الباب الرابع

نظم الحاسبات

٤-١ مقدمة عامة .

٤-٢ الإطار العام للأنواع المختلفة من الحاسبات .

٤-٣ المكونات الأساسية للحاسبات ودور المعالجات الدقيقة .

٤-٤ الحاسبات المدمجة .

٤-٥ الحاسبات المحمولة والملبوسة .

٤-٦ مجموعات الحاسبات والحاسبات العملاقة .

٤-٧ الأجهزة المساعدة .

٤-٧-١ وحدات التخزين الثانوى .

٤-٧-٢ وحدات عرض البيانات .

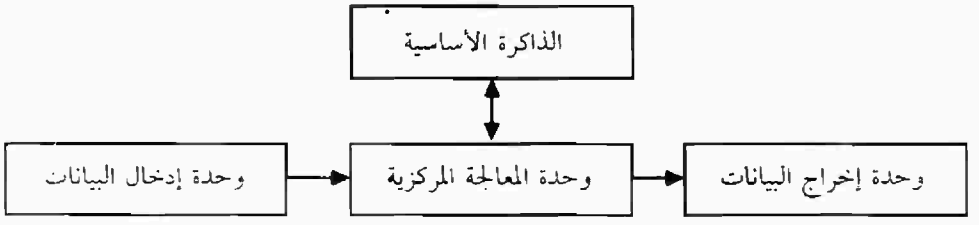
الباب الرابع

نظم الحاسبات

٤-١ مقدمة عامة

عندما ظهرت الحاسبات فى الأربعينيات والخمسينيات من القرن العشرين تم استخدامها فى أغراض محدودة على رأسها التطبيقات العسكرية ، وبعد ذلك الحسابات العلمية المختلفة . وفى البداية كان كل حاسب يصمم وينفذ على حدة، وبعد ذلك ابتدأت الشركات فى إنتاج أنظمة حاسبات سميت بالجيل الأول من الحاسبات واعتمدت أساساً على تصميم «جون فون نويمان» والذى كان فى الحقيقة امتداداً للأفكار التى وضعها «تشارلز بابيج» للآلة التحليلية التى اقترحها فى القرن التاسع عشر ، ولم يتم بناؤها .

وتصميم «فون نويمان» كما هو موضح فى الشكل (٤-١) يشتمل أساساً على الأجزاء التالية : وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit) (CPU) والتى تشتمل على نظام التحكم فى جميع عمليات الحاسب والوحدات التى تقوم بإجراء العمليات الحسابية – وحدة الذاكرة الأساسية حيث يتم تخزين البيانات والبرامج بأنواعها المختلفة – وحدة إدخال البيانات شاملة بيانات البرامج التى سيتم تنفيذها – وحدة إخراج البيانات حيث يمكن طباعة النتائج النهائية للبرامج .



شكل (٤-١) : الوحدات الرئيسية فى آلة «فون نويمان» .

وقد كانت عملية تشغيل هذه الحاسبات تستلزم خبرة كبيرة من جانب المستخدم ، كما كانت لغات البرمجة المستخدمة تتطلب إعطاء التعليمات التفصيلية لكل جزء من أجزاء الحاسب، وكانت تسمى «لغة الآلة» (Machine Language). بعد ذلك تم إتاحة لغات أبسط تسمى «لغات التجميع» (Assembly Languages) ولكنها كانت تتطلب أيضاً فهماً عميقاً للبنية الأساسية للحاسب وكيفية عمله . ثم ظهرت لغات الحاسبات «ذات المستوى العالى» (High Level) مثل لغة «فورتران» (FORTRAN) و «كوبول» (COBOL) وغيرها . وقد تطلب ذلك وجود برمجيات سميت «برمجيات النظام» (System Programs) تقوم بترجمة التعليمات فى هذه اللغات إلى لغة الآلة التى يفهمها الحاسب .

وقد تطلب نظام تشغيل الحاسبات فى البداية أن يقوم كل شخص بتشغيل الحاسب لتنفيذ برنامجه فقط وبعد الانتهاء يقوم شخص آخر باستخدام الحاسب لتنفيذ برامجه وهكذا . وكان ذلك يعمل على إضاعة كثير من وقت الحاسب الثمين ، وعلى الأخص عندما ابتدأت سرعات التشغيل تزيد بشكل كبير . لذلك تم تعديل نظام التشغيل بحيث يتم تجميع البرامج المطلوب تشغيلها من المستخدمين وتشغيلها مرة واحدة بنظام يسمى «معالجة الدفعات» (Batch Processing) وإعطاء النتائج للمستخدمين بعد ذلك . وقد تطلب ذلك وجود «نظام تشغيل» (Operating System) يتم تخزينه فى ذاكرة الحاسب بالإضافة إلى برامج ترجمة لغات الحاسب المختلفة إلى لغة الالة .

وقد كان أحد عيوب هذا النظام ابتعاد المستخدم عن الحاسب ، لذلك تم استخدام نظام آخر سمى «نظام المشاركة فى الوقت» (Time Sharing) حيث يتم ربط الحاسب بنهايات طرفية (Terminals) يستطيع من خلالها المستخدم إدخال برامجه والحصول على النتائج فى حالة وجود وحدة طباعة . وقد تطلب ذلك بالطبع تطوير نظم تشغيل الحاسبات ، وقد كانت النهايات الطرفية للمستخدمين تتصل بحاسب مركزى واحد ذى إمكانيات محدودة تختلف حسب الجامعة أو الجهة التى تستخدمه وإمكانياتها المادية . ففى بعض الجهات كانت هناك حاسبات ذات إمكانيات كبيرة تتيح لمستخدميها قدراً كبيراً من القدرات الحسابية وفى بعضها كانت إمكانياتها أقل . ولذلك كان على المستخدم الذى يحتاج إلى قدرات حسابية كبيرة أن يذهب إلى الجامعة أو المركز البحثى الذى تتواجد فيه هذه الحاسبات ، ويتعرف نظام تشغيلها ثم يستخدمها فى حل المسائل الخاصة به .

