مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد ٦ – العدد ٢ – من ٨٣ الى ٩٥

رمضان ١٤٠٣ هـ
حزيران ١٩٨٣ م

المعالج الصغري (المايكروبروسيسور) وتطبيقاته

د . جرجي قطريب
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

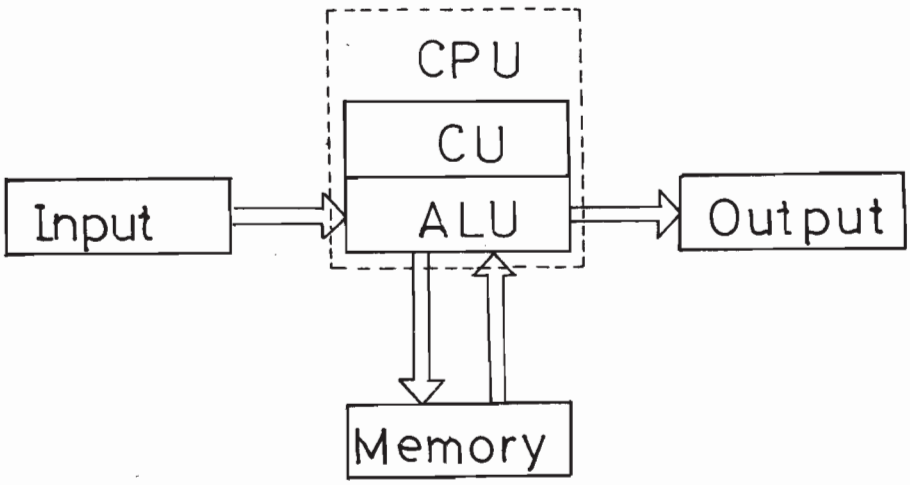
مقدمة :

يمكن اعتبار المعالج الصغري (microprocessor) الذي ظهر لأول مرة في أوخر عام ١٩٧١ ، أهم حدث شهدته الصناعة الالكترونية خلال السنوات العشر الماضية ، وقد جاء ليسد الحاجة الى دارة متكاملة عالية الكثافة (Large Scale Integration) متعددة الاستخدامات ، وقبل ظهور المعالجات الصغرية كان بامكان صانعي أنصاف النواقل أن يضعوا الاف الترانزيستورات على قطعة صغيرة من السيليكون ولكن كان مجال استخدام هذه الدارات المتكاملة يتضاءل بازدياد عدد الترانزيستورات وينحصر في تطبيق خاص مما يقلل من مبيعاتها ، وبما أن كلفة الدارات المتكاملة تتناسب عكسا مع الكمية المنتجة منها ، فان الدارات المتكاملة العالية الكثافة والمستخدمة في التطبيقات الغير شائعة تكلف أكثر من اللازم بسبب سوقها المحدود .

لقد قدم المعالج الصغري الحل لهذه المشكلة وذلك لقدرته على القيام بالكثير من الاعمال المختلفة والمتنوعة جدا ، مما يجعل امكانيات تطبيقاته غير محدودة تقريبا ، وبالتالي فان انتاجه يكون اقتصاديا .

١ – ماهية المعالج الصغري:

للتعريف بالمعالج الصغري يستحسن تحديد المكونات الرئيسية لجملة الحاسب الالكتروني والتي تتألف من أربع وحدات رئيسية كما يتبين في الشكل



وهذه الوحدات هي :

١ ـ وحدة المعالجة المركزية CPU (Central Processing Unit)

٢ ـ الذاكرة (Memory)

٣ ـ وحدة الدخل (Input)

٤ ـ وحدة الخرج (Output)

تتكون وحدة المعالجة المركزية CPU من وحدتين جزئيتين الاولى هي الوحدة الحسابية المنطقية ALU (Arithmetic - Logic Unit) التي تقوم باجراء العمليات الحسابية والمنطقية على المعلومات المارة فيها . والوحدة الثانية هي وحدة التحكم CU (Control Unit) ومهمتها ترتيب تسلسل عمليات الجملة فهي تولد وتدير

كل اشارات التحكم الضرورية لتوقيت العمليات ولتسيير المعلومات في داخل الوحدة الحسابية المنطقية وخارجها .

