

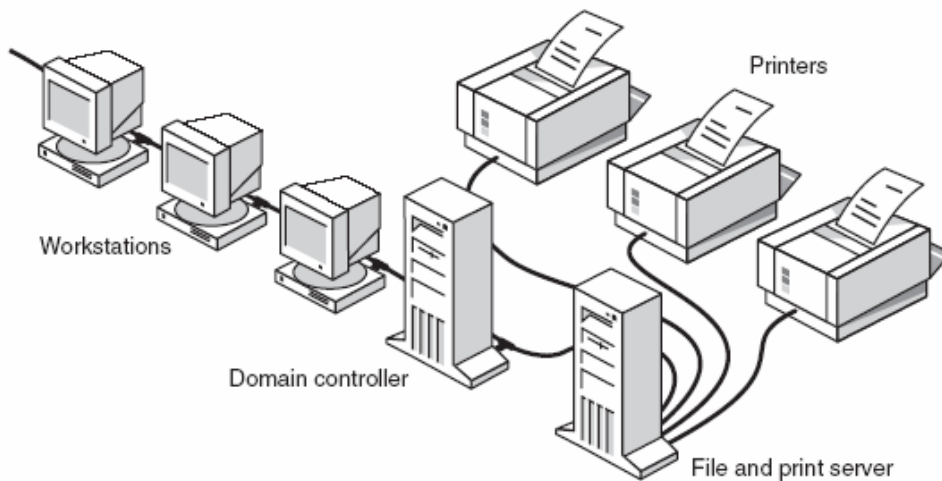
บทที่ 4

ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System)

4.1 กล่าวทั่วไป

การที่หน่วยงานต่างๆสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน นอกเหนือจากการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันแล้ว ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System – NOS) เป็นสิ่งที่ขาดเสียไม่ได้ ไม่เช่นนั้นการวางระบบทั้งหมดจะเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ระบบปฏิบัติการเครือข่าย มีอยู่หลายประเภท เช่น Microsoft Windows, Novell NetWare, UNIX และอื่นๆ โดยทั่วไประบบปฏิบัติการเครือข่ายจะสร้างขึ้นตามมาตรฐาน ISO/OSI (International Standard Organization / Open System Interconnection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการจัดแบ่งเรื่องของการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย

ระบบปฏิบัติการเครือข่ายจะทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงบนระบบเครือข่ายเข้าด้วยกัน ประสานฟังก์ชันการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์บนระบบเครือข่ายให้สอดคล้องกัน และจัดให้มีการรักษาความปลอดภัยในการ access เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงบนระบบเครือข่าย โดยมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 2 อย่าง คือซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client Software) และซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server Software)



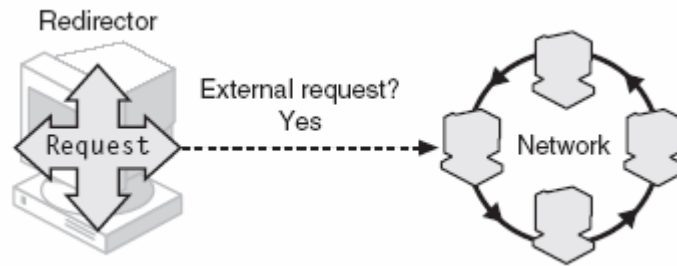
รูปที่ 4 – 1 ตัวอย่างระบบเครือข่ายอย่างง่าย

4.1.1 ซอฟต์แวร์เครื่องลูกข่าย

ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานแบบอิสระ (Stand alone) คำสั่งต่างๆ ที่พิมพ์เข้าไปจะถูกส่งผ่านบัสภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง CPU เพื่อทำตามคำสั่งนั้นๆ อย่างไรก็ตามในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่บนระบบเครือข่าย คำสั่งต่างๆ หรือคำร้องขอการปฏิบัติ (Request) จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงอย่างอื่นที่ติดตั้งอยู่บนระบบเครือข่าย การดำเนินการนี้จะต้องมีซอฟต์แวร์บางอย่างรองรับการทำงาน ดังนี้

4.1.1.1 Redirector

เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งต่อคำร้องขอ (Request) ต่ไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ โดยทั่วไปจะมีซอฟต์แวร์ Redirector เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย เช่น Microsoft Windows 98, Windows Me, Windows XP Professional เป็นต้น Redirector จะมีหน้าที่ในการเข้าไป intercept คำร้องขอของเครื่องคอมพิวเตอร์ และพิสูจน์ทราบว่าเป็นคำร้องขอที่ต้องการส่งผ่านไปยัง CPU ของเครื่องตัวเอง หรือเป็นคำร้องขอที่ต้องส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ต่ออยู่กับระบบเครือข่าย



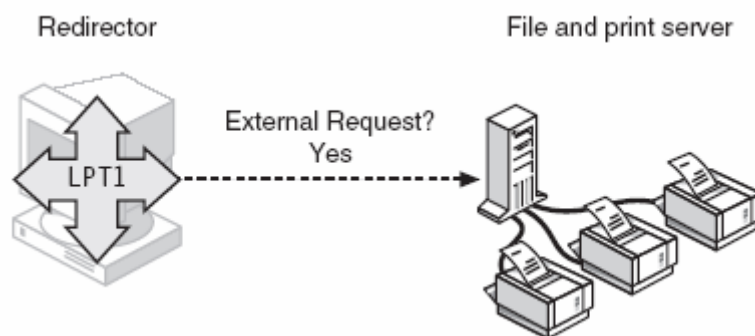
รูปที่ 4 – 2 การทำงานของ Redirector

4.1.1.2 Destination

ถ้าต้องการที่จะ access เข้าไปในไดเรกทอรี (directory) หรือเพิ่มข้อมูลในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นบนระบบเครือข่าย จะต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่จัดการเรื่องการระบุเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการ ซอฟต์แวร์นี้เรียกว่า Destination โดยทั่วไปจะมีซอฟต์แวร์ Destination เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย เช่น Microsoft Windows 98, Windows Me, Windows XP Professional เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์ Destination ของ Microsoft Windows จะอยู่ในโปรแกรม Explorer ที่สามารถระบุเครื่องปลายทางได้โดยการใช้ Network Neighborhood จะทำให้สามารถ access เข้าไปยัง Shared Folder ของเครื่องปลายทางได้

4.1.1.3 Peripheral

Redirector สามารถที่จะส่งคำร้องขอไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ติดตั้งอยู่บนระบบเครือข่ายโดยตรง ผ่านทางพอร์ตสื่อสารปกติ เช่น LPT1 หรือ COM1 เป็นต้น การดำเนินการเช่นนี้จะเป็นหน้าที่ของซอฟต์แวร์ Peripheral โดยทั่วไปจะมีซอฟต์แวร์ Peripheral เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย เช่น Microsoft Windows 98, Windows Me, Windows XP Professional เป็นต้น



รูปที่ 4 – 3 การทำงานของ Peripheral

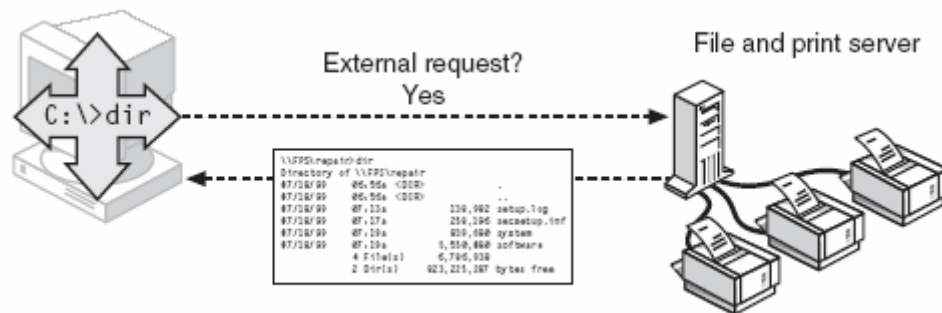
4.1.2 ซอฟต์แวร์เครื่องแม่ข่าย

แน่นอนว่าหัวใจสำคัญในการทำงานของระบบเครือข่ายก็คือระบบปฏิบัติการเครือข่าย หรือ NOS (Network Operating System) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าด้วยกัน หากปราศจาก NOS เครื่องลูกข่ายในระบบก็ไม่สามารถ access เข้าไปยังระบบเครือข่ายได้ หากปราศจาก NOS เครื่องเซิร์ฟเวอร์ก็ไม่สามารถให้บริการได้ และหากปราศจาก NOS ก็จะไม่มระบบเครือข่าย

ไม่ว่าระบบเครือข่ายจะอาศัยระบบปฏิบัติการเครือข่ายตัวใด แต่ NOS ทุกตัวจะจัดให้มีการให้บริการประเภทต่างๆ ซึ่งจะต้องสามารถที่จะ

- จัดเตรียมการ access เข้าไปยังทรัพยากรระบบเครือข่าย ซึ่งรวมทั้งไฟล์และอุปกรณ์เสริม เช่นเครื่องพิมพ์และเครื่องรับ-ส่งแฟกซ์ ให้กับเครื่องไคลเอนท์ (Client)
- ประสานการทำการกิจกรรมของโหนดต่างๆ และอุปกรณ์บนระบบเครือข่าย เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีการสื่อสารเกิดขึ้นเมื่อต้องการ
- ให้ความมั่นใจในความปลอดภัยกับผู้ใช้ ข้อมูลและอุปกรณ์บนระบบเครือข่าย

ซอฟต์แวร์บนเครื่องแม่ข่ายจะเป็นตัวที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นในระบบเครือข่ายสามารถเข้ามาแบ่งปันการใช้ทรัพยากรบนเครื่องแม่ข่ายได้ นอกจากนี้ระบบปฏิบัติการบนเครื่องแม่ข่ายยังจัดให้มีการกำหนดระดับของการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรให้กับเครื่องลูกข่ายในระดับต่างๆ พร้อมทั้งการประสานการใช้งานทรัพยากรบนเครื่องแม่ข่ายเพื่อไม่ให้เครื่องลูกข่ายหลายๆ เครื่องเข้าไปใช้ทรัพยากรเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน



รูปที่ 4 – 4 การทำงานของระบบปฏิบัติการแม่ข่าย

นอกจากนั้น NOS จะต้องมีความน่าเชื่อถือ มีความสามารถในการแก้ไขข้อผิดพลาด และสามารถที่จะกู้คืนจากความเสียหายได้อย่างรวดเร็ว และงานส่วนหนึ่งของ NOS คือจะต้องสามารถสนับสนุนโพรเซสเซอร์ได้หลายตัว สนับสนุนการสร้างคลัสเตอร์ของดิสก์ไดรฟ์ และมีคุณสมบัติการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลเช่น disk striping และ mirroring นอกจากงานพื้นฐานเหล่านี้แล้ว ระบบปฏิบัติการเครือข่ายเช่น Microsoft Windows NT/2000 Server ยังมีการพัฒนาให้เข้ากับเรื่องใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น เช่นการเกิดเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและระบบการประมวลผลแบบกระจายที่ส่งผลกระทบต่อวิถีทางการใช้และอาศัยระบบเครือข่าย ซึ่งเป็นส่วนขยายที่มีอิทธิพลในการพัฒนาระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Server และมากไปกว่านั้น Windows 2003 Server

นอกจาก NOS แล้ว บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผู้ให้บริการ ยังจำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการการใช้งานระบบเครือข่ายของผู้ใช้ (Managing User Software) โดยกำหนดสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ในระดับต่างๆ เป็นกลุ่มผู้ใช้งาน และซอฟต์แวร์บริหารจัดการระบบเครือข่าย (Managing Network Software) เพื่อบริหารจัดการการใช้งานระบบเครือข่าย ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ Managing Tools ต่างๆ สำหรับซอฟต์แวร์อื่นที่ใช้กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ระบบเครือข่ายรับมือกับการ access เข้าไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเครือข่ายอินทราเน็ต การจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การติดตั้งการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และอื่นๆ รวมถึงซอฟต์แวร์ประเภทต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อสนับสนุนกิจกรรมประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการโต้ตอบและการสื่อสาร สำหรับซอฟต์แวร์ประเภทที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย จะมีการรวบรวมเป็นกลุ่มประเภทที่เรียกว่า groupware เช่น Microsoft BackOffice Suit ซึ่งประกอบด้วย

- **Exchange Server** สำหรับอีเมลล์ ตารางเวลาดนัด และการแบ่งปันการใช้ข้อมูลร่วมกัน
- **Proxy Server** สำหรับป้องกันระบบเครือข่ายโดยการสร้างไฟร์วอลล์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของระบบเครือข่ายทั้งระบบในการ access เครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- **Site Server** สำหรับสร้างและบริหารจัดการเครือข่ายอินทราเน็ต
- **System Management Server** สำหรับรวมการบริหารจัดการเข้าไว้ในศูนย์กลางและให้บริการการวิเคราะห์ระบบ
- **SNA Server** สำหรับจัดเตรียมการ access เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม
- **SQL Server** สำหรับสร้างและบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลที่มีสมรรถนะสูง

4.1.3 Multitasking

ระบบปฏิบัติการแบบ Multitasking จะเตรียมหนทางสำหรับให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถจัดการกับงานมากกว่า 1 งานได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งแท้จริงแล้วระบบปฏิบัติการแบบนี้จะควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้มากเท่ากับจำนวนโปรเซสเซอร์ที่มี ถ้ามีงานมากกว่าจำนวนโปรเซสเซอร์ ระบบปฏิบัติการจะต้องจัดการให้สามารถสลับเวลาการทำงานให้จนกระทั่งงานต่างๆ เสร็จเรียบร้อย Multitasking มีหลักการการทำงานอยู่ 2 รูปแบบคือ

4.1.3.1 Preemptive Multitasking

การทำงานในรูปแบบนี้ ระบบปฏิบัติการสามารถควบคุมการทำงานของโปรเซสเซอร์ ได้โดยไม่ต้องการความร่วมมือกันระหว่างงานต่างๆ แม้ว่าการร่วมมือกันระหว่างระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์อิสระและระบบปฏิบัติการเครือข่ายกำลังดำเนินไป แต่ก็สามารถนำระบบ Preemptive Multitasking มาใช้ประโยชน์ในการโยกย้ายการทำงานของ CPU ในเครื่องคอมพิวเตอร์อิสระ ไปยัง Processor ของระบบเครือข่ายได้

4.1.3.2 Non-preemptive Multitasking

การทำงานในรูปแบบนี้ระบบปฏิบัติการสามารถตัดสินใจได้ว่าจะให้โปรเซสเซอร์ทำงานใด เมื่อดังนั้นโปรแกรมที่เขียนสำหรับทำงานบนระบบ Multitasking แบบ Non-preemptive จะต้องรวมข้อกำหนดในการควบคุมการทำงานของโปรเซสเซอร์ โดยโปรแกรมอื่นไม่สามารถเข้ามาใช้งานโปรเซสเซอร์ได้จนกว่าโปรแกรม Non-preemptive จะสั่งการให้โปรเซสเซอร์เข้าไปทำงาน

4.2 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Microsoft Windows)

ระบบปฏิบัติการเครือข่ายตั้งแต่ Windows NT เป็นต้นไปเป็นการรวมระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเครือข่ายเป็นหนึ่งเดียวกัน โดย Windows NT Server จะทำหน้าที่ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเป็นแหล่งรวมของบริการต่างๆ บนระบบเครือข่าย ส่วน Windows NT Workstation เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องลูกข่าย

Windows NT ปฏิบัติงานบนโครงสร้างแบบโดเมน (Domain) ซึ่งเป็นกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลปกติและจัดเก็บนโยบายการรักษาความปลอดภัย แต่ละโดเมนจะมีชื่อของตนเอง และภายในแต่ละโดเมนจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เป็น PDC (Primary Domain Controller) เพื่อรักษาบริการไดเรกทอรี (Directory Service) และรับรองสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ในการ log on เข้าไปในระบบเครือข่าย ในการจัดตั้งระบบเครือข่ายมีรูปแบบของโดเมนให้เลือก 4 รูปแบบ คือ Single Domain ที่เป็นระบบเครือข่ายโดเมนเดียวใช้เครื่องเซิร์ฟเวอร์เพียงเครื่องเดียวเก็บรักษาฐานข้อมูลผู้ใช้ Single Master จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งในหลายโดเมนเป็นเครื่องสำหรับเก็บรักษาฐานข้อมูลผู้ใช้ Multiple Master ซึ่งฐานข้อมูลผู้ใช้จะถูกเก็บรักษาไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องในหลายโดเมน และ Complete Thrust ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละโดเมนได้รับความไว้วางใจซึ่งกันและกันในการตรวจสอบสิทธิการใช้งานของผู้ใช้