وعندما ازداد استخدام الحاسبات وكذلك متطلبات الباحثين من القدرات الحسابية ، أصبح من المحتم البحث عن وسيلة أخرى لإعطاء الباحث وهو فى مكانه القدرة على استخدام الحاسبات الموجودة فى أى مكان آخر دون الانتقال بنفسه إلى هذه المكان . وقد كان هذا بداية التفكير فى شبكات الحاسبات حيث يتم ربط عدد من الحاسبات ذات الإمكانيات المختلفة فى شبكة واحدة تتيح لكل مستخدم أن يستفيد من جميع هذه الإمكانيات وهو فى مكانه . وعلى الرغم من أن لشبكات الحاسبات أو شبكات المعلومات أهدافاً أخرى غير ذلك فإن هدفها الأول فى البداية كان تحقيق ما يسمى «المشاركة فى الموارد» (Resource Sharing) . وقد كانت تلك هى البدايات الأولى لشبكة (ARPANET) التى تطورت بعد ذلك لتصبح الشبكة العالمية (الإنترنت) ، التى تربط عدة شبكات ببعضها ، ومن هنا تطورت المفاهيم الخاصة «بالربط بين الشبكات» (Internetworking) [Tesler, 1995] . وهناك عديد من المراجع التى تعرض تأثير الحاسبات وشبكات المعلومات على الأنشطة الإنسانية عامة، وهذه المراجع هى: [Negroponte, 1995] (توجد ترجمة عربية

لهذا الكتاب فى المرجع [شاهين ، ١٩٩٨]) - [Gates, 1995] (توجد أيضاً ترجمة عربية لهذا الكتاب فى المرجع [رضوان ، ١٩٩٨]) - [Dertouzos, 1997] - [Gates, 1999] .

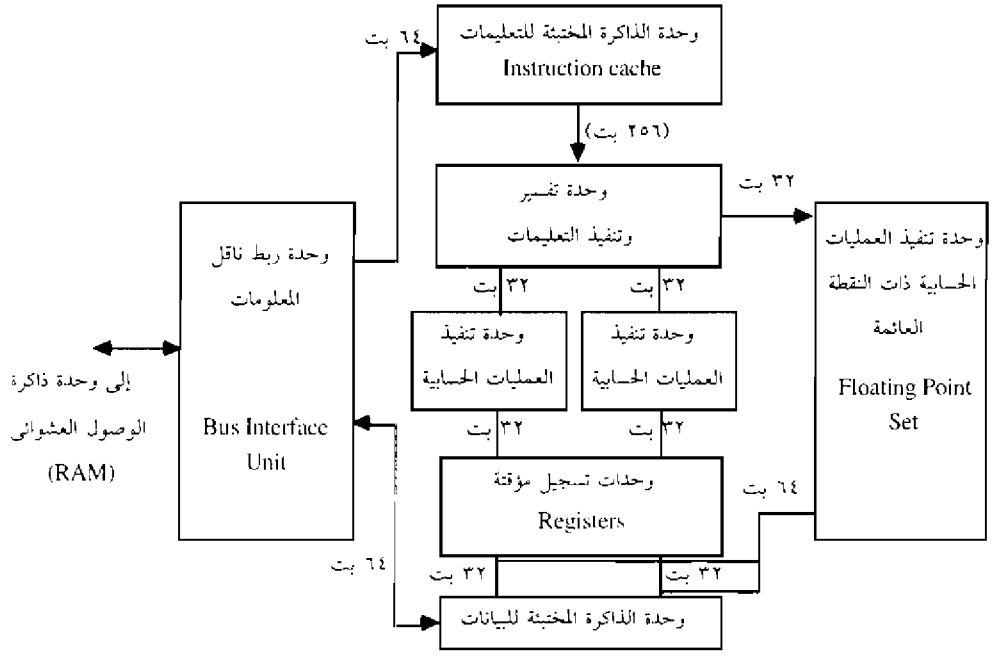
٤-٢ الإطار العام للأنواع المختلفة من الحاسبات

هناك أنواع متعددة من الحاسبات ومنظوماتها المختلفة التى قد تشتمل على أكثر من حاسب . ويوضح الشكل (٤-٢) الإطار العام لهذه الأنواع ، والتى تبدأ من الحاسبات المدمجة Embedded Systems حتى شبكات الحاسبات . ولكل نوع من هذه الحاسبات تطبيقاته الخاصة به ،كما أنها تتضمن تكنولوجيات متعددة وأنظمة خاصة للتشغيل ولغات للبرمجة تناسب كل نوعية . هذا بالإضافة إلى نوعية الأجهزة المساعدة الملائمة لكل نوعية من حدات إدخال بيانات وتخزين وإخراج وعرض البيانات بأشكالها المختلفة ، ووحدات ربط المستخدم مع نظام الحاسب التى تتدرج من لوحة مفاتيح (Keyboard) و «فأرة إلكترونية» (Mouse) حتى تصل إلى أحد أنظمة الحقيقة الظاهرية أو المظهرية (Virtual Reality) حيث يتم محاكاة عالم مظهرى باستخدام برمجيات مختلفة يتم فيها «غمر» المستخدم فى هذا العالم . وسنحاول فيما يلى بعد تقديم موجز لمكونات الحاسبات ودور المعالجات الدقيقة (Microprocessors) فى تطوير نظم الحاسبات أن نستعرض باختصار كل نوعية من هذه الحاسبات ومنظوماتها .

شكل (٤-٢) : الإطار العام للأنواع المختلفة من الحاسبات ومنظوماتها.

٤-٣ المكونات الأساسية ودور المعالجات الدقيقة

لقد أدى التطور الكبير فى الإلكترونيات الدقيقة وظهور الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits) إلى تصميمات متطورة للحاسبات بكل أنواعها سواء الحاسبات الشخصية أو الحاسبات العملاقة . وقد كان ظهور المعالجات الدقيقة (Microprocessors) فى عام ١٩٧١ بداية تطوير نظم الحاسبات والتى أتاحت تقليل حجمها بشكل كبير . كذلك فإن وحدات الذاكرة الرئيسية بأنواعها المختلفة سواء التى تسمى ذاكرة الوصول العشوائى RAM "Random Access Memory" أو التى تسمى ذاكرة القراءة فقط ROM (Read Only Memory) أدت إلى تسهيل كبير فى التصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة . ويوضح الشكل (٤-٣) مكونات إحدى المعالجات الدقيقة .