تستخدم الذاكرة لتخزن المعلومات ووحدتي الدخل والخرج لتبادل المعلومات بين الوحدة الحسابية المنطقية ALU والوسط الخارجي .

يمكن تعريف المعالج الصغري بكونه وحدة معالجة مركزية CPU مجمعة في دارة متكاملة واحدة .

من الممكن ربط المعالج الصغري ، باستخدام دارات اتصال مناسبة الى أجهزة متنوعة عديدة حيث تزوده هذه الاجهزة باشارات الدخل الضرورية ويتحكم بها بدوره بواسطة اشارات الخرج التي يصدرها . والطريقة التي يستجيب بها المعالج الصغري الى اشارات الدخل وكذلك اشارات الخرج التي يعطيها ، تعتمد كليا على تسلسل التعليمات المخزونة في احدى أشكال الذاكرة المرتبطة معه ، وتسمى هذه التعليمات المتسلسلة بالبرنامج.

بعد التعريف بامعالج الصغري لابد من التساؤل هل ينافس المعالج الصغري الحاسب الصغير (minicomputer) ؟ وماهي الفروقات الرئيسية بينهما ؟ . قد يكون الجواب على ذلك معقدا ولكن يمكن القول بصورة عامة ان المعالجات الصغرية من نوع Metal oxide semiconductor (MOS) المتوفرة حاليا في الاسواق تعمل بطريقة مماثلة للحاسبات الصغيرة ولكن الاولى أبطأ وأقل استطاعة حيث أن قائمة تعليماتها (Instruction set) هي أقل شمولا من قائمة تعليمات الحاسبات الصغيرة . ولكن هذه الفروقات تتضاءل بسرعة مع تطور المعالجات الصغرية .

٢ ـ تطبيقات المعالج الصغري :

نظرا لسهولة تجميع جملة المعالج الصغري فان استخداماته لايحدها الا مقدرة المصمم وخياله ، لهذا من المستحيل وضع قائمة كاملة التطبيقات الممكنة . ومع ذلك فانه من المناسب ان نميز اربع مجالات للطبيقات تلائم المعالجات الصغرية وهي :

١ ـ جمل الحاسبات (Computer Systems)

٢ ـ الجمل الصناعية (Industrial Systems)

٣ ـ تطبيقات ادوات المستهلكين (Consumer Aplications)

٤ ـ تطبيقات الأغراض الخاصة (Special-purpose Applications)

وفيا يلي سنبحث بتفصيل أكثر في هذه التطبيقات وسننظر في مميزاتها الفنية .

٢ ـ ١ ـ جمل الحاسبات :

لقد استخدمت المعالجات الصغرية في مجال تطبيقات الحاسبات أولا ، والسبب البسيط لذلك هو أن استخدام المعالجات الصغرية ، وخاصة في بدء ظهورها ، يتطلب معرفة جيدة في تصميم الجملة العنصري (Hardware) والبرمجة (Software) في آن واحد ، وكان الجمع بين هاتين المهارتين متوفرا أكثر ما يمكن في مجال صناعة الحاسبات وفور طرح المعالج الصغري في الاسواق تبين للصانعين امكانية استخدامه كمعالج زهيد الثمن لتطبيقات التحكم البسيطة . وفي الحقيقة فان اول معالج صغري ثماني الخانات (8 - bit) وهو من نوع Intel 8008 ولد نتيجة لفشل محاولة شركة Datapoint لتجميع دارة التحكم المباشر

لانبوب الأشعة المهبطية في دارة متكاملة واحدة وذلك بواسطة التعاقد مع شركتي Texas Instruments و Intel وقد حقق المعالج الصغري الذي انتجته شركة Intel كافة متطلبات شركة Datapoint الا أنه كان بطيئا .

