

การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์สำหรับโรงเรียน

ดร. ครรชิต มัลย์วงศ์

6 มกราคม 2543

การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ทั้งเหมือนและไม่เหมือนกับการซื้อรถยนต์ เมื่อเราต้องการซื้อรถยนต์เราจะต้องเริ่มด้วยการคิดว่าเราจะนำเอารถยนต์นั้นมาทำอะไร ต้องการใช้บรรทุกสินค้าหรือพืชผลไปขาย หรือ ต้องการใช้เป็นรถยนต์นั่งสำหรับครอบครัว หรือ ต้องการใช้ทั้งเป็นรถยนต์นั่งและให้ผู้อื่นโดยสารหลายคน นั่นก็คือเราจะต้องพิจารณา Requirement หรือความต้องการของตนเองก่อน ต่อจากนั้นเมื่อเรารู้ว่าต้องการรถยนต์แบบไหนแล้วเราก็ค่อยพิจารณาเลือกที่จะซื้อรถยนต์ยี่ห้อไหน รุ่นใหญ่เล็กขนาดไหน แล้วก็พิจารณาคุณสมบัติ และ ส่วนประกอบอื่น ๆ

ในการซื้อคอมพิวเตอร์นั้น ความเหมือนกันอยู่ที่จะต้องกำหนดความต้องการให้ได้ว่าจะเอาคอมพิวเตอร์ไปทำอะไรในโรงเรียน (หรือในงานอื่น ๆ) ถ้าหากเราไม่ทราบว่าจะเอาไปทำอะไรผลลัพธ์ก็คงไม่แน่ชัดที่จะต้องเสียเงินเปล่าเพราะได้เครื่องที่ไม่เหมาะสมกับการใช้ แต่ที่เหลือนั้นอาจจะไม่เหมือนกับการซื้อรถยนต์อีกแล้ว ในโรงเรียนหลายแห่งเราไม่สามารถกำหนดว่าจะซื้อคอมพิวเตอร์ยี่ห้อไหน ๆ ได้ตามความเห็นของเรา เราควรจะต้องพิจารณาเลือกซื้อจากศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่มีขายว่าตรงกับที่เราต้องการมากที่สุดหรือไม่ วิธีการก็คือการทำข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับความต้องการแล้วนำความสามารถของคอมพิวเตอร์แต่ละยี่ห้อมาเปรียบเทียบ

คำแนะนำเกี่ยวกับการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์นั้น มีผู้เขียนเอาไว้มากมายแล้วตามนิตยสารและหนังสือหลายเล่ม สำหรับบทความนี้รายละเอียดก็คงจะไม่แตกต่างไปจากความเห็นอื่น ๆ มากนักจะยกเว้นแต่เพียงข้อกำหนดคุณลักษณะทางด้านเทคนิคอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เพราะได้กำหนดให้เหมาะสมกับช่วงต้นของปี 2000 อย่างไรก็ตามขอให้ระลึกด้วยว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์นั้นเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก ข้อกำหนดคุณลักษณะในบทความนี้อาจจะล้าสมัยเมื่อถึงเดือนมีนาคมหรือในช่วงเดือนต่อ ๆ ไปก็ได้ ท่านผู้อ่านจะต้องพิจารณาตนเอง ข้อที่อาจจะใช้ได้ก็คือคำอธิบายข้อกำหนดคุณลักษณะแต่ละข้อ

องค์ประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ที่เราใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญหลายอย่างที่เรามองไม่เห็นจากภายนอกและไม่คิดว่าจะมีอยู่ภายใน องค์ประกอบเหล่านี้ควบคุมหรือเป็นตัวการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าหากเราไม่สนใจรายละเอียดเหล่านี้ เราอาจจะถูกผู้ขายคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีคุณธรรมหลอกลวงเอาได้

เมื่อเราซื้อคอมพิวเตอร์มาใช้บนโต๊ะทำงานแต่ถ้าพนักงานเดี่ยวเช่นนำมาใช้ในการพิมพ์เอกสาร เราจำเป็นจะต้องมีตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์มาด้วยกัน หากซื้อมาแต่เครื่องคอมพิวเตอร์เฉย ๆ ก็จะไม่สามารถพิมพ์ข้อความหรือเอกสารออกมาได้ แต่ถึงแม้จะมีความพร้อมที่จะทำงาน คอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์นั้นก็ยังคงไม่สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ของผู้อื่นได้ง่ายนัก การส่งเอกสารไปให้ผู้อื่นทำงานต่อจะทำได้ก็โดยการบันทึกเอกสารนั้นลงบนแผ่นดิสก์แล้วส่งแผ่นดิสก์นั้นให้แก่ผู้อื่น เมื่อเขาทำงานเสร็จแล้วเขาก็ส่งแผ่นดิสก์มาให้เราใหม่ วิธีนี้ไม่เหมาะกับการต้องส่งแผ่นดิสก์ไปไกล ๆ หรือ ในกรณีที่ต้องการทำงานร่วมกันทันที

ทางแก้ก็คือจัดระบบคอมพิวเตอร์ให้เป็นเครือข่าย (Network) เครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในโรงเรียนนั้นน่าจะมีอยู่สองแบบ คือ เครือข่ายขนาดเล็กหรือเครือข่ายแลน (LAN ย่อจาก Local Area Network) และ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)

เครือข่ายแลนมักจะประกอบด้วยเครื่องแม่ข่าย (Server) และ เครื่องลูกข่าย (Client) หลายเครื่องเชื่อมต่อกันผ่านสายเคเบิล วิธีการเชื่อมต่อนี้ได้หลายแบบแต่จะไม่กล่าวถึงในที่นี้

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาจจะประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายที่ทั้งระบบสามารถเชื่อมต่อออกไปสู่ภายนอกโรงเรียนก็ได้ หรือ อาจจะเป็นเพียงเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวที่ต่อกับโมเด็ม (Modem) และ ระบบโทรศัพท์ที่สามารถต่อเข้าไปหาผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตก็ได้ รายละเอียดเหล่านี้จะไม่กล่าวถึงเช่นกัน