شكل (٤-٣) : مكونات إحدى المعالجات الدقيقة.

وقد تطورت المعالجات الدقيقة على مدى ٢٥ عاماً بحيث زاد عدد الترانزستورات فى الشذرة الواحدة من ٢٣٠٠ عام ١٩٧١ حتى وصل إلى ٥,٥ مليون عام ١٩٩٥ بالنسبة للمعالج Pentium Pro ، أى أن العدد يتضاعف كل ١٨ شهراً حسب قانون «مور» (Moore's Law) [Gwennep, 1996] . ويتوقع أن يصل العدد الكلى للترانزستورات فى الشذرة الواحدة إلى ٢٠٠ مليون فى عام ٢٠٠٥ [Chappel, 1999] و ٨٠٠ مليون ترانزستور عام ٢٠١٠ ، وبليون ترانزستور فى عام ٢٠١٢ [Burger, 1997] . وبالنسبة للسرعات فقد عبرت المعالجات الدقيقة حاجز ١ بليون هرتز عام ٢٠٠٠ [Herrel, 1999] . كما أن هناك تطوراً آخر فى بنية

المعالجات سيتم من خلال المعالج الذى يسمى «إيتانيوم» Itanium الذى ستنتجه شركة «إنتل» و «هيوليت باكارد» (Hewlett Packard) ويستخدم «كلمة» طولها ٦٤ بت (IA-64) . ويتميز هذا المعالج الدقيق باحضار ستة تعليمات (Instructions) من الذاكرة ويسمح بالمعالجة المتوازية على مستوى كل من التعليمات [Geppert, 2000] [Huck, 2000] . وهناك تطور كبير يواكب ذلك بالنسبة لشذرات الذاكرة حيث يتوقع أن تصل إلى ١٦ بليون «بت» حوالى عام ٢٠٠٩ [Stix, 1997] . ولذلك يتوقع البعض أن يتم بحلول عام ٢٠٢٠ دمج المعالجات الدقيقة مع الذاكرات فى شذرة واحدة أو يتم تصميم شذرات تحتوى على عدة معالجات [Patterson, 1995] .

٤-٤ الحاسبات المدمجة

الحاسبات المدمجة (Embedded) تكون عادة جزءاً من منظومة أكبر . وهذه المنظومات تتدرج من الأجهزة المنزلية التى قد تحتوى على إحدى المعالجات الدقيقة (Microprocessors) إلى منظومة إنتاجية ضخمة فى أحد المصانع أو أحد أنظمة الدفاع الجوى التى قد تشتمل على أعداد كبيرة من الحاسبات المتنوعة الأحجام . كما أنها قد تشتمل على ملايين أو بلايين أجهزة الحاسبات المختلفة المزودة بالمحسات (Sensors) الملائمة ووسائل الاتصال اللاسلكى التى تربطها بالشبكة العالمية (الإنترنت) [Estrin, 2000] . لذلك فإن البعض يتحدث الآن عن الحاسبات المنتشرة فى كل مكان (Ubiquitous Computers) والتى يمكن أن تكون غير مرئية أو أن المستخدم لا يحس بوجودها نظراً لتبسيط عملية تشغيل الجهاز الذى يندمج فيه الحاسب ولذلك تسمى أيضاً «الحاسبات غير المرئية» Invisible Computers . وأحد المجالات التى يتم فيها ذلك هو مجال «الكاميرات الرقمية» (Digital Cameras) حيث إن الأمر لا يتطلب من المستخدم أكثر من التقاط الصورة ولكن بقية العمليات التى قد تتضمن الاتصال اللاسلكى (عن طريق تليفون محمول مثلاً) بأحد حاسبات الخدمات الذى يشترك فيه الشخص ومعالجة الصورة ، وتخزينها فى الملفات الخاصة بالمستخدم ، وبعد ذلك إرسال إشارة لاسلكية للكاميرا لالتقاط الصورة التالية [Borriello, 2000] . يتم كل ذلك فى ثوان معدودة بحيث لا يحس الشخص بوجود كل هذه العمليات التى قام بها حاسب الخدمات .

ونظراً للاهتمام الكبير بهذه النوعية من استخدام الحاسبات وانتشارها الواسع ، فقد زاد الاهتمام بما يسمى تكنولوجيا المحسات (Sensor Technology) . هذه التكنولوجيا تتعلق بتطوير أجهزة الإحساس بجميع أنواع المتغيرات سواء ميكانيكية أو مغناطيسية أو إشعاعية أو كيميائية أو حيوية وغيرها . ويتم فى العادة دمج هذه المحسات فى دوائر متكاملة مع الاستفادة من التطور الهائل الذى حدث فى مجال تكنولوجيا السليكون [Bowonder, 1997] [Saffo, 1997] . وإحدى التكنولوجيات المهمة المستخدمة فى هذا المجال تسمى «المنظومات الميكروإلكتروميكانيكية» MEMS (Micro ElectroMechanical System) .

وقد أصبح هناك طلب كبير على المعالجات الدقيقة التى تدخل فى تصميم النظم المدمجة نظراً لزيادة التطبيقات التى تتطلب ذلك مثل ألعاب الفيديو ، الحاسبات المحمولة والملبوسة ، الكاميرات الرقمية ، التليفونات المحمولة ، آلات الفاكس ووحدات الطباعة [Schlett, 1998] . كما أن هناك نوعاً من المعالجات الرقمية الخاصة بالإشارات ويسمى «معالج الإشارات الرقمى» (Digital Signal Processor) (DSP) ووجود هذا النوع يتيح لمصممى النظم المدمجة فرصة أكبر فى اختيار أنسب المعالجات للتطبيق المطلوب [Eyre, 1998] .