تستخدم المعالجات الصغرية حاليا للتحكم في معظم الاجهزة المحيطة في جملة الحاسب والتي لاتحتاج الى سرع عالية جدا ، وحديثا ، نتيجة لتوفر المتحكمات المتخصصة لبعض الادوات كمتحكم انبوب الاشعة المهبطية ومتحكمات الأقراص المرنة (Floppy -disk controllers) أصبح من الممكن استخدام المعالجات الصغرية البطيئة حتى في الأجهزة السريعة كانبوب الأشعة المهبطية والأقراص المرنة . وتستخدم المعالجات الصغرية أيضا للتحكم في قارىء الشريط الورقي ومثقب الشريط الورقي والطابعات ومفاتيح الطباعة والزاجلات والمبدلات التشابهية / الرقمية (Converters Analogue / Digital) الخ.....

لقد أثرت المعالجات الصغرية تأثيرا مهما على فلسفة تصميم الحاسبات فالفلسفة القديمة والتي لاتزال تستخدم في جمل الحاسبات الكبيرة جدا ، حيث تشكل وحدة المعالجة المركزية الكلفة الرئيسية فيها ، هي أن تتم المشاركة في استخدام العنصر الاكثر كلفة في جملة الحاسب وبما أن وحدة المعالجة المركزية أصبحت اليوم من أرخص مكونات جملة الحاسب فان تسخير المعالج لتأدية عدة مهام في وقت واحد هو خطأ أساسي في التصميم ، وهذا مايفسر اختفاء جمل التشغيل المعقدة في الحاسبات الصغيرة وحاليا فان الحل الأرخص والأبسط والأكثر فعالية هو تخصيص معالج لكل عملية . ويمكن ، في الحالات التي لاتتطلب قدرة معالجة غير عادية

وحجم ذاكرة كبير ، أن تتألف جملة الحاسب بكاملها من دارة متكاملة تتراوح كلفتها من خمس الى خمسين ليرة سورية ، وبالتالي فان تعقيدات وتكاليف تطوير برنامج لمشاركة وقت المعالج لم يعد لها مايبررها الا في بعض الحالات الخاصة .

٢ ـ ٢ ـ الجمل الصناعية :

من الواضح أنه يمكن استبدال الحاسبات الصغيرة والدارات المنطقية المعقدة المستخدمة في التحكم الصناعي بالمعالجات الصغرية المنخفضة التكاليف الا أن أثر المعالجات الصغرية على عالم الصناعة لم يكن تخفيض كلفة انتاج الوحدة ، وخاصة عندما تكون كمية الانتاج محدودة ، ولكن الأثر الهام هو القيام بأعمال جديدة تجعل التحكم في العملية أبسط وأكثرفعالية وذكاء بدون زيادة التكاليف . وهناك فائدة اضافية وهي استبدال معظم الدارات الالكترونية ببرامج مما سمح باستخدام عناصر نظامية ولمدة أطول وهذا يؤدي بدوره الى تخفيض التكاليف عندما يتم انتاج عدد كافي من الجمل .

وتتميز تطبيقات المعالجات الصغرية الصناعية بما يلي :

تتطلب معظم التطبيقات الصناعية اشارات دخل وخرج تشابهية ، وتكافيء جملة المعالج الصغري متحكم تشابهي مع عدة حلقات تحكم وتعطي كل حلقة تحكم اشارة خرج كتابعة لاشارة دخل أو أكثر .

تستخدم معظم التطبيقات الصناعية أجهزة تحسس (Sensors) لاشارات الدخل وآليات تحكم في الخرج غالية الثمن بحيث تكون كلفة جملة المعالج الصغري ضئيلة جدا بالمقارنة مع هذه الأجهزة لذلك فان رخص

المعالجات الصغرية لاتشكل ميزة كبيرة في حد ذاتها ولكن المهم هو توفر البرمجة عوضا عن الدارات الالكترونية المستخدمة سابقا وبالتالي الحصول على دارات منطقية مبرمجة .

وتساعد البرمجة على اجراء عمليات في غاية التعقيد والتي لم يكن من الممكن تنفيذها سابقا باستخدام الدارات المنطقية فالتغييرات سهلة ويمكن تحسين التصميم او تبديله بأقل ما يمكن من التغيير في المكونات العنصرية للجملة .