เรื่องที่จะกล่าวถึงในช่วงเวลาจำกัดก็คือรายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์บางประการที่อาจารย์และผู้บริหารโรงเรียนควรจะทราบ

หน่วยประมวลผลกลาง

คนจำนวนมากนิยมเรียกคอมพิวเตอร์ว่า *สมองกล* คำว่า *สมองกล* นี้ความจริงไม่มีคำนิยามที่ชัดเจนหากเป็นคำที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปเท่านั้น แต่ก็มียุ่อย่างหนึ่งที่ทำให้เราพอจะนึกคิดขึ้นมาได้ว่าคอมพิวเตอร์ต้องมีแบบพิเศษที่ไม่เหมือนสมองของพวกเราโดยทั่วไป ส่วนคำว่า *กล* นี้ก็อีกเช่นกันคือไม่ได้หมายความว่า เป็นอุปกรณ์กลไก แต่มีลักษณะที่ทำงานโดยอัตโนมัติมากกว่า ดังนั้นพอพูดว่าคอมพิวเตอร์เป็น *สมองกล* ก็พอจะเข้าใจได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เหมือนสมองและทำงานโดยอัตโนมัติ

สมองของมนุษย์เรานั้นมีหน้าที่หลายอย่าง แต่เมื่อพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ก็อาจบอกได้ว่าทำงานสำคัญสองอย่างด้วยกัน คือ จำเรื่องราวต่าง ๆ และ ควบคุมสั่งการอวัยวะทั้งหลายของร่างกาย การทำงานของสมองมนุษย์นั้นรวดเร็วมากในบางเรื่องและช้าในอีกหลาย ๆ เรื่อง เมื่อเรามองเห็นคนเดินเข้ามา หรือ เห็นรูปถ่ายของใครบางคน เราอาจบอกได้ทันทีว่านั่นคือใครเป็นญาติพี่น้องของเราชื่ออะไร หรือเป็นนายกรัฐมนตรีเพราะเป็นข่าวให้เห็นอยู่เสมอ แบบนี้คือความเร็วในการทำงานของสมองในแบบ *จำได้หมายรู้* เมื่อเราได้ยินเสียงคนพูด เรารู้ทันทีว่าเขากำลังพูดว่า

อะไร นี่ก็เป็นความสามารถอันมหัศจรรย์ของสมอง แต่ถ้าหากเราต้องการบวกเลขแปดหลัก สิบจำนวน เราจะหาคำตอบได้ช้ามาก ยิ่งถ้าเอาผลลัพธ์มาหาค่าเฉลี่ยด้วยแล้วยิ่งจะช้ามากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะการมองเห็น ได้ยินเสียง ลิ้มรส ได้กลิ่น หรือรับสัมผัสทางกายอะไรเหล่านี้ล้วนเป็นความรู้สึกหรือสัมผัสที่เป็นธรรมชาติสำหรับชีวิตคนทุกคน และธรรมชาติได้ให้ความสามารถนี้มาให้เราโดยเราไม่ต้องรู้ว่าสิ่งที่เราจำหน้าใครบางคนได้นั้นเกิดจากกรรมวิธีอย่างไรในสมอง แต่การคำนวณเลขไม่ใช่เรื่องที่เป็นธรรมชาติสำหรับมนุษย์ เราต้องบวกลบคูณหารเลขไปตามขั้นตอนที่เป็นมาตรฐานดังนั้นการคิดคำนวณจึงช้า ในทางกลับกันคอมพิวเตอร์ได้รับการออกแบบมาเพื่อการคำนวณ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงคำนวณเลขต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วยิ่ง แต่ไม่สามารถทำงานแบบจำหน้าใครต่อใครได้อย่างรวดเร็วเหมือนคน

ในคอมพิวเตอร์นั้นเราแยกส่วนที่เป็นส่วนควบคุมอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และทำงานคำนวณต่าง ๆ ออกเป็นส่วนหนึ่ง และแยกส่วนที่ทำหน้าที่บันทึกจดจำคำสั่งหรือเรื่องราวต่าง ๆ เอาไว้เป็นส่วนหนึ่ง

ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์และการคำนวณนี้เรียกว่าเป็นหน่วยประมวลผล (Processor) หรือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit หรือ CPU)

คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่นิยมใช้ตามสถานศึกษาต่าง ๆ นั้นมีอยู่สองประเภทคือ คอมพิวเตอร์ตระกูลแมคอินทอชของบริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์ และ คอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าพีซี ซึ่งมีผู้ผลิตขายทั่วโลกนับร้อย ๆ ยี่ห้อ คอมพิวเตอร์ตระกูลแมคอินทอชนั้นเป็นที่ชื่นชอบของสถาบันการศึกษาระดับสูงในสหรัฐอเมริกาและที่อื่น ๆ มาก แต่ราคาที่ย่อมเยาและการขาดแรงสนับสนุนในด้านการผลิตอุปกรณ์ประกอบทำให้เครื่องตระกูลนี้มีส่วนแบ่งตลาดน้อยมาก และปัจจุบันได้รับความนิยมเฉพาะในกลุ่มสำนักพิมพ์มากกว่าในกลุ่มอื่น ๆ

สำหรับในที่นี้จะอธิบายเฉพาะคุณลักษณะด้านเทคนิคของคอมพิวเตอร์ในกลุ่มพีซีเท่านั้น หน่วยประมวลผลกลาง หรือ CPU ของเครื่องในกลุ่มพีซีนั้นเดิมทีมีแต่ชิปที่ผลิตโดยบริษัทอินเทลเท่านั้น ต่อมาเมื่อมีผู้ผลิตชิปอื่น ๆ ออกมาจำหน่ายมากขึ้น เช่นบริษัท AMD และ Cyrix นอกจากนั้นบริษัทคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่ผลิตชิปใช้เองก็ยังออกแบบให้ชิปของตนทำงานเหมือนกับชิปของอินเทลด้วยเพราะต้องการให้คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบนั้นใช้ซอฟต์แวร์ที่จัดทำขึ้นสำหรับชิปอินเทลได้ด้วย

