مراحل تطور المعالجات الدقيقة في الحاسبات الآلية الشخصية

عبد الرحمن العلي - وسيم رعد

جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

الظهران - المملكة العربية السعودية

المستخلص: تعرض هذه المقالة مراحل تطور المعالجات الدقيقة (Microprossors) التي تستعمل كوحدة عمليات أساسية في الحاسبات الشخصية . وسوف تتطرق إلى البنية الداخلية والفرق بين كل عنصر من عناصر سلسلة المعالجات "إنتل" حيث ستبين الفروق من ناحية ناقل المعلومات ، ناقل العناوين، وحدات تنفيذ الأوامر ، وحدات الإتصال مع الذاكرة ، ووحدات الدخل والخرج . كذلك سيتم بيان الفروق من حيث سرعة تنفيذ الأوامر والإتصال بالذاكرة والملحقات الأخرى .

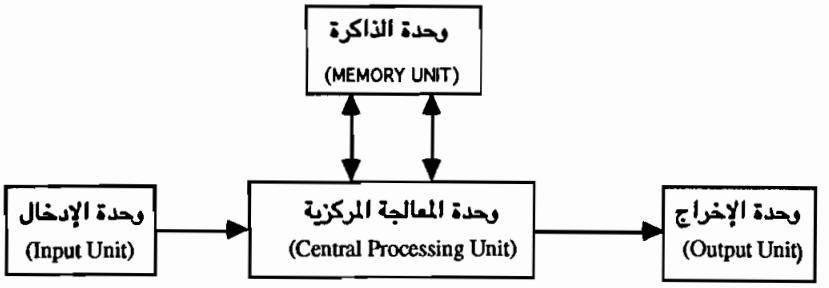
١ - مقدمة

تعتبر الحاسبات الآلية الشخصية (PERSONAL COMPUTERS) من أهم الإنجازات العلمية في النصف الثاني من هذا القرن .. لقد أصبح الحاسب الشخصي السلاح الناجح والفعال لكل مهندس أو رجل أعمال ، ويذهب مؤيدوا الحاسب إلى القول بأن مقياس الأميّة في عام ٢٠٠٠ هو بأن يكون الشخص ملماً بإستعمال الحاسب ، وليس فقط ملماً بالقراءة والكتابة . هذه المقالة سوف تتطرق إلى المراحل التي تطورت فيها المعالجات الدقيقة (MICROPROCESSORS) التي تشكل وحدة العمليات الأساسية للحاسبات (CENTRAL PROCESSING UNIT) .

٢ - تركيب الحاسبات الآلية الشخصية

يتكون الحاسب الآلي الشخصي من ثلاثة عناصر أساسية ، كما هي مبينة في الشكل رقم (١) ، وهي :

* وحدة العمليات المركزية (CENTRAL PROCESSING UNIT) .
* وحدة الذاكرة (MEMORY UNIT) .
* وحدتا الإدخال والإخراج (INPUT/OUTPUT UNITS) .



شكل ١ : البنية الأساسية للحاسب الشخصي

إن وحدة العمليات المركزية (CPU) هي العمود الفقري للحاسب الآلي وهي عبارة عن معالج عمليات صغير

(MICROPROCESSR) حيث تتم العمليات الحسابية والمنطقية (ARITHMETIC & LOGIC OPERATIONS) . أما وحدتي الإدخال والإخراج فهي عبارة عن أداة لتوصيل المعلومات من وإلى وحدة العمليات المركزية والذاكرة . ومن أهم أدوات وحدتي الإدخال والإخراج : الطابعة ، الراسمة ، الشاشة ، لوحة المفاتيح ، الفاكس ، ....إلخ) .. أما وحدة الذاكرة (MEMORY) فهي لتخزين البرامج والمعلومات ، ولها عدة أنواع منها : الإسطوانة الصلبة(HARD DISK) ، أقراص الليزر المدمجة (CD-ROM) ، ذاكرة القراءة فقط (ROM) ، الذاكرة العشوائية (RAM) ، ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والإزالة (EPROM) ، ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والإزالة كهربائياً (EEPROM) .

