือ

- ระบบการเก็บหน่วยความจำชั่วคราว เช่น บัฟเฟอร์ แคช และพูลิ่ง
- ตัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ (Device Driver)
- โปรแกรมสำหรับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์โดยเฉพาะ สำหรับโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ (Device Driver) เป็นที่รู้กันดีว่ามีลักษณะเฉพาะตัวของอุปกรณ์ที่มัน ได้มีการกำหนดไว้แล้ว

### การจัดการไฟล์

การจัดการไฟล์ข้อมูลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบปฏิบัติการที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน คอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลในอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน เช่น เทปแม่เหล็ก จานแม่เหล็ก ออปติคัลดิสก์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละอุปกรณ์ต่างก็มีลักษณะและรูปแบบเฉพาะในตัวเอง

เพื่อให้ง่ายสำหรับการใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการจึงกำหนดให้มีรูปแบบเป็นตรรกะ (Logic) เพื่อให้มีการเก็บข้อมูลให้เป็นแนวเดียวกัน ระบบปฏิบัติการแยกเอาคุณสมบัติทางกายภาพของอุปกรณ์เก็บข้อมูลเหล่านั้นมากำหนดเป็นตรรกะให้มีการเก็บข้อมูลนั้นเป็นแฟ้มข้อมูลหรือไฟล์ โดยที่ไฟล์ถูกจัดให้เชื่อมโยงลงบนอุปกรณ์ทางกายภาพโดยระบบปฏิบัติการ

แฟ้มข้อมูลหรือไฟล์ คือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งถูกกำหนดโดยผู้สร้างข้อมูลนั้น โดยปกติแล้วไฟล์ หมายถึง โปรแกรม ทั้งที่เป็นรูปแบบของโปรแกรมต้นฉบับ ผลลัพธ์และข้อมูล ไฟล์ข้อมูลอาจจะเป็นตัวเลข (Numeric) ตัวอักษรและตัวเลข (Alpha Numeric) ไฟล์อาจจะมีรูปแบบ เช่น ไฟล์ข้อความ (Text File) หรืออาจจะมีรูปแบบก็ได้ เช่น ไฟล์ข้อมูล ซึ่งมีการกำหนดรูปแบบการจัดเก็บที่แตกต่างกันไป

ระบบปฏิบัติการจัดการอุปกรณ์เก็บข้อมูลทั้งหมด เช่น เทป และดิสก์ โดยทั่ว ๆ ไปไฟล์จะถูกจัดให้อยู่ในรูปของไดเรกทอรี (Directory) เพื่อง่ายต่อการใช้งานด้วย เมื่อมีผู้ใช้หลาย ๆ คน ต้องการเข้าถึงไฟล์ ต้องมีการควบคุมตรวจสอบว่าใครเป็นผู้ขอใช้ และต้องการทำอะไร ไฟล์นั้นจึงจะถูกเข้าถึงได้

ระบบปฏิบัติการมีหน้าที่จัดการจัดการแฟ้มข้อมูล ดังต่อไปนี้

- การจัดการสร้างและลบไฟล์
- การจัดการสร้างและลบไดเรกทอรี
- การจัดการพื้นฐานกับไฟล์ และไดเรกทอรี
- เชื่อมโยงไฟล์ลงบน หน่วยความจำสำรอง
- สำรองไฟล์ไว้บนสื่อเก็บข้อมูลที่ถาวร

ระบบการรักษาความปลอดภัย

ในระบบที่มีผู้ใช้งานหลายคนและระบบที่ยอมให้มีการเข้าประมวลผลได้พร้อมกัน หลายกระบวนการ ระบบปฏิบัติการจำเป็นต้องมีการป้องกันในกิจกรรมการประมวลผล หรือกระบวนการที่อาจเกิดการผิดพลาดได้ เช่นระบบที่มีการเบิกถอนเงินในสาขาต่าง ๆ พร้อมกัน เป็นต้น จุดประสงค์ของหลักการนี้จะต้องมีกลไก ที่ทำให้มั่นใจว่าทรัพยากรต่าง ๆ ทั้งไฟล์ หน่วยความจำ ซีพียู และทรัพยากรอื่น ๆ จะถูกใช้ได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น เช่น การ

กำหนดตำแหน่งให้กับหน่วยความจำ จะต้องมั่นใจได้ว่ากระบวนการจะต้องดำเนินการภายในตำแหน่งที่กำหนดเท่านั้น

คำว่า “ป้องกัน” หมายถึงกลไกที่ใช้ในการควบคุมการดำเนินการประมวลผลกระบวนการ และการควบคุมผู้ใช้จากอุปกรณ์ที่กำหนดโดยระบบคอมพิวเตอร์ กลไกนี้จะระบุคุณสมบัติของการควบคุม และการป้องกันนี้เพิ่มความน่าเชื่อถือได้โดยการตรวจจับข้อผิดพลาดตั้งแต่อินเตอร์เฟซของระบบ ดังนั้นระบบป้องกันก็คือระบบที่ควบคุมการใช้งานจากผู้มีสิทธิ์ และผู้ไม่มีสิทธิ์

การป้องกัน สามารถที่จะทำให้น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นด้วยการค้นหาข้อผิดพลาดที่อาจแอบแฝงอยู่ในส่วนของการเชื่อมโยงระหว่างส่วนประกอบของระบบย่อย ๆ การค้นหาข้อผิดพลาดของการเชื่อมโยงในช่วงแรกๆ สามารถที่จะป้องกันสิ่งผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การไม่มีระบบป้องกันทรัพยากรจะไม่สามารถปกป้องหรือต่อต้านการใช้ระบบในทางที่ไม่ถูกต้องได้

#### เครือข่าย

ระบบประมวลผลกระจาย เป็นระบบที่คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมีการทำงานอิสระ ไม่มีการแบ่งหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หรือเวลา แต่ละหน่วยประมวลผลจะมีหน่วยความจำเป็นของตัวเอง และจะทำการติดต่อจากเครื่องหนึ่งสู่อีกเครื่องหนึ่งโดยผ่านช่องทางการติดต่อสื่อสารหลายช่องทาง ตัวอย่างเช่น ช่องทางบัสที่มีความเร็วสูง หรือผ่านสายโทรศัพท์ หรือผ่านเครือข่ายไร้สาย ได้มีการแบ่งแยกระบบหน่วยประมวลผลไปตามขนาดและตามหน้าที่ อาจจะประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ เวิร์กสเตชัน มินิคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์เพื่องานขนาดใหญ่

หน่วยประมวลผลในระบบจะเชื่อมผ่านเครือข่าย ซึ่งสามารถปรับแต่งได้หลายรูปแบบ การออกแบบเครือข่ายจะต้องคำนึงถึงเส้นทางการเดินของข้อมูล จุดเด่นจุดด้อยในการเชื่อมต่อข้อมูล ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงระบบป้องกันและรักษาความปลอดภัยจากผู้รุกรานภายนอก เป็นต้น ในระบบแบบกระจายในทางกายภาพจะเป็นการแยกส่วนของระบบออกเป็นส่วนย่อย ๆ แต่จะมีการเชื่อมต่อผ่านเน็ตเวิร์ค จะช่วยให้สถานงานหรือ เวิร์กสเตชันต่าง ๆ สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความเร็ว ความถูกต้อง และความเชื่อถือได้ของข้อมูล

ระบบประมวลผลกระจาย จะกำหนดให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้ทรัพยากรหลายอย่างในระบบได้ตามที่จัดไว้ให้ การอนุญาตให้เข้าสู่ระบบเพื่อใช้ทรัพยากรจะมีการคำนวณให้เข้าใช้อย่างรวดเร็ว มีข้อมูลไว้ให้ใช้มากขึ้น และให้มีการใช้มากขึ้น ระบบปฏิบัติการมักจะวางเครือข่ายให้เข้าสู่ระบบเพื่อใช้ทรัพยากรเป็นแบบการเข้าใช้เพิ่มข้อมูล ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับระบบเครือข่ายเป็นแบบจำกัดวงในการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ

### ระบบตัวแปลคำสั่ง

สิ่งที่สำคัญที่สุดในโปรแกรมระบบของระบบปฏิบัติการ ก็คือ ตัวแปลคำสั่ง ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลความหมายของคำสั่งที่ผู้ใช้ส่งมาให้ระบบ บางระบบปฏิบัติการ บนไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น ระบบ MS-DOS และระบบ Macintosh ของ Apple ได้รวมตัวแปลความหมายของคำสั่งอยู่ในระบบ ส่วนระบบปฏิบัติการชนิดอื่น โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่จะแยกตัวแปลความหมายของคำสั่งออกไปเป็นโปรแกรมพิเศษ ซึ่งจะเริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้ logs on เข้ามาใช้งาน

คำสั่งหลาย ๆ คำสั่งป้อนเข้าระบบปฏิบัติการ โดยใช้คำสั่งควบคุม (Control Statements) เมื่อเริ่มงานใหม่ในระบบแบท หรือเมื่อมีผู้ใช้ logs on เข้ามา โปรแกรมที่อ่านและแปลคำสั่งจะทำงานทันทีโดยอัตโนมัติ โดยมีหน้าที่รับคำสั่งถัดไปแล้วก็ทำตามคำสั่ง