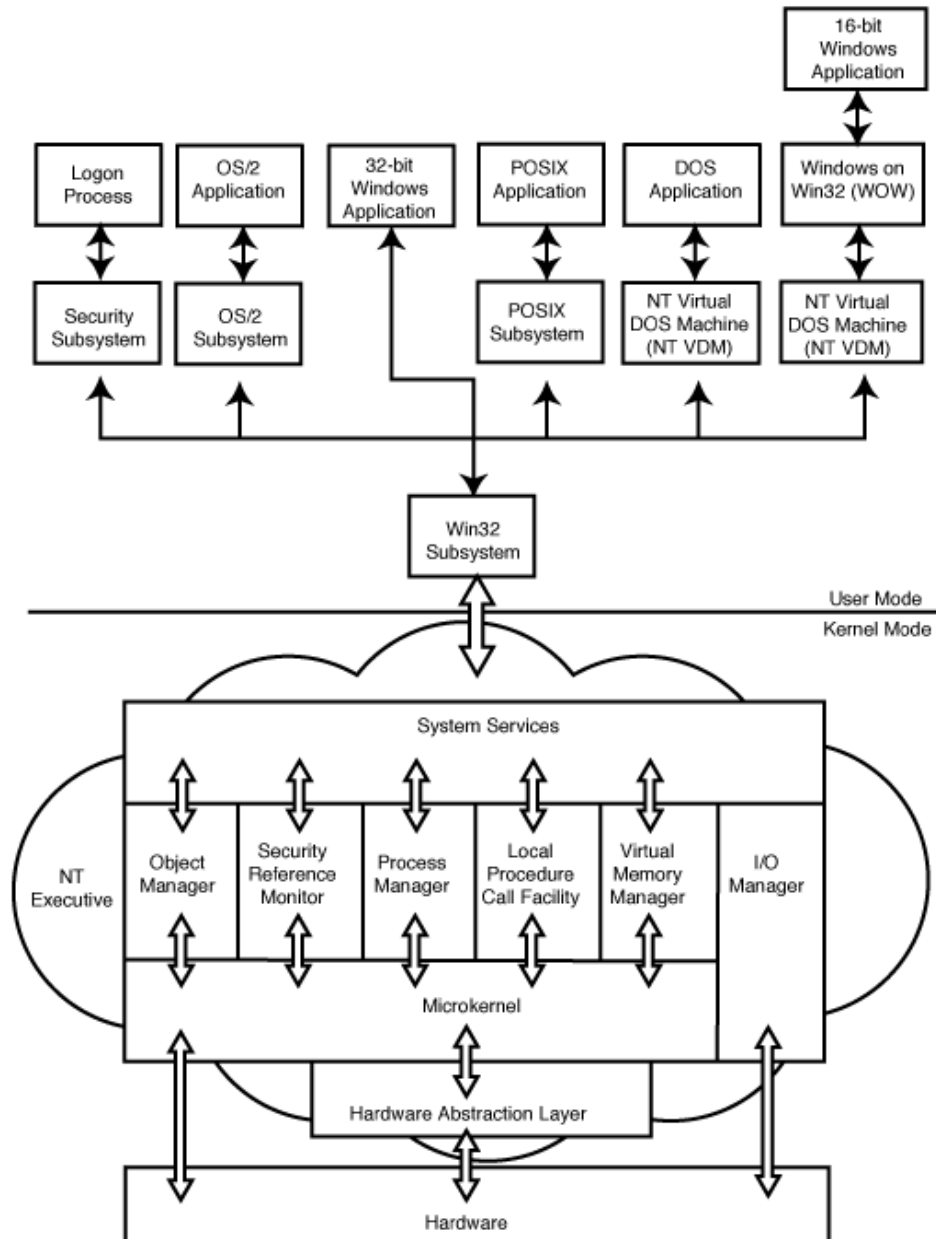
ในปี ค.ศ.1999 บริษัท ไมโครซอฟต์ (Microsoft) ได้สร้างระบบปฏิบัติการตัวใหม่ใช้ชื่อว่า ระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Server ที่มีคุณสมบัติเป็นระบบปฏิบัติการสำหรับเครือข่าย ดังมีคุณสมบัติตามตารางที่ 4 – 1 ตารางที่ 4 – 1 คุณสมบัติของ Window 2000 Server

คุณสมบัติ	คำอธิบาย
Portability	สามารถใช้กับเครื่องที่ต่างแพลตฟอร์มกันได้
Security	นำระบบการรักษาความปลอดภัยแห่งชาติของอเมริกา ระดับ C2 มาสร้างเป็นรูปแบบ Security ของ Window 2000 Server
Compliance and Compatibility	สนับสนุนโปรแกรมต่างๆของ Windows Applications และสนับสนุน Open System Interconnection (OSI)
Scalability	สนับสนุน Symmetric Multiprocessing (SMP)
Extensibility	ง่ายต่อการอธิบายและการให้คำจำกัดความของ Application Programming Interface (API)
Ease of Internationalization	ระบบสามารถเลือกใช้ไดรฟ์เวอร์ และพอร์ตต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ ซึ่งต่างภาษากันได้ แล้วทำการบันทึกลงในระบบ

พื้นฐานของระบบปฏิบัติการ Windows 2000 ใช้ Microkernel ในการทำงาน ทำให้สามารถตัดหรือเพิ่มรูปแบบและบริการต่างๆได้ มีระบบรักษาความปลอดภัย (Security) ระบบการเชื่อมต่อหน่วยความจำเสมือน (Virtual Hardware) สนับสนุนระบบ Multi-protocol Network สามารถให้บริการ Remote Access โดยใช้ Point-to-Point Protocol (PPP) ระบบการจัดการแบบ Graphic User Interface (GUI) เป็นต้น นอกจากนี้ Windows 2000 Server ยังมีความสามารถติดต่อกับผู้ใช้ระบบ Window 98/Me, Network OLE, Internet Information Server (IIS), Remote Access System (RAS) แบบ Multilink และ Autodial, Point to Point Tunneling Protocol (PPTP), Domain Name Servers (DNS) และ WINS

4.2.1 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Server

Windows 2000 Server มีระบบการทำงาน 2 Mode คือ Kernel Mode และ User Mode ดังรูป



รูปที่ 4 – 5 โครงสร้างของ Windows 2000 Server

Kernel Mode ระบบทำการรันใน **Kernel Mode** เมื่อติดต่อกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบโดยตรง เช่น การ **Interrupt** การทำให้ **Processor** มากกว่า 1 ตัวทำงานร่วมกันได้

User Mode ในโหมดนี้ทำการรันโปรแกรมต่างๆ เช่น **Win32 Subsystem**, **POSIX Subsystem** และ **User Applications** ทั้งหมด

การที่จะเข้าใจการทำงานของระบบ จำเป็นต้องทราบโครงสร้างของระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server** พอสังเขป คือ ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักใหญ่ๆ ได้แก่

4.2.1.1 Hardware Abstraction Layer (HAL)

ทำหน้าที่ดูแลรักษาระบบโดยเฉพาะทางด้านฮาร์ดแวร์ เช่น **Interrupt Controllers** การเชื่อมต่ออุปกรณ์ **Input/Output** ขณะที่นำ **Windows 2000** ไปทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่าง Platform กัน **HAL** จะจัดการในส่วนของฮาร์ดแวร์ชุดใหม่ นอกจากนี้ **HAL** ยังสนับสนุน **Symmetric Multiprocessing (SMP)** โดยการใช้ **HAL** 2 ตัว ซึ่ง **HAL** ตัวแรกจะใช้กับ **Processor** ตัวเดียว ส่วน **HAL** ตัวที่สองใช้กับโพรเซสเซอร์ได้ตั้งแต่ 4 ตัว ถึง 32 ตัว

4.2.1.2 เคอร์เนล (Kernel)

เป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ระบบใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงานต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลการทำงานของระบบทั้งหมดโดยมี **Microkernel** เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ **Microkernel** จะแยกกันเป็นชั้นๆ ไม่ปะติดปะต่อกัน และได้รับสิทธิพิเศษสามารถรันใน **Processor Mode** ได้โดย **Microkernel** จะเป็นตัวจัดการฟังก์ชันการทำงานปกติให้แก่เคอร์เนล หน้าที่หลักของเคอร์เนลคือ จัดการตาราง **Threads** หรือ **Code Segment** ที่สัมพันธ์กับการดำเนินงาน ในแต่ละ **Thread** จะกำหนด **Priority** เป็นตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 31 โดย **Kernel** จะส่ง **Thread** ไปให้โพรเซสเซอร์ตามลำดับหมายเลข **Priority** ที่อยู่บน **Thread** ในระบบ **Multiprocessor** จะทำการตัดลอกเคอร์เนลไปรันในแต่ละโพรเซสเซอร์ โดยเคอร์เนลในแต่ละโพรเซสเซอร์ จะร่วมกันบำรุงรักษาทรัพยากรของระบบจากการเรียกใช้ **Threads** ต่างๆ ที่รันอยู่บนโพรเซสเซอร์ทั้งหมด

4.2.1.3 The NT Executive Services

NT Executive Services เปรียบได้กับคณะผู้ดำเนินงาน ซึ่งมีหน้าที่ดูแลเรื่องสำคัญที่มีความจำเป็นต่อระบบทั้งหมดตามที่เคอร์เนลควบคุม ได้แก่ การรันแอปพลิเคชันบนระบบ การจัดการการให้บริการต่างๆ การจัดการหน่วยความจำเสมือน การจัดการ **I/O** และจัดการการปฏิบัติการต่างๆ

NT Executive Services รันใน **Kernel Mode** เนื่องจากระบบ **Windows 2000** มีการทำงานเป็นลำดับชั้น (**Hierarchy**) ดังนั้นผู้ใช้งานระดับ **Applications** ไม่สามารถเรียกใช้งาน **NT Executive Services** ได้โดยตรง เป็นการป้องกันความเสียหายของระบบและไม่สามารถนำกลุ่มฟังก์ชันของ **Application Programming Interface (API)** มาลงแทนที่ฟังก์ชันการทำงานต่างๆของ **NT Executive Services** ได้

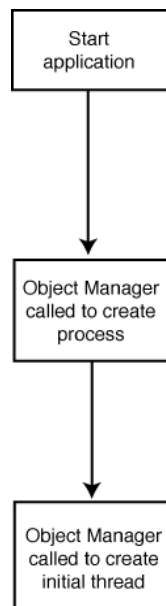
NT Executive Services ประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่บริหารจัดการดังต่อไปนี้

- **Object Manager**
- **Process Manager**
- **Virtual Memory Manager**
- **Local Procedure Call Facility**
- **Security Reference Monitor**
- **I/O Manager**

Object Manager ผู้จัดการออบเจกต์ ทำหน้าที่บริหารการทำงานของออบเจกต์ต่างๆ (สร้าง แก้ไข ทำลาย) ในระบบที่มาเสริมแต่ง **NT Executive Services** ซึ่งออบเจกต์เหล่านี้อาจเป็นรูปธรรมเช่น อุปกรณ์เชื่อมต่อพอร์ตต่างๆ หรือเป็นนามธรรม เช่น **Thread** เมื่อมีการสร้างออบเจกต์ขึ้นมาใหม่ จะทำการตั้งชื่อให้ออบเจกต์นั้นๆ ทำให้โปรแกรมต่างๆ สามารถเรียกใช้ได้โดยการร้องขอ **Object Handle** จาก **Object Manager** โดย **Object Handle** จะเป็นตัวบอก ว่าออบเจกต์ที่ต้องการใช้อยู่ที่ใด และจะใช้ออบเจกต์นั้นได้อย่างไร บริการนี้จึงเป็นระบบรักษาความปลอดภัยอย่างหนึ่งของระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server**

Process Manager ผู้จัดการโพรเซส มีหน้าที่บริหารการทำงานของโพรเซส เช่นใช้ในการสร้าง เคลื่อนย้าย และแก้ไขสถานะของโพรเซส (**Process**) และเธรด (**Threads**) ทั้งหมด โพรเซสประกอบด้วยช่องว่างของ **Virtual Address** (ที่อยู่เสมือน) หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเธรด (**Multi-Thread**) ชิ้นส่วนของโค้ดโปรแกรมตารางปฏิบัติงาน กลุ่มของทรัพยากรระบบ เธรดคือตารางปฏิบัติงานแบบทำงานทีละโพรเซส และบรรจุกแวนต์เตอร์ซึ่งชี้ไปที่ตำแหน่งปัจจุบันของตารางปฏิบัติงาน **Code Segment, Stacks 2 ตัว** และกลุ่มของค่ารีจิสเตอร์ (**Register**)

ขณะที่เริ่มต้นใช้แอปพลิเคชัน (**Application**) นั้น **Process Manager** จะถูกเรียกให้ทำการสร้างโพรเซส พร้อมทั้งสร้างเธรด ให้กับโพรเซสด้วย เพราะทุกโพรเซสจะต้องมีอย่างน้อย **1 เธรด** ดังนั้น **Process Manager** จึงมีหน้าที่เพียงจัดการเธรด แต่ไม่สามารถกำหนดตารางการทำงานของโพรเซส และเธรดได้เพราะในส่วนนี้ **Microkernel** จะเป็นผู้กำหนดเอง



รูปที่ 4 – 6 การเรียก **Object Manager** ทำงานหลังจากเริ่มต้นแอปพลิเคชัน

Virtual Memory Manager (VMM) ผู้จัดการหน่วยความจำเสมือน มีหน้าที่ในการบริหารหน่วยความจำเสมือน โดยการนำพื้นที่ในดิสก์ (โดยทั่วไปคือฮาร์ดดิสก์) มาจำลองเป็นระบบหน่วยความจำโดยตรง วิธีการทำงานคือเคลื่อนย้ายเพจ (**Pages**) ที่ไม่ใช่ออกจากดิสก์ และดึงเพจเหล่านั้นกลับมาไว้ในดิสก์ในเวลาที่ต้องการใช้

เพจเหล่านี้จะถูกเก็บเป็นชิ้นๆตามลำดับในแต่ละโพรเซสจะใช้แอดเดรสขนาด **32 บิต** โดยไม่คำนึงถึงขนาดของหน่วยความจำที่มีอยู่จริงในระบบ แต่ละโพรเซสใช้พื้นที่ในหน่วยความจำเสมือนขนาด **4 GB** โดย **2 GB** บนโพรเซสใช้

ระบบแอดเดรสของโปรเซสในหน่วยความจำ VMM จะทำการแปลงแอดเดรสของโปรเซสในหน่วยความจำเสมือน ไปไว้ในหน่วยความจำจริง ถ้าแอดเดรสของโปรเซสอยู่ในเพจไดโนดิสก์แล้ว VMM จะเรียกเพจนั้นมาจากดิสก์

Local Procedure Call Facility (LPC) การเรียกใช้กลุ่มฟังก์ชันการทำงานเฉพาะที่เป็นการเชื่อมต่อระหว่างการรัน Client/Server เฉพาะที่บนระบบ Windows 2000 Server โครงสร้างของ LPC คล้ายกับ Remote Procedure Calls (RPC) นอกจากนี้ LPC ยังมีกลไกในการใช้งานได้ครั้งละ 2 เธรดในโปรเซสที่ต่างกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ในเวลาที่โปรแกรมต้องการติดต่อกับระบบย่อยของ Win32 ในระดับ User Mode ต้องเรียกฟังก์ชันจากไฟล์ .DLL เพื่อใช้ LPC ผ่านเข้าไปปฏิบัติงานในระบบของ Win32