تستخدم المعالجات الصغرية للتحكم في العمليات المستمرة والمتقطعة في مجالات واسعة من التحكم في اشارات المرور وحتى التحكم في توزيع المياه في خطوط الأنابيب ، وهندسة الاتصالات وتنظيم أية عملية تحكم .

ينتج عن استخدام المعالج الصغري في التحكم في العمليات فائدة اضافية لم تكم موجودة سابقا وهي امكانية تسخيره لاداء اعمال أخرى . ومن الممكن تسجيل وقراءة كمية كبيرة من المعلومات بصورة مستمرة باستخدام مسجلة كاسيت أو أقراص مرنة على سبيل المثال . فأثناء الوقت الذي يكون فيه المعالج الصغري عاطلا او في فترات منتظمة يمكن للمعالج الصغري ان يراقب حالة الجملة ويسجل جميع بارامتراتها في ذاكرته الكبيرة للرجوع اليها في المستقبل ويمكنه أيضا أن يستفيد من هذه المعلومات في محاولة تحسين طريقة اجراء العملية ، وهذا مايسمى بالتحسين الديناميكي ، حيث يمكن للجملة أن تنظر الى قيم بارامتيرات التحكم السابقة والتي ثبت نجاحها في تحسين عمل الجملة وتحاول زيادة هذا التحسين بتجريب قيم جديدة .

٢ ـ ٣ ـ تطبيقات ادوات المستهلكين :

تنتج أدوات المستهلكين بكميات كبيرة وبأرخص التكاليف الممكنة وهذا هو مجال تطبيقات الحاسبات الصغرية المكونة من دارة متكاملة واحدة أو دارتين لان نظم المعالجات الصغرية الاخرى لاتناسب تطبيقات أدوات ـ المستهلكين لكونها تتطلب الكثير من المكونات العنصرية والتوصيلات . فمثلا يكفي حاسب صغري مكون من دارة تكاملية واحدة لأعمال التحكم البسيطة التي تتطلبها الغسالات وأفران الموجات المايكروية . وفوائد الاستخدام الفنية واضحة ، اذ يمكن الاستغناء عن المفاتيح الكهرميكانيكية والدارات المنطقية وتوصيلاتها وكذلك يمكنه أن يقوم بمهمات أخرى كاختبار المعقولية فمثلا اذا اختارت ربة البيت التي تستخدم الغسالة دورة غسيل حارة لثياب حساسة يمكن للمعالج الصغري أن يومض ضوء تحذير او ان يرفض الاستجابة لهذا الطلب الخاطيء ويمتنع عن تشغيل الغسالة .

تستخدم المعالجات الصغرية أيضا لتزويد بعض الأجهزة بذكاء فمثلا استخدم المعالج الصغري من نوع F-8 بنجاح في أجهزة التلفزيون المتطورة حيث وفر التوليف والبرمجة الآلية للجهاز ولمدة تصل حتى سنة كاملة .

وبطبيعة الحال عندما يتم تركيب المعالج الصغري في جهازتلفزيون يصبح من الممكن تزويد الجهاز بساعة رقمية بدون كلفة اضافية الى جانب اعمال أخرى كتزويد الجهاز بألعاب تلفزيونية باستخدام نفس المعالج الصغري او غيره .

ومن الأمثلة النموذجية على أجهزة المستهلكين التي تستخدم المعالجات الصغرية الغسالات والات الخياطة وأفران الموجات المايكروية واجهزة التلفزيون الملون والكناسات الكهربائية والمسجلات والراديوات . وتستخدم

المعالجات الصغرية في المكاتب في مجالات متعددة كالطابعات المزودة بمعالجات للكلمة (word processing) والات النسخ ومقاسم الهاتف الخ....