ระบบปฏิบัติการโดยส่วนมากจะแบ่งการทำงานตามการแปลของคำสั่ง โดยผู้ใช้ส่วนใหญ่เลือกแบบที่ใช้ง่าย (User Friendly) เช่นในตัวแปลคำสั่งของ Macintosh ซึ่งมีเมนูและหน้าต่างแสดงคำสั่ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปไอคอน การเรียกใช้คำสั่งใช้เมาส์ชี้ไปที่ไอคอนบนจอ การกดปุ่มคลิกที่เมาส์ จะเป็นการเปิดโปรแกรมให้ทำงานโดยเลือกไฟล์หรือเลือกคำสั่งจากเมนู

สำหรับระบบปฏิบัติการที่ใช้งานยากสลับซับซ้อนก็ยังมีผู้ใช้ที่ชอบอีกกลุ่มหนึ่ง คำสั่งจะถูกพิมพ์โดยใช้แป้นพิมพ์และแสดงผลคำสั่งที่พิมพ์บนหน้าจอ กดปุ่ม Enter เพื่อบอกว่าคำสั่งสิ้นสุดแล้วพร้อมที่จะทำงาน ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์จะทำงานแบบนี้

### บริการของระบบปฏิบัติการ

ระบบปฏิบัติการจะทำการกำหนดสภาพแวดล้อมให้กับโปรแกรมที่กำลังทำงาน ระบบปฏิบัติการจะจัดหาโปรแกรมและให้ผู้ใช้ได้ใช้โปรแกรมต่าง ๆ เหล่านั้น การใช้งานที่พิเศษแต่ละระบบปฏิบัติการจะมีการบริการที่แตกต่างกันไป แต่จะมีแนวทางที่เหมือนกันคือจะทำให้สะดวกกับโปรแกรมเมอร์ผู้ใช้ใช้งานได้ง่าย และรวดเร็ว โดยทั่วไปจะมีการบริการพื้นฐานต่อไปนี้

- จัดการให้โปรแกรมดำเนินการ (Program Execution) เป็นบริการพื้นฐานที่ระบบจะต้องสามารถโหลดโปรแกรมเข้าไปไว้ในหน่วยความจำและรันโปรแกรมได้ โดยโปรแกรมจะต้องสามารถจบการทำงานได้ในตัวมันเอง ซึ่งอาจเป็นปกติหรือไม่ปกติ

- การจัดการกับอินพุตและเอาต์พุต (I/O operation) ในการดำเนินการของโปรแกรมอาจจะขอใช้ไอ/โอซึ่งมีการใช้ไฟล์หรืออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต อุปกรณ์ที่พิเศษบางอย่างต้องมีคำสั่งพิเศษช่วย เช่น การกรอเทปกลับบนเครื่องขับเทป หรือต้องการให้จอภาพว่างเมื่อเริ่มทำงาน แต่ผู้ใช้โปรแกรมไม่สามารถจัดการกับไอ/โอได้โดยตรง ดังนั้นระบบปฏิบัติการจะต้องจัดหาวิธีการ

จัดการเพื่อให้โปรแกรมทำงานได้ โดยที่ ระบบปฏิบัติการ จะให้ใช้ได้โดยผ่านทางคำสั่งเรียกระบบของระบบปฏิบัติการ

- การจัดการระบบไฟล์ (File System Manipulation) ระบบไฟล์จะมีรายละเอียดที่น่าสนใจ อาจจะได้เห็นได้ชัด ซึ่ง โปรแกรมจำเป็นต้องอ่านและเขียนลงในไฟล์ พวกเขาจำเป็นต้องสร้างและลบไฟล์โดยอาศัย การจัดการระบบไฟล์

- การติดต่อสื่อสาร (Communication) การทำงานอาจจะมีเหตุการณ์ที่กระบวนการจำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลกับกระบวนการอื่น ซึ่งจะมีอยู่ 2 ทางคือ ทางแรก การติดต่อระหว่างกระบวนการที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์เดียวกัน ทางที่สอง การติดต่อระหว่างกระบวนการที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ต่างที่กัน โดยผ่านระบบเครือข่าย การติดต่ออาจจะเป็นการใช้หน่วยความจำร่วม หรือ โดยเทคนิคทั่วไปของการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งในจุดนี้ระบบปฏิบัติการจะควบคุมการย้ายข้อมูลระหว่างกระบวนการ

- การตรวจหาข้อผิดพลาด (Error Detection) ระบบปฏิบัติการมีความจำเป็นที่จะต้องรู้เรื่องข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในขณะที่ทำงาน ข้อผิดพลาดอาจจะเกิดในซีพียู หรือหน่วยความจำหรือเกิดบนฮาร์ดแวร์ เช่น หน่วยความจำเกิดผิดพลาดหรือกำลังส่งไม่พอในอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ระบบปฏิบัติการอาจจะเหมาะกับการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและมีความแม่นยำในการคำนวณ นอกจากนั้นหน้าที่ของระบบปฏิบัติการไม่ใช่เพื่อช่วยผู้ใช้ แต่ต้องการประสิทธิภาพของการจัดการของระบบ

- การจัดสรรทรัพยากร (Resource Allocation) เมื่อมีผู้ใช้หลายคนหรือหลายงานดำเนินการประมวลผลในเวลาเดียวกัน ทรัพยากรจะต้องถูกแบ่งกันใช้ในระบบมีทรัพยากรหลายชนิดแต่มีจำนวนจำกัดจะถูกจัดการแบ่งปันให้กับกระบวนการต่าง ๆ โดยระบบปฏิบัติการ เช่น ซีพียู , หน่วยความจำหลัก และหน่วยความจำสำรองที่เก็บไฟล์ ซึ่งระบบปฏิบัติการจะมีรหัสพิเศษในการจัดสรรทรัพยากรเหล่านั้น ทรัพยากรที่ได้ถูกจัดสรรแล้วจะมีตารางสถานะแสดงการใช้ เมื่อกระบวนการใช้เสร็จจะต้องปลดปล่อยทรัพยากรนั้น บางครั้งอาจมีการร้องขอให้ปลดปล่อยทรัพยากรทั้งที่ยังใช้ไม่เสร็จงานเพื่อนำไปจัดสรรให้กระบวนการที่มีความจำเป็นมากกว่า ในการที่จะใช้ซีพียูให้ได้ประโยชน์สูงสุด ระบบปฏิบัติการจะมีตารางงานประจำของซีพียูเก็บในรายการบัญชีเวลาการทำงานประจำของซีพียู การทำงานของกระบวนการจะมีริจิสเตอร์เก็บสถานะและปัจจัยอื่น ๆ ที่ได้มีการจับจองเอาไว้

- การบัญชี (Account) ระบบต้องการที่จะเก็บรักษารายชื่อของผู้ใช้ว่ามีการใช้ทรัพยากรไปมากน้อยเพียงไร และชนิดของทรัพยากรที่ใช้จึงทำการบันทึกสำหรับสะสมสถิติการใช้ทรัพยากรเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยที่จะปรับปรุงระบบการให้บริการของเครื่องคอมพิวเตอร์

- การป้องกัน (Protection) การเก็บข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ใช้หลายคน ต้องมีการควบคุมการใช้ เมื่องานแต่ละงานทำการดำเนินการประมวลผลในเวลาเดียวกัน มันจะทำได้เพียงครั้งละ 1 งานเท่านั้น งานอื่น ๆ ไม่สามารถที่จะเข้าไปแทรกระหว่างงานที่กำลังดำเนินการได้ การป้องกันจะต้องมีการตรวจเช็คพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ผ่านเข้าสู่ระบบ และทำให้มั่นใจว่าการเข้าถึงทรัพยากรของระบบที่จะถูกควบคุม ความปลอดภัยของระบบจากบุคคลภายนอกเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ความปลอดภัยในตอนเริ่มทำงานกับผู้ใช้จะต้องมีการระบุรหัสผ่าน จึงจะยอมให้เข้าถึงทรัพยากรได้

การสั่งการระบบ

การสั่งการระบบหรือคำสั่งเรียกระบบ (System Call) เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างการทำงานของโปรแกรมและระบบปฏิบัติการ ซึ่งการสั่งการนี้กล่าวโดยทั่วไป ก็คือ คำสั่งภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และโดยปกติเอามาจากนักเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

บางระบบอาจจะยอมให้คำสั่งเรียกระบบทำงาน โดยทันทีจากภาษาโปรแกรมระดับสูง ในบางกรณีที่ตั้งให้เข้าสู่ภาวะปกติจะคล้ายกับการกำหนดหน้าที่การทำงาน หรือสั่งให้ทำงานแบบโปรแกรมย่อย (Subroutine) อาจจะทำให้เกิดคำสั่งพิเศษที่ใช้ทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากคำสั่งเรียกระบบ หรือคำสั่งเรียกระบบอาจจะทำงานแบบภายในสาย (in-line) โดยทันที ผู้ใช้ส่วนมากไม่ได้คำนึงถึงรายละเอียดการทำงานของตัวอุปกรณ์ เพราะอย่างไรก็ตามระบบปฏิบัติการมีระบบสนับสนุนจัดเตรียมการติดต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้แล้ว การสั่งการระบบมีการควบคุมการทำงานหลาย ๆ หน้าที่ดังต่อไปนี้