Security Reference Monitor (SRM) การรักษาความปลอดภัยแบบแสดงทางหน้าจอ (Monitor) คือรากฐานการรักษาความปลอดภัยของระบบ Windows 2000 Server และดูแลระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องคอมพิวเตอร์เฉพาะที่ คือเมื่อมีการ Logon เข้ามาปฏิบัติงาน ระบบรักษาความปลอดภัยในพื้นที่นั้นจะทำงาน เมื่อผู้ใช้ Logon เข้ามาในระบบ Windows 2000 Server ระบบการ Logon จะร้องขอ SAT (Security Access Token) แก่ผู้ขอใช้ระบบ ใน SAT จะบรรจุรายชื่อของผู้ใช้ที่มีสิทธิพิเศษและกลุ่มสมาชิกต่างๆ

ในแต่ละครั้งที่ผู้ใช้ เข้าใช้คอมพิวเตอร์นั้น Object Manager จะสร้าง Handle เพื่อใช้เป็นบัตรผ่านสำหรับเข้าใช้คอมพิวเตอร์ และเรียกให้ SRM ตัดสินใจว่าจะให้เข้าใช้คอมพิวเตอร์ได้ถึงระดับไหนโดยนำข้อมูลในโทเก้นที่ผู้ใช้ Logon เข้ามาเปรียบเทียบกับบัญชีรายชื่อที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ประกอบการตัดสินใจ

IO Manager ผู้จัดการ IO มีหน้าที่รับผิดชอบการปฏิบัติงานและการประสานงานของหน่วย Input/Output ทั้งหมด ซึ่งทำได้โดยควบคุม Device Drivers การติดตั้งไฟล์ระบบ กำกับทิศทางของเครือข่ายและระบบ Cache ดังนั้น IO Manager เป็นผู้ทำให้อุปกรณ์ต่างชนิดกันทำงานร่วมกันได้

4.2.1.4 Environmental Sub-system

เป็นระบบย่อยที่ประกอบด้วยระบบหลายระบบเมื่อนำมาประกอบกันแล้วทำให้ Windows 2000 Server สามารถรองรับการทำงานของโปรแกรมที่มาจากระบบปฏิบัติการหลายๆแบบได้ เช่น DOS, Win32, OS/2, POSIX (มาตรฐานการทำงานแบบ UNIX) โดย Environmental Sub-system จะจำลองสภาพแวดล้อมของระบบปฏิบัติการสำหรับโปรแกรมที่มาจากระบบปฏิบัติการต่างๆ จัดให้อยู่ในพื้นที่แอดเดรสที่ต่างกันและทำงานโดยไม่รบกวนกัน ซึ่งมีประโยชน์ในกรณีที่โปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งหยุดทำงานก็จะไม่ทำให้ระบบทั้งระบบหยุดทำงาน

4.2.2 คุณลักษณะเฉพาะโดยทั่วไปของ Windows 2000 Server

Windows 2000 Server ได้รับการออกแบบให้มีคุณลักษณะเฉพาะโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

4.2.2.1 High-performance Client/Server Platform ออกแบบระบบให้มีสมรรถภาพสูง สามารถสนับสนุนเครือข่ายเพื่อธุรกิจขนาดใหญ่เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายพันคน ระบบ Windows 2000

ออกแบบมาใช้ **Microkernel** ให้สามารถส่งเรดไปยังโพรเซสเซอร์ได้ถึง 32 ตัว สามารถตอบสนองการใช้เซิร์ฟเวอร์คู่ และเครื่องเวิร์กสเตชันจำนวนมาก นอกจากนี้ยังสามารถสนับสนุนระบบ **Multitasking** ได้ด้วย

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ สามารถใช้ **RAM** ได้ถึง 4 GB ต่อระบบ และ 2 GB สำหรับหน่วยความจำเสมือนต่อแอปพลิเคชัน อีกทั้งยังสามารถมีแอดเดรสได้สูงถึง 402 ล้าน TB (เทราไบต์) สำหรับใช้เก็บข้อมูลต่อระบบในการรันบนโพรเซสเซอร์ที่มีโครงสร้างต่างกันได้

4.2.2.2 Network Foundation การทำงานแบบระบบเครือข่ายได้ถูกรวมไว้เป็นโครงสร้างพื้นฐานตั้งแต่เริ่มมีระบบปฏิบัติการ **Windows 2000** มาโดยออกแบบให้ใช้ **NDIS 4.0** เป็นมาตรฐานสนับสนุน **Transport Protocols** ที่มีอยู่มากมายเก็บไว้ในระบบได้แก่ **TCP/IP, NetBEUI, IPX/SPX, DLC** และ **AppleTalk** สนับสนุน **Microsoft file** และ **Print Servers** บน **TCP/IP, IPX/SPX** และ **NetBEUI**

- **DLC** สนับสนุนการพิมพ์งานบนเครื่องพิมพ์ในระบบเครือข่าย และเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (**Mainframe**)
- **AppleTalk** สนับสนุน **Windows 2000** บนเครื่องแมคอินทอช (**Macintosh**)
- **TCP/IP** ใน **Windows 2000** ใช้กับโปรแกรม **Telnet, FTP Client/Server**, ใช้ในการส่งไฟล์ระหว่าง **Windows 2000** กับ **UNIX** และระหว่างระบบอื่นๆ

4.2.2.3 GUI Management Tools ประกอบด้วยเครื่องมือให้ผู้ดูแลระบบใช้ ประกอบด้วย

- **User Manager** อนุญาตให้ผู้ดูแลระบบสร้างและบริหาร **Users Accounts** และ **Group** โดยใช้ **Domain Controller** กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างโดเมน (**Domain**) เพื่ออนุญาตให้ **User Account** สามารถเข้าใช้ทรัพยากรในโดเมนอื่นๆ ที่ตนไม่ได้เป็นสมาชิกอยู่ได้ ในความเป็นจริงมีการจัดการ **User** มี 2 แบบคือ **User Manager** กับ **User Manager for Domains** โดย **User Manager** ใช้บน **Windows 2000 Professional** และ **Windows 2000 Server** ที่ไม่เชื่อมต่อกับใคร (**Stand Alone**) ส่วน **User Manager for Domain** มีอำนาจเหมือน **User Manager** แต่เพิ่มในส่วนของการจัดการความสัมพันธ์ระหว่างโดเมน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการติดต่อระยะไกลเข้าไปจัดการระบบฐานข้อมูล บนระบบปฏิบัติการเครือข่ายในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น
- **Server Manager** ใช้ตรวจสอบและควบคุมระหว่าง **Windows 2000 Servers** โดยสามารถตรวจสอบสถานะ การเริ่มต้น การพัก หรือการหยุดบริการ สามารถบัญชีรายชื่อผู้ใช้ที่ **Logon** อยู่ในขณะนั้น ส่งข้อความไปหาผู้ใช้ที่ **Logon** อยู่ทั้งหมดด้วยการ **Broadcast**
- **Disk Manager** ใช้สร้างและ **Format Disk Partitions** กำหนด **Advance Disk Partition** เพิ่มระดับการปรับแถบการปรับ **Mirror Sets**
- **Performance Monitor** เป็น **Application** ที่มีประสิทธิภาพมากของ **Windows 2000** ในเรื่องการปรับเปลี่ยนประสิทธิภาพของระบบด้วยการแสดงประสิทธิภาพของระบบ

ในลักษณะกราฟฟิคแบบ Realtime ในรูปของ Performance Counters คือสามารถนำค่า Performance Counters มาเขียนเป็นค่า Performance Monitor Applications ตัวอย่างเช่น ในการติดตั้งโปรโตคอล TCP/IP และ SNMP จะต้องทำการเพิ่ม Counters สำหรับ TCP/IP และ ICMP ที่สัมพันธ์กับ Performance Monitor สามารถใช้ค่าบน Monitor จากระบบที่อยู่เฉพาะที่หรือติดต่อจากระยะไกลเข้ามาในระบบพร้อมกัน

- **Event Viewer** ใช้ดูค่า System Log, Application Log และ Security Log เพื่อใช้เป็นข้อมูลบอกสถานะของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลง และถ้ามีการตรวจสอบความสัมพันธ์ของเหตุการณ์รักษาความปลอดภัยต่างๆ เหตุการณ์ที่เห็นสามารถใช้เป็นทางนำในการกำหนดค่าสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์ และบอกวาระบบมีการตอบสนองอย่างไรได้
- **RAS Admin (Remote Access Service)** ใช้กับโมเด็ม หรือ อุปกรณ์สื่อสารอื่นที่สนับสนุน RAS เพื่อเชื่อมต่อเข้าเครือข่าย โดยที่ RAS Admin (ผู้ดูแลระบบ) เป็นผู้กำหนดว่าจะอนุญาตให้ผู้ใช้คนใดสามารถหมุนโทรศัพท์เข้ามาใช้บริการได้ และสามารถใช้ประสิทธิภาพการโทรกลับของ RAS Server ในระดับ User กับ User ทำให้ RAS Admin สามารถควบคุมได้ทั้งแบบ RAS Server เฉพาะที่ และ Remote RAS Server จากระยะไกล
- **DHCP Manager** ใช้โปรแกรม DHCP Manager เป็นผู้ควบคุมการให้บริการของ DHCP Server เมื่อ DHCP ทำงาน เครื่องลูกข่ายจะรับค่า TCP/IP ที่เปลี่ยนแปลงได้เป็นข้อมูลใน Configuration โปรแกรมนี้สามารถสร้างและจำกัดขอบเขตการทำงานของ DHCP เท่ากับเป็นผู้ดูแลระบบชั่วคราว DHCP Manager ต้องติดตั้งคู่กับ DHCP Server Service และสามารถควบคุมได้ทั้งแบบเฉพาะที่ (Local) และการควบคุมระยะไกล (Remote)
- **WINS Manager** ใช้จัดการบริการ WINS Server สนับสนุนการลงทะเบียนของ NetBIOS และให้บริการบนเครือข่าย TCP/IP โดยที่ WINS Manager สามารถใช้จัดการโต้ตอบกันกับอีกฝ่ายหนึ่ง เหมือนการจับคู่ Static Address และรูปแบบความสัมพันธ์อื่นๆ WINS Manager ต้องติดตั้งควบคู่กับ WINS Server Service จึงจะทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมระบบได้ทั้งเฉพาะที่ (Local) หรือ ควบคุมระยะไกล (Remote)

4.2.2.4 NetWare Integration ระบบปฏิบัติการ Windows 2000 ทั้ง Server และ Professional ได้รวม Desktop ของระบบปฏิบัติการอื่นไว้ในสภาพแวดล้อมของ NetWare ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

- NWLink มีประสิทธิภาพสูง ใช้โปรโตคอล IPX/SPX
- Client Services สำหรับ Netware ใช้ Novell NCP เป็นผู้ขอติดต่อกับ Windows 2000 Server เรียกบริการนี้ว่า CSN (Call Client Server for Netware)

4.2.2.5 Robust TCP/IP Services เดิมไมโครซอฟต์ใช้โปรโตคอล NetBEUI ซึ่งมีขนาดเล็กและเร็ว เหมาะสมกับเครือข่ายขนาดเล็กใช้งานในแลเยอร์ระดับชั้นบนๆ ของเครือข่ายมีความสามารถในการแพร่กระจายข้อมูล แต่ไม่มีความสามารถในการหาเส้นทางการขนส่งข้อมูล ในปัจจุบันพื้นฐานระบบเครือข่ายของไมโครซอฟต์ใช้โปรโตคอล **TCP/IP** พบว่าสามารถบริหารระบบเครือข่ายได้ง่ายมากขึ้น และเครื่องลูกข่ายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องเรียกใช้โปรโตคอลหลายตัวในการสื่อสาร **TCP/IP** มีประสิทธิภาพสูงแต่มีขนาดเล็กแต่ละฟังก์ชันการทำงานมีขนาด 32 บิต ซึ่งไมโครซอฟต์ได้พยายามสร้างและพัฒนาฟังก์ชันการทำงานเรื่อยมา ฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญของ **TCP/IP** ใน **Windows 2000 Server** มีดังนี้

- **NetBIOS Interface** สนับสนุน NetBIOS ระดับ Session ชื่อเฉพาะบนเครือข่ายคือ **RFC (Request for Comment) 1001** และ **1002** การเชื่อมต่อสนับสนุน **Network DDE (Dynamic Data Exchange)** อนุญาตให้มีการใช้ข้อมูลที่เป็นเอกสารร่วมกัน
- **Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Client Windows NT** สามารถใช้ **DHCP Server** เข้าไปนำข้อมูลจาก **TCP/IP Configuration** ที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น **IP Address, DNS Address, Netmask** และ **Gateway Address** ความสามารถตรงนี้ทำให้คุณสามารถจัดการกำหนดค่าของ **TCP/IP** บนเครื่องลูกข่ายได้ง่ายขึ้น และสามารถนำไปใช้ในธุรกิจได้ เพราะค่า **TCP/IP** มีจำนวนมากและสามารถเปลี่ยนค่าได้เองโดยไม่ต้องตั้งค่าในแต่ละสถานีงานที่เป็นเครื่องลูกข่ายในระบบเอง
- **Windows Internet Name Service (WINS) Client WINS** สนับสนุนการเปลี่ยนชื่อบริการสำหรับ **Windows Network Clients** โดยการทำงานของ **DHCP**
- **Common TCP/IP Connectivity Utilities** ประกอบด้วย **Telnet, FTP, TFTP, rsh, rexec, RCP** และ **Finger Clients** ทำให้คุณสามารถประโยชน์จากบริการขั้นพื้นฐานตามมาตรฐาน **TCP/IP**
- **TCP/IP Diagnostic Utilities** ฟังก์ชันการทำงานของ **TCP/IP** ใน **Windows 2000** ประกอบด้วย **arp, hostname, nbtstat, ping, route** และการวินิจฉัยปัญหาของระบบปฏิบัติการและเครือข่าย
- **TCP/IP Printing Support** ถ้าเลือกติดตั้ง **TCP/IP Printing** คุณต้องเข้าคิวเพื่อพิมพ์งานบนเครื่องที่เป็นระบบยูนิกซ์ หรือเครื่องพิมพ์บนระบบเครือข่ายที่ยอมรับการร้องขอการใช้งานแบบ **LPR** ซึ่งกำหนดโดย **RFC 1179** นอกจากนี้ยังมีบริการ **lpr** และ **lpq** สำหรับส่งงานไปพิมพ์ทางระยะไกล (**Remote Printing**)
- **SNMP Support** **SNMP** เป็นผู้อนุญาตให้ระบบ **Windows 2000** สามารถควบคุมระบบระยะไกล (**Remote**) ได้โดยใช้ซอฟต์แวร์จัดการระบบของ **SNMP** เช่น **HP's OpenView** เป็นต้น
- **Performance monitoring** เวลาติดตั้งโปรโตคอล **TCP/IP** และบริการ **SNMP** บนระบบ **Windows 2000** ค่าต่างๆที่ได้จากการทำงานของ **TCP/IP** บนออบเจกต์ต่างๆ จะกลายเป็นค่าที่นำไปใช้ใน **Performance Monitor Application**

4.2.2.6 Remote Access Service (RAS) ระบบปฏิบัติการ **Windows 2000** เป็นระบบที่มีพลังพอที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการสร้าง การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย **WAN** เพื่อรองรับสภาพแวดล้อมการประมวลผลของ **Client/Server** ระดับสูงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน **RAS** ทำงานเมื่อผู้ใช้หมุนโทรศัพท์เข้ามาใช้งานเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล **NetBEUI, IPX** หรือ **TCP/IP** ส่วน **RAS** ใช้ **PPP (Point-to-Point Protocol)** เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายผ่านโมเด็ม หรือเครือข่าย **ISDN** และ **X.25 WAN Links** ในระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server** จะเก็บฐานข้อมูลที่เป็นชื่อบัญชีผู้ใช้ (**User Account**) และรหัสผ่าน (**Password**) ของผู้ใช้ เพื่อนำ **User Account** และ **Password** ที่ **Login** เข้าสู่ระบบจากระยะไกลมาตรวจสอบความถูกต้องจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้ ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยที่เรียกว่า **Third-Party Security Hosts**