การทำงานของหน่วยประมวลผลกลางนั้นเกิดขึ้นด้วยการเรียกคำสั่งที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำมาแปลความหมายแล้วดำเนินการตามคำสั่งนั้น เช่นเรียกคำสั่ง (ขอให้นี้ภาพของเครื่องคิดเลข) สำหรับลบ (Clear) จอแสดงผล มาแปลความหมายแล้วก็ลบตัวเลขที่ค้างบนจอ จากนั้นก็เรียกคำสั่งป้อนค่าตัวตั้ง 53 เข้าไปในหน่วยสะสมผลลัพธ์ พอแปลได้แล้วก็ดำเนินการบันทึกเลข 53 เข้าไปตามคำสั่ง ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปจนจบชุดคำสั่งทั้งหมด

การทำตามคำสั่งนี้ต้องอาศัยวงจรอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่อยู่ใน CPU และ การทำงานของของวงจรต่าง ๆ จะต้องประสานให้เข้าจังหวะกันเป็นอย่างดี การจัดจังหวะประสานนี้อาศัยสัญญาณพิกภายในซึ่งสมัยแรกสร้างพีซีใช้ใหม่ ๆ นั้นมีความเร็วเพียง 4.77 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) แต่สำหรับในช่วงปี 2000 นี้ ความเร็วที่แนะนำคือ อย่างน้อย 550 MHz

สำหรับตัวประมวลผลที่ควรเลือกใช้นั้นจะเป็นยี่ห้อใดก็ได้ เพราะมีทั้งรุ่นและหมายเลขต่าง ๆ หลายระดับ ความแตกต่างกันก็พอจะมีอยู่บ้าง ใครจะเลือกยี่ห้อไหนก็สุดแต่ใจรัก ขอเพียงให้กำหนดความเร็วของสัญญาณพิกไว้ให้ชัดเจนก็แล้วกัน

สรุปข้อกำหนด

1. หน่วยประมวลผลกลางซึ่งทำงานที่ความเร็วของสัญญาณพิกไม่น้อยกว่า 550 MHz

หน่วยความจำ

สมองส่วนที่สองของคอมพิวเตอร์ก็คือหน่วยความจำซึ่งในตัวเครื่องพีซีนี้อยู่แยกต่างหากจาก CPU ความจริงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เราแบ่งหน่วยความจำเป็นระดับต่าง ๆ ตามความเร็วของการทำงานซึ่งก็คือความเร็วในการอ่านคำสั่งและข้อมูลจากหน่วยความจำแล้วส่งไปยัง CPU

หน่วยความจำระดับที่เร็วที่สุดก็คือระดับหน่วยความจำภายใน CPU ซึ่งได้แก่หน่วยเก็บผลลัพธ์ของการคำนวณต่าง ๆ (เรียกว่า Register) หน่วยความจำระดับนี้มีน้อยมากเพราะใช้สำหรับการคำนวณประมวลผลและเก็บผลลัพธ์เท่านั้น ระดับที่สองก็คือหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งและข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป หน่วยความจำระดับนี้นิยมเรียกว่าหน่วยความจำหลัก (Main memory) ซึ่งสำหรับเครื่องพีซีมีอยู่สองแบบคือ ROM (Read Only Memory) หรือ หน่วยความจำอ่านอย่างเดียว และ RAM (Random Access Memory) หรือหน่วยความจำชนิดเขียนได้ลบได้ หน่วยความจำระดับที่สามคือหน่วยความจำภายนอกซึ่งใช้วิธีเก็บคำสั่งและข้อมูลบนสื่อบันทึกทั้งชนิดที่ตายตัวและที่หยิบถือไปไหนมาไหนได้อาทิ อุปกรณ์จานแม่เหล็กแบบแข็งหรือฮาร์ดดิสก์ อุปกรณ์อ่านและบันทึกแผ่นดิสเก็ตต์ อุปกรณ์อ่านแผ่นซีดีรอม อุปกรณ์อ่านแผ่นดีวีดี โดยทั่วไปแล้วอาจกล่าวได้ว่า หน่วยความจำระดับที่หนึ่งทำงานได้เร็วที่สุด และ ระดับที่สามช้าที่สุด ความเร็วนี้ก็คือความเร็วในการอ่านคำสั่งและข้อมูลจากหน่วยความจำนี้เอง

ยังมีหน่วยความจำอีกแบบหนึ่งคือ หน่วยความจำแคช (Cache) เป็นหน่วยความจำที่ออกแบบให้อยู่ระหว่างหน่วยความจำหลักกับเรจิสเตอร์ ทำหน้าที่เหมือนเป็นถาดสำหรับบรรจุข้อมูลหรือคำสั่งทีละมาก ๆ เพื่อส่งมาให้ซีพียูได้รวดเร็วกว่าการส่งข้อมูลและคำสั่งทีละชุดเดียวหรือคำสั่งเดียว

หน่วยความจำระดับเรจิสเตอร์นั้นเรากำหนดไม่ได้เพราะเขาออกแบบไว้ตายตัวแล้ว แต่หน่วยความจำหลักนั้นเรากำหนดขนาดความจุได้ โดยทั่วไปเรารู้ว่าหากนักเรียนคนใดมีความจำดี

จำอะไรได้มาก ก็มักจะเรียนเก่ง ในทำนองเดียวกันหากคอมพิวเตอร์มีหน่วยความจำหลักขนาดใหญ่ก็มักจะสามารถในการทำงานดีกว่าคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำขนาดเล็ก ดังนั้นเราจึงควรกำหนดหน่วยความจำหลักให้มีขนาดใหญ่พอที่จะทำงานได้ สำหรับตั้งแต่ต้นปี 2000 นี้เป็นต้นไป เราควรกำหนดให้หน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 64 เมกะไบต์ (64 MB)

