

วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

จุดเริ่มต้นในการคิดค้นเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเกิดจากความต้องการในการนับและคิดคำนวณของมนุษย์ โดยในยุคแรกคือช่วงคริสต์ศักราช ๒๐๐ การคิดคำนวณยังไม่ซับซ้อน ในประเทศจีนมีการใช้อุปกรณ์ช่วยในการนับที่เรียกว่า “ลูกคิด” (Abacus) ต่อมาเมื่อมนุษย์ต้องการคิดคำนวณที่ซับซ้อน และต้องอาศัยเครื่องมือช่วยงานที่มีความสามารถหลากหลาย จึงได้มีการพัฒนาเครื่องช่วยคำนวณที่ซับซ้อนและก้าวหน้าขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งในยุคปัจจุบันเรามีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการคำนวณและประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภท เช่น การสื่อสาร การประมวลผลข้อมูล หรือแม้แต่ให้ความบันเทิง นอกจากนี้รูปลักษณ์ของคอมพิวเตอร์ยังพัฒนาจนมีขนาดเล็ก ง่ายต่อการพกพา

การพัฒนาเครื่องคำนวณเป็นไปอย่างต่อเนื่องและน่าสนใจ เราสามารถแบ่งลักษณะของเครื่องคำนวณ ๒ ช่วง คือ ช่วงแรกที่เครื่องคำนวณมีการทำงานเป็นกลไกแบบเครื่องจักรกล และค่อย ๆ พัฒนามาถึงปัจจุบัน คือช่วงที่เครื่องคำนวณหรือเครื่องคอมพิวเตอร์มีการทำงานโดยใช้ไฟฟ้าทั้งหมด



เครื่องคำนวณปาสคาลที่คิดค้นโดยเบลส ปาสคาล

ในช่วงแรกที่มีการพัฒนาเครื่องคำนวณที่ทำงานแบบเครื่องจักรกล เครื่องคำนวณที่มีชื่อเสียง ใช้คำนวณการบวกลบเลขที่แท้จริง ชื่อว่า เครื่องคำนวณปาสคาล (Pascal Calculator) ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ เบลส ปาสคาล (Blaise Pascal) และต่อมานักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ กอดฟริด ฟอน ไลบ์นิซ (Gottfried Von Leibnitz) ได้ประดิษฐ์เครื่องคำนวณที่มีความสามารถในการคูณ หหาร และหารากที่สองได้ ชื่อว่า เครื่องคำนวณสเต็ป เรคคองเนอร์ (Stepped Reckoner)



เครื่องคำนวณสเต็ป เรคคองเนอร์ของกอดฟริด ฟอน ไลบ์นิซ



ดิฟเฟอเรนซ์เชียลเอนจินที่คิดค้นโดยชาร์ล แบบเบจ



แอนาไลติคอลเอนจินที่พัฒนามาจากดิฟเฟอเรนซ์เชียลเอนจิน

เมื่อความรู้ด้านคณิตศาสตร์พัฒนาต่อไป นักคณิตศาสตร์ต้องการเครื่องมือที่มีความสามารถมากขึ้นเพื่อช่วยในการคำนวณ ในปี พ.ศ. ๒๓๔๓ นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ชื่อว่า ชาร์ลส์ แบบเบจ (Charles Babbage) ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งคอมพิวเตอร์ ได้พัฒนาเครื่องคำนวณที่เรียกว่า “ดิฟเฟอเรนซ์เอนจิน” (Difference Engine) ที่สามารถคำนวณตัวเลขของตารางคณิตศาสตร์ เช่น ตรีโกณมิติและลอการิทึมได้ และต่อมาได้พัฒนาเป็นเครื่องคำนวณที่มีหลักการทำงานใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน โดยนำบัตรเจาะรูเข้ามาช่วยในการทำงาน ตั้งแต่ควบคุมกระบวนการทำงานจนกระทั่งใช้เป็นหน่วยความจำ และมีวงล้อหมุนเรียกว่า “มิล” (Mill) เป็นหน่วยคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ เครื่องคำนวณแบบนี้ถือได้ว่าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องแรกของโลกและมีชื่อว่า “แอนาไลติคอลเอนจิน” (Analytical Engine)