เทคโนโลยีใหม่อย่างหนึ่งที่เรียกว่า **Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)** ซึ่ง **Windows 2000 Server** ให้การสนับสนุน โดยอยู่ในส่วนของ **RAS Service** เมื่อ **PPTP** ทำงานให้คุณสร้าง **VPN (Virtual Private Networks)** ข้ามการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิดต่างๆ มาตรการรักษาความปลอดภัยของ **VPN** สามารถ เข้ารหัส (**Encrypt**) ข้อมูลโดยใช้มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยข้อมูลของ **RAS** ในกลุ่มของ **RC4 Encryption Algorithm** สนับสนุนการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและช่วยให้สามารถใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างปลอดภัยและเป็นส่วนตัว นอกจากนี้ยังทำให้สามารถหมุนโทรศัพท์ติดต่อเข้าไปใน **ISP (Internet Service Provider)** ได้อย่างง่ายดายและปลอดภัย

4.2.2.7 Integrated C2-Level Secure เป็นความจำเป็นและสำคัญอย่างมากในการป้องกันการเข้าไปเอาข้อมูลทางธุรกิจ บริษัท **Microsoft** ได้นำมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยระดับชาติของอเมริกา (**U.S. National Security Agency's Criteria**) ระดับ **C2** มาใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ **Windows 2000 Server** ซึ่งดูแลผู้ใช้ทั้งหมดไม่ว่าจะ **Login** เข้ามาแบบเฉพาะที่ (**Local**) หรือจากระยะไกล (**Remote**) โดยอนุญาตให้ผู้ใช้ที่มี **User Account** และ **Password** ถูกต้องเท่านั้นผ่านเข้ามาได้ นอกจากนี้ระบบการรักษาความปลอดภัยของ **Windows 2000 Server** ยังสามารถป้องกันการเก็บข้อมูลลงใน **NTFS, ACL (User Access Control List)** ได้อีกด้วย

4.2.2.8 Built-In Backup การสำรองข้อมูลเป็นการป้องกันข้อมูลจากปัญหาต่างๆ การสำรองข้อมูลทำได้โดยเรียก **NT Backup** ให้คัดลอกรูปแบบของข้อมูลและหน้าจอต่างๆมาทุกรูปแบบ **NT Backup** สามารถใช้ได้กับ **Tape Backup** ทุกตัวที่สนับสนุน **Windows 2000 Server** และถ้าต้องการทำตารางการสำรองข้อมูล ก็สามารถสร้างงานเป็น **Batch** แล้วเก็บลงไปในระบบ ตารางที่สร้างจะถูกรันให้ทำงานตามที่เขียนไว้

NT Backup สนับสนุนมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของ **Windows 2000** ผู้ใช้ระบบที่ผ่านการตรวจสอบจะได้รับอนุญาตให้ทำการสำรองข้อมูลในไฟล์ (**Files**) และไดเรกทอรี (**Directory**) หรือแฟ้มข้อมูลต่างๆ โดยใช้หรือไม่ใช้ **ACL (Access Control Lists)** ก็ได้ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการสนับสนุนไฟล์ที่มีชื่อยาวได้อีกด้วย

4.2.2.9 Advanced File Systems ระบบปฏิบัติการ Windows 2000 สนับสนุนระบบไฟล์ 2 ระบบ คือ

- **NTFS (NT File System)**

เป็นระบบไฟล์ระบบเดียวใน Windows 2000 ที่มีคุณสมบัติการกู้คืน สนับสนุนมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยถึง 5 ระดับ โดยใช้ ACL (Access Control List) ซึ่งบรรจุรายละเอียดว่า Users ใดบ้างที่อนุญาตให้เข้ามาใช้ ทรัพยากรของระบบและให้ใช้ในระดับใด นอกจากนี้ NTFS ยังสนับสนุนการทำงานที่สำคัญอื่นๆอีกได้แก่

- สนับสนุนชื่อไฟล์ที่มีขนาดยาว
- สนับสนุนซอฟต์แวร์ระดับเซ็กเตอร์ที่มีจำกัดสำหรับ Fault Tolerance
- สนับสนุนชื่อไฟล์แบบ Unicode ที่ใช้เป็นสากล
- การบีบอัดไฟล์

- **FAT (File Allocation Table)**

Windows 2000 Server สนับสนุน FAT (File Allocation Table) และ FAT 32 ตามวัตถุประสงค์ของ Compatibility แต่หากใช้ FAT ทำให้ไม่สามารถใช้ประสิทธิภาพของ Windows 2000 ได้เต็มที่เพราะไม่สนับสนุนคุณสมบัติที่สำคัญๆ เช่น ไม่มีคุณสมบัติการกู้คืนเหมือนใน NTFS และไม่สนับสนุน ACL

4.2.3 การให้บริการของระบบปฏิบัติการ Windows

บริการต่างๆ ดังต่อไปนี้ เป็นการให้บริการที่สำคัญซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบปฏิบัติการเครือข่าย Microsoft Windows บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

4.2.3.1 การให้บริการใช้ไฟล์ (File Services)

ในระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Server มีวิธีการแบ่งปันการใช้ไฟล์อยู่ 2 วิธี วิธีการแรกคือการแบ่งปันการใช้ไฟล์บนระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องบนระบบเครือข่ายจะต้องกำหนดสิทธิในการใช้ไฟล์บนเครื่องของตัวเอง ซึ่งมีระดับต่างๆ ในการแบ่งปันการใช้ไฟล์ ดังนี้

- No Access
- Read Only
- Change
- Full Control

วิธีการที่สองคือการแบ่งปันการใช้ไฟล์บนเครื่องแม่ข่ายในระบบเครือข่ายแบบ Server Based ซึ่งสามารถกำหนดระดับของการใช้งานไฟล์ได้ 2 ระดับคือ Directory Level และ File Level Permission นอกจากนั้นหากใช้ระบบไฟล์ NTFS จะทำให้สามารถรักษาความปลอดภัยให้กับไฟล์ข้อมูลเพิ่มเติมได้ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบ MS-DOS จะไม่สามารถมองเห็นไฟล์ NTFS ได้

4.2.3.2 การรักษาความปลอดภัย (Security)

การที่ Microsoft Windows 2000 Server จัดเก็บบัญชีผู้ใช้งานไว้บนโดเมน จะทำให้สามารถควบคุมการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายของผู้ใช้ได้ ด้วยการกำหนดสิทธิการใช้งาน ช่วงเวลาการใช้งาน บริหารการให้บัญชีผู้ใช้งานด้วยรหัสผ่าน และอื่นๆ ตามที่กล่าวในข้างต้น

4.2.3.3 การพิมพ์ (Printing)

การติดตั้งซอฟต์แวร์ไคลเอนต์เครื่องพิมพ์ในครั้งแรก จะสามารถเลือกติดตั้งให้เครื่องพิมพ์นั้นเป็นเครื่องพิมพ์ส่วนตัว หรือเครื่องพิมพ์ที่แบ่งปันการใช้งานบนระบบเครือข่ายได้ นอกจากนี้ในระบบปฏิบัติการ **Microsoft Windows** จะมีฟังก์ชันการพิมพ์โดยแบ่งปันการใช้เครื่องพิมพ์ของตนเองบนระบบเครือข่าย ด้วยฟังก์ชัน **Sharing** ซึ่งสามารถทำได้โดยตรงจากเครื่องที่ติดตั้งเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นทำหน้าที่เป็นเครื่อง **Print Server** โดยอัตโนมัติ

4.2.3.4 Network Service

Microsoft Windows 2000 Server มีฟังก์ชันการให้บริการอื่นๆ เพื่อบริหารจัดการระบบเครือข่ายให้ทำงานได้อย่างราบรื่น บริการต่างๆ มีดังต่อไปนี้

- **Messenger Service** จะเฝ้าดูการส่งข้อความบนระบบเครือข่าย และนำข้อความที่ส่งมายังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ขึ้นมาแสดงโดยอัตโนมัติ
- **Alert Service** จะทำการส่งการแจ้งเตือนการรับข้อความ
- **Browser Service** จัดให้มีรายการของเครื่องแม่ข่ายที่มีในโดเมน
- **Workstation Service** จะทำงานบนเครื่องลูกข่ายเพื่อรับผิดชอบการจัดตั้งการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายกับเครื่องแม่ข่าย
- **Server Service** จัดให้มีความสามารถในการ **access** เข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่าย

4.2.3.5 Interoperability

โปรโตคอล **NWLink** ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server** สามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ **NetWare** ของบริษัท **Novell** ได้ โดยมีบริการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **Gateway Services for NetWare (GSNW)** การที่เครื่องลูกข่ายในโดเมนของ **Microsoft Windows** จะสามารถติดต่อเข้าไปยังเครื่องแม่ข่าย **Novell NetWare** ได้ จะต้องใช้บริการ **GSNW** สร้างเกตเวย์ในการเชื่อมต่อ บริการนี้จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบเครือข่ายลดลง
- **Client Services for NetWare (CSNW)** บริการนี้จะทำงานบนเครื่องลูกข่าย **Windows** ซึ่งจะทำให้เครื่องลูกข่ายสามารถเข้าไปใช้บริการไฟล์และเครื่องพิมพ์บนระบบเครือข่าย **NetWare** ได้
- **File and Print Service for NetWare (FPNW)** เป็นยูทิลิตี้ที่ต้องซื้อแยกต่างหาก สำหรับช่วยให้เครื่องลูกข่าย **NetWare** สามารถเข้าไปใช้บริการไฟล์และเครื่องพิมพ์บนระบบเครือข่าย **Microsoft Windows** ได้

- **Directory Service Manager for NetWare (DSMN)** เป็นยูทิลิตี้ที่บูรณาการกลุ่มบัญชีผู้ใช้งานบนระบบเครือข่าย **Microsoft Windows** เข้ากับบัญชีผู้ใช้งานบนระบบเครือข่าย **Novell NetWare**
- **Migration Tool for NetWare** เป็นเครื่องมือสำหรับการแปลงระบบเครือข่าย **NetWare** ให้เป็นระบบเครือข่าย **Windows** การดำเนินการนี้จะต้องทำโดยผู้บริหารระบบเครือข่ายเท่านั้น บริการนี้จะทำการถ่ายโอนบัญชีผู้ใช้งานจากระบบเครือข่าย **NetWare** ให้กับโดเมนของระบบเครือข่าย **Windows**

4.3 ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (UNIX)

ยูนิกซ์เป็นระบบปฏิบัติการอเนกประสงค์ที่เป็นทั้งแบบ **Multitasking** และ **Multiuser** ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เวอร์ชันซึ่งเป็นที่นิยม คือ **Solaris** ของบริษัท **Sun Microsystem** และ **Linux** ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในองค์กรมากขึ้น เนื่องจากบริษัทที่เป็นบริษัทชั้นนำในการผลิตโปรแกรมประยุกต์การทำงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นบริษัทที่เป็นเจ้าของโปรแกรมสำหรับการตกแต่งภาพ หรือบริษัทชั้นนำในการสร้างโปรแกรมบริหารฐานข้อมูล ได้พัฒนาโปรแกรมที่สามารถทำงานได้บนยูนิกซ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

แนวโน้มการใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ในองค์กรจะสูงขึ้น โดยเฉพาะในองค์กรขนาดเล็ก เนื่องจากมีการพัฒนายูนิกซ์ในเวอร์ชันที่เรียกว่าลินุกซ์ (**Linux**) อย่างกว้างขวาง และเป็นระบบปฏิบัติการที่แจกฟรี โดยผู้ที่สนใจสามารถทำการดาวน์โหลดมาทำการติดตั้งได้ รวมถึงการได้ **Source Program** มาด้วยทำให้ผู้ใช้ที่มีความสามารถสูงสามารถทำการปรับแต่งโปรแกรมได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่จะสามารถทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้นั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นเครื่องระดับสูง หรือว่าเป็นเครื่องที่มีความเร็วมากนัก

4.3.1 ประวัติความเป็นมา

ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ได้รับการพัฒนาโดย **เคน ทอมสัน (Ken Thomson)** และ **แดนนิส ริชชี (Dennis Ritchie)** นักวิจัยระบบปฏิบัติการเครือข่ายของบริษัท **AT&T** เมื่อปี พ.ศ. 2512 (ค.ศ. 1969) โดยมีเป้าหมายเริ่มต้นเพื่อให้เป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เมนเฟรม และมินิคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ถือเป็นระบบปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถให้ผู้ใช้ระบบเข้าถึงระบบได้มากกว่าหนึ่งคนพร้อมกัน (**Multiuser**) และสามารถทำงานได้หลายงานพร้อมกัน (**Multitasking**)

การใช้ระบบยูนิกซ์ ผู้ใช้จะเข้าสู่ระบบโดยการ **Login** ด้วย ชื่อ และรหัสผ่านที่ถูกต้อง (**Login Name and Password**) โดยที่ผู้ใช้ระบบจะเข้าสู่ระบบที่ถูกติดตั้งไว้เรียบร้อยแล้วตามสิทธิ์ที่ถูกกำหนดไว้แล้วล่วงหน้า และนอกจากนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นในระบบนั้นจะต้องมีชื่อและหมายเลขที่ชัดเจน เพื่อการเข้าถึงระบบนั้นๆ เช่น **Host Name** หรือ **IP-Address** เป็นต้น

ระบบยูนิกซ์สามารถทำงานได้แทบทุก **Platform** ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ยี่ห้อต่างๆ จะซื้อ **Source Code** และพัฒนา **Version** ของตนเองขึ้นมา โดยที่ **Source Code** ของบริษัทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นของ **SUN Micro System, Hewlett Packard, IBM** และบริษัทอื่นๆ ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในตอนต้นของการพัฒนาระบบยูนิกซ์นี้ องค์กรทางการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยต่างๆ ได้รับ **Source Code** ต้นฉบับของ

จริงฟรี เพื่อใช้พัฒนาต่อไป ทำให้มีระบบปฏิบัติการยูนิกซ์หลากหลายรุ่น เช่น BSD UNIX, Berkeley UNIX System V เป็นต้น โดย MIT และ Berkeley จัดเป็นมหาวิทยาลัยอันดับแรก ที่พัฒนาระบบปฏิบัติการนี้แจกจ่ายสู่ประชาชน และองค์กรต่างๆ โดยไม่คิดมูลค่า ทำให้ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เผยแพร่ไปอย่างรวดเร็ว

การพัฒนาระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เป็นไปภายใต้มาตรฐานของ IEEE POSIX.1 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ทำให้ระบบปฏิบัติการที่ได้ผลผลิตออกไปสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมและคุณสมบัติเดียวกัน การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) หรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ได้ผลผลิตออกสู่ท้องตลาดเป็นจำนวนมากในราคาถูก จึงเกิดความต้องการระบบยูนิกซ์สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีการพัฒนาระบบปฏิบัติการตามความต้องการดังกล่าว ชื่อว่า “มินิกซ์ (Minix)” และต่อมาในปี ค.ศ. 1990 ไลน์ส ทอร์วัลด์ (Linus Torvalds) นักศึกษาจาก University of Helsinki ประเทศฟินแลนด์ เห็นว่า Minix ไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงได้เริ่มพัฒนาระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ใช้ชื่อว่า ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux)