#### การควบคุมกระบวนการและงาน (Process and Job Control)

โปรแกรมที่จะดำเนินการประมวลผลจะต้องถูกนำเข้ามาอยู่ในหน่วยความจำ คำสั่งเรียกระบบมีการควบคุมโดยที่ในขณะที่โปรแกรมที่กำลังดำเนินการประมวลผลระบบจะต้องสามารถหยุดการดำเนินการของโปรแกรมได้ในภาวะปกติคือ โปรแกรมทำงานเสร็จ หรือหยุดการดำเนินการของโปรแกรมได้ในภาวะไม่ปกติคือ โปรแกรมยังทำงานไม่เสร็จแล้วมีการติดต่อจากระบบให้หยุดประมวลผลด้วยสาเหตุใดก็ตาม ในการดำเนินการของโปรแกรมอาจจะพบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นซึ่งมีระดับของความผิดพลาดว่าอยู่ในระดับต่ำหรือสูงซึ่งอาจจะถูกให้หยุดดำเนินการในภาวะปกติหรือไม่ปกติขึ้นกับระดับของความผิดพลาด ถ้าระดับที่ 0 เป็นการหยุดแบบปกติ ซึ่งระดับความผิดพลาดนี้เป็นตัวกำหนดให้ระบบสั่งการทำงานได้อย่างอัตโนมัติ

ในขณะที่ระบบกำลังดำเนินการประมวลผลโปรแกรมหนึ่งอาจจะต้องการนำโปรแกรมอื่น ๆ เข้ามาและดำเนินการ หรืออาจจะยอมให้ตัวแปลคำสั่งดำเนินการโปรแกรมโดยตรง เช่น ผู้ใช้พิมพ์คำสั่งเข้ามาทางแป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ หรือ ทำกลุ่มคำสั่งแบท การควบคุมการดำเนินงานต้องมีการยอมให้โปรแกรมเดิมดำเนินการต่อไปพร้อมกันกับโปรแกรมใหม่



เมื่อมีโปรแกรมดำเนินการสิ้นสุดลง จะมีการควบคุมถึงการส่งกลับของโปรแกรมโดยจำเป็นต้องบันทึกขบวนการต่าง ๆ ของโปรแกรมลงหน่วยความจำสำรองขณะออกจากโปรแกรม ระบบมีกลไกจัดการในการที่มีโปรแกรมเรียกใช้โปรแกรมอื่น โปรแกรมทั้งสองจะต้องทำงานสอดคล้องกัน หรือขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลอาจจะมีการสร้างงานใหม่ หรือ กระบวนการใหม่ ๆ โดยที่ระบบสามารถควบคุมการประมวลผลโปรแกรมเหล่านั้นให้ทำงานควบคู่กันไปหรืออาจจะมีบางงานทำงานเสร็จก่อน ซึ่งเป็นหน้าที่ที่สำคัญของระบบที่ต้องควบคุมเสมอในการสร้างกระบวนการใหม่และเมื่อเสร็จกระบวนการ

ในการสร้างงานใหม่หรือกระบวนการใหม่ หรือการที่มีกลุ่มของงานหรือกระบวนการกำลังดำเนินการอยู่ระบบจะต้องสามารถควบคุมการทำงานจนสำเร็จ และการควบคุมนี้รวมถึงการเรียกใช้ และการจัดเก็บการเปลี่ยนแปลงแก้ไขรูปแบบของงาน หรือกระบวนการ คืออ่านสถานะของกระบวนการ และปรับปรุงสถานะของกระบวนการ รวมทั้งจัดลำดับการทำงานให้ดำเนินการตามลำดับสิทธิ์ งานที่มีสิทธิ์ก่อนจะเข้ามาก่อน งานหรือกระบวนการที่เรากำลังสร้างขึ้นมา ถ้าพบว่ามันไม่ถูกต้อง หรือไม่ต้องการใช้อีกต่อไป ต้องการให้มันจบการดำเนินการ

ถ้าในระบบมีการสร้างงานหรือกระบวนการใหม่ขึ้นมา จะต้องรอให้งานหรือกระบวนการที่ทำอยู่เสร็จก่อน เป็นช่วงเวลาที่ต้องรอเพื่อเข้าใช้ ซีพียู (Wait Time) หรือบางครั้งอาจจะมีการรออย่างอื่นอีกเช่นรอการเข้าทำไอ/โอ (Wait Event) และเมื่อถึงเวลาที่งานหรือกระบวนการจะได้เข้าดำเนินการจะรอสัญญาณเตือน (Signal Event) ให้เข้าทำ

ระบบหลายระบบต้องมีระบบสั่งการเพื่อที่จะจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมหรืองานที่จะดำเนินการประมวลผล ดังนั้นกระบวนการต่าง ๆ ที่จะดำเนินการประมวลผลจะต้องถูกอ่านเข้ามาไว้ในหน่วยความจำตามตำแหน่งที่ได้รับการจัดสรร เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้น กระบวนการหรืองานพื้นที่หน่วยความจำเหล่านั้นจะต้องคืนให้แก่ระบบเพื่อนำไปจัดสรรให้แก่กระบวนการหรืองานอื่น ๆ ต่อไป

#### การจัดการไฟล์ (File Manipulation)

หลาย ๆ ระบบจะมีการจัดการไฟล์ธรรมดาที่เหมือนกัน โดยเรียกการจัดเก็บสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันว่าไฟล์ สิ่งแรกที่จัดการคือ การสร้างและลบไฟล์ได้ การดำเนินการต่าง ๆ กับไฟล์ สิ่งที่ต้องรู้คือชื่อของไฟล์ และบางครั้งอาจต้องการใช้คุณสมบัติ (Attributes) ของไฟล์ เมื่อจะดำเนินการอ่านหรือบันทึกไฟล์ หรือย้ายตำแหน่งในไฟล์จะต้องทำการเปิดไฟล์เพื่อทำการกำหนดบัพเฟอร์และตัวชี้ตำแหน่งสำหรับทำงานของไฟล์โดยให้ตัวชี้ตำแหน่งชี้ที่ตำแหน่งแรกในไฟล์ และเมื่อดำเนินการต่าง ๆ บนไฟล์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำการปิดไฟล์เพื่อให้ข้อมูลบัพเฟอร์บันทึกลงไฟล์ทั้งหมดและยกเลิกการใช้บัพเฟอร์ด้วย

สำหรับการดำเนินงานบนไฟล์และไดเรกทอรี สามารถกำหนดค่าได้หลาย ค่าที่เป็นคุณสมบัติของไฟล์และไดเรกทอรี เช่นคุณสมบัติของไฟล์ จะมีชื่อไฟล์ ประเภทของไฟล์ ขนาด ตำแหน่งที่เก็บ การป้องกันและการเข้าถึง เป็นต้น และบางครั้งก็อาจรีเซ็ตคุณสมบัติของไฟล์ถ้าจำเป็น โดยทั่วไปมี 2 ระบบ ที่จะดำเนินงานไฟล์คือ อ่านคุณสมบัติไฟล์ (Get File Attribute) และ ตั้งค่าคุณสมบัติไฟล์ (Set File Attribute)

#### การจัดการอุปกรณ์ (Device Management)

กระบวนการที่กำลังดำเนินการประมวลผลจำเป็นจะต้องใช้ทรัพยากรซึ่งเมื่อเริ่มต้น ระบบ จะทำการจัดสรรให้แล้วแต่เมื่อประมวลผลไปเรื่อย ๆ อาจต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มเพื่อให้เกิดการทำงานต่อเนื่องถ้าระบบมีทรัพยากรให้ได้ตามต้องการกระบวนการนั้นจะสามารถดำเนินการต่อไป แต่ถ้าระบบยังไม่มีทรัพยากรให้กระบวนการนั้นต้องรอก่อนยังไม่สามารถประมวลผลต่อไปได้

ทรัพยากรบางอย่างสามารถใช้งานร่วมกันได้หลาย ๆ กระบวนการ เช่น ไฟล์ ทรัพยากรบางอย่างจะใช้ได้เพียงกระบวนการเดียวเช่น อุปกรณ์ประเภท หน่วยความจำ เครื่องพิมพ์ และอื่น ๆ เป็นต้นซึ่ง ถ้ามีหลายกระบวนการของผู้ใช้ในระบขอใช้อุปกรณ์ตัวเดียวกันซึ่งมีจำนวนจำกัด ระบบมีวิธีการ โดยกำหนดให้กระบวนการที่ต้องเรียกใช้อุปกรณ์ใดจะต้องส่งการขอใช้ (Request) อุปกรณ์ก่อนเพื่อให้ระบบจัดสรรให้ ถ้ากระบวนการเลิกใช้อุปกรณ์ จะต้องปล่อย (Release) อุปกรณ์นั้น เมื่ออุปกรณ์มีการถูกเรียกใช้โดยกระบวนการใดและได้รับการจัดสรร (Allocated) กระบวนการสามารถดำเนินการอ่าน บันทึก ย้ายตำแหน่งในอุปกรณ์นั้นได้ ในความเป็นจริงทั้งอุปกรณ์ ไอ/โอ และไฟล์ เป็นสิ่งมีจำนวนมากเกินไปที่ระบบปฏิบัติการจะผสมเข้าด้วยกันดังนั้นอุปกรณ์ ไอ/โอ และไฟล์จึงถูกระบบปฏิบัติการให้ติดต่อกันในเชิงตรรก (Logical Attach) และยกเลิกการติดต่อกันในเชิงตรรก (Detach Devices) ด้วย