ويجب ملاحظة أن تصميم النظم المدمجة يتطلب تصميماً متكاملاً للمنظومة الكاملة ، سواء من ناحية المكون الجامد Hardware أو المكون اللين Software ولذلك يسمى هذا الاتجاه «التصميم المترافق للمكون الجامد واللين» Hardware - Software Co-design [Schulz, 1998] وينتج عن هذا التصميم تحديد الأجزاء التى سيتم تنفيذها باستخدام المكونات الجامدة والأجزاء التى سيتم تنفيذها باستخدام المكونات اللينة . وبالنسبة للمكونات اللينة يجب الأخذ فى الاعتبار ظروف النظام المدمج نفسه حيث إن ذلك يختلف عن تصميم البرمجيات العادية [Olson, 2000] [Lee, 2000] .

وهناك اتجاه لانتاج منظومات كاملة على شذرة (System On a Chip) (SOC) وسيعمل ذلك على تبسيط وسرعة تنفيذ النظم الإلكترونية المختلفة ولكنه يتطلب تنسيقاً كبيراً بين المنتجين لسهولة استبدال الشذرات [Birnbaum, 1999] .

كما تجدر الإشارة هنا إلى نوعية من الحاسبات تسمى الحاسبات المتشكلة (Configurable computers) والتى تعتمد أساساً على «مصفوفات البوابات المبرمجة فى الموقع» (Field Programmable Gate Arrays) (FPGA) ويمكنها على سبيل المثال أن تستخدم فى التطبيقات التالية : عمليات التشفير وكسر الشفرات المختلفة ومحاكاة بعض المعالجات الدقيقة ومعالجة الإشارات [Detton, 2000]، أو فى نظم معالجة الصور والفيديو [Villasenor, 1997] . هذا بالإضافة إلى أن هذه الحاسبات تعمل على تكامل المكون الجامد والمكون اللين فى إطار واحد [Sipper, 2000] .

وفى النهاية هناك نوع من المكونات التطورية (Evolvable Hardware) والتى تصمم بحيث يمكنها أن تتأقلم مع المحيط التى تعمل به، وذلك عن طريق إعادة تشكيل نفسها بصورة ذاتية وديناميكية [Sipper, 2000] و [Higuchi, 1999] .

٤-٥ الحاسبات المحمولة والملبوسة

هناك أنواع متعددة من الحاسبات المحمولة والنوع التقليدى منها يحتوى على نفس مكونات الحاسبات الشخصية ، ولكن بتصميمات تتناسب مع الحجم الصغير المطلوب . فمثلاً شاشة العرض مستوية ومساحتها أصغر وتستخدم تكنولوجيا البللورات

السائلة (Liquid crystals) ووحدات التخزين الثانوية ولوحة المفاتيح تكون أصغر حجماً . ويحتوى هذا الحاسب أيضاً على وحدة أقراص مدمجة (Compact Disk) (CD) وفى أحيان كثيرة وسيلة اتصال بالشبكات مثل الإنترنت سواء بصورة سلكية أو لاسلكيـــة . ويوجد أيضاً ما يسمى حاسبات الجيب (Pocket Computers) وهى ذات إمكانيات أقل ، ولكن يمكنها أن تؤدى أيضاً وظيفة التليفون المحمول ويمكن أن يكون لها نظام تشغيل مختلف يتناسب مع المهام التى تقوم بها [Comerford, 1998] .

وهناك نوع آخر من الحاسبات يسمى «حاسبات الشبكات» (Network Computers) (NC) يعتمد أساساً على وجود حاسبات ذات قدرات أكبر موجودة بالشبكة بحيث يمكن أن تحتوى هذا الحاسبات على المكونات الأساسية فقط بدون وجود وحدات تخزين ثانوية على سبيل المثال . ويسمى لذلك هذا الحاسب الشبكى «الزبون النحيف» (Thin Client) وبالطبع يمكن تشكيل الوحدات المختلفة التى تحتوى عليها هذه الحاسبات حسب طبيعة التطبيقات [Halfhill, 1997] .

أما بالنسبة لمستخدمى الحاسبات الذين تتطلب طبيعة أعمالهم الحركة المستمرة من مكان إلى مكان آخر ، فهناك ما يسمى «الحاسبات المتحركة» (Mobile Computers) . وتعتمد هذه الحاسبات على تكنولوجيات ثلاثة هى تكنولوجيا الحاسبات نفسها وتكنولوجيا البنية الأساسية للاتصالات وتكنولوجيا المحسات (Sensors) [Jones, 1999] . كما أن هناك تطوراً كبيراً فى إحدى الوحدات التى تسمى «الكارت الذكى» (Smart Card) والتى تحتوى على معالج دقيق ووحدة ذاكرة لتخزين بيانات شخصية عن حامل البطاقة مثل «التوقيع الرقمى» (Digital Signature) بالإضافة إلى بيانات أخرى . ويمكن استخدام هذه البطاقات عن طريق نهايات اتصال (Terminals) مناسبة لإجراء العمليات البنكية عن بعد أو الاتصال بشبكة الإنترنت لإجراء تعاملات تجارية إلكترونية [Husemann, 1999] .

الحاسبات الملبوسة (Wearable) تحظى باهتمام أيضاً نظراً لتطبيقاتها المتعددة . ففى المجال الصناعى ستعمل على إسداء مساعدة كبيرة للفنيين الذين يقومون بعمليات التجميع المختلفة وكذلك لأطقم الإصلاح والصيانة ، وفى المجال الطبى ستساعد الأطباء على متابعة الحالات المرضية المختلفة مباشرة ، وفى مجال الإعلام ستساعد المراسلين على أداء مهامهم بشكل أفضل وهكذا [Ditlea, 2000] .

وبالطبع ستأخذ هذه الأنظمة صوراً متعددة وعلى الأخص بالنسبة لشاشات العرض والتى ستشبه النظارات ووحدات إدخال البيانات والتفاعل مع البرمجيات والتى ستأخذ فى الاعتبار تكاملها مع الملابس المختلفة وسهولة الوصول إليها واستخدامها [Pentland, 1998] [Mann, 1997] [Billinghurst, 1999] .