إن كل وحدة من مكونات الحاسب تتطلب على الأقل مقالة خاصة بها .. لذا سنهتم في هذه المقالة بالحديث عن المكون الأساسي وهو وحدة العمليات المركزية ، وفي مقالات لاحقة سوف نتطرق إلى الوحدات الأخرى .

٣ - وحدة العمليات المركزية(CENTRAL PROCESSING UNIT)

إن العنصر الأساسي في وحدة العمليات المركزية هو المعالج الصغير (MICROPROCESSOR) ويرتبط تطور الحاسبات الشخصية بتطور المعالج الصغير ، وكذلك يصنف أي حاسب شخصي بناءً على المعالج الصغير الذي تستعمله . لقد تم تطوير هذا المعالج خلال فترة الربع قرن الخالية التي بدأت مع أوائل السبعينات بإنتاج المعالج ٤٠٠٤ ، وإستمرت بالتطور إلى الصيف الماضي حيث تم إنتاج إنتاج (٥٨٦) وهو مستمر ، ومع استمرار التطور ، فإن المتوقع في عام ٢٠٠٠ أن يتم إنتاج المعالج (٧٨٦) (١ ، ٢) .

إن هناك بعض المعالجات الدقيقة الأخرى مثل موتورلا (Motorola) وغيرها تستعمل في بعض الحاسبات الشخصية ، إلا أننا سوف نركز على المعالج " إنتل " في هذه المقالة .

ولكي يستطيع الإنسان تقدير قيمة ماوصلت إليه التكنولوجيا في عالم الحاسبات الآلية الشخصية ، فإنه من الممتع حقاً أن يعرف المراحل التي ترعرع فيها هذا المعالج العجيب ، وفي هذه المقالة سوف نذكر معلومات عن هذه المراحل.

في عام ١٩٧٢م ، أعلنت شركة انتل- الأمريكية عن إنتاج معالج صغير (٤٠٠٤) قادر على إجراء عمليات حسابية ومنطقية (ARITHMETIC & LOGICAL OPERATIONS) ، بسعة (٤) بت ، ويحتوي هذا المعالج على حوالي عشرة آلاف ترانزستور ، مع العلم بأن بنية المعالجات قبل ذلك كانت تحتوي على عناصر إفرادية في توصيلها (DISCRETE COMPONENTS) . يستطيع هذا المعالج أن يتعامل مع (٢٠٤٨) بايت لتخزين المعلومات ويحتوي على ناقل للمعلومات سعة (٤) بت ، إلا أن الحاجة إلى معالج ذو سرعة أكبر وسعة ذاكرة أكثر بات حاجة ملحة لأن هناك بعض التطبيقات تحتاج إلى ذلك ، وهذا مافعلته شركة انتل- الأمريكية ، حيث أنتجت في عام ١٩٧٣م الجيل الثاني من معالجاتها الصغيرة (٨٠٠٨-٨) بت . ويتميز هذا المعالج عن سابقه بأنه أسرع وذو سعة تخزينية ثماني مرات أكبر مقارنة مع سابقه (٤٠٠٤) . أما عدد الترانزستورات فهو (١٤٠٠٠) . وفي عام ١٩٧٣ أيضاً ، تم تطوير المعالج الصغير (٨٠٠٨) إلى (٨٠٨٠) حيث يستطيع القيام بـ (٥٠٠ر٠٠٠) عملية بالثانية ، مقارنة إلى (٢٠٠٠٠) عملية بالثانية ، وذو سعة تخزين أربع مرات أكثر من (٨٠٠٨) حيث أصبحت (٦٤) كيلو بايت بدلاً من (١٦) كيلو بايت . أما عدد الترانزستورات فقد بلغ حوالي (١٥٠٠٠) .