منذ عام ١٩٧٧ أصبح من الممكن تجميع حاسب صغري كامل في دارة متكاملة واحدة وقد سهل ذلك برمجة ألعاب تلفزيونية جديدة ونظرا لانخفاض كلفة هذه الحاسبات عندما تنتج بكميات كبيرة فانه من المتوقع أن تزود بها كافة أجهزة التلفزيون الملون في المستقبل وهذه هي النقطة التي يبدأ بها انتشار الحاسبات ذات الاغراض العامة في المنازل . ووجود الحاسبات في جهاز التلفزيون يعني أنه يمكن استخدامها لاغراض اخرى بدون تكاليف اضافية فالخطوة الاولى هي استخدامها للالعاب وربما للتوليف الدقيق والاختيار المبرمج لبرامج التلفزيون ويمكن أن تكون الخطوة الثانية معالجة المعلومات مباشرة باستخدام التلفزيون كوسط للقراءة كما يمكن ربط اجهزة التلفزيون هذه عن طريق الهاتف الى حاسب مركزي حيث يمكن للمشترك الحصول على المعلومات التي يريدها مباشرة ، وقد بدأت مثل هذه الخطوات فعليا في العالم المتقدم تقنيا .

٢ ـ ٤ ـ التطبيقات الخاصة :

هذه التطبيقات هي عادة التطبيقات العسكرية والفضائية والجوية وكذلك التطبيقات الطبية . وأهم ماتتطلبه هذه التطبيقات هو صغر الحجم وقلة الوزن بالاضافة الى ضآلة استهلاك الطاقة . وعادة لايهتم كثيرا بكلفة تطوير البرامج .

تستخدم المعالجات الصغرية في الطائرات للقيام بأعمال متنوعة فهي تنظم آليات التحكم من حقن الوقود الى نظام التحكم الآلي في الطيران وقديما كان وزن وحجم التجهيزات يشكل احدى المشاكل الرئيسية التي تمنع تزويد الطائرة بنظم قيادة رادارية فعالة وقد خفف توفر المعالجات الصغرية هذه المشكلة فقد أمكن برمجة كل خطوات المعالجة الرادارية وبذلك تمت الاستفادة من مرونة البرمجة اذ يمكن لهذه الرادارية أن تغير عملها ديناميكيا استجابة لخطر مداهم جديد وهذه ميزة هامة في الاجراءات المضادة الالكترونية في الحرب الالكترونية . ويحكى أن أجهزة الطيران في القاذفة من نوع ف ـ ١٦ (F -16) التي يستخدمها العدو الصهيوني مزودة باكثر من ثلاثين جملة معالج صغري من عشرة أنواع مختلفة على الاقل وقد صممت شركة (westinghouse) رادار مقدمتها وحققت تخفيض في الوزن والحجم يزيد عن ٣٠٪ وهذا ماسمح باضافة اجراءات مضادة الكترونية متطورة في مقدمة الطائرة كما تم تحسين قدرة عمل الرادار .

تعاني التطبيقات الطبية المحمولة عادة نفس القيود السابقة أي يجب أن تكون خفيفة وصغيرة وبالطبع يجب أن تكون ارخص مايمكن ولكن رخص الثمن لايشكل الهدف الاهم . ويمكن تقسيم التطبيقات الطبية التي تستخدم المعالج الصغري الى نوعين الاول هو الاجهزة المحمولة على جسم الانسان والنوع الآخر هو الاجهزة الخارجية .

لقد تم مؤخرا تطوير عدة أجهزة محمولة على الجسم وتستخدم المعالجات الصغرية فمثلا تحرض الاجهزة العادية ، المستخدمة لتصحيح ضربات القلب الضعيفة او الغير منتظمة (Pacemakers) القلب في فترات