หน่วยความจำหลักนี้เขาทำมาเป็นชิปขนาดเล็กมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีขาสองข้าง ลักษณะเหมือนขาตั้งก็เอ้าลงมาเสียบอยู่ในช่องเสียบบนแผ่นวงจรความจำ เวลานี้การติดตั้งหน่วยความจำหลักไม่ใช่วิธีติดทีละชิปลงบนแผงวงจรหลักแล้ว แต่นำเอาชิปหน่วยความจำมาติดตรึงบนแผงหน่วยความจำหลักอีกชุดหนึ่งเรียกว่าเป็นโมดูลหน่วยความจำ โมดูลนี้มีสองแบบคือแบบ SIMM (ย่อจาก Single Inline Memory Module) และ DIMM (ย่อจาก Dual Inline Memory Module) ความแตกต่างระหว่าง SIMM กับ DIMM นั้นมีอยู่หลายอย่างด้วยกัน แต่จะไม่นำมาอธิบายในที่นี้

หน่วยความจำที่ทำเป็นโมดูลแบบ DIMM หรือ SIMM นี้จะต้องนำมาติดตั้งบนแผงวงจรหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยนำแผงโมดูลมากดลงในช่องเสียบ (Socket) ที่จัดเตรียมไว้ โดยที่หน่วยความจำราคาแพงในช่วงแรกเราจึงไม่จำเป็นต้องซื้อหน่วยความจำมากเกินไป หากในอนาคตเราต้องการมีหน่วยความจำมากขึ้น เราค่อยซื้อโมดูลหน่วยความจำมาเพิ่ม นั่นหมายความว่าเราจำเป็นต้องมีช่องเสียบว่าง ๆ รอไว้สำหรับใส่เสียบโมดูลหน่วยความจำที่จะเพิ่มขึ้น และเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อคอมพิวเตอร์ขยายหน่วยความจำได้แล้วจะใช้งานได้จริง ก็ต้องกำหนดด้วยว่าคอมพิวเตอร์จะต้องขยายหน่วยความจำได้ถึงระดับที่เราต้องการ

หน่วยความจำหลักที่กล่าวถึงข้างต้นนี้เป็นประเภทแรม (RAM) ซึ่งมีผู้พัฒนาขึ้นหลายแบบด้วยกัน จะขอนำเอาเพียงบางแบบมาเล่าสู่กันฟังในที่นี้

- DRAM หรือ Dynamic RAM เป็นชิปหน่วยความจำที่รู้จักกันมากที่สุดและราคาถูกที่สุดแต่ก็ทำงานช้าที่สุดเช่นกัน หน่วยความจำชนิดนี้ใช้แคแพซิเตอร์ซึ่งสามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ประหนึ่งเป็นข้อมูลเลข 0 กับ 1 แต่แคแพซิเตอร์สามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ได้เพียงช่วงสั้น ๆ เพียงไม่กี่หน้่งในพันล้านวินาที ดังนั้นจึงต้องมีวงจรสำหรับปรับประจุไฟฟ้าให้กลับเหมือนเดิมอยู่ตลอดเวลา การปรับนี้เรียกว่า refresh และการที่ต้องคอยปรับตลอดเวลาจึงทำให้เรียกหน่วยความจำชนิดนี้ว่า Dynamic RAM
- SRAM หรือ Static RAM เป็นชิปหน่วยความจำที่ไม่ต้องคอยปรับประจุไฟฟ้าเหมือน Dynamic RAM และมีความเร็วในการทำงานมากกว่า DRAM ถึงสี่เท่า โดยทั่วไป SRAM มีขนาดใหญ่กว่าหน่วยความจำแบบอื่น ๆ มากดังนั้นจึงมีที่ใช้ค่อนข้างจำกัดในอุปกรณ์บางอย่างเท่านั้น
- EDORAM หรือ Extended Data Out RAM เป็นชิปหน่วยความจำที่ทำงานได้เร็วกว่าชิปแบบอื่น ๆ เพราะสามารถเขียนและอ่านข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ของชิปได้พร้อมกัน

แม้ว่า EDORAM จะเร็วกว่า DRAM ถึง 40 % แต่ก็ทำงานได้ดีเฉพาะกับสายบัสที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลเพียง 66MHz เท่านั้น ในขณะที่ซีพียูของเครื่องพีซีทั่วไปทำงานด้วยความเร็วมากกว่านี้

- SDRAM หรือ Synchronous Dynamic RAM เป็นชิปหน่วยความจำที่มีความเร็วมากกว่า EDORAM และสามารถเข้ากับสายบัสที่มีความเร็วถึง 100MHz ได้ ราคาของชิปประเภทนี้จึงค่อนข้างแพง การที่เรียกว่า Synchronous เป็นเพราะชิปชนิดนี้ทำงานสัมพันธ์กับความเร็วของสัญญาณนาฬิกา นั่นคือทำงานด้วยความเร็วเดียวกันกับของซีพียู

สรุปข้อกำหนด

2. หน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 64 MB
 - 2.1 เป็นหน่วยความจำแบบ SDRAM ชนิด SDRAM-100MHz หรือดีกว่า
 - 2.2 ต้องมีช่องเสียบ (slot) วางเหลือไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนช่องเสียบที่มีทั้งหมด
 - 2.3 สามารถรองรับการขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 256 MB
3. มีหน่วยความจำแคช (Secondary or External Cache) ไม่น้อยกว่า 512 KB

อุปกรณ์บันทึกและอ่านข้อมูล

หน่วยความจำหลักที่กล่าวไปถึงข้างต้นนั้นมีลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งคือหากไฟฟ้ากระพริบ ไฟฟ้าดับ หรือปิดเครื่องเมื่อใด ข้อมูลและคำสั่งที่เก็บไว้จะหายไปหมด ดังนั้นจึงไม่ใช่หน่วยความจำที่ถาวรสำหรับเก็บข้อมูลเอาไว้ไม่ให้อันตรายหายไป หรือเพื่อการส่งต่อไปให้ผู้อื่น หน่วยความจำที่สามารถบันทึกข้อมูลและคำสั่งเก็บไว้ได้อย่างถาวรหรือเก็บไว้จนกว่าจะได้รับคำสั่งให้ลบหรือบันทึกทับนั้นมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน เครื่องพีซีที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้มักจะมีอุปกรณ์บันทึกข้อมูลและคำสั่งสำหรับเก็บไว้ใช้งานอย่างถาวรถึงสามแบบด้วยกัน