وتجدر الإشارة إلى أنه بإضافة حوالي (١٠٠٠) ترانزستور إلى المعالج (٨٠٠٨) أي بزيادة ٦٪ فقط ، حصلنا على معالج (٨٠٨٠) مع مضاعفة سعة التخزين ، وأضعاف أضعاف سرعة العمليات (من ٢٠٠٠٠ إلى ٥٠٠ر٠٠٠ عملية بالثانية) .

وفي عام ١٩٧٦ حسّنت انتل- الأمريكية المعالج (٨٠٨٠) إلى (٨٠٨٥) حيث يحتوي على مميزات طفيفة عن (٨٠٨٠) ، إلا أن القفزة النوعية هي القفزة من معالج (٨) بت إلى معالج (١٦) بت ، حيث أعلن عن ذلك في عام ١٩٧٨م ، وكان ميلاد المعالج (٨٠٨٦) ولحقه (٨٠٨٨) . ولقد استغل هذان المعالجان في بناء الحاسب الشخصي(IBM-PC, IBM-XT) . ويعمل هذان المعالجان بسرعات (٤٫٧) ميجاهرتز (٣) ، ويستطيع كل منهما التعامل مع ذاكرة سعة (١) ميجا بايت ، ويحتوي كل واحد على (٢٩٠٠٠) ترانزستور يتكون هذا المعالج من وحدتين أساسيتين هما : وحدة تنفيذ العمليات (Execution Unit) ووحدة الإتصال مع الذاكرة ، ووحدات الدخل والخرج (Bus Interface Unit) . والفرق الأساسي بين (٨٠٨٦) و (٨٠٨٨) أن الأول يعمل داخلياً ويتصل مع الذاكرة ووحدة الإدخال والإخراج بناقل معلومات سعة (١٦) بت ، بينما يعمل (٨٠٨٨) داخلياً بـ (١٦) بت ، ويتصل بالخارج بـ (٨) بت ، وهذه مقدمة لـ (DX , SX) في جيل ٣٨٦ ، وكذلك هناك فرق آخر وهو (٦) بايت في (٨٠٨٦) مقابل (٤) بايت في (٨٠٨٨) لتخزين الأوامر التي سوف تنفذ بعد الأمر الذي هو قيد التنفيذ (Instruction queue) .

وفي عام ١٩٨٢ تم تطوير (٨٠٨٨ و ٨٠٨٦) لكي يتمكن كل واحد منهما من الاتصال بذاكرة أكثر وسرعة أكبر حيث يستطيع التعامل مع برامج أكثر تعقيداً مثل الرسوم ، والبيانات ، ونتج عن ذلك معالج متقدم (ADVANCED TECHNOLOGY)، (٨٠٢٨٦) حيث يأتي بسرعات ٨-١٠-١٢-١٥-٢٠ ميجاهرتز ويستطيع الإتصال بذاكرة سعتها (١٦) ميجا بايت ، ذاكرة فيزيائية (Physical Memory) ، و(١٠٠٠) ميجابايت ذاكرة وهمية (Virtual memory) (٣ ، ٤) .

يتكون هذا المعالج من أربعة وحدات أساسية وهي : وحدة تنفيذ العمليات (Excution Unit) ، وحدة الأوامر (Instruction Unit) ، وحدة نقل المعلومات (Bus unit) ، ووحدة العناوين (Address unit) .