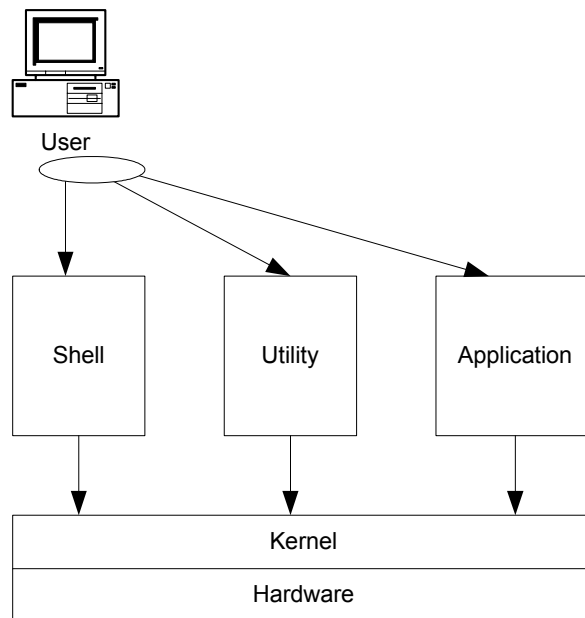
4.3.2 ข้อดีของ UNIX/LINUX

- **Full multitasking:** มีความสามารถของการทำงานด้วยโปรแกรมเดียวกันและสามารถเรียกใช้อุปกรณ์เดียวกันในเวลาเดียวกันได้ ทำให้สามารถทำงานหลายงานได้พร้อมกัน
- **Virtual Memory:** สามารถจำลองเอาเนื้อที่ส่วนหนึ่งในฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) มาใช้แทนหน่วยความจำหลัก (Main Memory) ทำให้สามารถใช้งานโปรแกรมที่ซับซ้อน และต้องการหน่วยความจำปริมาณมากได้
- **X Window System:** X Window เป็นระบบจัดการการแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิก ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบ Linux ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน
- **TCP/IP Network Support:** Linux ใช้โปรโตคอลมาตรฐาน TCP/IP และมีระบบจัดการไฟล์ในเครือข่าย NFS (Network File System) และ NIS (Network Information Service) จึงทำให้สามารถรองรับการทำงานในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ตได้
- **Compatibility กับ IEEE POSIX.1:** Linux ได้รับการพัฒนาภายใต้มาตรฐานของ UNIX IEEE POSIX.1 จึงมีความเข้ากันได้เป็นอย่างดี
- **Shared Libraries:** โปรแกรมต่างๆ สามารถใช้ฟังก์ชันที่ถูกรวบรวมไว้ใน Shared Libraries ร่วมกัน ทำให้ประหยัดพื้นที่เก็บจัดข้อมูล ประหยัดเวลาในการพัฒนา และใช้งานโปรแกรมประยุกต์
- **Nonproprietary source code:** Linux เป็น Freeware ที่สมบูรณ์แบบ เนื่องจากไม่มีส่วนใดของ Source Code ใน Kernel ของ Linux ที่นำมาจากโปรแกรมที่มีการจดลิขสิทธิ์เพื่อการค้า
- **ราคาถูก (Lower Cost):** หากไม่ต้องง้อการอดทนรอในการดาวน์โหลดโปรแกรมทางอินเทอร์เน็ต ก็สามารถหาซื้อชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Linux ที่รวบรวมไว้บน CD-ROM ได้ในราคาถูก
- **GNU software support:** Linux สนับสนุนโปรแกรมประยุกต์ต่างๆซึ่งพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ GNU ได้แก่ โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา เช่น GNU C, C++ และโปรแกรมอำนวยความสะดวก เช่น bison, gawk, groff หรือแม้กระทั่งเกมต่างๆ เช่น GNU Chess, NetHack

4.3.3 โครงสร้างระบบยูนิกซ์

ก่อนที่จะเริ่มอธิบายถึงระบบปฏิบัติการลินุกซ์ จำเป็นต้องทราบการทำงานของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้นว่า ขั้นตอนใดทำอะไรเพื่ออะไร นอกจากนี้ยังต้องทราบชุดคำสั่งต่างๆที่ใช้ในระบบลินุกซ์ด้วย เนื่องจากระบบลินุกซ์มีโครงสร้างและชุดคำสั่งต่างๆ เช่นเดียวกับระบบยูนิกซ์ ดังนั้นก่อนจะเริ่มติดตั้งและใช้งานลินุกซ์ เราควรทราบโครงสร้างระบบยูนิกซ์บ้างพอสมควร เพื่อให้เข้าใจการทำงานของระบบลินุกซ์

องค์ประกอบโครงสร้างระบบยูนิกซ์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนที่ทำงานใกล้ชิดกับฮาร์ดแวร์มากที่สุดเรียกว่า “เคอร์เนล (Kernel)” ทำหน้าที่ดูแลการจัดอันดับการทำงานและความคุ้มครองใช้ทรัพยากรต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ ถัดออกมาเรียกว่า “เชลล์ (Shell)” ซึ่งเปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างระบบยูนิกซ์กับผู้ใช้ โดยทำหน้าที่ในการแปลคำสั่งต่างๆ ที่ผู้ใช้ทำการพิมพ์หรือสั่งการ และส่วนที่อยู่นอกที่สุด คือ Utility และ Application program (โปรแกรมประยุกต์) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานยูนิกซ์ได้โดยง่าย ดังแสดงตามรูปที่ 4 – 7



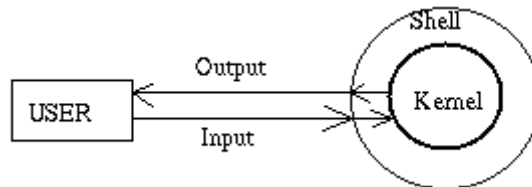
รูปที่ 4 – 7 โครงสร้างระบบยูนิกซ์ (UNIX)

4.3.3.1 เคอร์เนล (Kernel)

เคอร์เนลถือได้ว่าเป็นหัวใจของระบบยูนิกซ์ เพราะเป็นส่วนที่มีหน้าที่ความคุ้มครองการทำงานของฮาร์ดแวร์ เช่นความคุ้มครองจัดการ Process หรืองานที่ทำอยู่ในระบบ จึงทำให้ระบบยูนิกซ์สามารถรองรับการทำงานของผู้ใช้ได้มากกว่า 1 คนในเวลาเดียวกัน รวมถึงการควบคุมการทำงานของดิสก์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เนื่องจากเคอร์เนลมีขอบเขตการทำงานที่ครอบคลุมเกือบทั้งหมดของงานในระบบยูนิกซ์ จึงทำให้เคอร์เนลต้องถูกเรียกใช้บ่อยมาก และด้วยสาเหตุที่เคอร์เนลต้องถูกเรียกใช้บ่อยจึงจำเป็นต้องให้เคอร์เนลอยู่ในหน่วยความจำหลัก (Main Memory) ตลอดเวลาเพื่อรองรับการเรียกใช้โดยผู้ใช้ ดังนั้นการออกแบบเคอร์เนล จึงต้องออกแบบให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อที่จะได้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ในหน่วยความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์มากเกินไป แต่ทั้งนี้ก็ต้องออกแบบให้สามารถรองรับการทำงานครอบคลุมได้ทุกส่วนด้วย

4.3.3.2 เชลล์ (Shell)

ในการติดต่อกับระบบปฏิบัติการลินุกซ์/ยูนิกซ์ มักจะทำการติดต่อโดยผ่านโปรแกรมเล็กๆ โปรแกรมหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า “เชลล์” โดยเชลล์จะเป็นชั้นของโปรแกรมประยุกต์ที่จะคอยตีความคำสั่งจากผู้ใช้และส่งต่อไปให้กับเคอร์เนลของระบบ จากนั้นก็จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากเคอร์เนลกลับมาให้ผู้ใช้อีกที ดังนั้นเชลล์จึงทำหน้าที่เสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้กับเคอร์เนล และอาจจะเปรียบได้กับ ส่วนที่ทำการท่อบูมเคอร์เนลเอาไว้



รูปที่ 4 – 8 การติดต่อกับระบบปฏิบัติการยูนิกซ์

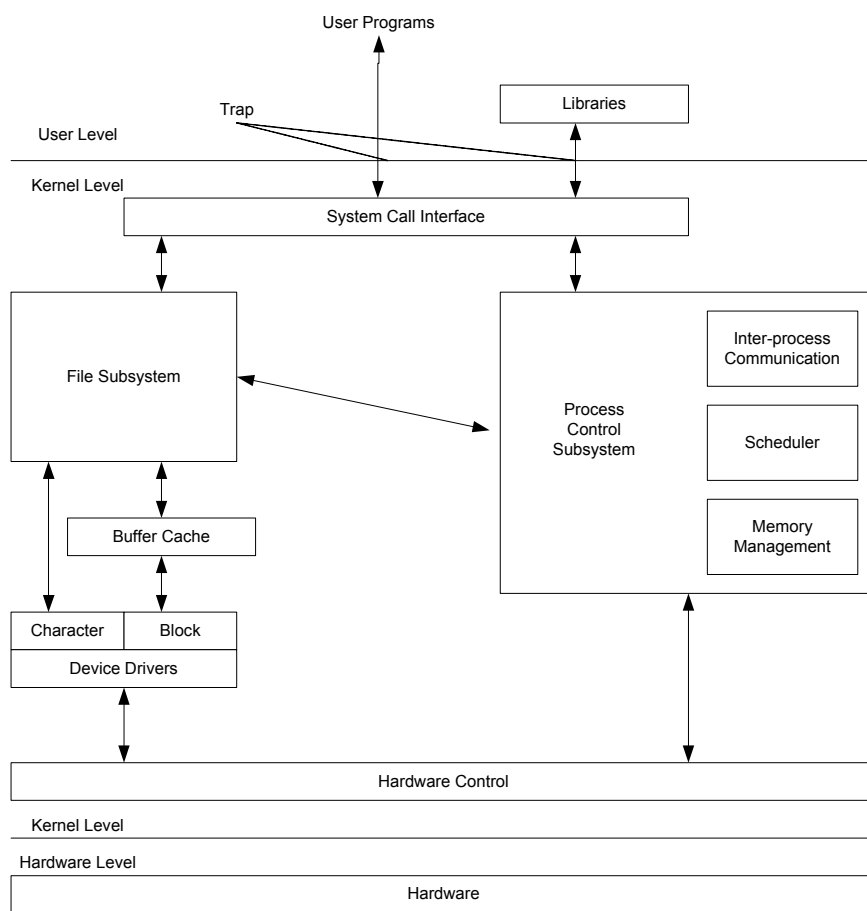
หน้าที่สำคัญของเชลล์ คือเป็นส่วนที่ช่วยในการแปลคำสั่ง ต่างๆ ที่ผู้ใช้ต้องการติดต่อ หรือสั่งงานให้เคอร์เนลเข้าใจ เพื่อที่เคอร์เนลจะได้ทำการสั่ง หรือควบคุมอุปกรณ์ให้ทำงานตามที่ต้องการ นอกจากนี้เชลล์ยังมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบสคริปต์อีกด้วย โดยที่เราสามารถเขียนโปรแกรมที่เรียกว่า “เชลล์สคริปต์ (Shell Script)” เพื่อใช้จัดการกับการเรียกใช้โปรแกรมและคำสั่งต่างๆ

ในระบบยูนิกซ์เราสามารถเลือกใช้เชลล์ได้หลายแบบ ซึ่งค่อนข้างจะแตกต่างจากระบบปฏิบัติการดอสที่เราจะต้องถูกจำกัดให้ใช้เชลล์ที่ติดตั้งมาแล้วกับระบบปฏิบัติการ (command.com) ได้เพียงโปรแกรมเดียว สำหรับโปรแกรมเชลล์โปรแกรมแรกคือโปรแกรม โบนเชลล์ (Bourne Shell) ซึ่งถูกตั้งชื่อตามชื่อของผู้คิดค้นโปรแกรมนี้ขึ้น (Steven Bourne) โบน เชลล์นี้ได้ถูกแจกจ่ายไปพร้อมกับ UNIX version 7 ซึ่งเป็นเวอร์ชันที่ได้รับความนิยมมากที่สุดตัวหนึ่ง ในปี ค.ศ. 1979 คนส่วนใหญ่จะรู้จักโบนเชลล์จากการเรียกคำสั่งในระบบว่า sh ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีโปรแกรมเชลล์ออกมามากมาย และยูนิกซ์ในปัจจุบันก็ได้รับการพัฒนามาไกลแล้ว โบนเชลล์ก็ยังถือว่าเป็นโปรแกรมสำคัญพื้นฐานโปรแกรมหนึ่งที่ยูนิกซ์ทุกระบบจะต้องมี รวมทั้งโปรแกรมเชลล์ที่ถูกทำการพัฒนาขึ้นมาภายหลังส่วนใหญ่อีกก็มีความเข้ากันได้กับโบนเชลล์

โปรแกรมเชลล์ที่ถูกทำการพัฒนาขึ้นมาภายหลังและได้รับความนิยมอย่างสูงก็คือ ซีเชลล์ (C shell) หรือ csh ซึ่ง Bill Joy (ซึ่งในเวลานั้นอยู่ที่มหาวิทยาลัย California at Berkeley ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบยูนิกซ์รุ่นของ Berkeley System Distribution (BSD) หรือ BSD Unix) สาเหตุที่มีการเรียกเชลล์นี้ว่า “ซีเชลล์” ก็เนื่องจากว่ามีรูปแบบของคำสั่งและการใช้งานที่คล้ายกับโปรแกรมภาษาซี ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ที่เป็นโปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยกับการใช้งานเชลล์นี้มาก

โปรแกรมเชลล์อื่นที่ถูกทำการพัฒนาและได้รับความนิยมสูงอีกโปรแกรมหนึ่งก็คือ คอรันเชลล์ (Korn Shell) หรือ ksh ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย David Korn จาก AT&T Bell Lab ในราวกลางทศวรรษ 1980 โปรแกรมคอรันเชลล์นี้มีความเข้ากันได้กับโบนเชลล์ นั้นหมายความว่าผู้ที่เคยใช้งานโบนเชลล์มาก่อนสามารถจะใช้งานคอรันเชลล์ได้โดยง่าย นอกจากนี้คอรันเชลล์ก็ยังมีรูปแบบพิเศษบางอย่างที่ถูกเพิ่มเติมเข้ามา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้นด้วย

นอกจาก โบนเชลล์ ซีเชลล์ และ คอรันเชลล์แล้ว ยังมีผู้พัฒนาโปรแกรมเชลล์อื่นๆที่มีคุณภาพสูงออกมาอีกเช่น **pdksh (Public Domain Korn shell)** และ **bash (Bourne again shell)** เนื่องจากการได้รับความนิยมอย่างสูงของคอรันเชลล์ ทำให้มีผู้ที่พัฒนาโปรแกรมเชลล์จำนวนมากออกมาโดยอ้างอิงถึงคอรันเชลล์ แต่ตัวคอรันเชลล์ไม่ใช่ของที่แจกจ่ายโดยอิสระ **USL (UNIX System Laboratories)** ซึ่งปัจจุบันได้ถูกโอนไปอยู่กับบริษัท **SCO Unix** เป็นผู้ถือลิขสิทธิ์ของคอรันเชลล์อยู่ **pdksh** จึงถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีความเข้ากันได้กับ **ksh** ต้นฉบับ และ **pdksh** นี้สามารถทำการแจกจ่ายได้ฟรี (**public domain**) ส่วน **bash** นั้นทาง **FSF (Free Software Foundation)** ได้เป็นผู้ทำการพัฒนาขึ้นมา ซึ่ง **bash** จะมีความเข้ากันได้กับ **ksh** แต่ก็มีคุณสมบัติบางส่วนของ **csh** ด้วย เราสามารถนำเอาโปรแกรมเชลล์ที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อใช้กับคอรันเชลล์ มาใช้กับ **bash** ได้ **bash** สามารถทำการแจกจ่ายได้ฟรีเช่นเดียวกัน

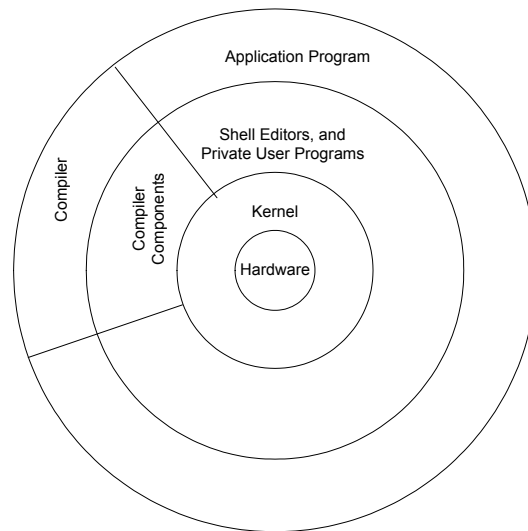


รูปที่ 4 – 9 การทำงานของเคอร์เนล (kernel)