แบบแรกก็คือหน่วยขั้วจานแม่เหล็กแบบฮาร์ดดิสก์ อุปกรณ์ชนิดนี้มีลักษณะเป็นกล่องบรรจุจานแม่เหล็กที่หมุนด้วยมอเตอร์ และมีหัวอ่าน/บันทึกอยู่ข้างในพร้อมสรรพ จานแม่เหล็กนี้บนผิวฉาบสารแม่เหล็กที่อาจถูกแปรเปลี่ยนให้มีความเข้มของสนามแม่เหล็กให้แทนรหัสตัวอักษรและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้ เมื่อบันทึกข้อมูลลงบนจานแม่เหล็กแล้วข้อมูลนั้นจะอยู่อย่างนั้นตลอดไปจนกว่าจะมีการบันทึกทับ เมื่อแรกที่บริษัทไอบีเอ็มผลิตเครื่องพีซีรุ่นแรก ๆ ออกมาจำหน่ายนั้นได้ออกแบบฮาร์ดดิสก์ให้มีขนาดความจุเพียง 20 ล้านไบต์เท่านั้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปก็ค่อย ๆ พัฒนาทางด้านฮาร์ดดิสก์ได้ก้าวหน้าไปมาก ปัจจุบันมีผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ขนาดเล็กที่มีความจุมหาศาลหลายพันล้านไบต์ได้แล้ว (หนึ่งพันล้านไบต์เรียกว่า 1 กิกะไบต์) สำหรับโรงเรียนนั้นก็มีค่า

ถามว่าเราควรใช้ฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุขนาดไหน หรือ ไม่จำเป็นต้องมีเลย การไม่มีฮาร์ดดิสก์เลยนั้นเป็นไปได้แล้ว ส่วนความจุขึ้นอยู่กับการใช้งาน หากจะซื้อมาให้ผู้บริหารหรืออาจารย์ใช้ก็ควรกำหนดให้มีความจุมากสักหน่อย แต่ถ้าหากให้นักเรียนใช้ก็อาจจะใช้ขนาดความจุที่น้อยหน่อยได้ ในที่นี้ผมขอเสนอให้กำหนดขนาดของฮาร์ดดิสก์สัก 4 กิกะไบต์ก็เกินพอแล้ว

อุปกรณ์ต่อมาก็คือ หน่วยขับแผ่นดิสเกตต์ (Diskett drive) หน่วยนี้ก็ยังเถียงกันอยู่ว่าควรให้มีในเครื่องที่จะให้นักเรียนใช้หรือไม่ เพราะดิสเกตต์เป็นช่องทางที่ทำให้คอมพิวเตอร์ติดไวรัสตัวร้ายได้อย่างสะดวกมาก แต่ถ้าไม่มีดิสเกตต์การทำงานก็ยุ่งยากหน่อย และระบบควรจะเป็นเครือข่ายเพื่อให้สามารถป้อนโปรแกรมมาบรรจุในฮาร์ดดิสก์ได้ง่ายขึ้น ในที่นี้ผมเสนอให้มีหน่วยขับแผ่นดิสเกตต์สักหนึ่งหน่วยก็แล้วกัน และไม่ต้องเลือกมากเพราะหน่วยขับชนิดนี้จะบันทึกและอ่านข้อมูลบนแผ่นดิสเกตต์ขนาด 3.5 นิ้ว และมีความจุประมาณ 1.44 เมกะไบต์เป็นส่วนใหญ่ อันที่จริงปัจจุบันมีผู้พัฒนาแผ่นดิสเกตต์ขนาดความจุสูงขึ้นมาใช้แล้ว มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นดิสเกตต์ทั่วไป และนิยมเรียกกันทั่วไปว่า Zip Disk ปัญหาก็คือแผ่นดิสเกตต์เหล่านี้ไม่ได้รับการกำหนดให้เป็นมาตรฐาน เมื่อต่างบริษัทต่างคิดค้นขึ้นมาก็เลยทำให้เกิดรูปแบบและความจุต่างกัน ทำให้ใช้ร่วมกันไม่ได้ หากจำเป็นต้องสร้างแฟ้มขนาดใหญ่ ๆ จะไปหาซื้อมาใช้ภายหลังก็ไม่ใช่เป็นไร แต่ในช่วงแรกนี้อาจจะยังไม่ต้องกำหนด

อุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งก็คือหน่วยขับซีดีรอม หน่วยขับที่ใช้กันอยู่ส่วนมากทำหน้าที่อ่านเพราะคำว่าซีดีรอม (CD-ROM) ก็บอกอยู่แล้วว่าเป็นสื่อสำหรับการอ่านอย่างเดียว นั่นก็คือแผ่นซีดีรอมที่มีผู้จัดทำโปรแกรมบทเรียน หรือ เนื้อหาสาระน่ารู้ต่าง ๆ ออกมาขายนั้น เป็นแผ่นที่เราสามารถใช้อ่านข้อความมาแสดงบนจอภาพหรือใช้ฟังเสียงอย่างเดียวเท่านั้น จะไปอัดข้อความบันทึกลงไปบนแผ่นนั้นอีกไม่ได้

หน่วยขับซีดีรอมที่ผลิตกันมาแต่แรกนั้นทำงานได้ค่อนข้างช้า ต่อมาก็มีผู้ผลิตหน่วยขับที่สามารถทำงานได้เร็วมากขึ้นออกมาจำหน่ายมากขึ้น ปัจจุบันหน่วยขับซีดีรอมที่มีขายอยู่นั้นมีความเร็วตั้งแต่ 32 เท่าถึง 40 เท่า ในที่นี้ขอเสนอให้ซื้อแบบ 40 เท่า ซึ่งเขียนว่า 40x