ومع كل هذا التطور ، فإن التكنولوجيا دائماً في تقدّم مستمر ، فقد تولّدت الحاجة إلى سرعات أكبر وبرامج أكثر إمكانية ، فقد زادت السرعات ، وأصبحت البرامج أكثر تعقيداً لكي تقوم بأعمال غاية الدقة مثل معالجة الصور الرقمية (DIGITAL IMAGE) . لذا جاءت شركة انتل- الأمريكية عام ١٩٨٥ بمعالج جديد ، ومتطور جداً حيث يعمل بـ (٣٢) بت بدلاً من (١٦) بت ، وبسرعات مضاعفة عن سابقتها ، وإمكانية الاتصال بسعات ذاكرة كبيرة ، وتُرجم هذا التطور بإنتاج المعالج (٣٨٦) ويستطيع هذا المعالج أن يتعامل مع ذاكرة فيزيائية سعتها (٤) جيجا بايت وذاكرة وهمية (٦٤٠٠٠) ميجا بايت ، إضافة إلى الوحدات الأساسية في المعالج (٢٨٦) فإنه يحتوي على وحدة إدارة الذاكرة (INTEGRATED MEMORY MANAGEMENT) ويعمل بسرعات مختلفة (١٦-٢٠-٢٥-٣٣-٤٠-٥٠) ميجاهرتز ، إلا أن جيل (٣٨٦) يُنتج 386SX , 386DX . ولقد كان الخلاف الرئيسي بين هذين المعالجين مشابهة للخلاف الذي كان بين (٨٠٨٦ و ٨٠٨٨) ، فالأول DX يتعامل مع (٣٢) بت داخلياً وخارجياً ، والثاني SX يتعامل داخلياً مع (٣٢) بت وخارجياً مع (١٦) بت ، أي أن إجراء العمليات الحسابية والمنطقية يتم على أساس (٣٢) بت والاتصال مع الذاكرة ووحدات الدخل والخرج على أساس (١٦) بت ناقل معلومات .

حتى الآن لم نتطرق إلى معالج إضافي ، وهو المعالج المساعد (CO-PROCESSOR) حيث أن وظيفته الرئيسية أنه معالج يحتوي على بعض التوابع الحسابية وحلولها الجاهزة حيث تقدّم إلى المعالج الرئيسي عند الحاجة إليها مما يسرع من العمليات الرياضية .. إن كل المعالجات السابقة إعتباراً من (٨٠٨٦) إلى DX ٣٨٦ تحتاج إلى معالج مساعد (CO-PROCESSOR) ليُسرع من عملياتها ، ويوجد هذا المعالج على شريحة مستقلة (SINGLE CHIP) .

إن وجود شريحتين مستقلتين (TWO CHIPS) ، معالج ومعالج مساعد يتطلب مساحة أكثر ، وكذلك يقلل من سرعة العمليات حيث يتطلب نقل المعلومات بين المعالج ومساعده . لهذه الأسباب أنتجت شركة انتل- الأمريكية معالج (٤٨٦) حيث يجمع بين المعالج ومساعده في شريحة واحدة (SINGLE CHIP) وهذا مايوفر مساحة داخل الجهاز ، ويزيد من السرعة المتاحة . بالإضافة إلى ذلك تم زيادة ذاكرة إنتقالية في المعالج نفسه (CACHE MEMORY) حيث تسرع من العمليات أكثر (١-٤) .

ويأتي المعالج (٤٨٦) في أربعة أنواع (486 SX , 486 DX , 486 DX2 , 486 DX4) ، والفرق بين SX و DX كالفرق بين المعالجات (٣٨٦) ، إلا أن DX2 صورة مختلفة حيث تؤمن سرعة مضروبة بـ ٢ للعمليات داخل المعالج ، وسرعة عادية للعمليات خارج المعالج .

وعلى سبيل المثال : ٦٦ ميجاهرتز DX2 يعمل داخلياً بسرعة ٦٦ ميجاهرتز ، ويتعامل مع الأجهزة الخارجية بسرعة (٣٣) ميجاهرتز . إن هذا النوع من الجيل المتطور يقلل من الضجيج ، وهذا أمر مهم جداً ، ونحن هنا لسنا بصدد الحديث عنه .

أما (DX4) فهو مثل (DX) من حيث التركيب ولكن سرعة العمليات داخل المعالج ثلاث مرات من السرعة التي تعامل بها مع الذاكرة ووحدة الخرج والدخل .