4.3.3.3 Utility และ Application

ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบยูนิกซ์จะรวมอยู่ในส่วนที่เรียกว่า ยูทิลิตี้ (**Utility**) และ แอปพลิเคชัน (**Application**) คือเครื่องมือต่างๆ และโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้ง่ายขึ้น รวมถึงโปรแกรมเสริมต่างๆ ที่ผู้ใช้อาจต้องการเพื่อการใช้งาน เช่น **Word Processor**, **Spread Sheet** หรือว่าโปรแกรมสำหรับการแต่งภาพ เป็นต้น โดยเฉลี่ยแล้วระบบยูนิกซ์จะประกอบด้วยยูทิลิตี้ต่างๆ มากกว่า

200 ฟังก์ชัน ส่วนของยูทิลิตี้และแอปพลิเคชันจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง และจะถูกนำเข้ามายังหน่วยความจำหลักเพื่อการทำงาน เมื่อถูกเรียกใช้เท่านั้น ความแตกต่างระหว่างยูทิลิตี้กับแอปพลิเคชัน คือยูทิลิตี้เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการทำงานต่างๆ ไป ไม่เฉพาะเจาะจง แต่สำหรับแอปพลิเคชันจะเป็นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่องานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะ หรือที่เรียกว่าโปรแกรมประยุกต์ เช่น **Word Processor** หรือ **Spread Sheet** เป็นต้น



รูปที่ 4 – 10 การทำงานของระบบยูนิกซ์

4.4 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux)

ลินุกซ์ เป็นระบบปฏิบัติการเช่นเดียวกับดอส (DOS) วินโดวส์ (Windows) หรือยูนิกซ์ (UNIX) โดยลินุกซ์ จัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ประเภทหนึ่ง การที่ลินุกซ์เป็นที่กล่าวขานกันมากขณะนี้ เนื่องจากความสามารถของตัวระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบลินุกซ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมในตระกูลของ GNU (GNU's Not UNIX) และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือระบบลินุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการประเภทฟรีแวร์ (Free Ware) คือไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อโปรแกรมระบบลินุกซ์ตั้งแต่เวอร์ชัน 4 สามารถทำงานได้บนซีพียูทั้ง 3 ตระกูล คือบนซีพียูอินเทล (Intel) ดิจิตอลอัลฟาคอมพิวเตอร์ (Digital Alpha Computer) และซันสปาร์ค (SUN SPARC) เนื่องจากใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า RPM (Red Hat Package Management) ถึงแม้ว่าในขณะนี้ลินุกซ์ยังไม่สามารถแทนที่ ไมโครซอฟต์ วินโดวส์ บนพีซี หรือแมคโอเอส (Mac OS) ได้ทั้งหมดก็ตาม แต่ผู้ใช้งานไม่น้อยที่หันมาใช้และช่วยพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนลินุกซ์กัน

4.4.1 ประวัติความเป็นมา

ลินุกซ์ถือกำเนิดขึ้นในฟินแลนด์ ปี ค.ศ. 1980 โดยลินุส โทรวาลด์ส (Linus Trovalds) นักศึกษา ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) ในมหาวิทยาลัยเฮลซิงกิ ลินุส เห็นว่าระบบมินิกซ์ (Minix) ที่เป็นระบบยูนิกซ์บนพีซีในขณะนั้น ซึ่งทำการพัฒนาโดย ศ.แอนดรูว์ ทาเนนบาวม (Andrew S. Tanenbaum) ยังมีความสามารถไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จึงได้เริ่มต้นทำการพัฒนาระบบยูนิกซ์ของตนเองขึ้นมา โดยจุดประสงค์อีกประการ คือต้องการทำความเข้าใจในวิธาระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ด้วยเมื่อเขาเริ่มพัฒนาลินุกซ์ไปช่วงหนึ่งแล้ว เขาก็ได้ทำการชักชวนให้นักพัฒนาโปรแกรมอื่นๆมาช่วยทำการพัฒนาลินุกซ์ ซึ่งความร่วมมือส่วนใหญ่ก็จะเป็นความร่วมมือ

ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ลินุกซ์จะเป็นคนรวบรวมโปรแกรมที่ผู้พัฒนาต่างๆได้ร่วมกันทำการพัฒนาขึ้นมาและแจกจ่ายให้ทดลองใช้เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่อง ที่น่าสนใจก็องงานต่างๆเหล่านี้ผู้คนที่หมดต่างก็ทำงานโดยไม่คิดค่าตอบแทน และทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตทั้งหมด

ในที่สุดราวปลายปี ค.ศ. 1991 ระบบปฏิบัติการ **Linux Version 0.10** จึงได้เปิดตัวสู่ สาธารณชน เป็นครั้งแรก และก็มี **Version 0.11** ตามออกมาติดๆ ซึ่งทำในลักษณะเป็นโปรแกรมที่แจกจ่ายให้ฟรีพร้อมกับ **Source Code** เพื่อให้ผู้ที่มีความสามารถช่วยกันปรับปรุงแก้ไข ต่อมาได้กลายเป็นการพัฒนาาร่วมกันเป็นคณะทำงานทั่วโลกผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยสนับสนุนชุดโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแจกจ่ายให้ฟรีในโครงการ **GNU (GNU's Not UNIX)** ขององค์กร **Free Software Foundation (FSF)** และถึงแม้ว่าลินุกซ์จะไม่ได้ใช้ **Source Code** ของยูนิกซ์จากบริษัท **AT&T** หรือบริษัทอื่น แต่ก็มีความคล้ายคลึงกับระบบยูนิกซ์อย่างครบถ้วน โดยเคอร์เนลของลินุกซ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้มีคุณสมบัติบางประการที่ดีกว่าเคอร์เนลของระบบยูนิกซ์แบบเดิม

ปัจจุบันเวอร์ชันล่าสุดของระบบลินุกซ์ที่ได้ประกาศออกมาคือเวอร์ชัน **2.0.13** ข้อสังเกตในเรื่องเลขรหัสเวอร์ชันนี้ก็คือ ถ้ารหัสเวอร์ชันหลังทศนิยมตัวแรกเป็นเลขคู่เช่น **1.0.x, 1.2.x** เวอร์ชันเหล่านี้จะถือว่าเป็นเวอร์ชันที่เสถียรแล้วและมีความมั่นคงในระดับหนึ่ง แต่ถ้าเป็นเลขคี่เช่น **1.1.x, 1.3.x** จะถือว่าเป็นเวอร์ชันทดสอบ ซึ่งในเวอร์ชันเหล่านี้จะมีการเพิ่มเติมความสามารถใหม่ๆลงไป และยังต้องทำการทดสอบหาข้อผิดพลาดต่างๆอยู่ นอกจากนี้การที่ระบบปฏิบัติการลินุกซ์มีการพัฒนาในลักษณะ **Open Source** จึงทำให้รายละเอียดของระบบปฏิบัติการลินุกซ์หลายตัวมีความแตกต่างกันบ้าง และใช้ชื่อที่แตกต่างกัน เช่น **Linux SIS, Linux Tale, Linux RedHat** เป็นต้น

4.4.2 Linux RedHat

RedHat เป็นชุดโปรแกรมระบบปฏิบัติการลินุกซ์ตัวหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้ ระบบปฏิบัติการลินุกซ์มีเป้าหมายในการพัฒนาให้เป็นระบบปฏิบัติการที่มีการติดตั้งและการใช้งานง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยทำเป็นแพ็คเกจ (**package**) ของชุดโปรแกรมหลากหลายที่สามารถทำการติดตั้งโดยผู้ใช้ไม่ต้องทำการคอมไพล์ (**Compile**) โปรแกรมเอง (โดยปกติในการติดตั้งโปรแกรมสำหรับระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ จะต้องทำการขยายไฟล์ที่ถูกบีบอัดออกก่อนแล้วจึงคอมไพล์ตัวโปรแกรมเพื่อติดตั้งลงใหม่ทุกครั้ง) นอกจากนี้การพัฒนาารระบบปฏิบัติการลินุกซ์ยังทำในลักษณะ **Open Source** จึงมีนักพัฒนาโปรแกรมจากทั่วโลกช่วยกันทำให้การขยายตัวของลินุกซ์เป็นไปอย่างรวดเร็วโดยในส่วนของแกนระบบปฏิบัติการ หรือเคอร์เนลนั้นจะมีการพัฒนาเป็นรุ่นที่ **2.2 (Linux Kernel 2.2)** ซึ่งได้เพิ่มขีดความสามารถและสนับสนุนการทำงานแบบหลายตัวประมวลผลแบบ **SMP (Symmetrical Multi Processors)** ซึ่งทำให้ระบบลินุกซ์สามารถนำไปใช้สำหรับทำงานเป็นเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้ยังมีโครงการสนับสนุนการใช้งานระบบลินุกซ์อีกหลายโครงการ เช่น **KDE (The K Desktop Environment)** และ **GNOME (GNU Network Object Model Environment)** ซึ่งจะช่วยพัฒนาเดสก์ทอปบนลินุกซ์ให้สมบูรณ์เทียบเท่ากับ **Windows 98** ของไมโครซอฟต์ และบรรดาบริษัทผู้ผลิตซอฟต์แวร์ทางด้านระบบฐานข้อมูลชั้นนำ อย่างเช่น **Informix, Oracle, IBM DB2** ก็เริ่มให้มีสนับสนุนการใช้งานบนระบบลินุกซ์ แล้วเช่นเดียวกัน

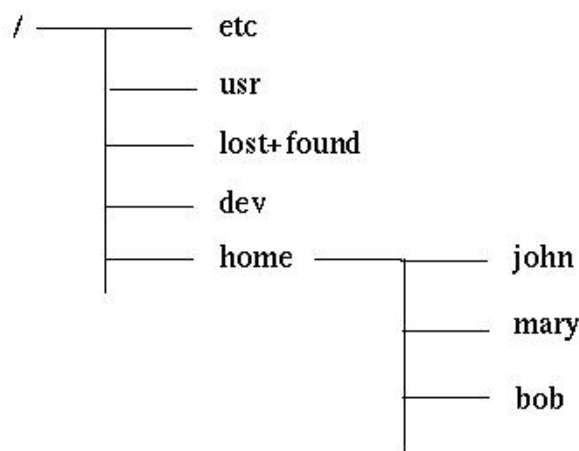
ในการติดตั้ง **Linux RedHat** นั้น ผู้ติดตั้งสามารถเลือกติดตั้งโปรแกรมสำหรับทำหน้าที่เป็น **Internet Server** ได้ด้วย งานด้านอินเทอร์เน็ตที่ลินุกซ์สามารถให้บริการได้นั้นได้แก่ **Telnet, FTP, HTTP** และ **Gopher** โดยบริการ **Telnet** และ **FTP** จะถูกติดตั้งโดยอัตโนมัติอยู่แล้วเมื่อทำการติดตั้ง **Linux Red Hat** ซึ่งผู้ที่

จะสามารถใช้บริการ **Telnet** ได้นั้นจะต้องเป็นผู้ที่มี **Account** อยู่ในเครื่องด้วยเท่านั้น แต่สำหรับบริการ **FTP** นั้น ผู้ที่มี **Account** หรือไม่มี **Account** ก็สามารถเรียกใช้งานได้ โดยผู้ที่ไม่ได้มี **Account** ต้องทำการติดต่อมาในลักษณะของ **Anonymous** หรือ **Guest** นั้นเอง ซึ่งสิทธิการใช้งานก็จะถูกจำกัดอยู่ในลักษณะหนึ่ง คือ **Anonymous** ซึ่งจะสามารถทำการติดต่อมายังส่วนที่ให้บริการข้อมูลแก่สาธารณะได้เพียงอย่างเดียว ส่วนบริการ **HTTP** นั้นจะได้มาจากการติดตั้งโปรแกรมทำหน้าที่ **Web Server** เช่น **Apache** เป็นต้น สำหรับการเลือกติดตั้งนั้น สามารถทำได้ตั้งแต่ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการได้เลย เนื่องจากการติดตั้ง **Linux Red Hat** ได้รวมการ **install** และ **setup** เข้าด้วยกัน ดังนั้นก่อนทำการติดตั้งควรศึกษาก่อนว่าอุปกรณ์ใดสามารถทำงานร่วมกับระบบลินุกซ์ชนิดนี้ได้ ซึ่งจะสามารถหาได้จากเว็บไซต์ <http://www.redhat.com> ที่จะแสดงให้เห็นว่าฮาร์ดแวร์ใดอยู่ใน **Compatible List** บ้าง

4.4.3 โครงสร้างของระบบไฟล์และไดเรกทอรี

ในระบบยูนิกซ์ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ไฟล์และไดเรกทอรีเข้ามาช่วยโดยจะมีลักษณะเป็นรูปแบบของ **hierarchy** หรือโครงสร้างแบบต้นไม้ หากคุณค้นเคยกับดอสมาก่อน จะเห็นว่ามีรูปแบบการเก็บข้อมูลที่คล้ายกัน เพียงแต่การใช้งานจะแตกต่างกันบ้าง ไดเรกทอรีจะเปรียบเสมือนแฟ้ม ที่สามารถเก็บไฟล์ต่างๆ (เหมือนกับกระดาษ) ในไดเรกทอรีลำดับบนๆ ก็เหมือนกับแฟ้มขนาดใหญ่ ซึ่งนอกจากจะเก็บไฟล์ได้แล้วก็ยังสามารถเก็บไดเรกทอรีอื่นๆ ได้ด้วย

ไดเรกทอรีลำดับบนสุดจะถูกเรียกว่า “ไดเรกทอรีราก (**root directory**)” ซึ่งจะประกอบไปด้วยไฟล์และไดเรกทอรีต่างๆ ในไดเรกทอรีที่ย่อยลงมาก็อาจจะประกอบไปด้วยไฟล์และไดเรกทอรีไปเรื่อยๆ ในไฟล์แต่ละไฟล์จะต้องมีชื่ออยู่ มีชื่ออยู่สองแบบที่ใช้อ้างถึงไฟล์ได้คือชื่อแบบยาวและชื่อแบบสั้น ตัวอย่างชื่อแบบสั้นก็คือ “**note**” และถ้าจะอ้างถึงชื่อแบบยาว ก็อาจจะอ้างได้เป็น “**/home/mary/note**” ให้สังเกตชื่อยาวของไฟล์นี้ ตัวอักษรท้ายสุดคือ “**/**” ซึ่งจะระบุถึงไดเรกทอรีรากซึ่งเป็นไดเรกทอรีลำดับบนสุด ในไดเรกทอรีรากนี้จะมีไดเรกทอรี “**home**” บรรจุอยู่และภายใต้ไดเรกทอรี “**home**” ก็จะมีไดเรกทอรี “**mary**” ไฟล์ “**note**” ของเราก็จะอยู่ภายใต้ไดเรกทอรี “**mary**” นั้นเอง สรุปคือในการอ้างถึงชื่อแบบยาว ชื่อทั้งหมดก่อนหน้าชื่อไฟล์ (คือ “**/home/mary**”) จะเป็นชื่อของไดเรกทอรี ส่วนชื่อ “**note**” จึงจะเป็นชื่อของไฟล์จริงๆ ดังแสดงตามรูปที่ 4 – 11



4 – 11 ระบบไฟล์และไดเรกทอรี

4.4.4 การพัฒนาโปรแกรมบนลินุกซ์

หลายคนอาจจะมีความรู้สึกว่าการเขียนโปรแกรมบนลินุกซ์เป็นเรื่องยุ่งยาก และลำบากในการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากลินุกซ์เป็นระบบที่ถูกพัฒนามาจากระบบยูนิกซ์ซึ่งก็เป็นที่รู้กันทั่วไปว่า ภาษาคูบาร์มีของระบบปฏิบัติการตระกูลยูนิกซ์ก็คือภาษาซี (C) นั่นเอง ภาษาซีเป็นภาษาที่บางคนเรียกว่าภาษาระดับกลาง คือไม่เป็นภาษาระดับต่ำแบบแอสเซมบลีหรือเป็นภาษาสูงแบบ เบสิก โคบอล ฟอรัทเรน หรือ ปาสคาล เนื่องจากคุณสามารถจะจัดการเกี่ยวกับเรื่องของพอยน์เตอร์ได้อย่างอิสระ และบางทีก็สามารถควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่านทางภาษาซีได้ราวกับคุณเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี และด้วยข้อดีเหล่านี้เองทำให้โปรแกรมที่ถูกเขียนด้วยภาษาซีมีความเร็วในการปฏิบัติงานสูงกว่าภาษาอื่นโดยทั่วไป แต่ก็ต้องแลกกับการเรียนรู้และการฝึกฝนอย่างหนัก