จากนั้นมาการพัฒนาเครื่องคำนวณยังคงมีต่อมาเรื่อย ๆ จนมีการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้าในการทำงาน โดยเริ่มต้นใช้หลอดสุญญากาศเป็นองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าและจุดนี้เองนับเป็นจุดในการนับแบ่งยุคของคอมพิวเตอร์ เป็นคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ที่เป็นวงจรอิเล็คทรอนิกส์ล้วน ๆ และถ้าแบ่งยุคของคอมพิวเตอร์สมัยใหม่นี้ออกตามลักษณะโครงสร้างและเทคโนโลยี จะแบ่งได้ดังต่อไปนี้

๓.๒.๑ ยุคหลอดสุญญากาศ



หลอดสุญญากาศ

ยุคนี้อยู่ระหว่างปี พ.ศ. ๒๔๘๘ – ๒๕๐๑ เครื่องคอมพิวเตอร์ยุคนี้ใช้หลอดสุญญากาศ (Vacuum Tube) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเท่าหลอดไฟฟ้าตามบ้านเป็นองค์ประกอบหลักของวงจรไฟฟ้า และใช้บัตรเจาะรูในการเก็บข้อมูลและคำสั่งที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ใช้ดรัมแม่เหล็ก (Magnetic Drum) เป็นหน่วยความจำหลัก ดรัมแม่เหล็กทำด้วยวงแหวนแม่เหล็กขนาดเล็ก ๆ เท่าหัวเข็มหมุดจำนวนมากมาย วงแหวนเหล่านี้ถูกร้อยด้วยเส้นลวดเล็ก ๆ เหมือนการร้อยลูกปัดหรือหน้าต่างมุ้งลวดที่มีวงแหวนคล้องอยู่ที่จุดตัดของเส้นลวด หน่วยความจำหลักนี้จะเก็บข้อมูลในขณะที่มีการประมวลผลเท่านั้น ความเร็วในการทำงานของคอมพิวเตอร์ยุคนี้มีหน่วยเป็นหนึ่งในพันวินาที (Millisecond)

ในระยะแรก จุดประสงค์ของการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนี้เพื่อช่วยในงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์เครื่องแรกมีชื่อว่า “อีนีแอค” (Electronic Number Integrator And Calculator : ENIAC) ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. ๒๔๘๖ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยหลอดสุญญากาศประมาณ ๑๘,๐๐๐ หลอด ทำให้มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ต่อมาในปี พ.ศ. ๒๔๙๑ ได้มีการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่สามารถใช้งานทางธุรกิจ ชื่อว่า “ยูนิแวก” (Universal Automatic Company : UNIVAC) ทั้งนี้เพื่อใช้ช่วยในการสำรวจสำมะโนประชากร

การส่งงานคอมพิวเตอร์ยุคนี้ในระยะแรกจะใช้ภาษาเครื่อง ซึ่งเป็นรหัสตัวเลขที่ทำให้ใช้งานลำบาก จึงได้มีการคิดค้นภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) ขึ้นช่วยงาน โดยใช้ภาษาชนิดเขียนคำสั่งเป็นภาษาอังกฤษก่อนแล้วจึงใช้ตัวแปลภาษาแปลงเป็นภาษาเครื่องอีกครั้งหนึ่ง

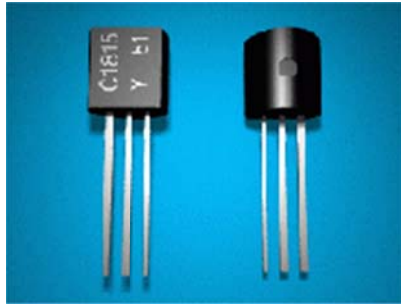
ปัญหาของคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศ นอกจากขนาดและน้ำหนักที่มากแล้ว ยังมีปัญหาเรื่องความร้อน เนื่องจากหลอด ดังกล่าวต้องใช้พลังงานสูง ทำให้เกิดความร้อนจากการใช้งานสูง และใส่หลอดขาดง่าย ทำให้มีการพัฒนาอุปกรณ์อื่นขึ้นใช้งานแทน

