
المستقيم

معمارية جديدة وعلاقتها بآلة الحاسبة

تأليف : -

ليتلاند زيورنكو / جامعة كارينجي ميلون

وليام دايتز / جامعة كارينجي ميلون

فوانك وارد / امريه البحوث وتطوير الاتصالات للجيش الامريكي

ترجمة : -

زيد علي محمد الخليل / معهد التدريب والبحاث للحاسبات والأجهزة الالكترونية

عن مجلة IEEE COMPUTER MAGAZINE

عدد شباط 1981

انشيء مشروع مجموعة الحاسبات العسكرية (Military Computer Family) MCF لتجهيز جيش الولايات المتحدة الاميركية بمجموعة حاسبات لها القدرة على تنفيذ مجموعة الايعازات المتوفرة في حاسبات اخرى ولكن بأداء ذي امكانيات مختلفة وان أحد أهداف هذا المشروع هو تطوير مجموعة ايعازات (Instruction Set) تستغل تقنية الأجهزة الراهنة للحاسبات وتسمح بالتوسع بواسطة حشر التطورات المستقبلية لهذه التقنية . وستمتلك الدولة مجموعة الايعازات هذه وتوفرها لاستعمال الأطراف ذات العلاقة بالمشاريع العسكرية .

يتوجب على مجموعة الايعازات ان تكون :

- يجب أن ترفع من مستوى التفسير (Interpretation) وذلك لتسهيل مهمة انجاز او مترجم (Compiler) للغات العالية المستوى (High Level Language) ذلك يعني امتصاص بعض الجهد في التنفيذ الكفوء للغة .
- يجب أن تكون قابلة للتنفيذ (Implementation) في عدة انواع من الأجهزة مختلفة التعقيد حيث يعطي أصغر عنصر في المجموعة أداء مقبولاً كما يتوجب على أكبر وأعمد عنصر في المجموعة استعمال الأجهزة المضافة بكفاءة لزيادة الاداء .
- يتوجب توفير امكانية استغلال التطورات التكنولوجية بكفاءة مع الحفاظ على انسجام البرامج على قابلية استعمال مجموعة الايعازات .
- ويبدو ان الخاصيتين الاخيرتين تحبذان نوعاً من التركيبية (Modularity) بين

الأجهزة والبرامج (Hardware- Software) .

- يجب أن تصف معمارية الحاسبة السطح الوسطي أو (interface) الرابط بين الأجهزة والبرامج بعناية ايا من خواص الجهاز والبرنامج يجب أن تكون بادية (Visible) للجهاز الأخر ، ان كل من الأجهزة والبرامج يجب أن يكون لها حرية الوصول الى الشكل الامثل (Optimum) للخواص البادية له فقط وغير بادية للأجهزة الأخرى .

ان خواص الربط لهذه الأجهزة يجب أن تبدو ثابتة وقد تقيد مرونة التنفيذ او (التطبيق) لذا يتوجب على معمارية الحاسبة أن تقلل من هذه القيود قدر الامكان . ان الخواص المذكورة اعلاه يمكن ان تصاغ بواسطة هدفين مرئيين او منظورين (Visibility) الأول هو ان معمارية الحاسبة يجب أن تزيد من منظر العمليات التي تجريها البرامج الى الأجهزة مما يحسن اداء الأجهزة ويجعل تنفيذ هذه العمليات بصورة مثلى .

حيث من المتوقع لمعالج صمم للقيام بتحويل فورير السريع مثلا ان يعطي اداء يفوق اداء معالج للاغراض العامة مبرمج لتنفيذ تحويل فورير السريع FFT (Fast Fourir Transfem) والفرق الاساسي في هذه الحالة ليس في الاختلاف في مسار البيانات (Datapath) حيث أن نفس الأجهزة يمكن أن تستعمل للثنتين ولكن عمليات تحويل فورير السريع بادية للأجهزة المخصصة لذلك فإنه يمكن تصميم هذه الأجهزة على المستوى الأمثل .

قد يكون هذا المثال بعيدا بعض الشيء ، إلا أنه من الممكن توقع فوائد مشابهة كلما زيد بدء البرامج .

الهدف الثاني هو تقليل بدء الأجهزة للبرامج لتوفير حرية أكثر لمصمم الأجهزة في إنجاز مختلف وهذا يعتبر حيودا عن المعمارية التقليدية للحاسبات حيث ان الأجهزة كانت تعتبر بادية كليا وبكل خصوصياتها للبرامج وكما ذكر سابقا فان تقليل بدء الأجهزة للبرامج يقلل من قابلية البرامج على عمل الاختصارات فمثلا في المثال السابق قد يمكن للبرنامج استغلال بعض المعلومات عن البيانات وحذف بعض العمليات غير اللازمة الا في الحالات العلة وقد لا يكون ذلك ممكنا في حالة المعالج الخاص بذلك .

ان هذا الهدر بالامكانيات لا يمكن الغاءه كليا ولكن يمكن وضع تصميم معقول يوفر او يعوض عن هذا الهدر بزيادة الاداء ، وقد يتوسع الهدر بالامكانيات من خلال استعمال المترجمات القياسية ومكتبات البرامج والبرامج الرابطة والتي تميل الى اهمال هذا النوع من الاختصارات من اجل العمومية في الاستعمال .

ان الهدفين المذكورين اعلاه يوضحان معظم هيكل المعمارية المستعملة في الحاسبات العسكرية .

تستعمل مجموعة الحاسبات العسكرية على سلسلة من الحاسبات يتراوح حجمها بين حاسبات دقيقة (Microcomputer) الى حاسبات صغيرة ذات اداء فوق العادة (Super minicomputers) ويشمل المشروع قيد البحث حاليا على ثلاثة نماذج : حاسبة صغيرة ذات اداء فوق العادة : حاسبة صغيرة دقيقة وحاسبة احادية التركيب او (Single Module Computer) ويوضح الجدول رقم (1) متطلبات الاداء لكل مكن هذه الحاسبات .