وفى النهاية تجدر الإشارة إلى أحد المشروعات البحثية المهمة، والتى يسمى مشروع (OXYGEN) تشبيهاً لأن الحاسبات وتطبيقاتها واستعمالاتها ستنتشر مثل الهواء [Dertouzos, 1999] . ويشتمل هذا المشروع على تطوير عدة أنظمة ، هى : (Handy 21) وهذا الجهاز يشبه التليفون المحمول ولكنه يشتمل بالإضافة إلى الحاسب ، تليفون خلوى (Cellular Telephone) واتصال لاسلكى بالإنترنت وراديو وتليفزيون [Guttag, 1999] . كما يشتمل المشرع أيضاً على نظام (Galaxy) والذى يتيح الوظائف الآتية : تعرف الكلام ، فهم اللغات ، استرجاع المعلومات ، توليد اللغات وتوليد الكلام [Zue, 1999] . وهناك أيضاً نظام (Enviro 21) والذى يمكن تركيبه فى المكاتب أو المنازل أو السيارات ويحتوى نظام حاسبات أكثر تطوراً من ذلك الموجود فى (Handy 21) بحيث يمكنه القيام بنفس وظائفه ولكن على نطاق أوسع بالإضافة إلى إمكانية التحكم والمراقبة لعدد من النبائط (Devices) أو الأدوات (Appliances) الأخرى شاملة المحسات (Sensors) والتليفونات وأجهزة الفاكس والكاميرات والميكروفونات . وإحدى الشذرات التى ستستخدم فى هذا المشروع يمكنها أن تعيد برمجة نفسها بشكل أوتوماتيكى للقيام بالمهام المتعددة [Agarwal, 1999] . وفى النهاية يوجد أيضاً نظام Net 21 الذى سيتيح لمستخدمى مشروع OXYGEN أن يعملوا سوياً بصورة تعاونية وآمنة . وخلاصة القول أن هذه التطورات ستتيح ما يمكن تسميته بالأدوات المعلوماتية [Lewis, 1998] (Information Appliances).

٦-٤ مجموعات الحاسبات والحاسبات العملاقة

على الرغم من تطوير قدرات الحاسبات الشخصية باستمرار وكذلك محطات العمل (Workstations) التى تتطلب قدرات حسابية وتخزينية أكبر من الحاسبات الشخصية ، إلا أنه توجد تطبيقات كثيرة تتطلب قدرات تفوق قدرة هذه الحاسبات المنفردة . وقد كان الاتجاه السائد عند وجود هذه التطبيقات اللجوء إلى أحد الحاسبات العملاقة (Supercomputers) ذات التكلفة العالية ، والتى توجد عادة فى مراكز خاصة تشترك فيها أكثر من جهة حتى يمكن تشغيلها بشكل اقتصادى . ولهذه الحاسبات تصميماتها الخاصة وأنظمة التشغيل المناسبة لها والوحدات المساعدة الأخرى اللازمة ، وبالطبع مازالت هناك تطبيقات معينة تستدعى استخدام هذه النوعية من الحاسبات كما سنبين لاحقاً . ولكن ظهرت بدائل أخرى أكثر مرونة وذات تكلفة أقل تسمى مجموعات الحاسبات (Cluster Computers) أتاحها ظهور شبكات الاتصالات السريعة بين الحاسبات لتبادل المعلومات . وبذلك نشأ نمط جديد من الحسابات يسمى «حسابات المجموعات» (Cluster computing) .

وتجمع الحاسبات يشتمل على مجموعة من الحاسبات الكاملة (والتى تمثل «عُقد» (nodes) الشبكة) تربطهم جميعاً شبكة سريعة لتبادل المعلومات . ويمكن أن

تكون هذه الحاسبات ذات قدرات مختلفة ، فيمكن مثلاً تكوين مجموعة من الحاسبات الشخصية أو مجموعة من محطات العمل أو مجموعة من الحاسبات التى يشتمل كل واحد منها على أكثر من معالج ، وتسمى «نظم الحاسبات متعددة المعالجات» (Multiprocessor Computer Systems) . وإحدى مجموعات محطات العمل وتسمى «شبكة من محطات العمل» (Network of Workstations) (NOW) تشتمل على ١٠٠ محطة عمل استخدمت فى (جامعة كاليفورنيا فى بركلى) لإجراء بحوث فى مجال نظم التصميم باستخدام الحاسبات (Computer Aided Design) (CAD) ونمذجة الزلازل ومحاكاة شبكات الحاسبات وغيرها . وهناك مشروع مكمل لذلك يسمى «الألفية» (Millennium) سيحتوى على عدد من الحاسبات يصل إلى ٢٩٠ حاسباً.

كذلك توجد مشروعات خاصة بمجموعات الحاسبات الشخصية مثل مشروع (BEOWULF) والذى يستخدم مجموعة تصل إلى ٣٣٢ حاسباً تربطها شبكة اتصالات خاصة ، وتستخدمه وكالة (ناسا) لأبحاث الفضاء فى حل المشاكل المرتبطة بمعالجة الكميات الكبيرة من البيانات للحصول على صور تفصيلية يتم تكوينها من بيانات المحسات أو الكاميرات المختلفة [Ahmad, 2000] . وتوجد مشروعات أخرى لتطبيقات متعددة تستخدم هذا البديل . وبعد نجاح هذا البديل فى الجامعات والمراكز البحثية المختلفة ابتدأت الشركات فى الإعداد لمواصفات قياسية خاصة بربط الحاسبات مع بعضها ، وتقود هذا الاتجاه شركات «مايكروسوفت» و «إنتل» و «كومباك» [Rettberg, 1998] ، كما تجدر الإشارة إلى أن هذا الاتجاه يستخدم أيضاً فى ربط وحدات التخزين الثانوية مثل الأقراص والشرائط الممغنطة وغيرها فى تجمع واحد عن طريق شبكة سريعة ، ويسمى «شبكة التخزين» (Storage Area Network) . [Mace, 1998]