زمنية ثابتة مما يتطلب عدم تعريض المريض لأي جهد لأنه عند زيادة الجهد يجب ازالة السموم التي تبثها العضلات في الدم وذلك بزيادة ضخ الدم . وللاسف فان الاجهزة العادية لايمكنها زيادة تدفق الدم وتحرض القلب بوتيرة واحدة ويمكن للأجهزة الحديثة التي تستخدم المعالجات الصغرية أن تحرض القلب بشكل يتناسب مع وتيرة التنفس وكذلك تم تطوير أجهزة تجريبية لتعطي تحريض مبرمج الى الجملة العصبية عند اكتشاف نشاطات دماغ غير طبيعية وهذه الاجهزة لاتزال تحت التجربة ولكن لاتوجد امامها آي عقبات فنية . كما تم اقتراح عدة تطبيقات اخرى قد تكون قيد الانتاج قريبا . وأحدى هذه التطبيقات ، آلة على شكل ساعة يد تراقب ايقاع القلب عن طريق تحسس ضغط الدم في المعصم ويمكن لهذه الألة أن تصدر انذارا صوتيا كلما توقعت أي انحراف في عمل القلب . وحاليا يمكن التنبوء بالسكتة القلبية ، الناتجة عن بعض الأمراض القلبية ، وبدرجة عالية من الدقةقبل عدة دقائق من حدوثها فعلا ، ويمكن لمثل الجهاز السابق أن يعطي لحامله الوقت الكافي لاتخاذ الاجراءات الوقائية الممكنة .

اما الاجهزة الطبية الخارجية التي تستخدم المعالجات الصغرية فهي مماثلة لاجهزة التحكم الصناعية وتكون عادة مسوءولة عن أعمال المراقبة وتتميز بالسرعة والموثوقية والذكاء ، فمثلا يمكن مراقبة حالة المريض في المستشفى بشكل متواصل بواسطة الأجهزة المزودة بحاسب والموضوعة بجانب سريره مما يسمح بمراقبة ضغط الدم وتخطيط القلب وغيره لمدة أربع وعشرون ساعة في اليوم وفي حال اكتشاف أي شيء غير طبيعي قد يكون من الممكن التنبوء مسبقا في مشكلة طبية وذلك باستخدام قدرة المعالج الصغري الحسابية . وبالاضافة الى ذلك فان هذه الاجهزة الآلية تعطي موثوقية أعلى من استخدام الممرضات لأعمال المراقبة وخاصة اثناء الليل .

ويمكن استخدام المعالجات الصغرية أيضا للتشخيص او لأتمتة بعض الاعمال الطبية كما تستخدم لتعداد خليات الدم وغيرها من التحاليل المخبرية عندما يكون من الضروري الحصول على سرعة ودقة وموثوقية عالية . كما تستخدم لجمع المعلومات في ادارة المستشفى والمخابر . ويمكن التوقع بتطوير أجهزة مزودة بالمعالجات الصغرية تستخدم في عيادات الأطباء وتساعد في تطوير الكشف عنه الظواهر الحيوية الغيرطبيعية

٣ ـ الخاتمة :

لقد كانت المقالة محاولة للتعريف بالمعالجات الصغرية بشكل مبسط مع امكانيات تطبيقاتها الهائلة . وعلى الرغم من أنها سببت ثورة في عالم الالكترونيات وصناعتها ومع أنها بلغت من العمر مايزيد عن العشر سنوات فانها ، وللأسف الشديد ، لاتزال غائبة عن مناهج التدريس في جامعات قطرنا وربما احتاجت الى بضعة سنوات أخرى ليسمح لها روتين تطوير المناهج من أخذ مكانها الطبيعي .

هذا مع الاشارة الى ان المعالجات الصغرية لم تنتظر استقبال جامعاتنا لها عن طريق تهيئة خريجي الهندسة الالكترونية ، بل تسللت الى اسواقنا ـ ربما بدون أن ندري ـ عن طريق بعض الاجهزة المتطورة كأجهزة الفيديو والآلات الرقمية كبعض آلات الثقب والخراطة ولف المحركات الكهربائية وغيرها .

المصـــادر :

1 - Zaks , R."Microprocessors from Chips to systems" Sybex Inc . 1977

2 - Katrib , G : " Thyristor controlled variable - voltage drives for three- phase - Induction motor". Ph. D .Thesis , Strathclyde University , U.K.1982 .

3 - Aspinall,D : " The microprocessor and its - application"Cambridge University - Press , 1978 .

4 - Queyssac , D . " Understanding Microprocessors" Motorola Inc .

5 - Motorola Inc : M 6800 System design manual " 1976 . First edition .