ان متطلبات الاداء لهذه المجموعة وضعت لتغطية غالبية الاستعمالات العسكرية ان اداء الحاسبة الصغيرة المذكورة اعلاه مناسبة لبعض الأنظمة الكبيرة

مثل القيادة والسيطرة (Command and Control) الادارة التكتيكية (Tactical Management) التجسس (Intelligence) والحرب الالكترونية (Electronic Warfare) بينا ينوي استعمال الحاسبة الدقيقة في الاستعمالات غير البارزة بصورة مباشرة مثل السيطرة على اطلاق النار (Fire Control) السيطرة على الناقلات (Vehicle Control) الملاحة الجوية (Avionics) واخيرا فان الحاسبة احادية اللوحة مثالية لاستعمالات ذات طبيعة مخفية مثل السيطرة على الاسلحة واجهزة الراديو المحمولة على الكتف . ويوقع استعمال هذه الحاسبات كجزء من نظام لا تمته عمليات ساحات القتال . ان اختلاف الاستعمالات تحتم تنوع هذه المجموعة من الحاسبات العسكرية .

نظرة عامة الى الحاسبات العسكرية

ان المعمارية التي استخدمت لتغطية احتياجات الحاسبات العسكرية سميت بالسديم (Nebula) باختصار فان السديم هي عبارة عن حاسبة ذات (32) بت والمسجلات العامة (General Registers) ذات ذاكرة معنونة بالبايت (Byte Addressable Memory) وتمثل الابعازات بشكل سلسلة من البايئات الاولى منها تعيين شفرة العمليات (Op code) والباقي تستعمل في تعيين المتعالجات (Operands) يتم تعيين المتعالجات كل ايعاز بشكل صريح باستعمال نفس صيغة العنونة . ان العمومية المنتظمة لمعينات المتعالجات (Operand Specifier) تمنع مشاكل تحديد البيانات التي تواجه الصيغ الاكثر نفيدا .

معينات المتعالجات هي عبارة عن سلسلة من بايت واحد او اكثر تحدد موقع وحجم المتعالج وتتوفر قسم من اساليب العنونة السبعة بعدة صيغ مختلفة الابعاز ،

والاساليب المتوفرة هي : -

- * حرفي (Literal) وهو عبارة عن ثابت من سبل الابعازات .
- * مسجل (Register) او مسجل موضعي .
- * مطلق (Absolute) عنوان مطلق في الذاكرة .
- * المسجل المفهرس (Register index) عنوان نسبي الى مسجل او اعداد البرنامج .
- * القيمة المفهرسة (Indexed by Value) عنوان مشار اليه بواسطة قيمة أخرى .
- * المفهرس المدرج (Scaled index) : عنوان مشار اليه بواسطة قيمة مفهرسة حسب نوع البيانات .
- * عامل او متغير وسيط (Parameter) : عنصر في منهج (Procedure) وبالإضافة الى ذلك فان كل متعالج يعين حجم البيانات كما تتوفر انواع البيانات البدائية مثل الاعداد الصحيحة او الاعداد الكسرية بحجوم عديدة . يمكن أن تكون الاعداد الصحيحة باطوال (32,16,8) بت كما يمكن أن تكون الاعداد الكسرية باطوال (32) او (64) بت ويمكن أن يحتوي الابعاز على خليط من المتعالجات وليس هناك حجم محدد ضروري للتحويل .

يرتكز تركيب السديم المتحكم على مفهوم المنهج في المستويات العليا (Exception Hardler) وقائمة عناصر وتوصف خواص المنهج بواسطة واصف للمنهج (Descriptor Procedure) متواجد في نقطة الدخول الى المنهج من الممكن اظهار المناهج بواسطة صيغ متنوعة من النداءات (Calls) يشمل النداء على عنوان نقطة الدخول الى المنهج وسلسلة من واصفات المتعالجات مماثلة لتلك المستعملة لمتعالجات الابعازات .

إن إظهار المناهج يكون علاقة بين قائمة العناصر في النداء اطلب عنوانه

العناصر في المنهج المنادى ، وفي داخل المنهج المنادى يتم التوصل الى العنصر بواسطة مؤشر يعود على موقعه في القائمة .

تعتمد طريقة تحديد عنوان الدخول الى منهج على نوع النداء . وتحدد النداءات الاعتيادية العنوان كمتعالج ، بينما النداءات الى البرنامج المشرف والايعايات غير المنجزة تحصل على العنوان بواسطة فهرس عممي في جدول للمتجهات ، حيث أن التقاطعات (Interrupts) والفخاخ (Traps) قد أعطت متجهات ثابتة بعد تحديد عنوان الدخول فان كل هذه النداءات تعالج بشكل منظم . ان الفرق بين ايعاز موجود بشكل شفرة دقيقة (Microcode) او بشكل برنامج يظهر عند تنفيذ هذا الايعاز ولا يمكن تمييزه على مستوى شفرة الماكينة . ان هذه الطريقة توفر مرونة اكثر للمصمم في تحديد الخليط المناسب من الايعايات المنجزة في الجهاز والايعايات المنجزة في برامج موجودة في ذاكرة الجهاز تبعاً للمواصفات المعطاة للاتجاز كذلك تسمح بتوسيع مجموعة الايعايات وتشغيل النماذج الاولية للجهاز بواسطة البرامج .

إن تضمين النداءات للمناهج (Procedure Calls nesting) ينتج سلسلة من بيئات المناهج (Procedure Context) كل منها يحتوي على المسجلات ، وقائمة العناصر ، واعداد البرنامج ، حالة المعالج الاستثنائي للمنهج تحت التنفيذ ، يتم تخزين هذه البيئات على اكداس البيئات (Context Stack) المحدد لكل مهمة وتقوم اجزاء ادارة الذاكرة بحماية هذا الجزء من محاولات الوصول للايعايات غير المعينة . تقوم اجزاء ادارة الذاكرة بتقسيم فضاء الذاكرة الخيالية للبرنامج المشرف وكل مهمة الى عدد من المقاطع (Segments) ذات احجام مختلفة ، كل مقطع يبدأ بعنوان متغير في الذاكرة في مكان وهمي ومحموظ في جدول بترتيب تنازلي في الذاكرة الحقيقية .

يمكن حماية المقطع من مختلف انواع الوصول (مثل القراءة ، الكتابة ، ... الخ) وكذلك يمكن اعلان قابلية الوصول اليها بطرق ذات امتياز خاص وبتمكن البرنامج المشرف من التوصل الى اي مقطع للمهمة تحت التنفيذ حتى وان كانت تحت القيود انفة الذكر .