๓.๒.๒ ยุคทรานซิสเตอร์

ยุคนี้อยู่ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๐๒ – ๒๕๐๖ เครื่องคอมพิวเตอร์ยุคนี้ใช้ทรานซิสเตอร์ (Transistor) เป็นองค์ประกอบหลักของวงจรไฟฟ้าแทนหลอดสุญญากาศ โดยผู้ที่คิดค้นทรานซิสเตอร์คือนักวิทยาศาสตร์สามคนของห้องปฏิบัติการเบลล์ (Bell Laboratories) แห่งสหรัฐอเมริกา ได้แก่ บาร์ดีน (J.Bardeen) แบริทเทน (H.W.Brattain) และชอคเลย์ (W.Shockley) การใช้ทรานซิสเตอร์ในการผลิตคอมพิวเตอร์แทนหลอดสุญญากาศ ทำให้ตัวคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงกว่าเดิมมาก โดยทรานซิสเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกมีขนาด ๑ ใน ๑๐๐ ของหลอดสุญญากาศเท่านั้น นอกจากขนาดเล็กแล้วยังมีคุณสมบัติที่ดีอีกหลายประการคือ ไม่เปลืองกระแสไฟฟ้า ไม่ต้องใช้เวลาอุ่นเครื่องเมื่อแรกเปิดเครื่อง ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพและความเร็วเพิ่มขึ้น จนกระทั่งสามารถบวกจำนวน ๒ จำนวน ได้ในเวลาประมาณหนึ่งในล้านวินาที (Microsecond) โดยที่ทรานซิสเตอร์เป็นปัจจัยในการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญยิ่ง จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั้งสามคนได้รับรางวัลโนเบล



ขนาดของวงจรทรานซิสเตอร์เมื่อเทียบกับหลอดสุญญากาศ

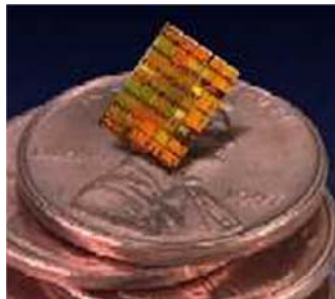


วงจรทรานซิสเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาเรื่อย ๆ

นอกจากจะมีวิวัฒนาการเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีการพัฒนาภาษาที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกด้วย ในยุคนี้มีการใช้ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้คำย่อเป็นคำสั่งแทนรหัสตัวเลข ทำให้การเขียนโปรแกรมสะดวกขึ้น หลังจากนั้นมีการพัฒนาภาษาระดับสูง คือ ภาษาที่เขียนเป็นประโยคที่คนสามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น ในกลางปี พ.ศ. ๒๔๙๘ เริ่มมีการใช้ภาษาฟอร์แทรน (FORmula TRANslation : FORTRAN) ในงานทางด้านคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ในปี พ.ศ. ๒๕๐๒ มีการพัฒนาภาษาโคบอล (Common Business Oriented Language : COBOL) ใช้ในทางด้านธุรกิจ ทั้งสองภาษานี้ยังมีใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ถึงปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ มีการนำชุดงานแม่เหล็กที่ถอดเปลี่ยนได้มาใช้บันทึกข้อมูลแทนการใช้เทปแม่เหล็ก เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ยุคนี้ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการใช้คอมพิวเตอร์ถูกลง และทำให้ธุรกิจต่าง ๆ เริ่มนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจการมากขึ้น

๓.๒.๓ ยุควงจรรวม

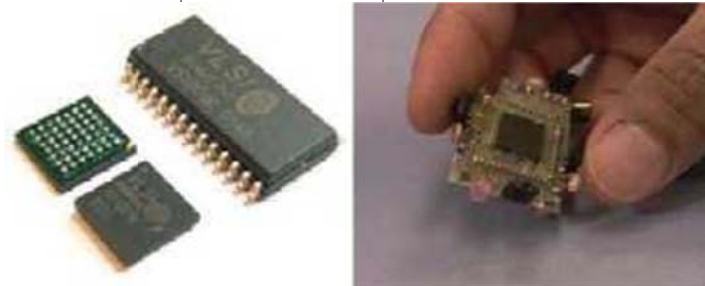


ขนาดของวงจรรวมที่รวมวงจรอิเล็กทรอนิกส์นับร้อยตัวเทียบกับเหรียญเงิน ยุคนี้อยู่ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๐๗ – ๒๕๑๒ เป็นยุคที่มีการพัฒนาวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) ซึ่งเป็นการบรรจุวงจรอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากลงบนแผ่นซิลิคอนเล็ก

ๆ เช่น แผ่นซิลิคอนขนาดเล็กกว่า ๑/๘ ตารางนิ้ว สามารถบรรจุชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้หลายร้อยวงจร ไอซีจึงเข้ามาทำหน้าที่แทนทรานซิสเตอร์ เนื่องจากมีคุณสมบัติ ๔ ประการ คือ