إنه من الجدير بالذكر أن عدد الترانزستورات في المعالج (٤٨٦) هو حوالي (المليون) والسرعة تتراوح من (٢٠-٢٥-٣٣-٤٠-٥٠) إلى (٩٠) ميجاهرتز بشريحة واحدة (SINGLE CHIP) . إن كل أنواع (٤٨٦) تأتي مع معالج مساعد جمع مع وحدة العمليات الأساسية في شريحة واحدة ، بالإضافة إلى الذاكرة الإنتقالية (CACHE MEMORY) .

وفي ربيع عام ١٩٩٣م ، أنتجت شركة انتل- الأمريكية آخر معالجاتها الصغيرة وهو المعالج (بنتيوم ٥٨٦) والذي يحتوي على أكثر من (٣ر٥) مليون ترانزستور(٥) الشكل (٢) يبين رسماً بيانياً لكيفية تطور المعالجات من حيث عدد الترانزستورات ، وهذا المعالج هو ذو سعة (٦٤) بت ناقل معلومات ، وبسرعات ستصل إلى (١٥٠) ميجاهرتز . وتتكون *البنية الأساسية لهذا المعالج* من وحدتي *العمليات* الحسابية والمنطقية ، ووحدتي ذاكرة انتقالية ، ووحدة للمعلومات وأخرى للأوامر ، ومعالج مساعد يحتوي على دوائر مخصصة للضرب ،

الجمع ، والقسمة ، بالإضافة إلى ذلك هناك وحدة التنبؤ بالتخطي للأوامر . ومن المتوقع أنه في عام ١٩٩٥م سيتم إنتاج المعالج (٦٨٦) حيث يحتوي على (٢٥) مليون ترانزستور ، كما من المتوقع في عام ٢٠٠٠ أن يتم إنتاج المعالج (٧٨٦) حيث سيحتوي على (١٠٠) مليون ترانزستور . (راجع جدول ١ ، ٢ ، ٣) لبيان عدد الترنزستور في المعالجات الدقيقة (٨-١٠) . ويعطي جدول (٣) فكرة عن سرعة تنفيذ بعض العمليات في عدة معالجات مختلفة .

جدول (١) : مواصفات المعالجات الدقيقة

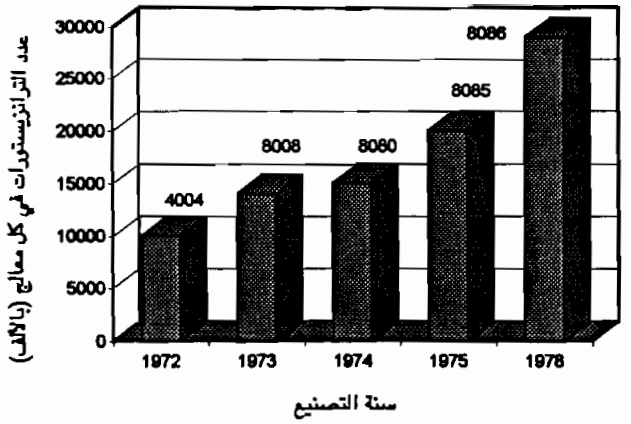
رقم المعالج / المواصفات	٤٠٠٤	٨٠٠٨	٨٠٨٥	٨٠٨٦/٨٠٨٨	٢٨٦	٣٨٦	٤٨٦	٧٨٦/٦٨٦/٥٨٦
تاريخ الإنتاج	١٩٧١	١٩٧٣	١٩٧٥	١٩٧٨/٧٩	١٩٨٢	١٩٨٥	١٩٨٩	١٩٩٩/٩٥/٩٣
سعة ناقل المعلومات	٤ بت	٨ بت	٨ بت	١٦ بت	١٦ بت	٣٢ بت	٣٢ بت	٨٤ بت ؟ ؟
سعة الذاكرة	٦٤ك/بايت	١٦ك/بايت	٦٤ك/بايت	١ ميجابايت	١ميجابايت	٤ميجا	٤ميجابايت	؟
النوعية	PMO	PMOS	NMOS	HVOS	CHMOS	SHMS	CHMS	?/?/?
عدد الترانزستور	١٠٠٠٠	١٤٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٩٠٠٠	١٣٠٠٠٠	٢٩٠٠٠٠	١٢٠٠٠٠٠	١٠٠/٢٠/٥ مليون