#### การบำรุงรักษาข้อมูล (Information Maintenance)

ระบบปฏิบัติการมีคำสั่งเรียกระบบพื้นฐานอยู่มากที่ใช้ส่งผ่านข้อมูลระหว่างผู้ใช้งาน โปรแกรมกับระบบปฏิบัติการ เช่น ระบบส่วนมากจะมีคำสั่งเรียกระบบไว้เพื่อส่งคืนเวลาและวันที่ ปัจจุบัน ส่วนคำสั่งเรียกระบบอื่น ๆ อาจใช้ในการส่งคืนข้อมูลเกี่ยวกับระบบ เช่น จำนวนของผู้ใช้ ปัจจุบันรุ่น (Version) ของระบบปฏิบัติการ จำนวนพื้นที่ว่างในหน่วยงานความจำ หรือพื้นที่ว่างในดิสก์และอื่น ๆ

นอกจากนั้น ระบบปฏิบัติการจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับงานของระบบและขั้นตอนทั้งหมด คำสั่งเรียกระบบจะเข้าถึงข้อมูลนี้ได้ โดยปกติจะมีการเรียกให้รีเซ็ตตัวมันเองได้คือรับและจัดการ กำหนดคุณสมบัติของกระบวนการ

### การติดต่อสื่อสาร (Communication)

มีรูปแบบการสื่อสารแบบธรรมดาอยู่ 2 แบบ คือ รูปแบบแรกการส่งผ่านข้อความข้อมูล จะถูกแลกเปลี่ยนในกระบวนการสื่อสารได้อย่างง่ายดายโดยระบบปฏิบัติการ ในการติดต่อสื่อสาร จะต้องทำการเปิดช่องทางการติดต่อให้เชื่อมกันก่อน โดยต้องรู้ชื่อของผู้ติดต่อสื่อสารอื่นและต้องรู้กระบวนการอื่นที่ประมวลผลบนคอมพิวเตอร์เดียวกันหรือบนคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง สำหรับคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในเครือข่ายจะต้องมีชื่อโฮสต์ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไป เหมือนกับที่แต่ละกระบวนการต้องมีชื่อกระบวนการที่ระบบปฏิบัติการสามารถอ้างอิงถึงกันได้ เรียกระบบนี้ว่า ระบบรับโฮสต์ (Get Hosted) และรับกระบวนการ (Get Processed) ลักษณะเฉพาะเหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปเพื่อการใช้งานทั่วไปตามการเปิดและปิด ซึ่งเป็นการจัดเตรียมโดยระบบไฟล์ (File System) หรือคำสั่งเรียกระบบ ที่เปิดการเชื่อมต่อและปิดการเชื่อมต่อแบบลักษณะพิเศษเฉพาะกระบวนการที่ทำหน้าที่ ซึ่งต้องอนุญาตให้ใช้พื้นที่ด้วยการยอมรับการเชื่อมต่อกระบวนการส่วนมาก จะรับการติดต่อด้วยมีเป้าหมายพิเศษที่ระบุได้ไม่แน่ชัดซึ่งมันจะมีระบบโปรแกรมจัดเตรียมเพื่อวัตถุประสงค์นั้น ๆ ซึ่งทั้งหมดจะรอให้เกิดการติดต่อขึ้น ต้นทางของการสื่อสาร เรียกว่า ลูกข่าย (Client) และปลายทางที่จะได้รับการติดต่อ ก็คือแม่ข่าย (Server) ดังนั้นในการใช้คำสั่งเรียกระบบเพื่อการอ่านและเขียน แลกเปลี่ยนข้อความ การเชื่อมต่อที่ปิดอยู่จะเรียกไปที่ปลายทางเพื่อให้เกิดการสื่อสารขึ้น

อีกรูปแบบหนึ่งจะเป็นในรูปแบบของหน่วยความจำที่ถูกแบ่ง กระบวนการจะใช้คำสั่งเรียกระบบแบบเทียบหน่วยความจำ (Map-memory) ในการเข้าถึงขอบเขตของหน่วยความจำของกระบวนการอื่น โดยปกติระบบปฏิบัติการพยายามที่จะป้องกันการเข้าถึงหน่วยความจำของกระบวนการอื่นอยู่แล้วดังนั้นหน่วยความจำที่ถูกแบ่งต้องการให้กระบวนการ 2 กระบวนการหรือมากกว่าถูกจำกัดออกจากข้อจำกัด จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยการอ่านและเขียนข้อมูลในพื้นที่ที่ถูกแบ่งเหล่านี้ โดยรูปแบบของข้อมูลและตำแหน่งในหน่วยความจำจะถูกกำหนดโดยกระบวนการเหล่านี้ และหน่วยความจำที่ใช้ไม่ได้การควบคุมของระบบปฏิบัติการ กระบวนการต้องรับผิดชอบผลที่ไม่สามารถเขียนที่เดียวกันพร้อมกันได้

ทั้งสองวิธีเป็นวิธีปกติที่ใช้ในระบบปฏิบัติการ และบางระบบก็ใช้ทั้งสองวิธีในการส่งผ่านข้อความเพื่อให้เกิดเป็นประโยชน์มากที่สุด ถ้าต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลจำนวนน้อย ๆ ซึ่งมันจะไม่มีข้อผิดพลาด ต้องหลีกเลี่ยงโดยใช้กระบวนการสื่อสารจะง่ายกว่าการแบ่งหน่วยความจำ การแบ่งหน่วยความจำตามความเร็วสูง ๆ และความสะดวกสบายในการสื่อสารนั้นไม่สามารถแบ่งตามความเร็วของหน่วยความจำได้ จะพบปัญหาเกี่ยวกับขอบเขตของการป้องกันและจังหวะที่ทำพร้อมกัน

## โปรแกรมระบบ

ในระบบปฏิบัติการมีโปรแกรมระบบเป็นที่รวมของโปรแกรมที่สำคัญของระบบ มีโครงสร้างทางตรรกะคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับล่างสุดติดกับฮาร์ดแวร์ ถัดจากระบบปฏิบัติการไปเป็นโปรแกรมและการประมวลผล โปรแกรมระบบที่สำคัญทุก ๆ ปฏิบัติการจำเป็นต้องมีแบ่งเป็นหลายส่วนดังนี้

- การจัดการไฟล์ (File Manipulation) โปรแกรมสำหรับทำการสร้าง ลบ คัดลอก เปลี่ยนชื่อ พิมพ์ คัดมี ลิสต์ และทำการดำเนินการหลายอย่างเกี่ยวกับไฟล์และไดเรกทอรี

- ข้อมูลสถานะ (Status Information) มีบางโปรแกรมทำการถามระบบเกี่ยวกับวันที่ เวลา จำนวน หน่วยความจำ หรือเนื้อที่ว่าง จำนวนผู้ใช้ หรือสถานะของข้อมูล โดยระบบข้อมูลสถานะจะจัดการข้อมูลสำหรับการตอบคำถามจัดรูปแบบและพิมพ์ไปยังปลายทางหรืออุปกรณ์แสดงผลหรือไฟล์

- การแก้ไขไฟล์ (File Modification) หลาย ๆ ระบบปฏิบัติการมีโปรแกรมแก้ไข (Editors) สามารถที่จะสร้างและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของไฟล์ที่เก็บบนดิสก์หรือเทป

- สนับสนุนภาษาโปรแกรม (Programming-language Support) โปรแกรมสำหรับแปลภาษาคอมพิวเตอร์ให้เป็นภาษาเครื่อง เช่น คอมไพเลอร์ แอสเซมเบอร์ และอินเตอร์พรีเตอร์ของแต่ละภาษาโปรแกรมที่จำเป็นต้องใช้ เช่น แอสเซมบลี ฟอรัแทรน โคบอล ปาสคาล ซี จาวา ลิสป์ และภาษาอื่น ๆ จะต้องใช้กับระบบปฏิบัติการ โดยทั่วไปจะต้องจัดซื้อโปรแกรมสนับสนุนภาษาแยกจากระบบปฏิบัติการ แต่มีบางระบบปฏิบัติการจะมีตัวแปลภาษาติดมากับระบบ เช่น ยูนิกซ์ จะมีแอสเซมเบอร์ และคอมไพเลอร์ ของภาษาแอสเซมบลี และภาษาซี

- การโหลดโปรแกรมและดำเนินการประมวลผล (Program Loading and Execution) จะทำการโหลดโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการโปรแกรม เช่น โปรแกรมที่เป็นแอสเซมเบอร์หรือคอมไพเลอร์ จะถูกโหลดลงที่หน่วยความจำเพื่อทำงาน ระบบจะทำการโหลดตัวโหลดเคอร์รูทีนย่อย และโปรแกรมของระบบที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการประมวลผล เพื่อทำต่อไปจนเสร็จ

- การสื่อสาร (Communication) โปรแกรมเตรียมโครงสร้างไว้สำหรับการสร้างเส้นทางการติดต่อสื่อสารภายในระหว่างผู้ใช้ต่าง ๆ เสมือนกับว่าทุกคนทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์เดียวกัน ผู้ใช้และระบบคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ยอมให้ส่งข้อความไปยังหน้าจอผู้ใช้อื่น โดยสามารถส่งข้อความขนาดใหญ่ เช่น อี-เมล หรือส่งต่อจากเครื่องหนึ่งไปยังที่อื่น ๆ และมีการควบคุมด้วยระยะทางไกลกับคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ด้วย

- โปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ระบบปฏิบัติการได้เพิ่มโปรแกรมสำหรับการแก้ปัญหาพื้นฐาน หรือการดำเนินงานพื้นฐานทั่วไปของระบบ เช่น โปรแกรมจะประกอบด้วย เว็บเบราว์เซอร์ โปรแกรมประมวลผลคำ รูปแบบข้อความ ระบบฐานข้อมูล สปีดซีด โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ค่าสถิติ เกม และอื่น ๆ โปรแกรมเหล่านี้เรียกว่าระบบ โปรแกรมสนับสนุน (System Utilities) หรือเรียกว่า โปรแกรมประยุกต์ (Application Programs)

- ตัวแปลคำสั่ง (Command Interpreter) โปรแกรมที่สำคัญที่สุดของระบบระบบปฏิบัติการคือตัวแปลคำสั่ง (Command Interpreter) มีหน้าที่หลักคือ โหลดและประมวลผลคำสั่งของผู้ใช้ที่ระบุต่อไป มีหลาย ๆ คำสั่งที่ใช้ในการจัดการกับไฟล์ เช่น สร้าง ลบ ลิสต์ พิมพ์ สำเนา ประมวลผล และอื่น ๆ

ปัญหาในการศึกษาเพื่อออกแบบตัวแปลคำสั่งมีข้อสังเกตคือ ระหว่างรหัสคำสั่งที่ทำการประมวลผลแยกจากกัน ในโปรแกรมระบบ ระบบปฏิบัติการต้องสร้างพารามิเตอร์ไว้ส่งจากตัวแปลคำสั่งไปที่โปรแกรมระบบ โดยงานจะมีหลายขั้นตอนทำให้ล่าช้า การทำงานระหว่างตัวแปลคำสั่ง และโปรแกรมไม่สามารถทำ พร้อมกันในหน่วยความจำในเวลาเดียวกันได้ ดังนั้นจึงเกิดความล่าช้าจากการโหลดโปรแกรมและการประมวลผลคำสั่ง และต้องกระโดดไปยังส่วนอื่น ๆ ของรหัสคำสั่งต่าง ๆ ในโปรแกรมนั้น

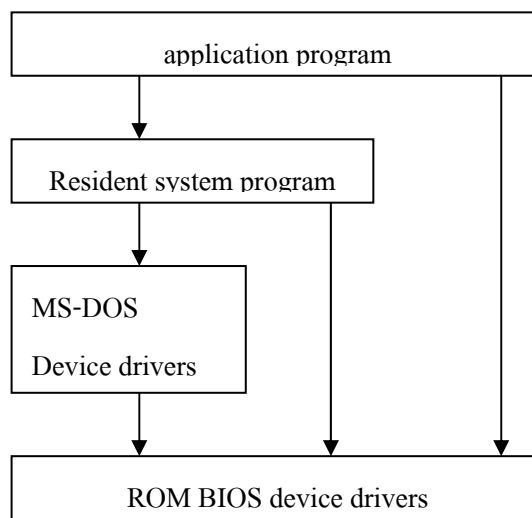
ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์จากโปรแกรมเมอร์ดำเนินการในโปรแกรมระบบอาจหมายถึงพารามิเตอร์ที่ขัดกับโปรแกรมผู้ใช้ ที่เขียนโดยโปรแกรมเมอร์หลายคนในเวลาที่แตกต่างกัน ภาพของระบบปฏิบัติการถูกมองโดยผู้ใช้งานจำนวนมากบางอย่างอาจไม่ใช้การทำงานของระบบที่แท้จริง เนื่องจากภาพการทำงานอาจถูกออกแบบการใช้ประโยชน์และความสัมพันธ์ของหน้าจอผู้ใช้ (User Interface) โดยโปรแกรมเมอร์ ที่ไม่ใช่ทำหน้าที่โดยตรงของระบบปฏิบัติการ จุดหนึ่งของภาพของระบบปฏิบัติการ เราไม่ได้แบ่งแยกระหว่างผู้ใช้โปรแกรมและโปรแกรมระบบ

### โครงสร้างของระบบ

ในระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่และมีระบบสมบูรณ์มีการใช้ระบบปฏิบัติการที่ทันสมัยจะต้องถูกจัดการอย่างรอบคอบในเรื่องที่เกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงาน และมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างสะดวก ซึ่งการจัดแบ่งส่วนของงานไปสู่ชิ้นงานย่อย ๆ แต่ละชิ้นงานเหล่านี้จะต้องเป็นการแบ่งส่วนที่ชัดเจนเข้าใจในระบบ ด้วยความรอบคอบในเรื่องความชัดเจนทางอินพุต เอาท์พุต และฟังก์ชัน ได้มีการพิจารณาสรุปส่วนประกอบของระบบปฏิบัติการซึ่งพิจารณาในเรื่องของส่วนประกอบการทำงาน การติดต่อซึ่งกันและกัน โดยศึกษาระบบที่ง่ายดังต่อไปนี้

### โครงสร้างอย่างง่าย

ระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานก็จะไม่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนมากด้วยเช่นกัน ดังเช่น ระบบปฏิบัติการที่เริ่มจากระบบแบบเล็ก ๆ ง่ายและมีขอบเขตจำกัด ซึ่งเกิดนอกจากระบบดั้งเดิมของมัน ตัวอย่างเช่น ระบบ MS-DOS เป็นระบบปฏิบัติการเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ขายดีที่สุดในยุคแรก ๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ช่วงแรก MS-DOS เป็นแบบต้นฉบับ และได้มีการนำไปใช้โดยคนกลุ่มน้อยที่ไม่คิดว่ามันจะเป็นจะกลายมาเป็นที่นิยมในเวลาต่อมา มันถูกเขียนให้มีการจัดเตรียมฟังก์ชันการทำงานน้อยมาก ดังนั้นมันจึงยังไม่ถึงขั้นเป็นการแบ่งส่วนไปเป็นโมดูลเล็ก ๆ ที่ต้องระมัดระวังในการทำงานมากนัก ดังรูป 2.1 แสดงโครงสร้างปัจจุบันของ MS-DOS



รูปที่ 2.1 ระดับโครงสร้างของ DOS

แม้ว่า MS-DOS จะไม่มีโครงสร้าง การติดต่อประสานงานของมันในแต่ละระดับที่ซับซ้อน แต่มีระดับของฟังก์ชันการทำงานไม่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น โปรแกรมประยุกต์ (Applications Programs) สามารถเข้าถึงคำสั่งพื้นฐานของไอ/โอได้โดยตรง เช่น อุปกรณ์แสดงผลและดิสก์ การที่ MS-DOS ไม่มีการควบคุมการเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ โปรแกรมของผู้ใช้อาจจะสร้างความเสียหายให้กับข้อมูลบนอุปกรณ์ไอ/โอ เหล่านั้นได้ เพราะว่า MS-DOS มีข้อบกพร่องทางด้านการควบคุมฮาร์ดแวร์ขณะที่มันทำงาน ตั้งแต่ซีพียูรุ่น Intel 8088 จะมีระบบปฏิบัติการที่จัดการแบบไม่เป็นโมดูล ไม่มีโหมดควบคุม และไม่มีการป้องกันฮาร์ดแวร์ ผู้ออกแบบ MS-DOS ไม่มีทางเลือกในการเริ่มเข้าถึงฮาร์ดแวร์เบื้องต้น

อีกตัวอย่างหนึ่งของโครงสร้างระบบปฏิบัติการที่เป็นต้นกำเนิดของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX) ถือว่าเป็นระบบที่มีข้อจำกัดกับหน้าที่ของฮาร์ดแวร์ มันถูกสร้างขึ้นมาจากส่วนประกอบสองส่วนคือ เคอร์เนล (Kernel) และระบบโปรแกรมของเคอร์เนลซึ่งเป็นที่รวมของชุดระบบเชื่อมต่อและไดรเวอร์อุปกรณ์ มันจะถูกเพิ่มหรือขยายขึ้นต่อไปได้ เช่นเดียวกับส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยูนิกซ์ โครงสร้างของระบบการปฏิบัติของยูนิกซ์ ได้แสดงในรูปที่ 2.2 ทุกอย่างที่เกิดขึ้นจะดำเนินการในระบบการเรียกประสาน (Call Interface) และในส่วนของฮาร์ดแวร์นี้คือเคอร์เนล มันจะทำหน้าที่จัดเตรียมระบบไฟล์ (File System) ตารางเวลาของซีพียู การจัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำ และหน้าที่เกี่ยวกับระบบปฏิบัติการอื่น ๆ โดยผ่านทางระบบการเรียกประสาน ส่วนที่ทำหน้าที่จัดการควบคุมการทำงานทั่วไปเป็นหน้าที่ ที่อยู่ในระดับแรกของโปรแกรมระบบ (System Programs) จะใช้เคอร์เนลในการสนับสนุนระบบเรียกประสาน เพื่อใช้ประโยชน์เกี่ยวกับหน้าที่ที่ได้ถูกจัดเตรียมไว้

ระบบการเรียกประสานถูกจำกัดการติดต่อกับ โปรแกรมเมอร์ในยูนิกซ์ มีการตั้งค่าโดยโปรแกรมระบบที่จะจำกัดการติดต่อ โปรแกรมเมอร์ และการติดต่อผู้ใช้ ซึ่งมีข้อกำหนดที่แน่นอนคงที่ เคอร์เนลจะทำหน้าที่สนับสนุนในกลุ่มของยูนิกซ์