ในตอนแรกที่ผลิตซีดีรอมออกจำหน่ายนั้นก็คิดกันว่าจะให้อ่านอย่างเดียวดังได้กล่าวมาแล้ว ต่อมาก็มีเสียงเรียกร้องให้มีแผ่นซีดีชนิดที่อัดข้อมูลลงไปได้ด้วย ดังนั้นจึงเกิดแผ่นซีดีอาร์ (CD-R หรือ CD – Recordable) ออกจำหน่ายให้ผู้ต้องการนำไปใช้อัดข้อมูลและคำสั่ง เมื่ออัดแล้วก็สามารถนำมาให้หน่วยขับซีดีรอมอ่านได้ การอัดข้อมูลลงบนแผ่นซีดีอาร์นั้นจะต้องอาศัยหน่วยบันทึกซีดีอาร์อีกหน่วยหนึ่ง จะใช้หน่วยขับซีดีรอมไม่ได้เพราะทำหน้าที่อ่านอย่างเดียว ในที่นี้ยังไม่เสนอแนะให้กำหนดว่าจะต้องใช้เครื่องบันทึกซีดีอาร์ หากต้องการในอนาคตก็ค่อยดำเนินการจัดซื้อเพิ่มเติมได้

สรุปข้อกำหนด

4. มีหน่วยจับจานแม่เหล็ก (Hard Disk) ความจุไม่น้อยกว่า 4 GB จำนวน 1 หน่วย
5. มีหน่วยจับแผ่นดิสเก็ตต์ขนาด 3.5 นิ้ว ชนิดความจุไม่น้อยกว่า 1.44 MB จำนวน 1 หน่วย
6. มีหน่วยจับซีดีรอม ความเร็วไม่ต่ำกว่า 40 เท่า (40X) ของมาตรฐาน

ช่องเสียบและพอร์ต

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในปัจจุบันสามารถติดตั้งอุปกรณ์รอบข้าง (peripherals) ต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยรับข้อมูลและแสดงผลได้หลายชนิด แต่การที่จะติดตั้งอุปกรณ์เหล่านั้นจำเป็นต้องมีช่องทางที่จะต่อสายเคเบิลเชื่อมโยงอุปกรณ์เหล่านั้นกับตัวเครื่องได้ ช่องทางที่จะต่อนั้นก็คือนช่องเสียบ (slot) และ พอร์ต (port) ต่าง ๆ นี้เอง

ช่องเสียบแบบ slot นั้นติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลักของเครื่อง ทำหน้าที่สำหรับใช้ติดตั้งแผงวงจรต่าง ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมให้กับเครื่อง ช่องเสียบนี้ควรมีจำนวนมากพอที่จะเพิ่มเติมนวจรต่าง ๆ ในอนาคตได้ ปัจจุบันนี้เรานิยมกำหนดช่องเสียบให้เป็นแบบ PCI และ/ หรือ PCI/ISA (Share) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 slot และ เป็นช่องเสียบประเภท AGP อีก 1 slot ประเภทของช่องเสียบนี้เป็นเรื่องทางเทคนิคซึ่งขอยกเว้นไม่นำมาอธิบายในที่นี้

สำหรับ Port นั้นเป็นช่องทางสำหรับใช้เสียบสายเคเบิลที่ต่อมาจากอุปกรณ์รับข้อมูลและแสดงผล พอร์ตที่ควรมีได้แก่พอร์ตแบบขนาน (parallel port) จำนวน 1 พอร์ต สำหรับใช้ต่อเชื่อมกับเครื่องพิมพ์ทั่วไป และ พอร์ตแบบอนุกรม (serial port) จำนวน 1 พอร์ต สำหรับใช้ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อย่างเช่น เมาส์

สรุปข้อกำหนด

7. มีช่องเสียบ (slot) สำหรับติดตั้งแผงอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 4 slot โดยจะต้องเป็นแบบ PCI และ/หรือ PCI/ISA(share) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 slot และเป็นแบบ AGP อย่างน้อย 1 slot
8. มีพอร์ตแบบขนานจำนวน 1 พอร์ต และ พอร์ตแบบอนุกรมจำนวน 1 พอร์ต

จอภาพ และ หน่วยควบคุมจอภาพ

อุปกรณ์สำหรับแสดงผลที่ใช้กันมากในเวลานี้ก็คือจอภาพซึ่งมีลักษณะเหมือนจอภาพโทรทัศน์ แต่เป็นจอภาพที่มีความละเอียด และไม่เจิดจ้ามากเหมือนจอโทรทัศน์ จอภาพนั้นมีหลายขนาด หากจอภาพมีขนาดใหญ่ก็จะดีสำหรับงานกราฟิกส์ แต่ราคาจะสูง ปัจจุบันนิยมใช้จอภาพขนาด 15 นิ้ว โดยทั่วไปเรากำหนดจอภาพที่ต้องการให้มีความละเอียดได้สูงมากแล้วในเวลานี้ นั่นคือได้สูงถึง 1280X1024 จุดในแบบ non-interlaced นั้นหมายความว่าหากนับจุดภาพทางขวางจะได้

ถึง 1280 จุด แต่ถ้านับตามแนวตั้งจะได้ 1024 จุด นอกจากนั้นเรายังต้องกำหนดให้จุดภาพแต่ละจุดมีระยะห่างระหว่างกัน (dot pitch) ไม่เกิน 0.28 มิลลิเมตร เพื่อให้ภาพที่ปรากฏมีความเนียนเรียบ