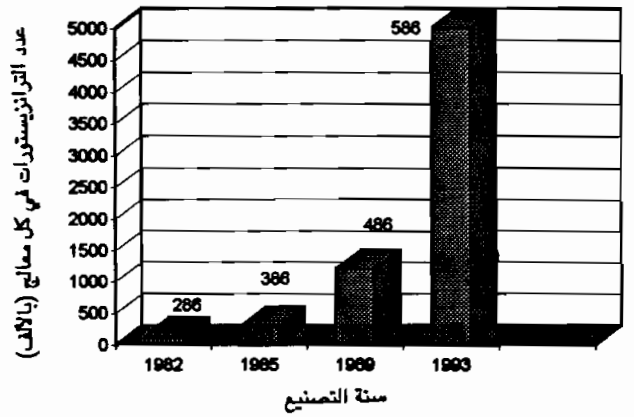
جدول (٢) : خصائص المعالجات

المعالج	SX	DX	DX2	DX4	معالج مساعد	كاش
٣٨٦	٣٢ بت داخلياً ٣٢ بت خارجياً	٣٢ بت داخلياً وخارجياً	-	-	خارجي	خارجي
٤٨٦	٣٢ بت داخلياً وخارجياً	٣٢ بت داخلياً وخارجياً	٣٢ بت داخلياً وخارجياً	٣٢ بت داخلياً وخارجياً	داخلي	داخلي
٥٨٦		٣٢-٦٤ بت داخلياًوخارجياً	-	-	داخلي	داخلي

جدول (٣) : مقارنة بين سرعة تنفيذ الأوامر للمعالجات

اسم الأمر	عدد نبضات الساعة		
	٨٧/٨٠٨٨	٣٨٧/٣٨٦	٤٨٦
جمع مسجل إلى مسجل	٣	٢	١
تحميل الذاكرة (١٦بت)	٢١	٢	١
تخزين الذاكرة (١٦بت)	٢٢	٢	١
جمع ذاكرة إلى مسجل	٢٢	٦	٢
جمع مسجل إلى ذاكرة	٣٣	٧	٣
ضرب أعداد حقيقية	١٢٨-١٥٤	١٢-٢٥	١٣-٢٦
قفز غير مشروط	١٥	٨	٣
تحميل عدد عشري (٦٤بت)	٨٧	٢٥	٣
تحميل عدد عشري (٨٠بت)	٧٠-١٠٠	٢١-٢٣	٨-٢٠
ضرب عدد عشري (٨٠بت)	١٣٠-١٤٥	٢٩-٥٧	١٦
تقسيم عدد عشري (٨٠بت)	١٠٨-١٩٣	٨٨	٧٣





شكل (٢) : تطور المعالجات من حيث عدد الترانزستورات

المراجع :

[1] Intel's i486 chip technology, computer research crop., USA 1991.

[2] Microprocessor data book, intel Corp, 1990. 1486.

[3] Intel 486 family product briefs, intel Corp, 1991.

[4] W.A. Triebel, The 80386 microprocessor, printce-hall, 1992.

[5] A.Singh & A. Triebel, 16-bit and 32-bit microprocessors architecture, software and interfacing techniques, printce-hall, 1991.

[6] A.Sighh & A.Triebel, The 8088 & 8086 microprocessors programming and interfacing printce-Hall, 1991.

[7] David Lalond, The 8080,8085 and Z80 hardware, software, programming, interfacing and troubleshooting, printce-Hall, 1988.

[8] Microprocessors data hand book, Micro-tech publication, 1991.

[9] Computer buyer, Aug., 1993.

[10] PC magazine, Vol.,13, No. 13 , July 1994.