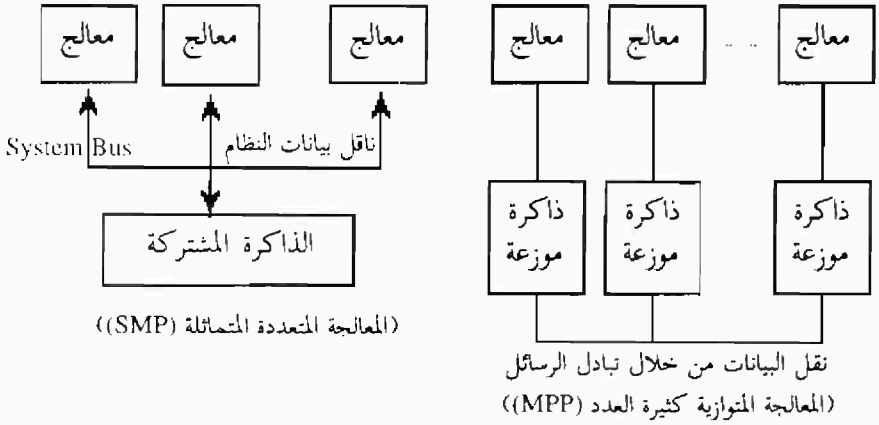
وامتداداً لهذا الاتجاه يمكن ربط عدد من الحاسبات المختلفة متعددة القدرات ، وقد يكون بعضها من الحاسبات العملاقة من خلال شبكة سريعة خاصة ذات نطاق واسع (Wide Area Network) . وبذلك يمكن المشاركة فى الموارد على نطاق كبير [Grimshaw, 1999] ، ولذلك تسمى الحسابات ذات النطاق الواسع (Wide - Area Computing) .

ومازالت هناك الكثير من المسائل التى تتطلب إمكانيات الحاسبات العملاقة نسرد بعضاً منها على سبيل المثال :

التنبؤ بحالة الطقس لأطول مدة ممكنة وبشكل تفصيلى – دراسات التلوث سواء فى الجو أو البر أو البحر وإنعكاساته على الحفاظ على البيئة – نمذجة التأثيرات المتبادلة لكل من الغلاف الجوى (atmosphere) والمحيط الحيوى (biosphere) والمحيطات وذلك لدراسة التأثير طويل المدى للأنشطة الإنسانية على المنظومة

الإيكولوجية الكوكبية – سَلْسَلة الطاقم الوراثى البشرى للمساعدة فى تعرف الأمراض الوراثية ومنعها ومعالجتها – تصميم أنواع جديدة من الأدوية تساعد على الشفاء من أمراض السرطان والإيدز وغيرها – تصميم الموصلات الفائقة (Superconductors) والتى ستعمل على تطوير الأجهزة الكهربية والحاسبات وغيرها – تصميم المركبات الفضائية وكذلك السيارات المتطورة – تصميم نبائط التحويل الكمّية (Quantum Switching Devices) والتى ستؤدى إلى بناء حاسبات متطورة – محاكاة اصطدام السيارات على الحاسبات بدلاً من بناء نماذج فعلية مما يعطى مرونة أكبر فى التجارب وتحليل النتائج [Thomke, 1999] – دراسة إمكانية محاكاة اختبارات التجارب النووية على الحاسبات بدلاً من إجراء التجارب نفسها [Paine, 1999] ولكن لم تتضح بعد أبعاد هذه الطريقة .

وفى الوقت الحالى يعتمد تصميم الحاسبات العملاقة على تشغيل عدد كبير من المعالجات على التوازى ويبين الشكل (٤-٤) الإطار العام لتحقيق ذلك بصورة مبسطة ويشتمل على طريقتين لربط الذاكرة بالمعالجات – الطريقة الأولى تسمى المعالجة المتعددة المتماثلة (Symmetrc Multiprocessing) (SMP) والطريقة الثانية تسمى المعالجة المتوازية كثيرة العدد (Massively Parallel Processing) (MPP) [Thompson, 1996] .



شكل (٤-٤) : طرق تشغيل المعالجات على التوازى.

وأحد المشروعات الكبيرة التى تقوم بتنفيذها وزارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية يسمى «مبادرة الحسابات الاستراتيجية المتسارعة» (Accelerated Strategic Computing Initiative) (ASCI) ويتوقع أن تصل قدرة أحد الحاسبات العملاقة فى إطار هذا المشروع إلى سرعة معالجة للعمليات الحسابية مقدارها ٣٠ ترليون (تيرا) عملية فى الثانية الواحدة (30 Teraflops) خلال هذا العام (٢٠٠١) [Clark, 1998,2] وهناك أيضاً مشروع ضخم تقوم به

شركة IBM لبناء حاسب يسمى «الجين الأزرق» (Blue Gene) لاستخدامه فى التطبيقات البيولوجية وينتظر أن يتم بناؤه عام ٢٠٠٥ وستصل سرعته إلى ١ بتا عملية فى الثانية (١ بتا = ١٠٠٠ تيرا) (و ١ تيرا = ١٠٠٠ چيجا) . ومن التطبيقات التى سيتم التركيز عليها دراسة «عمليات طىّ» (folding process) بالنسبة للبروتينات متوسطة الحجم ، والتى يحتوى على حوالى ٣٠٠ من الأحماض الأمينية . وسيحتوى نموذج الطىّ على بليون قوة تعمل على ترليون وحدة زمنية وعلى الرغم من السرعة الهائلة لهذا الحاسب العملاق إلا أن محاكاة عملية طىّ واحدة لهذه النوعية من البروتينيات ستتطلب تشغيل الحاسب بشكل متصل لمدة عام، على الرغم من أن هذه العملية تستغرق فى أجسامنا أقل من ثانية واحدة .[Clark, 2000]

ولا يقتصر تطوير وبناء هذه النوعية من الحاسبات العملاقة على الولايات المتحدة الأمريكية بل يوجد نشاط أيضاً فى اليابان وفى أوروبا [Stuben, 1997] وكذلك فى الهند والصين [Patnaik, 1996] .