มีผู้คาดการณ์ว่าการเกิดขึ้นมาของภาษาสูงต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดขึ้นมาของ **Component Ware** เช่น **Visual Basic** หรือ **Delphi** จึงทำให้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป แต่ถ้าลองสังเกตดูจะเห็นว่าภาษาซีก็ยังถูกใช้เป็นภาษาหลักในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ต่อไป ระบบปฏิบัติการต่างๆ คอมไพเลอร์ หรือซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องมือต่างๆ ก็ยังคงถูกเขียนด้วยภาษาซี นอกจากนี้ภาษาซีก็ยังมีวิวัฒนาการออกไปเรื่อยๆ เช่นมีการเพิ่มเรื่องของ **OOP (Objects Oriented Programming : ออบเจ็คโอเรียนเต็ดโปรแกรมมิง หรือการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ)** ภาษาซีก็ถูกพัฒนาต่อไปเป็นภาษาซีพลัสพลัส (C++) ซึ่งก็คงความสามารถของภาษาซีได้อย่างครบถ้วน แม้แต่ภาษาใหม่ที่มาแรงในปัจจุบัน คือ จาวา (**Java**) ก็กล่าวกันว่าเป็นภาษาที่แปลงรูปแบบมาจาก C++ อีกที และแน่นอนว่าไม่ว่าจะเป็น C, C++ หรือจาวา คุณก็สามารถจะพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาเหล่านั้นบนลินุกซ์ได้

โซคตที่คุณไม่จำเป็นจะต้องเขียนภาษาซีอยู่เพียงภาษาเดียวบนระบบลินุกซ์/ยูนิกซ์ คุณสามารถเขียนโปรแกรมด้วยเครื่องมือที่ง่ายกว่านั้น นั่นก็คือการใช้เชลล์สคริปต์ ซึ่งบางคนอาจจะเห็นว่ามันมีลักษณะคล้ายกับการเขียนแบตช์ไฟล์บนดอส แต่ในความเป็นจริงแล้วเชลล์สคริปต์มีพลังมากกว่าแบตช์ไฟล์มาก

ต่อมามีผู้พัฒนาภาษา **Perl (เพอร์ล)** ขึ้นมาซึ่งก็มีการรวมเอาความง่ายของการเขียนเชลล์สคริปต์เข้ากับพลังของภาษาซี คุณจะเห็นว่าคุณสามารถเขียนแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยการใช้เพอร์ล เคยมีผู้เขียนเว็บเซอร์ฟเวอร์เล็กๆด้วยการใช้เพอร์ล นอกจากนี้เพอร์ลก็ยังถูกนิยมนำไปเขียนเป็นส่วนหนึ่งของ **CGI** เพื่อทำการเชื่อมระหว่างระบบฐานข้อมูลและเว็บอีกด้วย

4.5 ระบบปฏิบัติการ Novell Netware

ระบบปฏิบัติการ **NetWare** ตั้งแต่ **Version 4.2** เป็นต้นไป เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่ายขนาด 32 บิต ที่สนับสนุนการทำงานในสภาพแวดล้อมของ **Windows, UNIX** และ **Mac OS** และ **NetWare Version 4.11** ได้เริ่มมีการแนะนำ **NDS (Novell Directory Service)** ซึ่งจัดให้มีการบริการชื่อผู้ใช้ พร้อมทั้งการรักษาความปลอดภัย การบริหารจัดการระบบเครือข่าย การตีพิมพ์เว็บ และการระบุเส้นทางการค้นหาเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย โดยการใช้โครงสร้างสถาปัตยกรรม **X.500** ที่จัดแบ่งทรัพยากรระบบเครือข่ายเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มผู้ใช้ กลุ่มเครื่องพิมพ์ กลุ่มเครื่องแม่ข่าย และโวลุ่ม นอกจากนี้ **NDS** ยังจัดให้มีการ **logon** ในลักษณะ **Single Point** ให้กับผู้ใช้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถ **logon** เข้าสู่เครื่องแม่ข่ายใดๆ ในระบบเครือข่ายได้ตามสิทธิที่ได้รับ

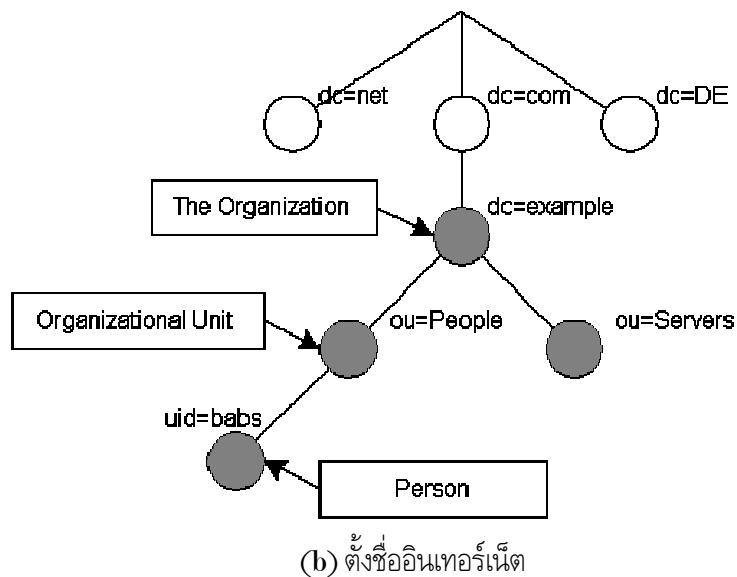
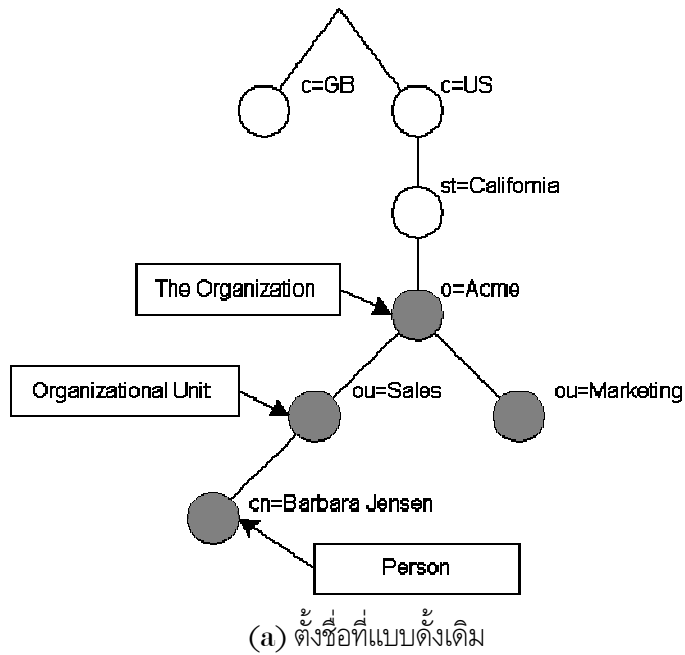
4.5.1 Novell Directory Service (NDS)

Novell Directory services เป็นบริการที่ใช้ค้นหาข้อมูลของ entity ใดๆ ในเครือข่าย อย่างเช่น ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออื่นๆ (ปกติจะเน้นที่ค้นหาตัวตนของผู้ใช้) เหมือนสมุดโทรศัพท์สำหรับหาเบอร์โทรของคนหรือร้านค้า (White page) โดยทั่วไป directory service จะมีโครงสร้างเป็น tree เพื่อให้ทำงานได้เร็ว และควบคุม parameter ต่างๆ เป็นลำดับชั้นได้ง่าย NDS เป็นเพียง proprietary standard อันหนึ่งของ directory service ที่เป็นมาตรฐานจริงๆ ที่มีปัจจุบันคือ X.500 นอกจากนั้น X.500 ยังมี sub-standard อีกหลายตัวที่เขียนไว้ ที่รู้จักกันดีคือ X.509 ซึ่งระบุข้อกำหนดของ Certification ใน X.500 series เมื่อมี service ก็ต้องมีการใช้ service ในกรณีของ X.500 จะใช้ DAP (Directory Access Protocol) เป็น front-end สำหรับ query ข้อมูล ต่อมาเมื่อมี version ที่เรียกว่า LDAP (Lightweight DAP) ซึ่งมี code เล็กกลง ทำงานได้สะดวก คล่องตัว และกินทรัพยากรระบบน้อยกว่าตัว DAP ต้นแบบ (NDS ของ Novell และเร้าเตอร์ของ Cisco สามารถใช้งานร่วมกับ LDAP ได้) ประโยชน์ของ directory service คือบริการ information ของบุคคลเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น หน่วยงานอาจจะตั้ง directory service เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาอีเมลล์แอดเดรส เบอร์โทรศัพท์ ฯลฯ PGP (Pretty Good Privacy) ก็ใช้ directory service + LDAP ในการกระจาย public key ของผู้ใช้แต่ละคน whois ก็ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่ายและโดเมน

4.5.2 LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)

LDAP หมายถึงร่างสนธิสัญญาการเข้าถึงไดเรกทอรีที่น้ำหนักเบา เพื่อรองรับการบริการไดเรกทอรี โดยเฉพาะ X.500 การบริการ Directory-based โพรโตคอล LDAP เข้ามาแทน TCP/IP หรือการบริการขนย้ายปรับตัวการเชื่อมโยงอื่น รายละเอียดธาตุแท้ของ LDAP ถูกให้คำจำกัดความใน RFC2251 ที่ว่า “ร่างสนธิสัญญาการเข้าถึงไดเรกทอรีที่น้ำหนักเบา (v3)” และเอกสารอื่นที่กำลังประกอบเป็นกำหนดเทคนิค RFC3377 ส่วนนี้ให้ภาพรวมของ LDAP จากเทคนิคการเขียนภาพให้ได้สัดส่วนของผู้ใช้

ใน LDAP ทางเข้าไดเรกทอรีถูกจัดในสิ่งก่อสร้าง tree-like ที่มีลักษณะลำดับชั้น ดั้งเดิมสิ่งก่อสร้างอันนี้นำมาขอบเขตที่เชิงภูมิศาสตร์และ/หรือเป็นองค์กร ทางเข้าที่แสดงประเทศปรากฏที่ส่วนที่สูงสุดของต้นไม้ ทางเข้าที่แสดงรัฐและองค์กรระดับชาติมีข้างใต้พวกเขา น่าจะมีทางเข้าที่แสดงหน่วยองค์กรข้างใต้พวกเขาผู้คนเครื่องพิมพ์เอกสารหรือส่วนใหญ่สิ่งอื่นๆ รูปที่ 4 – 10 (a) แสดงให้เห็นไดเรกทอรีทรี (Directory Tree) ตัวอย่าง LDAP ที่ใช้การตั้งชื่อแบบดั้งเดิม นอกจากนี้การตั้งชื่อควรจะถูกจัดและอยู่บนพื้นฐานบนขอบเขตอินเทอร์เน็ตโดยใช้ตั้งชื่อ domain-based การตั้งชื่อลักษณะนี้กำลังกลายเป็นที่นิยมเพราะว่าถูกการวางระบบโดยใช้ DNS หากพิจารณาการบริการไดเรกทอรี LDAP จะยอมคุณควบคุมและตรวจสอบคุณลักษณะว่าอันไหนถูกต้อง การอนุญาตและปฏิเสธ ทำได้โดยการใช้คุณลักษณะพิเศษที่ถูกเรียกผ่านทาง objectClassID ค่าของ theobjectClass จะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของกฎเกณฑ์ สังเขป และติดตามการผ่านเข้ามาในระบบ รูปที่ 4 – 10 (b) แสดงตัวอย่างการตั้งชื่อตามระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน



รูปที่ 4 – 12 Directory Tree LDAP

4.6 ระบบปฏิบัติการเครือข่ายแบบอื่น

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันระบบปฏิบัติการ Windows ของไมโครซอฟต์ และ NetWare จะเป็นระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่ได้รับความนิยมสูงในท้องตลาด นอกจากนั้นระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) ก็กำลังเริ่มเข้ามามีส่วนแบ่ง แต่ก็ได้ไม่ได้หมายความว่าจะมีระบบปฏิบัติการเครือข่ายเพียงเท่านั้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงระบบปฏิบัติการอย่างอื่นที่ใช้ในการจัดตั้งระบบเครือข่ายได้ เช่น AppleTalk และ Vines ในปัจจุบันการจัดตั้งระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer ขนาดเล็กยังมีการพัฒนาให้สามารถใช้ระบบปฏิบัติการเครื่องลูกข่าย เช่น Windows Me, XP เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่ายโดยจัดตั้งในลักษณะเป็นเวิร์คกรุป (Workgroup) ได้

4.6.1 AppleTalk

ระบบปฏิบัติการเครือข่ายของ **Apple** ถูกรวมอย่างกลมกลืนลงในระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ใช้ **Mac OS** โดยใช้ชื่อว่า **LocalTalk** ระบบปฏิบัติการนี้ช่วยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ **Macintosh** ทุกเครื่องสามารถเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายได้โดยง่าย ในปัจจุบันการปฏิบัติงานของ **AppleTalk** สนับสนุนสมรรถนะที่รวดเร็วในระบบเครือข่ายเครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** แบบ **Peer-to-Peer** รวมทั้งมีคุณสมบัติ **Interoperability** กับระบบปฏิบัติการเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น แม้ว่าคุณสมบัตินี้จะได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการของ **Apple** แต่ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบอื่น ก็สามารถเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลในระบบเครือข่าย **AppleTalk** ได้โดยการใช้ **AppleIP** ในการติดต่อกับโปรโตคอล **TCP/IP** ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบอื่น เพื่ออนุญาตให้ผู้ใช้ที่ไม่ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ **Macintosh** สามารถ **access** เข้าไปยังไฟล์ข้อมูลในระบบเครือข่าย **AppleTalk** ได้

สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบเครือข่าย **AppleTalk** จะสามารถเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายอื่นผ่านทางบริการที่ทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่ายของ **AppleTalk** บริการต่างๆ เหล่านี้ได้รับการพัฒนาโดยผู้ผลิต **NOS** รายอื่น ในรูปแบบของความสามารถที่เรียกว่า **Interoperability** ดังนั้นเมื่อเครื่องแม่ข่ายในระบบอื่นมีบริการนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** ก็จะสามารถเข้าไปใช้บริการบนระบบเครือข่ายอื่นได้ รูปแบบการบริการไดเรกทอรีของระบบเครือข่าย **AppleTalk** จะใช้รูปแบบที่เรียกว่า โซน (**Zone**) ซึ่งเป็นกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** ซึ่งมีการเชื่อมต่อกันทางตรรกะ

ในสภาวะแวดล้อมปัจจุบันของการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เดสก์ทอป ผู้ใช้เครื่อง **Apple (Mac OS)** และเครื่อง **PC (Windows)** จะได้รับประโยชน์จากความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ของโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่น โปรแกรมระบบฐานข้อมูล โปรแกรมการจัดการเอกสาร โปรแกรม **Spreadsheet** และโปรแกรม **E-mail** เป็นต้น จึงทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยตรง ซึ่งในระบบปฏิบัติการ **AppleTalk** จะมี **AppleShare** เป็นตัวช่วยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** สามารถแบ่งปันการใช้ข้อมูลของตนเองกับผู้อื่นได้ ด้วยความสามารถเหล่านี้จึงทำให้ระบบปฏิบัติการ **AppleTalk** มีสมรรถนะการทำงานของระบบเครือข่ายอย่างเต็มรูปแบบ