ผู้ใช้		
Shells and Commands, Compilers and Interpreters, System Libraries		
System call interface to the Kernel		
signal internal handling, character I/O system	File system, swapping, block I/O system, disk และ tape driver	CPU scheduling, page replacement,demand paging, virtual memory
Kernel interface to the Kernel		
terminal controllers, terminal	device controllers, ดิสก์ และ เทป	memory controllers, หน่วยความจำหลัก

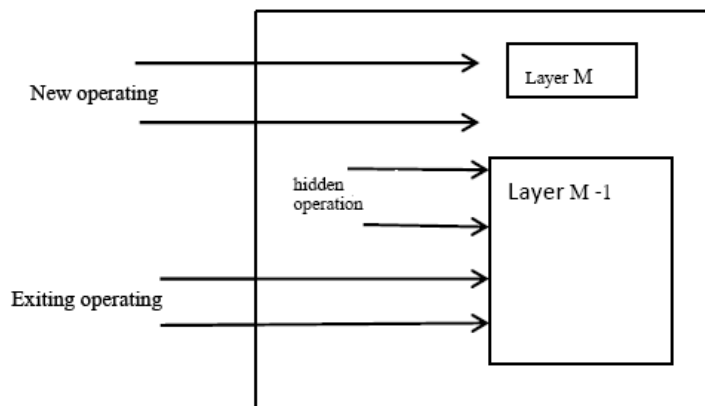
รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบยูนิกซ์

### แนวความคิดการแบ่งระดับ

ระบบปฏิบัติการยุครุ่นใหม่ถูกออกแบบเพื่อใช้กับฮาร์ดแวร์โดยมีการพัฒนาให้สนับสนุนฮาร์ดแวร์มากขึ้น จะมีส่วนหนึ่งที่เป็นระบบปฏิบัติการฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นส่วนเล็ก ๆ ที่ควบคุมการทำงานอย่างเหมาะสมมากกว่า MS-DOS หรือยูนิคซ์แบบเดิมเป็นระบบปฏิบัติการการที่ได้รับการยอมรับในการทำงาน มีความจำเป็นในการทำงานของคอมพิวเตอร์และโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ มันจะทำให้การสนับสนุนที่เป็นอิสระในการเปลี่ยนแปลงการทำงานเป็นขั้นในระบบ วิธีการที่คุ้นเคยจะถูกสร้างแบบแยกส่วน (Modular) ระบบปฏิบัติการจะให้การเข้าถึงแบบบนไปล่าง (Top-Down) การทำงานจะกำหนดหน้าที่ทั้งหมด และแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ รวมทั้งข้อมูลที่ซ่อนอยู่ภายในก็มีความสำคัญด้วย โปรแกรมเมอร์มีอิสระในการทำให้งานรoutines (Routine) อยู่ในระดับต่ำตามที่ต้องการ แต่มีข้อแม้ว่าการอินเตอร์เฟซภายนอกของงานรoutines ของมันเอง ต้องมีการประกาศการใช้งาน

การแยกส่วนการทำงานของระบบ สามารถดำเนินการได้หลายทาง แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือการแบ่งระดับ (Approach Layer) ซึ่งภายในระบบปฏิบัติการประกอบด้วยชั้น (Layer) จำนวนมาก การสร้างชั้นเริ่มตั้งแต่ระดับด้านล่างสุดถึงระดับด้านบนสุด ชั้นที่อยู่บนสุด (Layer N) เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ และชั้นระดับล่าง (Layer 0) คือส่วนที่ติดกับฮาร์ดแวร์ชั้นส่วนที่อยู่ตรงกลางเป็นส่วนการทำงานส่วนต่าง ๆ

ระบบปฏิบัติการแบ่งเป็นชั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การทำงานของระบบแต่ละส่วนมีหน้าที่ชัดเจนเป็นการทำงานที่ล้อมรอบข้อมูล และการดำเนินการสามารถจัดให้ใช้ข้อมูลเหล่านั้นแบบชั้นระบบปฏิบัติการที่มี M ชั้นแสดงดัง รูป 2.3 ซึ่งประกอบด้วย โครงสร้างข้อมูลบางอย่างและกลุ่มของรoutines ซึ่งสามารถถูกใช้โดย ชั้นระดับสูงกว่าถึงชั้น M ในการดำเนินการชั้นล่างจะสนับสนุนงานชั้นบนเหนือกว่าแต่ละระดับ



รูปที่ 2.3 การแบ่งระบบปฏิบัติการเป็น M Layer



ประโยชน์หลักของการแบ่งระบบปฏิบัติการเป็นระดับ คือการแยกส่วนการทำงานของแต่ละชั้นเป็นการเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานการสนับสนุนของชั้นในระดับต่ำกว่าเท่านั้น วิธีการนี้สามารถทำการแก้ไขและตรวจสอบระบบได้มาก ในระดับบนสุดสามารถแก้ไขภายนอกได้ ส่วนที่เหลือสำหรับชั้นในสุดจะเป็นการทำงานภายในที่มีการกำหนดสั่งการฮาร์ดแวร์เพื่อให้หน้าที่ของมันสำเร็จแต่ละครั้ง ชั้นต่อมาเป็นการแก้ไข ตรวจสอบการทำงาน ถ้าพบความผิดพลาดจะทำการแก้ไขเฉพาะระหว่างชั้นนั้น การทำงานชั้นระดับล่างจะสนับสนุนการทำงานระดับบนขึ้นทีละระดับ ดังนั้นการออกแบบและการทำงานของระบบเป็นแบบง่าย ๆ เมื่อระบบได้แบ่งส่วนการทำงานลงในแต่ละระดับ

ในการออกแบบระบบปฏิบัติการแบ่งเป็นชั้นมีข้อจำกัดด้านการแบ่งชั้นจำนวนชั้นน้อยหน้าที่ของแต่ละชั้นจะมาก ขอบเขตฟังก์ชันการทำงานของแต่ละชั้นจะมากด้วย มีการออกแบบที่หลีกเลี่ยงปัญหาในข้อกำหนดของชั้น โดยการสร้างรหัสคำสั่งแบบแยกส่วน (Modularized) ซึ่งทำงานสานต่อกันได้ สำหรับระบบปฏิบัติการ OS/2 เป็นพัฒนาการสืบต่อจาก MS-DOS เป็นการสร้างชั้นโดยจัดข้อจำกัดของ MS-DOS โดย OS/2 ได้เพิ่มฟังก์ชันการทำงานหลาย ๆ อย่างและมีการปฏิบัติการแบบสองโหมด (Dual-Mode) เป็นวิธีการที่ดีในอนาคต เพราะเป็นการเพิ่มการควบคุมที่ซับซ้อนขึ้นโดยใช้ฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้และระบบ

ในการทำงานแต่ละชั้นเป็นเพียงการนำไปใช้ในการดำเนินการ ซึ่งการดำเนินการเหล่านั้นถูกกำหนดไว้ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ในแต่ละระดับชั้นไม่จำเป็นที่จะต้องรู้ว่าการดำเนินการเหล่านี้จะมีการนำไปปฏิบัติอย่างไร มันจำเป็นที่จะต้องรู้เพียงแต่สิ่งใดที่ตัวดำเนินการทำ ด้วยเหตุนี้ แต่ละระดับชั้นจึงซ่อนโครงสร้างข้อมูล การดำเนินการ และฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่จากระดับชั้นที่สูงกว่า

แนวความคิดการแบ่งระดับ (Level Approach) ได้ถูกนำมาใช้ออกแบบเป็นครั้งแรกในระบบปฏิบัติการ THE ได้ออกแบบให้มี 6 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยที่ระดับล่างสุดเป็นฮาร์ดแวร์ ระดับถัดไปเป็นการกำหนดการเข้าปฏิบัติการที่ซีพียู ระดับถัดไปเป็นส่วนที่ปฏิบัติการในการจัดการหน่วยความจำ ระดับที่ 3 ดำเนินการควบคุม โปรแกรม ไดรเวอร์ ที่ให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อและควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการโอนถ่ายข้อมูล จากอุปกรณ์ ไอ/โอ ไปยังหน่วยความจำบัฟเฟอร์ของไอ/โอ ซึ่งอยู่ในระดับที่ 4 จากนั้น โปรแกรมของผู้ใช้จะนำข้อมูลจากบัฟเฟอร์ไปประมวลผล ดำเนินการในระดับสุดท้าย

การออกแบบระบบปฏิบัติการแบบการแบ่งระดับสามารถที่จะทำได้หลายแบบ ตัวอย่างเช่นระบบปฏิบัติการ Venus เป็นการออกแบบที่จัดเป็นลำดับชั้นระดับ 7 ระดับ จากล่างสุดถึงบนสุดคือระดับ 0 ถึงระดับ 6 สำหรับระดับ 0 ถึง 4 จัดการด้วยการกำหนดตารางเวลาการใช้ซีพียู และการจัดการหน่วยความจำ ซึ่งคำสั่งจัดการเหล่านี้จะถูกแปลงเป็นคำสั่งระดับต่ำ (Microcode)

สามารถทำงานได้รวดเร็วและการปฏิบัติการสามารถเชื่อมประสานการทำงานระหว่างระดับล่าง และระดับที่สูงกว่าได้อย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 2.5