๑. มีความเชื่อถือได้ หมายความว่า ไม่ว่าจะใช้งานกี่ครั้งก็หนาก็จะได้ผลออกมาเหมือนเดิม คอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสุญญากาศจะเกิดการขัดข้องโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ ๑๕ วินาที ส่วนไอซีมีปัญหาเช่นนี้น้อยมาก คือ ๑ ครั้งใน ๒๓ ล้านชั่วโมง
๒. มีความกระชับ เนื่องจากวงจรได้ถูกย่อส่วนให้เล็ก ทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีความเร็วในการทำงานเพิ่มมากขึ้นเพราะวงจรรอยุ่ใกล้กันมาก ระยะเวลาในการเดินทางของกระแสไฟฟ้าจะน้อยลง
๓. ราคาถูก เนื่องจากมีการผลิตในปริมาณมาก ๆ ทำให้ต้นทุนถูกลง
๔. ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ทำให้ประหยัด

ใน พ.ศ. ๒๕๐๗ บริษัทไอบีเอ็ม นำคอมพิวเตอร์รุ่น ๓๖๐ ออกสู่ตลาด ซึ่งถือว่าเป็นการเริ่มยุคที่สามของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์รุ่น ๓๖๐ นี้ ได้ออกแบบมาเพื่อใช้งานได้ทั้งทางวิทยาศาสตร์และทางธุรกิจที่ใช้หลักการซึ่งมีลักษณะเด่นหลายประการ เช่น ประการแรกเครื่องรุ่นนี้มีด้วยกันหลายแบบตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ แต่ละแบบใช้ภาษาเดียวกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนจากเครื่องเล็กเป็นเครื่องใหญ่ได้ง่าย ประการที่สองเครื่องรุ่นนี้เริ่มนำระบบปฏิบัติการขนาดใหญ่มาใช้เป็นตัวกลางในการควบคุมการติดต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ



วงจรวีแอลเอสไอที่รวมทรานซิสเตอร์ได้นับพันตัวไว้บนแผ่นซิลิคอนที่มีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับมือคน

๓.๒.๔ ยุควีแอลเอสไอ

จากวงจรวีแอลเอสไอได้มีการพัฒนางจรรวมความจุสูงหรือแอลเอสไอ (Large Scale Integrated Circuit : LSI) ขึ้นมาใหม่ในปี พ.ศ. ๒๕๑๓ ทำให้สามารถบรรจุวงจรรวมทรานซิสเตอร์จำนวนหลายพันตัวลงบนแผ่นซิลิคอนขนาด ๑/๖ ตารางนิ้วนับเป็นการเริ่มยุคที่สี่ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งอยู่ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๑๓ - ๒๕๓๒ และในปี พ.ศ. ๒๕๑๘ สามารถเพิ่มปริมาณวงจรรวมทรานซิสเตอร์ลงบนแผ่นซิลิคอนขนาดเท่าเดิม เรียกว่า วงจรรวมความจุสูงมาก หรือวีแอลเอสไอ (Very Large Scale Integrated Circuit : VLSI) จากการประดิษฐ์วีแอลเอสไอ สามารถนำมาสร้างเป็น ไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (Central Processing Unit : CPU) ของคอมพิวเตอร์ และสามารถลดขนาดของคอมพิวเตอร์ให้เล็กลงจนสามารถตั้งบนโต๊ะทำงานในสำนักงาน หรือพกพาไปในที่ต่างๆ เหมือนกระเป๋าหิ้วได้ เรียกเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เกิดขึ้นในยุคนี้นี้ว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro Computer) นอกจากนี้ ยังสามารถนำวงจรวีแอลเอสไอมาสร้าง

เป็นหน่วยความจำรองที่สามารถเก็บข้อมูลในระหว่างที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้ ทำให้ได้หน่วยความจำที่มีความจุมากขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานของคอมพิวเตอร์ยุคนี้จะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จนคอมพิวเตอร์นอกจากช่วยงานคำนวณแล้ว ยังสามารถทำงานเฉพาะทางอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่น การนำเสนอข้อมูลแบบสื่อประสม