رابطة المناهج (Procedure Interface) :

إن هذا المصطلح يشير الى الحالة البادية الى البرنامج المنادي والاسلوب الذي يحدد بواسطته هذه الحالة ، ووسيلة تمرير العناصر . في حالة المعمارية التقليدية فان البرنامجين المنادي والمنادى عليه يرى كلاهما مجموعة مسجلات مشتركة . وتستعمل عدة طرائق مبرمجة لحفظ بيانات البرنامج المنادي يجعل المسجلات جاهزة لاستعمال البرنامج المنادى عليه وتمرير النتيجة . لذا فان رابط المناهج يعرف في الغالب من قبل البرنامج باستعمال التركيب البادي للجهاز .

ولكن في معمارية السديم تعتبر المسجلات ذات علاقة للمنهج الذي يستعملها فقط . لذا فان في أي نداء الى منهج يتوجب تعيين مجموعة جديدة من المسجلات لاستعماله واعادتها عند الرجوع . وتخصيص ذاكرة للمسجلات المحلية لكل منهج على المكسب البيئي الخاص به كما في الشكل (1) .

هذه المناطق محمية من التوصل للايعازات غير المعنية . ان تأثير هذه العملية هو ان استعمال هذه المسجلات من قبل المنهج المعين يكون بادي للأجهزة في حين ان ميكانيكية توزيع هذه المجموعة من المسجلات المحلية غير بادية للبرامج .

هذه الخاصية توفر درجة كبيرة من الحرية والمرونة في تصميم وتركيب الذاكرة المحلية .

وهناك أربعة تراكيب محتملة للذاكرة موضحة فيما يلي :-

1 - يمكن حفظ المسجلات العاملة في الذاكرة الرئيسية وهذه الطريقة تقلل كل من الحالة الداخلية زمن الحفظ في البيئة ولكنها تؤدي الى تقليل الاداء بسبب الوقت اللازم للوصول الى المسجلات المنفردة عند المعالجة .

2 - يمكن ايضا وضع مجموعة مفردة من المسجلات في الجهاز وخزن وتحميل البيانات منها واليها بشكل ذاتي عند تنفيذ ايعازات النداء والارجاع وهذه هي الطريقة التقليدية المستعملة في أغلب معماريات الحاسبات فيما عدا كون الخزن والتحميل يجب أن يكون مفهوما ضمينا من خلال تنفيذ ايعازات النداء والارجاع .

3 - يمكن استعمال ملف مسجلات بأسلوب الملف الدوري (Wrap-around) حيث ان النقل من والى الذاكرة يجري في حالتي امتلاء فراغ الملف .

4 - يمكن وضع عدة مجموعات من المسجلات في الجهاز وفي هذه الحالة فان النداءات والارجاعات يجب أن تسبب ابدال المجموعة . وفي هذه الحالة يتم النقل من والى الذاكرة عندما تكون كل المجاميع مشغولة او شاغرة .

وهناك خاصية مثيرة في الطريقتين (3) و (4) حيث ان عدد التنقلات من والى الذاكرة يعتمد على الفرق في عمق النداء المضمن أكثر من عدد النداءات .

تختلف الطرائق المذكورة اعلاه اختلافا جوهريا من حيث أسلوب التوصل الى المسجلات كما إن تحديد أي من المسجلات يتوجب خزنها في الذاكرة او البيئة .

يعتمد كليا على التصميم في بعض هذه التصاميم تكون الصعوبة في تصميم

ميكانبكية للعنونة تسمح بعنونة كل النسخ الفعالة من المسجلات بعنوانها في منطقة البيئة (وهذا هو السبب في جعل البرامج لا تتوصل الى منطقة البيئة . وهذا المنع (أي منع البرامج من التوصل الى منطقة البيئة) يسمح بانجازات كانت تبدو غير عملية بأي شكل آخر .

إن الوصول الى العناصر في السديم تسمح باستعمال اساليب العنونة العلهمة ، ويتوصل البرنامج الثالوي للعناصر بواسطة رقم العنصر . ويربط برقم العنصر عند النداء واصفة (Parameter Descriptor) والمعلومات الموجودة في واصفة العنصر تتضمن موقع العنصر (مسجل ، كمية ثابتة ، او الذاكرة) والعنوان (اذا كان في الذاكرة) والحجم . ان مكنته هذا المفهوم لوصف العناصر يتطلب تركيبا معيناً للتوزيع (Allocation) والتوصل اليها . من حسن الحظ ان صفات هذه الواصفات متشابهة مع تلك المستعملة للمسجلات المحلية وكلاهما يتولدان عند النداء ويتم التخلص منها عند الارجاع لذا فان نفس الاسلوب يمكن أن يستغل في المسجلات المحلية وواصفات العناصر وهناك خاصية اخرى هي انها تختلف بايعاز النداء ولا يتم تغييرها فيما بعد . مما يوضح أنه ليس من الضروري نقل تلك الواصفات الى الذاكرة اكثر من مرة واحدة عند تغيير البيئة اعتمادا على طريقة الانجاز ومن الجلي ان طريقة التوصل للعناصر تتعامل بكثرة مع توزيع المسجلات وحسابات العناوين وستهيئات ادارة الذاكرة . ويتوجب على واصفات العناصر ان تكون على وفاق مع طريقة انجاز منطقة البيئة ، اذ يمكن أن يكون الاثنان او يشران الى مسجلات التخزين المحلية . لذا يتوجب أن تكون خواص هذه الواصفات بادية للأجهزة .

إن واصفات العناصر يتوجب أن تكون غير محددة على مستوى المعيارية وذلك بسبب الرغبة في تحسين صيغها ومحتويات الذاكرة المحلية المعينة التي تم اختيارها .

ان المعيارية التقليدية اعتياديا تقلل من عمومية خواص المتعالجات للوصول الى صيغ ايعاز متاسكة وثابتة . حيث ان بعض المتعالجات مثلا تحدد للمسجلات . وعند زيادة عدد المتعالجات على عدد الحقول الموجودة في الابعاز فان الباقي يمكن أن يوضع في مسجل مجاور او في كلمة مجاورة في الذاكرة . في هذا النوع من التصميم فان اسناد عدة أنواع من تمثيل البيانات كالأعداد الصحيحة ذات طول ثابت او كلمة يجهز عادة بايعاز منفصل لكل تمثيل لذا يجب توفير ايعازات للنقل من تمثيل الى اخر . وبما ان هذا النوع من الابعازات يقبل مجموعة قصيرة من انواع المتعالجات فان حجم محدد المتعالجات في الابعاز سيقبل .