การแสดงผลภาพบนจอขึ้นจากการที่จอภาพยิงรังสีมาตกกระทบบนจุดภาพซึ่งสามารถแสดงแม่สีได้สามสี การที่เกิดเป็นสีต่าง ๆ นั้นเป็นเพราะใช้วิธียิงแม่สีต่างสีกัน จุดภาพบนจอขึ้นจากการสแกนรังสีตามแนวนอนจากบนลงล่างอย่างรวดเร็ว เมื่อจุดภาพสว่างแล้วก็จะดับไปอย่างรวดเร็วเช่นกัน ดังนั้นจอภาพจึงต้องสแกนรังสียิงให้เกิดจุดภาพต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วจากบนลงล่าง เราเรียกกรรมวิธีนี้ว่า การ refresh จุดภาพ สำหรับคำว่า non-interlaced นั้นหมายความว่า จอภาพจะฉายรังสีเส้นแต่ละเส้นบนจอภาพต่อเนื่องไปจากส่วนบนจนถึงส่วนล่างแล้วกลับไปแสดงซ้ำใหม่อย่างรวดเร็ว ถ้าหากเป็นจอแบบ interlaced การแสดงผลภาพจะใช้วิธีฉายรังสียิงให้เกิดภาพบนจอสลับกัน ครั้งแรกแสดงเส้นคี่จากบนลงล่างแล้วครั้งที่สองจึงแสดงผลภาพเส้นคู่ จอแบบ non-interlaced จะได้ภาพที่นิ่งดีกว่า

นอกจากการกำหนดคุณลักษณะด้านเทคนิคของการแสดงผลภาพแล้ว เรายังนิยมกำหนดคุณลักษณะด้านการประหยัดพลังงานตามมาตรฐาน VESA DPMS ความปลอดภัยตามมาตรฐานแบบ MPR-II มาตรฐานนี้มาจากการที่จอภาพได้ปล่อยรังสีที่ไม่ต้องการออกมาเรียกว่า ELF (Extremely Low Frequency) ซึ่งที่จริงก็ยังไม่ทราบแน่ชัดว่ามันทำให้เกิดอันตรายอะไรบ้าง แต่เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานจึงได้กำหนดให้ใช้มาตรฐาน MRP II ซึ่งทางประเทศสวีเดนกำหนดขึ้นและถือว่าเป็นระดับที่ปลอดภัยมาก รังสีที่อาจมีอันตรายนี้ปกติจะปล่อยออกจากด้านหลังและด้านข้างของจอภาพ ดังนั้นหากเรานั่งห่างจากจอภาพพอสมควร และ พยายามอย่าไปประจันหน้ากับด้านหลังของจอภาพของใครแล้วก็จะปลอดภัย หากใช้พีซีหลายเครื่องในสำนักงาน เราก็ควรจะอยู่ห่างจากด้านข้างของจอภาพของคนอื่นอย่างน้อย 1.20 เมตร

นอกจากนี้ทางด้านจอภาพยังกำหนดให้ทำงานในแบบ Plug and Play ด้วย นั่นหมายความว่าเราสามารถนำจอภาพนี้มาเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้ทันที ไม่ต้องบรรจุโปรแกรมสำหรับควบคุมจอภาพลงไปอีก อย่างไรก็ตาม เรายังคงต้องใช้หน่วยควบคุมจอภาพซึ่งเป็นแผงวงจรพิเศษสำหรับควบคุมการทำงานของจอภาพด้วย

หน่วยควบคุมนี้ใช้สำหรับรับข้อมูลภาพหรือผลลัพธ์ที่ต้องการให้ปรากฏบนจอภาพแล้วสร้างภาพไว้ในหน่วยความจำของตนเองก่อนจะฉายขึ้นบนจอภาพ ดังนั้นหน่วยควบคุมนี้จึงต้องมีหน่วยความจำอยู่ในตัวด้วย อย่างน้อยต้องไม่ต่ำกว่า 8 MB และตัวหน่วยควบคุมต้องเป็นแบบ 64 บิตเป็นอย่างต่ำ แผงวงจรหน่วยควบคุมจอภาพนั้นมีหลายประเภท แต่ประเภทที่นิยมใช้กันอยู่ในขณะนี้คือแบบ Super VGA (คำว่า VGA ย่อมาจาก Video Graphic Array)

ข้อกำหนดคุณลักษณะ

9. มีจอภาพสีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว เป็นแบบ Super VGA

- 9.1 สามารถแสดงภาพที่มีความละเอียดสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1280X1024 จุดในแบบ Non-interlace มีระยะห่างของจุดภาพ (dot pitch) ไม่เกิน 0.28 มิลลิเมตร
 - 9.2 มีระบบจัดการพลังงานตามมาตรฐาน VESA DPMS
 - 9.3 มีความปลอดภัยด้านรังสีตามมาตรฐาน MPR-II
 - 9.4 สนับสนุนการทำงานแบบ Plug-and-play
10. มีหน่วยควบคุมจอภาพแบบ 64 บิตหรือสูงกว่า สนับสนุนการทำงานแบบ Plug and play และ มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8MB

แผงแป้นพิมพ์และเมาส์

แผงแป้นพิมพ์เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับป้อนข้อมูลและคำสั่งเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ชนิดนี้ใช้กันมานานแล้ว และคาดว่าจะยังคงใช้กันต่อไปอีกนานเพราะสะดวกดี ดังนั้นผู้ที่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ให้ได้ดียิ่งควรฝึกฝนใช้แผงแป้นพิมพ์ให้คล่อง ทางที่ดีควรหัดพิมพ์สัมผัสให้ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ต่อจากนั้นชีวิตจะมีความสุขมากขึ้นเวลาใช้คอมพิวเตอร์

แป้นพิมพ์ทุกแป้นเป็นควมพิมพ์ตัวอักษรไทยและอังกฤษเอาไว้ตายตัว บางเครื่องยกมาจากต่างประเทศโดยตรง ดังนั้นจึงมีแต่เฉพาะตัวอักษรภาษาอังกฤษปรากฏบนแป้นพิมพ์ จากนั้นผู้ขายก็นำมาติดสติ๊กเกอร์เป็นตัวอักษรภาษาไทยด้วย แต่วิธีนี้ไม่ดีเพราะสติ๊กเกอร์อาจจะหลุด หรือ เลอะ เลือนได้ เราจึงควรกำหนดว่าต้องพิมพ์ตัวอักษรบนแป้นโดยตรง ปัจจุบันนี้แป้นตัวอักษรภาษาไทยนั้นมีมาตรฐานแล้ว เราจะกำหนดชื่อมาตรฐานด้วยก็ได้ หรือจะไม่กำหนดก็ได้ แต่ควรกำหนดว่าจำนวนแป้นบนแผงแป้นพิมพ์ควรมีรวมกันไม่น้อยกว่า 104 แป้น และควรมีแป้นฟังก์ชันด้วย แป้นฟังก์ชันนี้ใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ

เมาส์ เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้เลื่อนเคอร์เซอร์หรือสัญลักษณ์ชี้ตำแหน่งบนจอภาพ เมาส์ได้ชื่อมาจากรูปร่างที่เหมือนหนูแฮมมีหางด้วย ศัพท์บัญญัติภาษาไทยกำหนดให้ทับศัพท์ว่าเมาส์ ไม่ต้องแปลว่า หนู หรือ มุสิก

ข้อกำหนดคุณลักษณะ

- 11. มีแผงแป้นพิมพ์ขนาด 104 แป้น มีอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษพิมพ์อย่างถาวรบนแป้น แผงแป้นพิมพ์จะต้องมีแป้นฟังก์ชันด้วย
- 12. มีเมาส์จำนวน 1 ชุด พร้อมแผ่นรอง (Mouse pad)

ข้อกำหนดอื่น ๆ

หากท่านอาจารย์ต้องการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในห้องเรียน หรือ ใช้ด้วยตัวเอง และต้องการใช้ระบบมัลติมีเดีย ซึ่งมีทั้งภาพและเสียงด้วย ก็ควรมีแผงวงจรเสียง (sound card) ชนิด

สเตอริโอ ขนาด 16 บิต พร้อมลำโพงขยายเสียงและไมโครโฟน อย่างไรก็ตามหากต้องการใช้ใน ห้องเรียนและติดลำโพงด้วย การใช้งานเครื่องจะทำให้หนวกหู และเสียงปนเปกันหมด ดังนั้นจึง อาจเปลี่ยนไปใช้หูฟังแทนก็ได้

ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานจาก UL และ FCC เป็นอย่างน้อย มาตรฐาน FCC นี้ กำหนดขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์ไม่ให้ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวน (RFI หรือ Radio Frequency Interference) ออกมามากเกินไป โดยปกติแล้วคลื่น RFI นี้มักจะเป็นคลื่นที่มีความถี่สูงมากกว่า 10 กิโลเฮิร์ตซ์ขึ้นไปและเชื่อกันว่ามีอันตรายต่อมนุษย์และอาจรบกวนอุปกรณ์อื่น ๆ ตัวอย่างของสิ่งที่ ปล่อยคลื่น RFI ออกมาได้แก่วงจรดิจิทัลความเร็วสูงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องส่งวิทยุ โทรศัพท์ไร้สาย อุปกรณ์สื่อสารภายใน มอเตอร์ไฟฟ้า คลื่นเหล่านี้อาจจะรบกวนวงจรดิจิทัลด้วย กันเองได้ ยกตัวอย่างเช่นสายเครื่องพิมพ์ถ้ายาวได้จังหวะที่จะรับคลื่นชนิดนี้ก็จะทำให้เครื่อง พิมพ์รวนได้ เครื่องพีซีโดยทั่วไปก็สามารถปล่อยคลื่น RFI ไปรบกวนพีซีด้วยกันเองได้เหมือนกัน ดังนั้นที่สหรัฐอเมริกา องค์การ FCC (Federal Communications Commission) หรือ คณะกรรมการ สื่อสารแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาจึงกำหนดว่าเครื่องพีซีที่ขายกันจะต้องได้มาตรฐานระดับ B (เขียนว่า Class B) ซึ่งหมายความว่าจะต้องไม่ปล่อยคลื่นความถี่ระหว่าง 30-88 MHz เกิน 100 ไมโครโวลต์ต่อเมตร คลื่น 89 – 216 MHz ไม่เกิน 150 ไมโครโวลต์ต่อเมตร และ 217 – 1000 MHz ไม่เกิน 200 ไมโครโวลต์ต่อเมตร ตัวเลขเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องจำ เพียงแต่เข้าใจว่า FCC กำหนด อะไรมาก็พอแล้ว

มีระบบปฏิบัติการ Windows 98 Thai Edition พร้อมลิขสิทธิ์และแผ่น ซีดีรอม ระบบ ปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้งานคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการ ทำงานทั้งหมดของคอมพิวเตอร์ โดยทำหน้าที่รับคำสั่งง่าย ๆ จากมนุษย์แล้วนำไปขยายความเป็น คำสั่งไปดำเนินการควบคุมคอมพิวเตอร์อีกต่อหนึ่ง หากปราศจากระบบปฏิบัติการแล้ว เราจะไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ง่าย ๆ เหมือนที่ใช้กันอยู่เวลานี้

มีระบบรักษาความปลอดภัยแบบ Power on Password เป็นอย่างต่ำ นั่นก็คือมีความ สามารถที่จะปกป้องไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเปิดใช้เครื่องได้

มีเอกสารคู่มือการติดตั้ง และ การใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ระบุในข้อกำหนดคุณลักษณะทาง เทคนิคนี้ประกอบไปด้วย

สรุป

การทำความเข้าใจคุณลักษณะของจอภาพเป็นเรื่องจำเป็นมาก หากอาจารย์หรือผู้บริหาร โรงเรียนไม่ทำความเข้าใจพื้นฐานแล้วก็อาจเกิดปัญหาว่าซื้อเครื่องมาแล้วใช้ไม่ได้ผลดีตามควร รายละเอียดที่นำมาอธิบายนี้เป็นเพียงส่วนน้อย ยังมีเรื่องที่สมควรศึกษาอีกมาก ซึ่งก็ไม่ใช่ว่าเรื่องเทคนิค ที่ยุ่งยากอะไรนัก ขอแนะนำให้ท่านผู้อ่านศึกษาต่อไปอีก