٤-٧ الأجهزة المساعدة

لكى تقوم الحاسبات بأداء مهامها المنطقية والحسابية المختلفة تحتاج إلى معدات أخرى مساعدة تعتبر جزءاً أساسياً منها وفى بعض الأحيان تدمج وتتكامل معها فى منظومة واحدة . وتأخذ هذه الأجهزة أشكالاً متعددة : فبالنسبة لإدخال البيانات والتعليمات هناك لوحة المفاتيح والفأرة الإلكترونية ، وفى بعض الأحيان يمكن استخدام نظام صوتى لإدخال التعليمات ، وبالنسبة لإخراج وعرض البيانات والنتائج يمكن استخدام شاشات العرض بأنواعها المختلفة ووحدات الطباعة . كذلك توجد وحدات التخزين الثانوية سواء التى تستخدم الأقراص المغنطة الصلبة Hard Disks أو الأقراص الضوئية المدمجة (Compact Disks) (CD) أو الشرائط . كما أصبحت وحدات الاتصال بالشبكات عبر الخطوط التليفونية تمثل جزءاً أساسياً لمعظم الحاسبات الشخصية .

٤-٧-١ وحدات التخزين الثانوى

تمثل وحدات التخزين الثانوى أهم الأجهزة المساعدة بالنسبة لمعظم نظم الحاسبات . وقد كانت الخطوة الأساسية فى تطوير نظم التخزين الثانوى إدخال نظام التخزين على الأقراص الصلبة المغنطة ، والذى أنتجته شركة (IBM) عام ١٩٥٦ عن طريق نظام يسمى (RAMAC) (Random Access Method for Accounting and Control) . وقد اشتمل هذا النظام على ٥٠ قرصاً تدور حول محور واحد ، وقطر كل منها حوالى ٦٠ سم وكان وزنها طن واحد وقدرة تخزين ٥ ملايين «بايت» (Byte) . وقد كان ذلك يمثل ثورة حقيقية فى مجال التخزين تطور بعد ذلك بخطوات كبيرة . ويمكن إيضاح ذلك ببعض منتجات الشركة نفسها فى

عام ١٩٩٨ بالنسبة لنوعين من وحدات الأقراص الممغنطة أحدها صغيرة الحجم بحيث يمكن استخدامها فى الكاميرات الرقمية والتليفونات المحمولة ؛ حيث إن وزنها ٢٠ جراماً فقط وقدرتها التخزينية تصل إلى ٣٤٠ مليون «بايت» باستخدام قرص واحد فقط قطره حوالى ثلاثة سنتيمترات . والآخر يصلح للحاسبات الشخصية وتصل سعته التخزينية إلى ٢٥ بليون «بايت» أى ٥٠٠٠ مرة سعة أول نظام ثم تقديمه عام ١٩٥٦ وقد وصلت السعة فى نماذج أخرى إلى ٧٠ بليون «بايت» [Toigo, 2000] . هذا بالإضافة إلى تطوير الأنظمة الخاصة بقراءة البيانات وسرعة الوصول إليها على الأقراص الممغنطة .

وعلى الرغم من زيادة سعات التخزين ، فإن متطلبات المؤسسات المختلفة تزداد أيضاً يوماً بعد يوم ، وأصبحت الآن تقاس بوحدة «تيرا» «بايت» أى ألف بليون «بايت» . ولذلك يزداد الطلب على وحدات التخزين المغناطيسى فمثلاً كان عدد الوحدات التى بيعت عام ١٩٩٨ حوالى ١٤٥ مليون وحدة ، زادت إلى ١٧٠ مليون وحدة عام ١٩٩٩ ، وينتظر أن تصل إلى ٢٥٠ مليون وحدة عام ٢٠٠٢ . ولكن من الممكن أن تصل كثافة هذه النوعية من التخزين إلى حد معين لا يمكن زيادته بعدها نتيجة ما يسمى (Super Paramagnetic Effect) (SPE) التى يمكن أن تؤثر عندها الطاقة الحرارية المحيطة (Ambient thermal energy) على البيانات المخزونة . ومع استمرار عمليات زيادة كثافة التخزين الحالية يتوقع بعض الخبراء الوصول إلى أقصى مدى مع حلول عام ٢٠٠٥ [Toigo, 2000] ، ويتوقع أن يصل حجم التخزين المتاح للحاسبات الشخصية على الأقراص الصلبة إلى ٢٨٠ جيجا بايت عام ٢٠٠٥ .

وقد كان من اللازم مع زيادة كثافة التخزين زيادة حساسية «رأس القراءة» (Read head) وقد حدث تطور مهم فى عام ١٩٩٧ ، عندما أدخلت شركة (IBM) نظاماً يسمى (Giant Magneto Resistive (GMR) ساعد على زيادة حساسية الرأس الخاصة بعملية قراءة البيانات إلى الضعف أو الثلاثة أضعاف . وهناك أيضاً محاولات لزيادة كثافة التخزين عن طريق استخدام أشعة الليزر . ولذلك تسمى هذه الوحدات «مغناطيسية ضوئية» (Magneto-optical) [McDaniel, 2000] .

كذلك توجد وسائط تخزين ضوئية تستخدم أشعة الليزر وأقدمها هى «الأقراص المدمجة» (Compact Disk) (CD) والتى ظهرت فى بداية الثمانينيات من القرن العشرين . وهناك عدة أنواع منها ، الأول يسمى CD-ROM ويمكن القراءة منها فقط . والثانى يسمى CD-R (CD - Recordable) وبمكن الكتابة عليها مرة واحدة ، والثالثة تسمى CD - RW (CD - Rewritable) ويمكن إعادة الكتابة

عليها مرات متعددة . وسعة القرص الواحد حوالى ٦٥٠ مليون «بايت» (Byte) ، وكان معدل القراءة فى البداية ١,٢ مليون «بت» (Bit) فى الثانية ولكنها الآن تقترب من معدل قراءة أكثر من ذلك ٤٠ مرة بالنسبة لوحدات القراءة فقط وستصل إلى حوالى ١٢ مرة بالنسبة لوحدات القراءة والكتابة بحلول عام ٢٠٠٣ . كما توجد أيضاً أنواع جديدة من وحدات التخزين تسمى «أقراص تخزين الفيديو» (Digital Versatile Disc) (DVD) ذات سعة تخزين تصل إلى ٤,٧ بليون «بايت» وقد ظهرت عام ١٩٩٦ ، كذلك توجد أنواع منها للقراءة والكتابة . وفى النهاية توجد وحدات تخزين تسمى «تسجيل الفيديو الرقمى» (Digital Video Recording) (DVR) يستخدم ما يسمى الليزر الأزرق وتصل سعته إلى ٢٢ بليون «بايت» وسرعة تسجيل تصل إلى ٢٢ بليون «بت» فى الثانية [Houten, 2000] .