عندما يطلب برنامج مكتوب باللغات العالية المستوى عملية معينة يتطلب من المترجم توليد سلسلة من الابعازات لتحضير البيانات ثم القيام بالعملية . فلنأخذ مثلا العبارة $s = a + b$ فاذا كان a و b يختلفان في التمثيل فيتوجب توليد سلسلة من الابعازات لتحويل أحدهما الى صيغة تمثيل الأخر . اما في المعيارية ذات المتعالج الضمني (Implied operand) قد يتوجب نقل a و b الى مكان معين ، مثلا مسجل معين ، قبل امكانية تنفيذ العملية . وعند اتمام العملية في النهاية قد يتوجب تحويل صيغة الناتج الى نفس التمثيل للمتعالج من قبل امكانية خزنة . ومحطة التأثير هي توليد كمية كبيرة من الشفرات المصحوبة بحركات عديدة المعنى وتحويلات وتوزيعات مؤقتة . لذلك تكون العملية غير يادية للاجهزة ويترك هذا الأمر للمصمم لتحسين تنفيذ العمليات التي تتميز بطابع نقل مع أقل ما يمكن من الحسابات .

إن معيارية السديم لا تتبع اسلوب الابعازات ذات الصيغة او مجموعة الصيغ

المحددة او المقيدة . بل تعتمد على جفرة للايعاز ذات بايت ا وعدة بايتات متبوع
بمجموعة من واصفات المتعالجات كما في الشكل رقم 2

كل واصف للمتعالج يحدد موقع وحجم المتعالج الذي سيستعمل من قبل
الايعاز . لذا فان كل ايعاز يحتوي على تمثيل واضح لعدد المتعالجات الضرورية له .
ان واصفات المتعالجات تسمح بايصال البرنامج بسهولة الى أكثر متغيرات البرنامج .
ان هذه الصيغة تزيد من ابداء عمليات البرنامج بلغة عالية المستوى للاجهزة بتجهيز
متغيرات المصدر (Source) والهدف (Destination) (الموقع والحجم) ضمئيا مع كل
ايعاز .

في المثال السابق فإن هذه العملية تتم بايعاز سديمي واحد يشير الى المتغيرات
المطلوبة بوضوح . قد يعتمد حجم الايعاز على موقع المتغيرات المنقولة جزئيا . وقد
يبدو وهذا الايعاز السديمي اكبر من ايعاز الجمع في المعاريات الأخرى ولكنه لا
يحتاج عادة الى ايعازات التحويل والنقل اللازمة لاكمال العملية المطلوبة . ومن
خبرتنا فان هذه المعيارية لها خاصية اختصار الشفرة الناتجة بشكل مؤثر اكثر من
المعيارية التقليدية .

إن مواصفات تصميم السديم تتطلب أن تكون واصفات المتعالجات وطرق
التوصل اليها خالية من التأثيرات الجانبية ، لذا فان أي تغييرات تعتمد على تسلسل
العمليات مثل الزيادة والنقصان الاوتوماتيكي قد ازيلت ان هذه الازالة توفر وظائف
مهمة مثل إجهاض أو اعادة تنفيذ إيعاز معين ، وتجعلها ممكنة وسهلة الانجاز .

مبدئيا ان من الممكن تقسيم ميكانيكية التوصل للمتعالجات الى جزئين ،
التقييم الاولي والتوصل الى المتعالج كما في الشكل (3) يقوم قسم التقييم الاولي
بفحص واصف المتعالج من نياز الايعازات ويقوم بتعيين الموقع (سجل ، ذاكرة ،

ثابت او حرفي) ، والحجم الأساسي وعنوان المتعالج . أما أثناء نداء منهجي فإن هذه المعلومات تستعمل لتكوين واصف للعناصر وربط رقم العنصر معه .

أما الإيعازات الأخرى فإن هذه المعلومات تمر الى قسم إيصال المتعالج والذي يرجع الى الإيعاز للحصول على معلومات عن نوع المتعالج (عند صحيح ذو تمثيل مضاعف ، منطقي ، ذو نقطة طافية) باستعمال كل هذه المعلومات يتمكن قسم إيصال المتعالجات من إيصال المتعالج الى الوحدة الحسابية والمنطقية .

ومن الواضح بديها أن أسلوب الضخ الأنبوبي (Pipelining) يمكن إتباعه إذا كانت أجزاء ميكانيكية إيصال المتعالج منفصلة اذ عندما يمر قسم التقييم الأولي المعلومات الى قسم إيصال المتعالجات يصبح تطبيقا لمعاملة واصف متعالج جديد . ومن الممكن زيادة وحدات التقييم الأولي مما يجعل التقييمات الأولية تجري متوازية . إن حدود واصفات المتعالجات لا تعتمد على العملية المعروفة بالإيعاز ، أما حدود الإيعاز فيمكن أن يحدد بواسطة تقييم عدد واصفات المتعالجات المطلوبة بهذه العملية ابتدائيا .

لذا فإن كان التقييم الأولي او الابتدائي للمتعالجات لايعازين متتالين بين بأنه لا علاقة لأحدهما بالآخر فإن هذين الإيعازين يمكن تنفيذها بصورة متوازية .

ادارة الذاكرة Memory Management

إن نظام ادارة الذاكرة يستعمل معلومات مجدولة تربط بين العناوين الخيالية التي يولدها المعالج (او البرنامج) والعناوين الحقيقية التي توزع في الجهاز (اعادة الاسكان والترجمة) وهناك معلومات مجدولة اخرى التي ادجت مع حالة المعالج (Processors state) تمكن نظام ادارة الذاكرة من تحديد (حماية) انواع التوصل

(access) الى مناطق الذاكرة لغرض الحماية . وتختلف طريقة تنفيذ هذه الوظائف من معمارية الى أخرى لتحقيق مواصفات النظام المفرد .