ไมโครโพรเซสเซอร์และหน่วยความจำในเครื่องคอมพิวเตอร์

นอกจากการพัฒนาในระบบฮาร์ดแวร์แล้ว ยังมีการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นมาก มีการพัฒนาระบบปฏิบัติการที่มีการติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบของกราฟิกที่เรียกว่า จียูไอ (Graphical User Interface : GUI) แทนการติดต่อแบบรายการคำสั่ง (Command Line Interface) ที่เป็นการพิมพ์คำสั่งทีละคำสั่งเพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์เช่นในอดีต ปัจจุบันเริ่มมีการใช้เมาส์ในการสั่งงานคอมพิวเตอร์ และยังมีการพัฒนาซอฟต์แวร์สำเร็จช่วยงานจำนวนมาก ทั้งที่เป็นงานสำนักงานทั่วไปและงานเฉพาะทาง เช่น ซอฟต์แวร์ประมวลคำ ซอฟต์แวร์ตารางทำงาน ซอฟต์แวร์นำเสนอ ซอฟต์แวร์เหล่านี้ก็จะมีการติดต่อกับผู้ใช้แบบจียูไอ ทำให้การใช้งานคอมพิวเตอร์ทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น การใช้งานคอมพิวเตอร์จึงได้รับความนิยมสูงขึ้นมากในยุคนี้

๓.๒.๕ ยุคเครือข่าย

หลังจากที่มีการคิดค้นวงจรวีแอลเอสไอขึ้นเพื่อใช้เป็นหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำหลักในคอมพิวเตอร์แล้ว การพัฒนางจรวีแอลเอสไอก็ยังคงมีอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จนในปัจจุบันสามารถบรรจุทรานซิสเตอร์ลงบนแผ่นซิลิคอนขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเป็น ๒ เท่า ทุก ๆ ๑๘ เดือน เป็นผลให้คอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถทำงานได้เร็วขึ้น ประมวลผลข้อมูลได้ที่ละมาก ๆ ทำงานได้หลายงานพร้อมกัน รวมทั้งสามารถแสดงผลในรูปแบบของสื่อประสมได้ ความนิยมนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานจึงขยายวงกว้างอย่างรวดเร็วและในทุกวงการ ยุคนี้จะมีความพยายามในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานหลายประเภท เช่น มีความพยายามนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยจะมีการเก็บความรู้ต่าง ๆ เข้าไว้ในเครื่อง สามารถเรียกค้นและดึงความรู้ที่สะสมไว้มานำมาใช้งานให้เป็นประโยชน์คอมพิวเตอร์ยุคนี้เป็นผลจากวิชาการในแขนงที่

เรียกว่า “ปัญญาประดิษฐ์” ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และประเทศในทวีปยุโรป กำลังสนใจค้นคว้าและพัฒนาทางด้านนี้กันอย่างจริงจัง

นอกจากนี้ในยุคนี้ก็มีการพัฒนาเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันอยู่ในเครือข่ายสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยเริ่มจากการทำงานเป็นกลุ่ม (Work Group) ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในกลุ่มเดียวกัน สามารถใช้อุปกรณ์รอบข้าง เช่น เครื่องพิมพ์ ร่วมกันได้ สามารถเรียกใช้ข้อมูลที่อยู่ในเครื่องอื่นในกลุ่มได้ โดยใช้เครือข่ายท้องถิ่น ซึ่งจะเชื่อมคอมพิวเตอร์นี้กับเครื่องที่อยู่ภายในบริเวณเดียวกัน เช่น ในอาคารเดียวกัน หรือระหว่างอาคารที่อยู่ในรั้วเดียวกันเข้าด้วยกัน

จากความสะดวกของการทำงานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำให้เทคโนโลยีนี้ได้รับความนิยมสูงมาโดยตลอด มีผลให้มีการพัฒนาและการประยุกต์ใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาก ไม่ว่าจะเป็นการจัดการข้อมูลหรือการคิดคำนวณ ดังจะเห็นได้ว่าการพัฒนาขีดความสามารถของอุปกรณ์ต่อเชื่อมในเครือข่าย เช่น มีการพัฒนาสายเชื่อมโยงให้มีความทนทาน และสามารถส่งข้อมูลได้มากขึ้น การพัฒนาขีดความสามารถของเครื่องแม่ข่ายในระบบให้มีหน่วยความจำมากขึ้นและประมวลผลได้เร็วขึ้น

สำหรับการพัฒนาด้านซอฟต์แวร์ จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการติดต่อสื่อสารในหลายรูปแบบไม่จะเป็นการส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การพูดคุย หรือเล่นเกมแบบออนไลน์ การนำเสนอข้อมูลผ่านทางเว็บ การกรอกข้อมูลหรือสมัครงานผ่านเว็บ และการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถทำการซื้อขายผ่านทางอินเทอร์เน็ต

ที่มา : krusunanta.net