إن طرق التخزين السابقة تعتمد على دوران الأقراص بسرعة ثابتة ولكن هناك أبحاثا فى الوقت الحالى لتصميم نظم تخزين لا تعتمد على الدوران ولكن على نظم «ميكرو إلكتروميكانيكية» (Micro Electromechanical Systems) (MEMS) لتحريك «نهاية مسبار» (Probe tip) على وسيط التخزين . وميزة هذه النوعية بالإضافة إلى تقليل السعر هى تصغير الحجم والوزن ، وكذلك زمن الوصول إلى المعلومات المخزنة .

والأهم من ذلك كله هو إمكانية تكامل نظام الحاسبات مع وحدات التخزين المختلفة للوصول إلى ما يسمى «منظومة على شذرة» (System on a Chip) . وسيتيح ذلك تطوير تطبيقات متعددة فى مجال نبائط القياس والمراقبة الطبية والحيوية ، وأجهزة الأقمار الصناعية المتناهية الصغر ، ووحدات المراقبة والقياس الخاصة بنظم البنية الأساسية فى مجالات متعددة ، كاميرات الفيديو والحاسبات المحمولة وغيرها . [Carley, 2000] .

وأحد الطرق المهمة للتخزين والتى يتم تكثيف البحوث بها فى الوقت الحالى تسمى «التخزين الهولوجرافى» (Holographic Storage) . وأحد أوجه الاختلاف بالنسبة لهذه الطريقة عن الطرق السابقة هو أن التخزين يتم خلال حجم وسيط التخزين وليس على السطح . ولذلك يمكن أن يكون وسيط التخزين أحد المكعبات البللورية على سبيل المثال . وهناك عدد من المشروعات الهامة يتم تنفيذها حالياً فى هذا المجال ، اثنان منهما يدعم من «وكالة مشروعات الأبحاث المتقدمة فى مجال الدفاع» (Defense Advanced Research Projects Agency) (DARPA) بالولايات المتحدة الأمريكية . الأول يسمى «تجمع مواد انكسار الضوء لتخزين المعلومات» (Photo Refractive Information Storage Materials Consortium) (PRISM) والثانى يسمى «تجمع نظم تخزين البيانات الهولوجرافية»

(Holographic Data Storage Consortium) [HDSS]. ويشترك فى المشروعات عديد من الجامعات وشركات الحاسبات . وقد تم الانتهاء من بعض النماذج التخزينية التى أظهرت أنه بالإضافة إلى زيادة السعة التخزينية ، فإن معدل تسجيل أو قراءة البيانات أسرع بكثير من الطرق الأخرى [Orlov, 2000] [Ashley, 2000] .

وفى النهاية تجدر الإشارة إلى البدء فى دراسة إمكانية استخدام نظم تخزين تعتمد على ما يسمى «ميكروسكوب القوة الذرية» (Atomic Force Microscope) (AFM) والذى سيسمح بزيادة كبيرة فى سعة التخزين بالإضافة إلى زيادة سرعة قراءة وتخزين البيانات وصغر الحجم . وقد تم الانتهاء من بناء بعض النماذج التجريبية والتى سميت (Millipede) [Vettiger, 2000] [Toigo, 2000] ويتوقع أن تصل سعة التخزين إلى ١٠ تيرا بايت (١ تيرا = ١٠٠٠ بليون) فى حجم كروت الحاسبات الشخصية ، التى تتبع النظام القياسى PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) ، وهذه السعة تكفى على سبيل المثال لتخزين جميع محتويات مكتبة الكونجرس ، والتى تصل إلى حوالى ٢٠ مليون كتاب.

٤-٧-٢ وحدات عرض البيانات

هناك تطورات كثيرة فى وحدات عرض البيانات كامتداد لشاشات عرض البللسورات السائلة (Liquid Crystal Displays) (LCD) . بعضها يستخدم مواد مستخلصة من الكوليسترول الحيوانى ، ولذلك تسمى (Cholestric) وهذه شاشات لا تحتاج إلى إضاءة خلفية وألوانها أوضح ثلاث مرات من شاشات LCD العادية . والآخر يستخدم مواد مرنة كالقماش يمكن تشكيلها لتناسب التطبيقات المختلفة . كما أن هناك نوعاً ثالثاً يتم تطويره الآن يعتمد على ما يسمى «الحبر الإلكترونى» Electronic Ink وسينتج عنه شاشة سمكها نصف الأنواع السابقة وألوانها أوضح ثلاثة مرات عنها [Cranford, 2000] . وهذا الحبر الإلكترونى يمكن استخدامه فى الورق الإلكترونى حيث يمكن عرض البيانات على قاعدة من الورق العادى ، وبحيث يمكن تعديلها أو مسحها مثل الشاشات المرئية تماماً . ويمكن متابعة التطورات فى مشروع الورق الإلكترونى الذى يتم فى «معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا» (MIT) من خلال الموقع الآتى على شبكة الإنترنت (http : // physics. www.media.mit.edu/mm/elecpaper.html) أو قراءة مقالة من على الشبكة أيضاً، والمنشورة بمجلة شركة IBM للنظم، وعنوانها كالتالى (http: //www. almaden.ibm.com/ journa/l/sj /363/ jacobson. html) .