إن رسم الذاكرة (Memory Mapping) تعمل عادة على تقسيم مجال العنوان الخيالي الى مقاطع او صفحات متساوية حجمها من مضاعفات 2 . وفي بعض الحالات فان هذه المقاطع تقسم الى صفحات قليلة لاعادة الاسكان (Relocatable) بصورة منفصلة وقد واجهنا بعض الصعوبات عند محاولة تحديد نوع الذاكرة هل هي ذات مقاطع او صفحات وحجوم كل منها سواء كان الرسم على مستوى واحد أو عدة مستويات . وقد واجهنا تناقضات بين عناصر مجموعة الحاسبات العسكرية . إن طريقة الرسم متعددة المستويات قد يكون زائدا عن احتياج العناصر الصغيرة وذلك لصغر حجم المهام وبساطة عمليات اعادة الاسكان . بينما تسبب طريقة احادية المستوى جداول رسم كبيرة في العناصر الكبيرة في المجموعة والتي تحتاج الى جهد عالي لمعالجتها والتي تزيد من الجهد اللازم لابدال المهام (Task Switching) كذلك تحتاج أساليب الرسم أحادية المستوى والتي تكون حجوم صفحاتها كبيرة توزيعا للذاكرة الخيالية بشكل يخرج عن نسبة الذاكرة الموجودة والمخصصة للعناصر الصغيرة بشكل مؤثر بسبب الغاء عملية الشفرة .

وقد استنتجنا بأنه من غير الممكن اختيار انجاز معين يفي بكل الالتزامات في كل عناصر المجموعة . ولكن رغبتنا في انجاز مجموعة متكاملة من بين النماذج حتمت علينا ترك كل الأنظمة المذكورة سابقا وتصميم نظام مؤسس على احتياجاتنا بدلها .

لقد ذكر سابقا بأن على السديم أن يعمل في مجالات واسعة لذا فان نظام ادارة الذاكرة يجب أن يكون كفوءا الى الدرجة التي تشجع استخدامه في منظومات الوقت الحقيقي (Real time Systems) حيث أخفقت كل الأنظمة التقليدية لادارة الذاكرة

في الحصول على الأداء المطلوب وكذلك فان السديم سيستعمل في استعمالات منظومات القيادة والسيطرة والتي تشابه في طبيعتها استعمالات معالجة المعلومات الاعتيادية والتي تكون المهام فيها محمية وهناك عدد من المميزات والتي يجب أن تسندها معمارية الحاسبة في عنونها وادارة ذاكرتها والتي تساهم في رفع الكفاءة هي :-

• في أي نظام عادي ذي برنامج مشرف واحد وذي عدة برامج عاملة يجب توفير اتصالات كفؤة بين المشرف وفضاء عنونة البرنامج .

• يجب منع أي برنامج يحاول التوصل الى منطقة البرنامج المشرف .

• يجب جعل عملية اعادة الاسكان او ترجمة العنوان بشكل يسمح بتوزيع صفحات الذاكرة الصورية المتجاورة الى صفحات غير متجاورة في الذاكرة الحقيقية .

• امكانية تقسيم المهام الى قطع منفصلة في الذاكرة وحماية هذه القطع حسب الوظيفة (مثل الشفرة ، قراءة وكتابة البيانات ، وبيانات القراءة فقط وهكذا) وذلك لتقليل امكانية الخطأ .

• ان مقاطع المهام يجب أن تحمى من الوصول اليها والتي قد تسبب اتلافها (Corruption) ولكن يجب أن تسمح بالمشاركة مع مهام أخرى .

• في نظام معين حيث تبقى كل المهام في الذاكرة ، قد يتطلب ذلك ايقاف نشاط اجهزة اعادة الاسكان ولكن يتوجب الاحتفاظ بالحماية الموفرة لكل مقطع .

• يجب تقليل عدد الحالات المهمة التي يجب تحميلها واللازم لابدال المهام

ولتسهيل الاتصالات بين المشرف ومحيط المهمة فإن فضاء العنونة الخيالي قد قسم الى نصفين القسم العلوي خصص للمشرف والجزء السفلي خصص للمهمة وكل من هذين الجزئين مجهز بجهازه الخاص لاعادة الاسكان والحماية والذي يمكن أن يعمل أو يشل بصورة منفصلة عن القسم الآخر . وعندما يكون المعالج في أسلوب المهمة (Task Mode) فإن أي محاولة للوصول الى فضاء المشرف . ستسبب قطع البرنامج معطية المشرف الحق في الوصول الى أي جزء من ذاكرة المهمة ولكن تقيد كل محاولات المهام من الوصول الى فضاء المشرف . ويقسم الفضاء الخيالي للعنونة لكل من المشرف والمهمة الى مقاطع ، ويمكن تغيير عدد وحجم المقاطع حسب الحاجة .

هذه المقاطع تبدأ من أي عنوان الذاكرة الخيالية وترتبط مع ما يقابلها من الذاكرة الحقيقية باستعمال المعلومات الموجودة في جدول الرسم (شكل رقم 4) يحدد عدد المقاطع لكل مهمة حسب عدد الوحدات الوظيفية (Functional Units) التي تحوّلها المهمة وليس حسب حجم المهمة . ان هذه الطريقة توفر في حجم جدول الرسم وتزيل الهدر في الذاكرة الناتج من استعمال مقاطع او صفحات ذات حجوم ثابتة . يحتوي جدول الرسم على مفتاح حماية لكل مقطع . يقارن هذا المفتاح مع نوع الوصول المطلوب والذي يرفض في حالة كونه لا يتناسب مع المفاتيح عدة أنواع تضم ايعازات أو بيانات للقراءة او بيانات للكتابة او قراءة ايعازات او بيانات بيثة ، لا توصل (أي منع عام) وهناك مفتاحان محجوزان للنظام وكذلك يمكن أن تكون المقاطع ذات امتياز خاص والتي تتطلب الوصول إليها نصب بت مميزة في كلمة حالة المعالج .