4.6.2 Vines (Banyan Integrated Network Services)

ระบบปฏิบัติการ **Vines** มีต้นกำเนิดมาจากโปรโตคอล **XNS (Xerox Network System)** ที่ใช้สถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบ **ClientServer** ของบริษัท **Xerox Corporation** ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการ **Banyan Vines** มีความสามารถในการส่งข้อความบนระบบเครือข่ายเป็นลักษณะพิเศษ โดยการรวมซอฟต์แวร์ **Banyan's Intelligent Messaging** และซอฟต์แวร์ **Beyond Mail** ไว้ในระบบปฏิบัติการ นอกจากนี้ **Street Talk Explorer** ของ **Banyan Vine** ยังช่วยในการบริหารจัดการเครือข่ายขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

ในสำนักงานและองค์กรธุรกิจขนาดเล็กเป็นจำนวนมากที่มีความต้องการเพียงระบบเครือข่ายแบบ **Peer-to-Peer** ขนาดเล็ก เพื่อแบ่งปันการใช้ไฟล์และเครื่องพิมพ์เท่านั้น โดยไม่ต้องการการรักษาความปลอดภัยมากนัก ระบบปฏิบัติการ **Vines** จึงนับว่าเป็นระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพระบบหนึ่ง เนื่องจากสามารถสนับสนุนการทำงานของโพรเซสเซอร์ได้มากถึง 4 ตัว จึงทำให้เครื่องแม่ข่ายในระบบมีประสิทธิภาพในการรองรับการร้องขอของเครื่องลูกข่ายในระบบ นอกจากนี้เครื่องลูกข่ายยังสามารถเป็นได้ทั้ง **Windows NT, Windows 95**

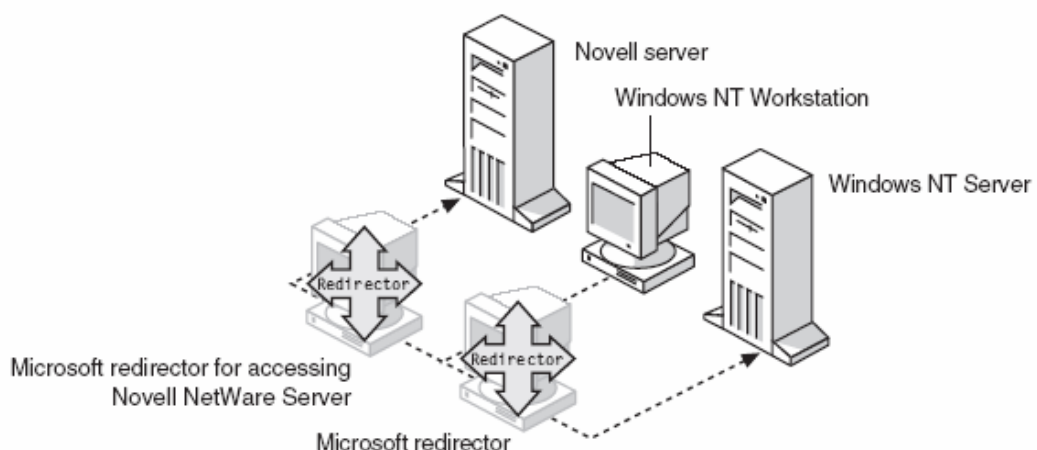
และ Windows 98 การติดต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายในการ access เครื่องปลายทางจะใช้ **Banyan Intranet Connect** โดยมีรูปแบบการติดต่อโดยใช้ **Web Browser** มาตรฐาน สำหรับการติดต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายด้วยกันเองจะใช้โปรโตคอล **TCP/IP** ตามมาตรฐานระบบเครือข่าย

4.7 ระบบปฏิบัติการเครือข่ายในสภาวะแวดล้อมแบบ **Multi-vender**

ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ระบบเครือข่าย จากผู้ผลิตรายต่างๆ เป็นจำนวนมาก ระบบเครือข่ายเกือบทั้งหมดจึงมีลักษณะเป็น **Multi-vender** คุณลักษณะเฉพาะต่างๆ ของระบบเครือข่ายจะมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง เมื่อส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่ใช้ผลิตโดยผู้ขายคนละรายกัน ต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นเมื่อในระบบเครือข่ายเดียวกันมีการใช้ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่แตกต่างกัน เพื่อให้ระบบเครือข่ายมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ระบบปฏิบัติการของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เครื่องไคลเอนท์ และ **Redirector** จะต้องมีการทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม จึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานของภาษาที่จะใช้คู่กัน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบปฏิบัติการเครือข่าย (**NOS**) ต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นมีความสามารถในการทำงานร่วมกัน (**Interoperability**)

4.7.1 ความสามารถในการทำงานร่วมกันของเครื่องไคลเอนท์

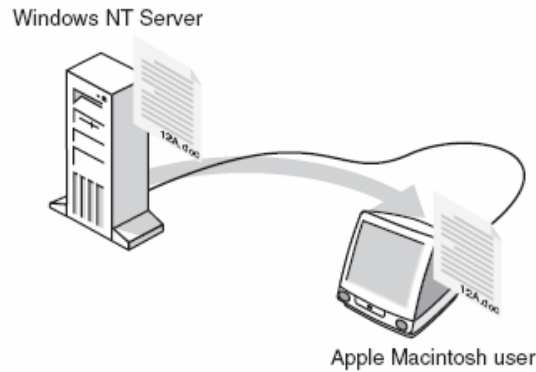
ในสภาพแวดล้อมที่ต้องเกี่ยวข้องกับ **NOS** หลายตัว หัวใจสำคัญในการสร้างความสามารถในการทำงานร่วมกันคือ **Redirector** ดังนั้นในเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายอาจจะจำเป็นต้องมี **Redirector** หลายตัวติดตั้งอยู่ และใช้ **Redirector** ของ **NOS** นั้นๆ เป็นตัวติดต่อกับระบบปฏิบัติการเครือข่ายของตนเอง โดย **Redirector** จะจัดการเฉพาะแพ็กเก็ตข้อมูลที่ถูกส่งมาโดยโปรโตคอลที่รู้จัก เพื่อที่จะจัดส่งแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นไปยังปลายทางได้อย่างถูกต้อง เช่นการที่ลูกข่ายของ **Windows NT** ต้องการที่จะ **access** เข้าไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของ **Novell** ผู้บริหารระบบเครือข่ายจะต้องทำการติดตั้ง **Redirector** ของ **Microsoft** ที่ได้รับการออกแบบมาให้สามารถ **access** เข้าไปยังระบบเครือข่าย **NetWare** ของบริษัท **Novell** ได้ ดังแสดงตามรูปที่ 4 – 13



รูปที่ 4 – 13 Windows NT Workstation ต้องใช้ **Redirector** 2 ตัว

4.7.2 ความสามารถในการทำงานร่วมกันของเครื่องเซิร์ฟเวอร์

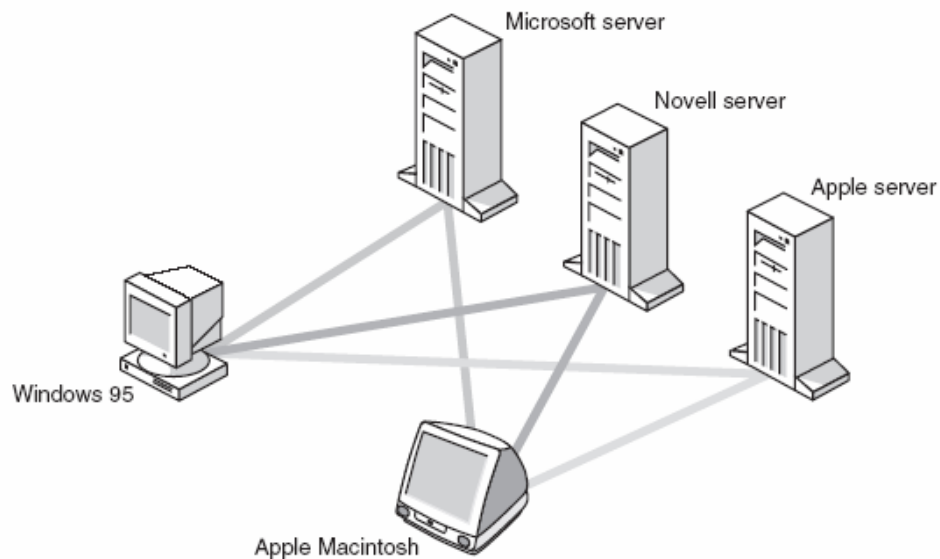
ในการทำให้เครื่องลูกข่ายในระบบเครือข่ายที่แตกต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของอีกระบบหนึ่งได้อีกวิธีหนึ่งคือ การติดตั้งบริการการติดต่อสื่อสารลงบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทั้งสองระบบ ซึ่งจะทำให้สามารถนำเครื่อง **Apple Macintosh** มาใช้ในสถานะแวดล้อมของ **Windows NT** ได้ ด้วยการติดตั้งซอฟต์แวร์ **Service for Macintosh** บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ **Windows NT** ดังแสดงตามรูปที่ 4 – 14



รูปที่ 4 – 14 Service for Macintosh ถูกโหลดลงบน Windows NT Server

4.7.3 ความสามารถในการทำงานร่วมกันของระบบเครือข่าย

บริษัทผู้ผลิตระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่สำคัญมีอยู่ 3 รายคือ **Microsoft**, **Novell** และ **Apple** ซึ่งผู้ผลิตแต่ละรายจะสร้างซอฟต์แวร์ยูทิลิตี้ซึ่งทำให้ระบบปฏิบัติการของตนเองสามารถสื่อสารกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของผู้ผลิตอีก 2 รายได้ โดย **Redirector** เหล่านี้จะรวมอยู่ในซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการของตนเอง และทำให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ของตนเองรู้จักกับเครื่องลูกข่ายของผู้ผลิตอีก 2 ราย จึงทำให้เกิดระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีการทำงานในสถานะแวดล้อมแบบ **Multi-vender** ดังแสดงตามรูปที่ 4 – 15



รูปที่ 4 – 15 ระบบปฏิบัติการทั้ง 3 แบบในสถานะแวดล้อมแบบ Multi-vender

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอธิบายหน้าที่และการทำงานของโปรแกรม **Redirector**
2. จงอธิบายหน้าที่และการทำงานของโปรแกรม **Destination**
3. จงอธิบายหน้าที่และการทำงานของโปรแกรม **Peripheral**
4. จงอธิบายรูปแบบการทำงานแบบ **Multitasking** ทั้ง 2 รูปแบบ
5. **HAL (Hardware Abstraction Layer)** ของระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server** มีหน้าที่อะไร
6. **NT Executive Service** มีส่วนต่างๆ ที่ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการเกี่ยวกับอะไรบ้าง จงอธิบายมาพอสังเขป
7. ระบบปฏิบัติการ **Windows 2000 Server** สนับสนุนระบบไฟล์กี่แบบ อะไรบ้าง จงอธิบายและเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบไฟล์แต่ละแบบ
8. จงอธิบายหน้าที่ของเคอร์เนล (**Kernel**) ในโครงสร้างของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (**UNIX**)
9. หน้าที่สำคัญของเชลล์ (**Shell**) คืออะไร จงอธิบายมาพอสังเขป
10. จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างยูทิลิตี้ (**Utility**) กับแอปพลิเคชัน (**Application**)
11. จงอธิบายโครงสร้างระบบไฟล์ในระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (**Linux**)
12. ข้อดีอย่างหนึ่งของการพัฒนาระบบปฏิบัติการลินุกซ์คือจัดให้มี **X Windows** อยากทราบว่า **X Windows** คืออะไร และมีข้อดีที่แตกต่างจากระบบยูนิกซ์อย่างไร
13. บริการ **NDS (Novell Directory Service)** ของระบบปฏิบัติการ **NetWare** มีข้อดีอย่างไร
14. ระบบปฏิบัติการเครือข่าย **AppleTalk** มีทิศทางในการพัฒนาอย่างไร
15. ความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ (**Interoperability**) ของระบบปฏิบัติการเครือข่ายในสภาพแวดล้อม **Multi-vender** มีความสำคัญอย่างไร

จงเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

16. ระบบปฏิบัติการเครือข่ายแบบ **Multitask** สามารถรองรับ
17. ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่สามารถควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมอร์ โดยไม่ต้องการความร่วมมือจาก **Task** คือ **Multitasking**.
18. **Process** ในการส่งต่อคำร้องขอจะดำเนินการโดย ซึ่งมักจะเรียกว่า **Requester**.
19. ในอดีตระบบปฏิบัติการเครือข่ายคือ ที่ถูกโหลดเข้าไปบนระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์อิสระ (**stand alone**)
20. ในสภาวะแวดล้อมของระบบเครือข่าย จัดให้มีทรัพยากรต่างๆ บนระบบเครือข่าย และซอฟต์แวร์เครื่องลูกข่ายจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสามารถใช้ทรัพยากรเหล่านั้นได้
21. **Redirector** จะทำการ คำร้องขอการใช้บริการไปยังปลายทางที่เหมาะสม
22. การทำงานของ **Redirector** จะเริ่มต้นที่เครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้ใช้ต้องการร้องขอการใช้บริการบนระบบเครือข่ายหรือทรัพยากรระบบเครือข่าย

23. **Redirector** สามารถส่งคำร้องขอไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ _____
24. คำร้องขอการใช้ทรัพยากรจากระยะไกลจะถูกส่งต่อไปยังระบบเครือข่ายโดย _____
25. ระบบปฏิบัติการเครือข่ายส่วนใหญ่จะอนุญาตให้ผู้ใช้ได้รับสิทธิในระดับที่แตกต่างกันในการ _____
26. ผู้ใช้ในกลุ่มเดียวกันจะมี _____ ในระดับเดียวกับที่กำหนดให้กับกลุ่มบัญชีผู้ใช้งาน
27. ในระบบเครือข่าย **Windows** _____ คือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แบ่งปันการใช้ระบบ
ฐานข้อมูลและนโยบายการรักษาความปลอดภัยเดียวกัน
28. ในการตั้งค่าการ **Sharing** บนเครื่องคอมพิวเตอร์ **Windows 2000** คุณจะต้องมีสิทธิในระดับ _____
29. **Windows 2000 Server** สามารถให้การรักษาความปลอดภัยในระดับ **directory-level** และ **file-level**
สำหรับส่วนของดิสก์ที่เป็น _____ แต่จะจะมีเพียง **directory-level Sharing** บนส่วนของดิสก์ที่เป็น

30. **NWLink** คือ **Network Protocol** ที่ช่วยให้ระบบเครือข่าย **Windows** และ **NetWare** _____
31. ในระบบเครือข่าย **Windows** เครื่องลูกข่ายใดๆ สามารถรองรับการพิมพ์โดยทำงานเป็น _____
32. ระบบเครือข่าย **NetWare** ประกอบด้วย _____ และ _____ **application**
33. หากติดตั้งซอฟต์แวร์เครื่องลูกข่ายของ **NetWare** เครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถมองเห็นทรัพยากรบนระบบ
เครือข่าย **NetWare** ได้ราวกับว่า _____
34. เครื่องเซิร์ฟเวอร์ของ **NetWare** สามารถให้บริการกับระบบเครือข่าย **Windows NT** ผ่าน _____
35. ข้อดีของการใช้ระบบปฏิบัติการ **NetWare** คือสามารถใช้งานได้ดีในสภาพแวดล้อมแบบ _____
36. โชนของ **AppleTalk** คือ _____ ของระบบเครือข่ายและทรัพยากรระบบเครือข่าย
37. ในระบบเครือข่าย **UNIX** สามารถนำเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาใช้เป็น _____
38. ระบบเครือข่าย **Banyan Vines** สามารถสื่อสารกับ **Windows NT** ได้โดยใช้โปรโตคอล _____
39. ในสภาพแวดล้อมการใช้ระบบปฏิบัติการแบบ **Multi-vender** มีความจำเป็นต้องหา _____ ซึ่ง
เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดสามารถสื่อสารกันได้
40. เครื่องคอมพิวเตอร์ **Apple** ที่ถูกนำเข้ามาในระบบเครือข่ายภายใต้สภาวะแวดล้อมของ **Windows NT** จะ
สามารถสื่อสารบนระบบเครือข่ายได้โดยการติดตั้ง _____ บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์