Layer 5	โปรแกรมของผู้ใช้
Layer 4	พื้นที่ในหน่วยความจำสำหรับอุปกรณ์ I/O
Layer 3	การควบคุมการดำเนินการของโปรแกรมที่ควบคุมอุปกรณ์
Layer 2	การจัดการหน่วยความจำ
Layer 1	ตัวกำหนดการใช้ ซีพียู
Layer 0	ฮาร์ดแวร์

รูปที่ 2.4 โครงสร้างระดับของระบบปฏิบัติการ

Layer 6	โปรแกรมของผู้ใช้
Layer 5	โปรแกรมติดต่อควบคุมอุปกรณ์ และตัวกำหนดการเข้าใช้
Layer 4	หน่วยความจำ
Layer 3	ช่องทางของ I/O
Layer 2	การกำหนดการใช้ซีพียู
Layer 1	แปลคำสั่ง
Layer 0	ฮาร์ดแวร์

รูปที่ 2.5 โครงสร้างระดับของระบบปฏิบัติการ Venus

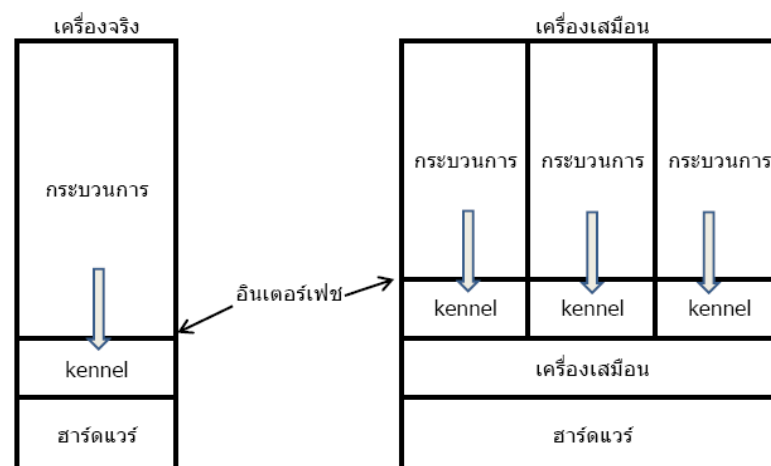
ความยุ่งยากของแนวคิดการแบ่งระดับเกี่ยวข้องกับกำหนดยุทธศาสตร์ในแต่ละชั้น สามารถใช้การทำงานได้เพียงชั้นระดับต่ำกว่าเท่านั้น การออกแบบจึงต้องทำการวางแผนอย่างระมัดระวัง ตัวอย่าง เช่น โปรแกรมไดรเวอร์สำหรับทำให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อและควบคุมอุปกรณ์ สำหรับการเก็บสำรอง การจัดการเนื้อที่บนดิสก์ใช้ได้อัลกอริทึมของหน่วยความจำเสมือน มันจะต้องทำงานในระดับที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นหน้าที่ประจำของการจัดการหน่วยความจำ เพราะการจัดการหน่วยความจำจะต้องมีการเรียกใช้หน่วยความจำสำรอง

สิ่งจำเป็นอื่น ๆ บางอย่างที่ยังมองไม่เห็นยังไม่เป็นที่สังเกตได้ เช่น ไดรเวอร์สำหรับการเก็บสำรองข้อมูล จะต้องทำงานอยู่บนระดับตัวกำหนดการเข้าใช้ซีพียู เพราะว่าบางทีไดรเวอร์จำเป็นจะต้องคอยไอ/โอ และตัวกำหนดการใช้ซีพียูจะทำการกำหนดตารางเวลาการเข้าใช้ซีพียูใหม่ ในช่วงเวลานั้น อย่างไรก็ตามในระบบที่ใหญ่ตัวกำหนดของซีพียู อาจจะต้องการบางสารสนเทศ เพื่อให้ซีพียูปฏิบัติการตอบโต้อย่างรวดเร็วมากกว่าสามารถจะติดตั้งในหน่วยความจำได้

ดังนั้นสารสนเทศเหล่านี้ อาจจะต้องถูกเปลี่ยนภายในและภายนอกของหน่วยความจำ การเรียกใช้ตัวควบคุมทำการสับเปลี่ยนเข้าหน่วยความจำ และสับเปลี่ยนออกจากหน่วยความจำกับหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง ซึ่งจะดำเนินการโดยไครเวอร์ของหน่วยเก็บข้อมูลสำรองที่ทำงาน ซึ่งทำงานต่อจากตัวกำหนดซีพียู

### เครื่องเสมือน

แนวความคิดในการทำงานของคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นชั้น ตัวฮาร์ดแวร์จะอยู่ในระดับชั้นต่ำที่สุดของระบบทั้งหมด เคอร์เนลจะทำงานในระดับถัดจากการใช้คำสั่งฮาร์ดแวร์ ทำหน้าที่สร้างคำสั่งเพื่อให้ชั้นอื่นมาใช้งาน โปรแกรมระบบที่อยู่เหนือเคอร์เนลสามารถใช้คำสั่งเรียกระบบหรือใช้คำสั่งฮาร์ดแวร์ ซึ่งบางทีโปรแกรมอาจมองไม่เห็นความแตกต่างของคำสั่งเรียกระบบกับฮาร์ดแวร์ อย่างไรก็ตามการเข้าถึงข้อมูลจะแตกต่างกันทุกอย่างถึงแม้ว่าจะทำงานในฟังก์ชันที่แตกต่างกันของโปรแกรมอาจจะใช้ฟังก์ชันที่ซับซ้อนสำหรับโปรแกรมระบบปฏิบัติการฮาร์ดแวร์และคำสั่งเรียกระบบจะมองในระดับเดียวกัน บางระบบโปรแกรมระบบจะถูกเรียกใช้งานโดยโปรแกรมประยุกต์ถึงแม้ว่าโปรแกรมระบบ จะมีระดับชั้นการทำงานที่สูงกว่างานอื่น แต่โปรแกรมประยุกต์ จะมองว่างานทุกอย่างมีความสำคัญน้อยกว่าตัวเอง โดยจะมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของงานมันเอง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแบบเครื่องจริง และเครื่องเสมือน

การเข้าถึงชั้นคือการหยิบเอาส่วนของการทำงานในเชิงตรรกะ (Logical) นำมาเป็นแนวความคิดเครื่องเสมือน (Virtual Machines) หรือเรียกว่าวีเอ็ม (VM) คือระบบปฏิบัติการสำหรับการจำลองระบบเครื่องเสมือน ตัวอย่างที่ดีของแนวความคิดเกี่ยวกับเครื่องเสมือน โดยบริษัท IBM เป็นผู้นำในการทำงานในส่วนนี้ จะใช้ตารางการทำงานของซีพียู และเทคนิคหน่วยความจำเสมือน

ทำให้ระบบปฏิบัติการสามารถสร้างภาพลวงตา คือทำงานพร้อมกันได้ เช่น การประมวลผลงานหนึ่งบนซีพียูตัวมันเองและประมวลผลงานอื่นบนซีพียู เสมือนบนหน่วยความจำเสมือนของมัน เครื่องเสมือนโดยปกติการประมวลผลจะทำโดยการเพิ่มลักษณะพิเศษเช่น ระบบสามารถใช้คำสั่งเรียกระบบและระบบไฟล์โดยไม่ได้เพิ่มฮาร์ดแวร์

เครื่องเสมือนไม่มีฟังก์ชันในการทำงานอะไรเพิ่มขึ้น แต่จะทำหน้าที่ติดต่อกับฮาร์ดแวร์ภายใต้การทำงานของคอมพิวเตอร์นี้ทั้งหมด จะแบ่งทรัพยากรทางกายภาพของคอมพิวเตอร์แบ่งและสร้างเครื่องเสมือนมีตารางการทำงานของซีพียู จะแบ่งการใช้ซีพียู เหมือนกับผู้ใช้ได้ใช้ซีพียูของตัวเอง ระบบสพูลิ่งและระบบไฟล์ทำให้สามารถใช้เครื่องอ่านเทปแบบเสมือนเครื่องพิมพ์แบบเสมือนได้

ปัญหาเกี่ยวกับการใช้ระบบดิสก์สมมุติว่าเรามีดิสก์จริง 3 ตัว แต่ต้องการใช้งานถึง 7 ตัว มันไม่สามารถแบ่งตัวมันเองได้จึงใช้ซอฟต์แวร์เครื่องเสมือน (Virtual Machine Software) จัดการ โดยที่ดิสก์นั้นจะต้องมีเนื้อที่ว่างพอที่จะทำเป็นหน่วยความจำเสมือนกับสพูลิ่ง

แนวความคิดของเครื่องเสมือนมีประโยชน์หลายด้าน ที่เห็นได้ทั่วไปคือการใช้ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ร่วมกันกับทรัพยากรฮาร์ดแวร์ของระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละเครื่องเสมือนมีการแยกตัวเองออกจากเครื่องจริงและเครื่องเสมือนอื่น ๆ อย่างสิ้นเชิง ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัย การเตรียมการใช้ทรัพยากรมี 2 ส่วน ส่วนแรก จะแบ่งดิสก์ออกเป็นส่วนตัวย่อย ๆ โดยซอฟต์แวร์ การใช้เทคนิคนี้ข้อมูลจะถูกแบ่งออกจากกัน ส่วนที่สองการกำหนดเครือข่ายของเครื่องเสมือน แต่ละส่วนจะส่งข้อมูลไปยังการสื่อสารข้อมูลเสมือน (Virtual Communication Network) อีกครั้ง เครือข่ายจะทำตามปกติหลังจากการติดต่อกับเครือข่ายแบบกายภาพโดยใช้ซอฟต์แวร์เช่นกัน