يرتبط المقطع مع أول عنصر في الجدول يكون حدود عنوانه الخيالي اكثر من العنوان الخيالي الخالي (عناصر الجدول يجب أن ترتب تصاعديا حسب العنوان

الخيالي (شكل رقم 5) وتتم الترجمة بإضافة فرق إعادة الاسكان المرتبط الى العنوان الخيالي لانتاج العنوان الحقيقي . تتمكن المهمة من الوصول الى العناوين الموصوفة بعناصر الجدول . يمكن اشراك اكثر من مهمة واحدة في نفس المقطع بوضع عناصر في جدول الرسم تعود على نفس المقطع في الذاكرة الحقيقية لأكثر من مهمة واحدة وبالنظر الى أن ربط المقاطع لا يمكن أن يتم بصورة كفؤة بواسطة البحث في جدول الرسم لذا فانه من المقرر أن يحتوي السديم على ذاكرة معنونة حسب القيمة الخاصة به (Content Addressable Memory) ان عنوان خيالي مقدم الى هذه الذاكرة اما أن ينتج رقم المقطع المناسب أو يشغل فحاً اذا لم يتواجد هذا المقطع في الذاكرة . ويستعمل رقم المقطع بعد ذلك لمعرفة مقدار ازاحة إعادة الاسكان ومعلومات حول حماية المقطع ان الحالة المتقدمة الراهنة لتقنية التكامل الواسع النطاق جداً (Very Large Scale Integration) VLSI تتمكن من انجاز قطعة واحدة او عدة قطع لاداء عمليات الربط وتخزين ازاحة إعادة الاسكان والحماية والقيام بالعمليات اللازمة لاداء وظائف ادارة الذاكرة بصورة متكاملة . يعتمد تعقيد عملية ربط العنوان على عدد البتات للعنوان الخيالي التي يتم ربطها مع عدد المقاطع . يبلغ طول العنوان الخيالي للسديم 32 بت ، ويمكن نظريا أن يكون عدد المقاطع المعينية كبيرا . ان الحاجة المتوقعة الى قطعة ذات تكامل واسع النطاق لعمل الربط الاساسي يوحى بنوع من اللاتعيين في الوظيفية المتوفرة فعليا ، لهذا السبب استكشفتنا امكانية وضع حدود معقولة لمواصفات التصميم . اخترنا اولا امكانية تحديد عدد مداخل المقاطع في الجدول وقد توصلنا الى ان 16 أقل حد مقبول للاستعمالات المتوقعة لهذا النظام وقد وجدنا بأن من الممكن تقليل حجم ناقل العنوان (Address bus) . ان التحديد يكون حدود المقاطع في الـ n من البتات الاقل أهمية اصفارا يستوجب توزيع الذاكرة بمقاطع ذات احجام 2ⁿ وتقلل العنوان بمقدار n من البتات وتم اختيار 3

ن ≥ 8 كحد معقول وقد استنتجنا بأنه من الممكن تخفيض فضاء العنوان الخيالي اذا كان العنوان الخيالي لا يزال أكبر من الذاكرة الحقيقية فان ذلك قد لا يؤثر على البرامج مثال على ذلك هو نظام (IBM 370) والذي يتم فيه اسناد 24 بت من 31 متوفرة للعنوان .

إن مرونة التصميم في هذه الحالات تؤكد بشكل معقول امكانية انجاز وظيفة ربط العنوان . تتطلب طبيعة نظام ادارة الذاكرة بان تبقى ميكانيكية هذه الوظيفة غير بلدية للبرامج . وفي حين كون جدول الرسم موجود في الذاكرة الحقيقية فان التغييرات التي تجري لجدول مهمة معينة قد لا تؤثر على عملية رسم الذاكرة بشكل فوري . وضع هذا التحديد بالنظر لوجود خزن سريع (Cache store) للمهمة قيد التنفيذ . ان نوعية هذا الخزن يعتمد على طريقة الانجاز ولا تتناسب معلومات رسم الذاكرة مع الذاكرة السريعة العاملة خلال التحميل مثلا ، وهناك ايعاز متميز لتعويض مدخل في الجدول هو (REPENT) لتمكين المشرف من التأثير مباشرة على جدول الرسم للمهمة قيد التنفيذ وللتأكيد من أن التغيير سيكون له تأثير فوري .

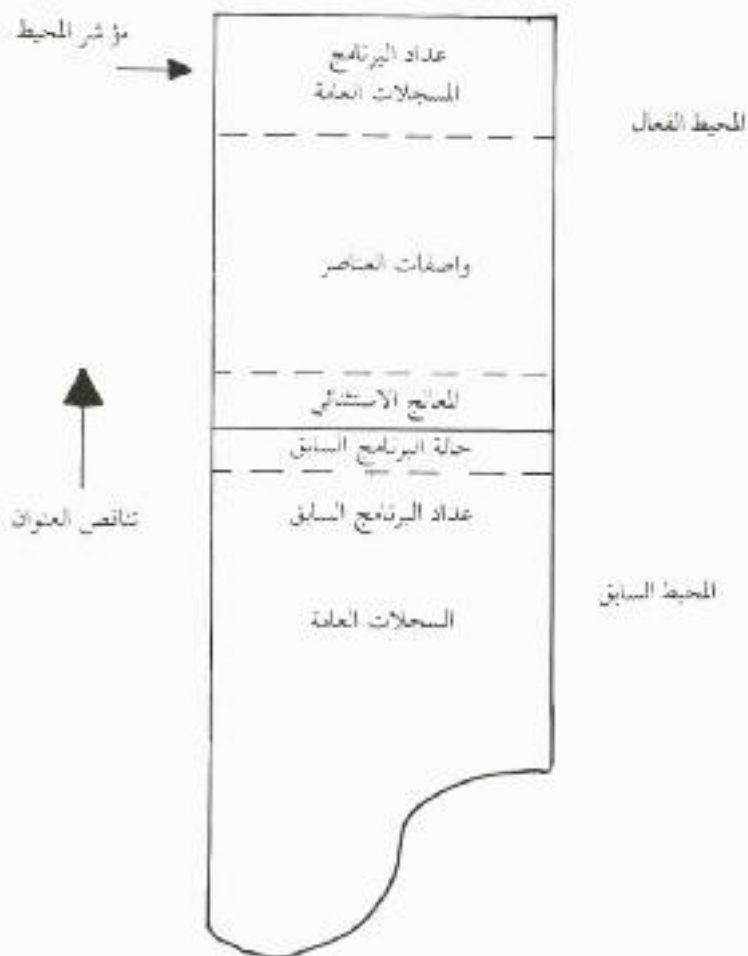
لذا فان المشرف له القابلية على التحكم والتغيير بعملية الرسم بينما تبقى العملية كلها غير مرئية من قبل البرامج .

إن تصميم معمارية لمجموعة من الحاسبات يجب أن يكون قابلاً للانجاز بكفاءة من خلال تركيبات مختلفات في التعقيد . وتمكن التوقعات في التطورات في علم الأجهزة خلال فترة استعمال المجموعة تمكن من توسيع عدد الانجازات الممكنة . وبالإمكان تسريع معالجة استعمالات معينة بالإضافة أجهزة اضافية عندما تكون هذه المعالجات بلدية على المستوى المعماري . ولكن للبقاء على التكافؤ بين عناصر المجموعة يتوجب اخفاء الفروق في الأجهزة على المستوى المعماري . لقد

اقتضى هذا المشروع فكرة الابداء كما تم التحدد بالمبادئ المذكورة اعلاه لتوفير مرونة في انجاز الاجهزة وثبوته وديمومة البرامج .

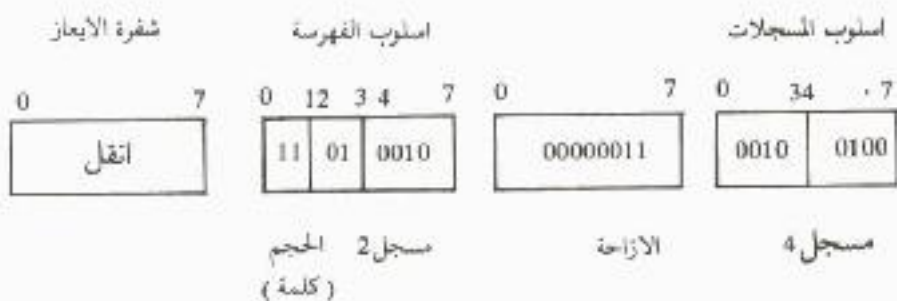
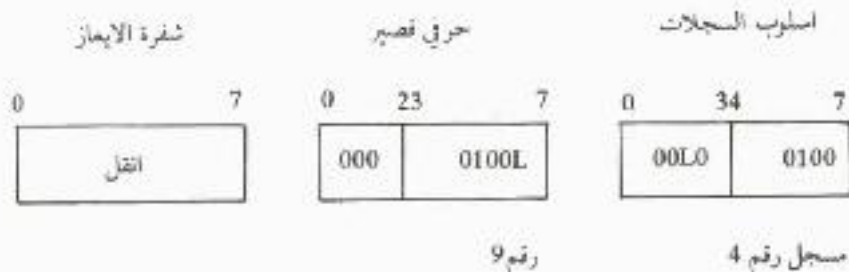
الجدول رقم 1 : خواص الأداء المقترحة لعناصر المجموعة

الحاسبة الصغيرة	الحاسبة الدقيقة	الحاسبة احادية اللوحة	
3 مليون	500 الف	500 الف	الأداء
عملية / ثانية	عملية / ثانية	عملية / ثانية	
2 مليون بايت	1 مليون بايت	128 كيلو بايت	الذاكرة
1-2 قلد	1-10 قلد	6×9×1-2 انج	الحجم
40 باون	10 باون	3-4 باون	الوزن
100 واط	20 واط	5 واط	القدرة
10000 ساعة	33000 ساعة	100000 ساعة	معدل الوقت بين الأخطاء

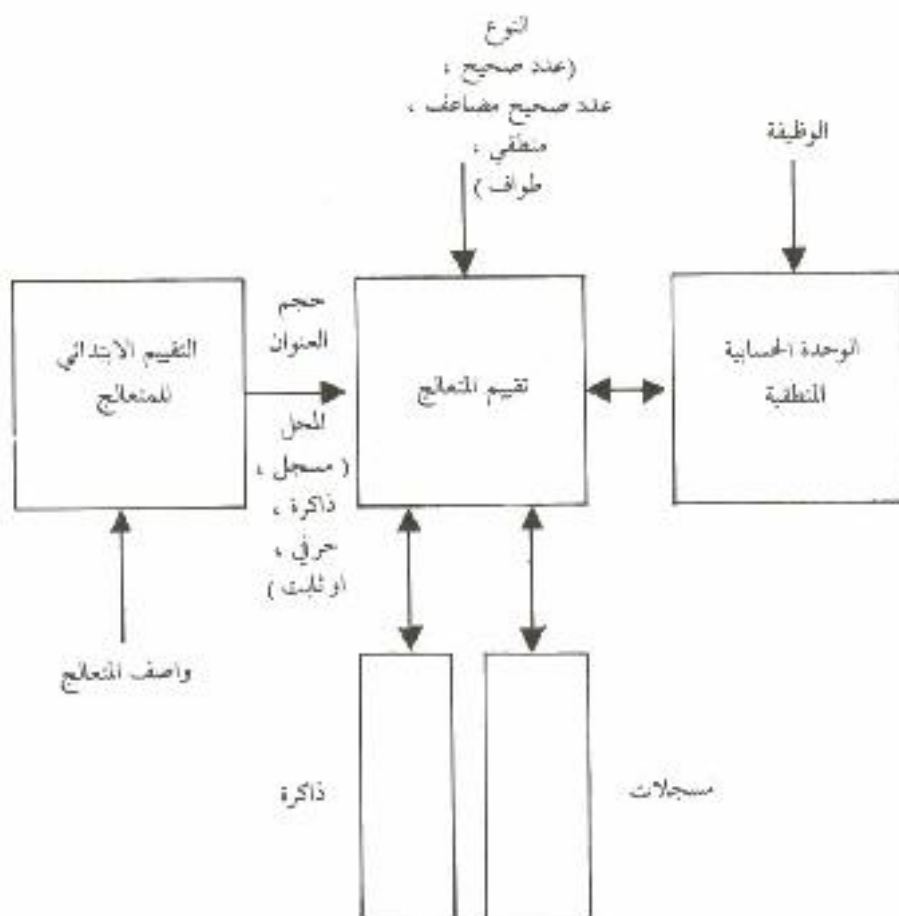


الشكل رقم 1 :