ผู้ออกแบบระบบเครื่องเสมือนได้สร้างความเป็นเจ้าของส่วนตัวของระบบและการทำงานต่อไปข้างหน้าของระบบเครื่องเสมือนให้แทนที่ลักษณะเดิมแบบกายภาพ โดยปกติจะมีน้อยมากที่ระบบปฏิบัติการต้องการแบ่งแยกสำหรับการทำงานต่อไปข้างหน้าของระบบในปัจจุบัน ระบบเครื่องเสมือนเป็นที่นิยมใช้มากเนื่องเทคโนโลยีของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีการพัฒนาการอย่างรวดเร็วเพื่อการประหยัดงบประมาณด้านฮาร์ดแวร์จึงใช้เครื่องเสมือนเพื่อประมวลผลซอฟต์แวร์ที่ต่างระบบกันอาจจะใช้ในการทดลอง การศึกษา การเรียนรู้ รวมทั้งในการทำงานด้วย เครื่องเสมือนโดยทั่วไปจะเรียกกันว่า VM (Virtual Machine : VM) ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจาก มีซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ใช้เป็นจำนวนมากแต่บางครั้งการใช้งานอาจจะถูกจำกัดด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ แต่จำเป็นที่จะต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับงานหรือการศึกษาเรียนรู้ ดังนั้นการใช้ VM จึงช่วยแก้ปัญหาได้อย่างมาก

การทำเครื่องเสมือนมีทั้งข้อดีและข้อเสียหรือข้อจำกัด ข้อดีคือ ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานเฉพาะ สามารถใช้ทดสอบระบบปฏิบัติการในเครื่องที่จำลองขึ้นมาซึ่งเรียกว่า Guest ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงว่าระบบปฏิบัติการในเครื่องเดิมซึ่งเรียกว่า Host จะเสียหาย สามารถใช้งานระบบปฏิบัติการได้หลากหลายชนิดในเครื่องเดียวกัน และสามารถย้ายงานงานต่างๆ ที่ทำบนเครื่องที่เป็น Guest ไปใช้งานที่คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้ ส่วนข้อเสียหรือข้อจำกัดของเครื่องเสมือน คือ เครื่องหลักที่เป็น Host จะต้องมีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติค่อนข้างสูง เช่น ความเร็วของ CPU ขนาดของหน่วยความจำ และทรัพยากรอื่น ๆ จำเป็นต้องมีทรัพยากรมากพอที่จะแบ่งไปใช้งานใน Guest

### การติดตั้งระบบ

ระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละรุ่น แต่ละชนิด แต่ละยี่ห้อจะมีความแตกต่างกันและไม่สามารถนำมาใช้ด้วยกันได้ อาจจะเป็นไปได้ที่การออกแบบ การเข้ารหัส และติดตั้งอุปกรณ์ของระบบปฏิบัติการจะเป็นพิเศษสำหรับแต่ละเครื่อง โดยปกติระบบปฏิบัติการจะรันบนเครื่องแต่ละประเภทต่างกันและมีการกำหนดการใช้อุปกรณ์รอบนอกต่าง ๆ ของระบบ ในระบบต่างกันด้วย การทำขั้นตอนนี้เรียกว่า การติดตั้งระบบ (System Generation : SYSGEN)

ระบบปฏิบัติการปกติจะถูกเก็บบนเทปหรือดิสก์ ซึ่งรุ่นของระบบหนึ่ง เราใช้โปรแกรมพิเศษที่เรียกว่าโปรแกรมการติดตั้งระบบ ซึ่งโปรแกรมจะถูกอ่านจากไฟล์ หรือถามผู้ใช้ สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพิเศษของฮาร์ดแวร์ของระบบ ดังนี้

- ใช้ ซีพียู อะไร เลือกติดตั้ง (Install) แบบไหน มีการเพิ่ม Instruction sets, floating point arithmetic และอื่น ๆ หรือไม่ใช้ซีพียูที่ตัวสำหรับระบบแบบหลายซีพียู

- หน่วยความจำ มีขนาดเท่าไร ในบางระบบจะทำการกำหนดค่านี้เอง โดยอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำที่ใช้ จนถึงตำแหน่งที่อ้างถึงผิด (Illegal Address) บางระบบจะกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำที่สามารถใช้ได้ และบอกถึงความจุของหน่วยความจำ มีอุปกรณ์อะไรบ้างที่ใช้ได้ ระบบจะต้องรู้ตำแหน่งที่อยู่ (Address) ของแต่ละอุปกรณ์ ค่าอินเทอร์รัพของอุปกรณ์ ชนิด และรุ่นของอุปกรณ์ และคุณลักษณะของอุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ

- ทางเลือกของระบบปฏิบัติการต้องการใช้ค่าพารามิเตอร์ อะไรบ้างเช่น ขนาดบัฟเฟอร์ อัลกอริทึมการจัดตารางเวลาซีพียูที่ต้องการ ค่าตัวเลขสูงสุดที่สามารถประมวลผลได้ เป็นต้น

ข้อมูลที่ได้กำหนดให้ระบบปฏิบัติการมันสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงโปรแกรมต้นฉบับของระบบปฏิบัติการโดยตรง เช่น กระบวนการเริ่มต้น ค่าคงที่ของข้อมูล การแปลตามเงื่อนไข แล้วทำการคอมไพล์เป็นภาษาเครื่องใหม่อีกครั้ง จะได้ระบบปฏิบัติการเวอร์ชันใหม่ซึ่งได้ทำการปรับปรุงไปตามลักษณะของข้อมูลที่กำหนด และใช้ในการดำเนินการติดตั้งระบบต่อไป

อีกวิธีหนึ่งที่เป็นไปได้โดยทำการสร้างระบบที่มีตารางที่สมบูรณ์ มีรหัสโปรแกรมทั้งหมดรวมเป็นส่วนหนึ่งของระบบ และการคัดเลือกแบบที่จะปฏิบัติเกิดขึ้นในเวลาทำงานจริง ไม่ได้เกิดขึ้นขณะทำการคอมไพล์หรือเชื่อมต่อกับรหัสโปรแกรม ระบบโดยทั่ว ๆ ไปจะสะดวกในการเข้าถึงตารางของระบบมากกว่า

ความแตกต่างของการติดตั้งระบบส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดและรุ่นของระบบทั่วไปและความง่ายของการปรับปรุง เช่น การเปลี่ยนลักษณะของฮาร์ดแวร์ การพิจารณาถึงราคาที่ใช้ในการปรับปรุงระบบที่จะทำให้สามารถสนับสนุนอุปกรณ์ใหม่ ๆ ได้ แต่การปรับปรุงย่อมมีค่าใช้จ่ายเสมอ

## ปฏิบัติการบทที่ 2

1. นักศึกษา แบ่งกลุ่มตามกลุ่มเดิมศึกษาเรื่องการจำลองเครื่องเสมือน
2. เปิดวิดีโอแสดงขั้นตอนการจำลองเครื่องโดยใช้ VMWare ให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกทำการจำลองเครื่อง PC ให้เป็นเครื่องเสมือนในรูปแบบอื่น
3. เมื่อทำการจำลองเครื่องแล้วให้แต่ละกลุ่มทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการตามที่ได้ตกลงไว้ ตั้งแต่เริ่มต้นเรียนว่ากลุ่มไหนศึกษาระบบปฏิบัติการอะไร
4. นักศึกษาแต่ละกลุ่มแรกเปลี่ยนเรียนรู้การติดตั้งระบบปฏิบัติการแต่ละประเภท

## คำถามท้ายบท

1. ส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญของทุก ๆ ระบบปฏิบัติการมีอะไรบ้าง แต่ละส่วนมีหน้าที่อย่างไร
2. ตัวแปลคำสั่ง (Command Interpreter) มีความสำคัญอย่างไร ถ้าระบบไม่ตัวแปลคำสั่งจะเกิดปัญหาการใช้งานหรือไม่อย่างไร
3. ระบบปฏิบัติการโดยทั่วไปจะทำการกำหนดคสภาพแวดล้อมให้กับโปรแกรมที่กำลังทำงาน และบริการพื้นฐานให้แก่โปรแกรมเมอร์ และผู้ใช้งานอะไรบ้าง
4. คำสั่งเรียกระบบ (System Call) เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างการทำงานของโปรแกรมและระบบปฏิบัติการ มีการควบคุมการทำงานหลาย หน้าที่อะไรบ้าง และมีการควบคุมอย่างไรบ้าง
5. ในทุก ๆ ระบบปฏิบัติการต้องมีโปรแกรมระบบ (System Program) ซึ่งเป็นที่รวมของ โปรแกรมที่สำคัญของระบบ มีอะไรบ้าง แต่ละส่วนมีการทำงานอย่างไร
6. จงอธิบายแนวคิดของเครื่องเสมือน ปัจจุบันเครื่องเสมือนมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
7. การติดตั้งระบบ (System Generation) มีหลักการ การดำเนินการอย่างไรจงอธิบายให้เข้าใจ
8. จงอธิบายความแตกต่างของโครงสร้างระบบปฏิบัติการ DOS และ ระบบปฏิบัติการ UNIX