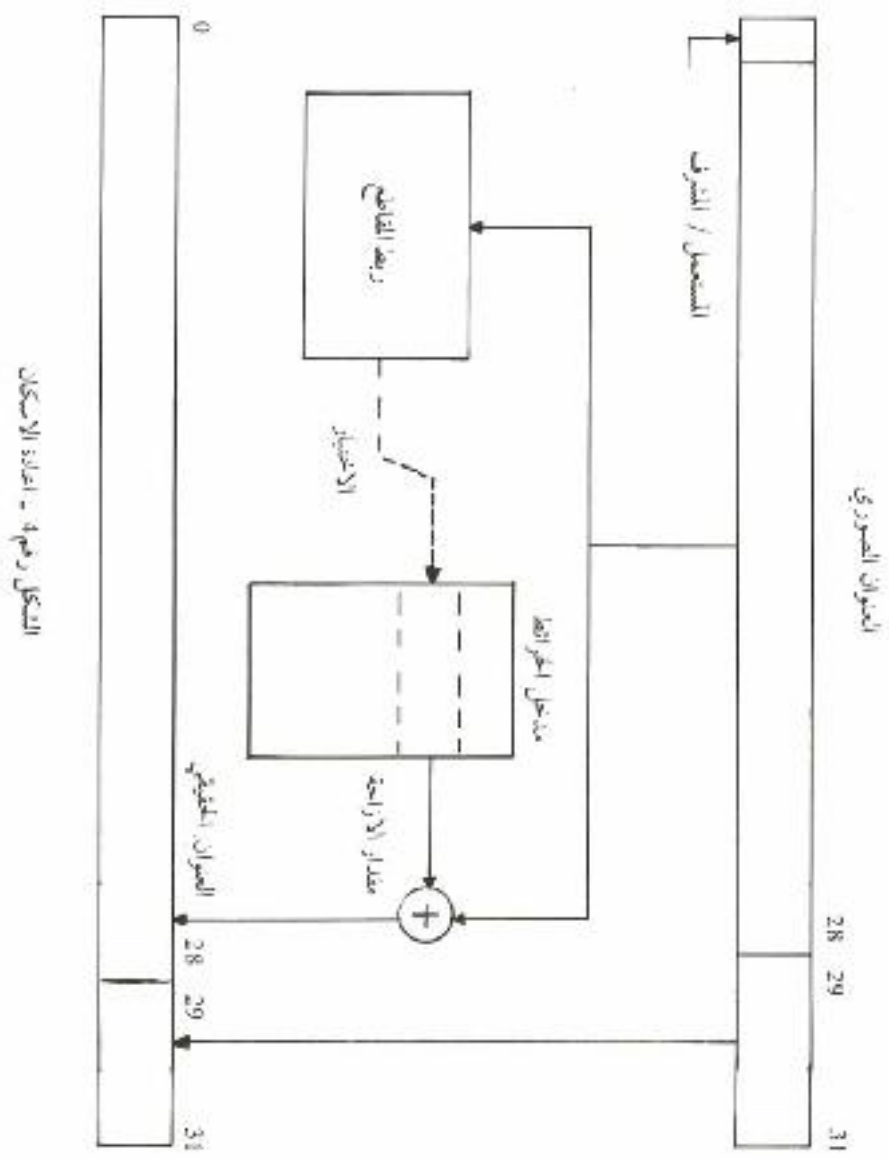
رسم توضيحي لمكدس المحيط .



الشكل رقم 2 -
أمثلة من أبعاد السديم

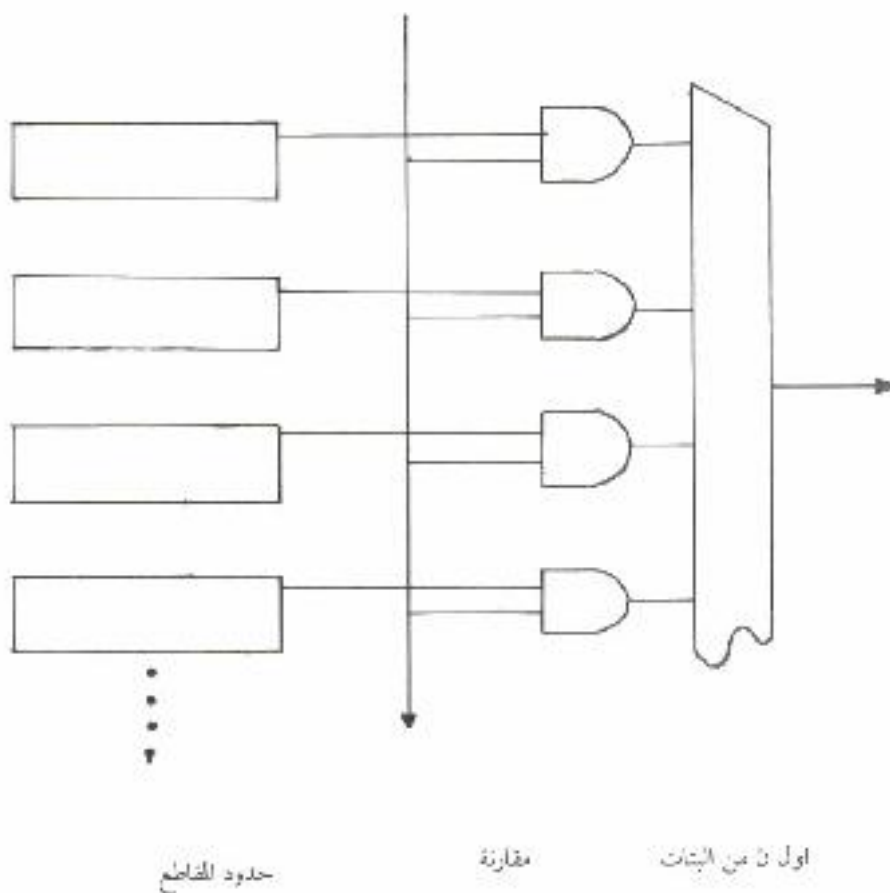


الشكل رقم 3 -
ميكانيكية التوصل الى المتعاجات



النقل رقم 4 - اعادة الاستكان

العنوان التصوري



الشكل رقم 5 - عملية ربط المقاطع