الحاسبات الفائقة

SUPER – COMPUTERS

د. حمزة عباس السوادي

((دكتوراه في الهندسة الألكترونية))

مدرس قسم الكهرباء / كلية الهندسة /

((مدير مركز الحاسبة الألكترونية))

جامعة البصرة

الحاسبات الفائقة

الخلاصة

الحاسب الفائق هو (اسرع واكفاء حاسب متوفر في اى وقت) . وهو اليوم يتمتع بقدره اداء علميه عاليه وحاسبات هندسيه سريعه الى ابعد مما نتصور ، وحتى وقت قريب لم تستخدم سوى في المجالات العلميه والهندسيه ذات التقنيات العاليه كالفضاء والانواء الجويه والطاقه ومصادرها وهي لذلك باهضه الثمن ولذا نراها حكرا على المؤسسات الحكوميه والمنظومات الدفاعيه والبحثيه الكبيره .

ولكن الان وبعد انخفاض الكلفه نسبيا وتوفر البرامجيات المناسبه دخل استخدامها في التطبيقات اليوميه كالتصميم والتصنيع المسند بالحاسب CAD/ CAM وتحليل الهياكل وتحليل سريان الموائع وغيرها .

ان الحاسبات الفائقه بسرعتها الهائله اليوم التي تزيد على 1000 مليون عمليه حسابيه في الثانيه تباع بمبلغ يتراوح بين 10 او 20 مليون دولارا امريكي مقارنه مع بضعه ملايين من العمليات الحسابيه في الثانيه لمعظم الحاسبات الصغيره والمتوسط

والتي تباع ببضعه الاف من الدولارات .

فالبرغم من الفارق الكبير بالكلفه تجدر الاشاره بأن نسبه الاداء / الكلفه افضل في الحاسبات الفائقه . اذ ان الحاسب الفائق الذى يكلف 10 ملايين دولار امريكي اكفاء كثيرا من خمسة حاسبات متوسطة كلفه كل منها مليوني دولار .

ان تأجير ساعه واحده هعلى الحاسب الفائق CRAY- 2 - مثلا تكلف 1500 دولار امريكي ، ولكن المبلغ ليس كبيرا جدا اذا عرفنا ان المساءله التي تتطلب ساعه في CRAY - 2 - تأخذ شهرا كاملا على حاسبه (VAX 11/ 780) وللتوضيح اكثر فأن 10 ساعات من الحساب على حاسبه شخصيه IBM PC تستغرق دقيقه واحده تقريبا على الحاسب CRAY - 2 - يتناول البحث تعريف القارئ بالحاسب الفائق والاجيال التي مر بها ثم تطور معماريه وتقنياته ، والعوامل المهمه المؤثره على عمله ، وكذلك اهم استخداماته الحاليه وبعض الافاق المستقبليه .

الحاسب الآلي الفائق

مقدمة

شهدت الحاسبات الالكترونيه تطورا متميزا خلال العقدين الاخيرين وجاء ذلك نتيجه للتطور في تقنيه المواد شبه الموصل التي تعتمد عليها صناعه الحاسبات كليا من جهه وللطلب الكبير والجهد المبذول للحصول على حاسبات ملائمه للعمل المطلوب وبالطموح المنشود . ولكن بالرغم من هذا التطور يرى الكثير ان استخدام الحاسبات في العلوم والاعمال الاداريه لا يزال في بدايته نسبيا وان الحاجه لا تزال قائمه على اشدها الى حاسبات علميه كفوءه وبكافه مستويات الحاسبات ائى الميكرويه والصغيره والمتوسطه والكبيره والفائقه .

ولكن من الملاحظ اليوم ان مسار تطور الحاسبات وانتشارها السريع ينشق الى خطين متميزين يستحقان جل الاهتمام ، هما الحاسبات الشخصيه والميكرويه من جهه والحاسبات الفائقه من جهه اخرى .

يتميز الاول بالكلفه الواطئه المقترنه بالسرعه المناسبه وكفاءة الاداء التي تعطيه مرونه في التطبيقات وعموميه في الاستخدام بينما

المكتبة المركزية لجامعة بغداد

يلبي الثاني الحاجه الملحه الى حاسبات ذات سرع وكفـــاءات هائلـه كي تجعل ممكنه للعديد من التطبيقات ذات التخصصيـه الواسـعه والمتشـابكه التي كانـت الى وقت قريب عداد المستحيل. سـيتناول هذا البحث نظره عامه في تقنيات الحاسبات الفائقـه والافاق المستقبليه لتصنيعها واستخداماتهـا .

قبل الولوج في تقنيات الحاسبات الفائقه لا بـد من تعريفهـا وعند تخصيص التعريف للحاسبات العلميه الكبيره واستثناء حاسبات الذكاء الاصطناعي المتخصصه عادة فيمكن القول ببساطه بـــأن (الحاسبات الفائقه هي اسرع واقدر حاسـبات متوفره فـــي أى وقت) كما وقد عرفها البعض بأنها (حاسبات كبيره جـدا تعمـل كالآت كبيره لطحـن الاعـداد)[1] .

أجيال الحاسبات الفائقة

التعريف المذكور اعلاه للحاسبات الفائقه يترك المجال مفتوحا لامكانيه التطور السريع ويتضح ذلك من ملاحظه مقدار التطور الحاصل في هذا المجال . فالحاسبات الشخصيه اليوم مثلا اكثر قابليه واكفاء اداء من الحاسب الفائق الاول ، وربما يكون الحاسب الفائق اليوم بمثابة حاسبه صغيره بمقياس الغد . وعموما يمكن القول بأن الحاسب الفائق مر بستة اجيال متعاقبه الى الان كما هو موضح في الجدول (١) (2) الذى يمكن استنتاج الملاحظات التاليه منه :-

١- الفتره بين جيل واخر هي خمس سنوات .

٢- كل جيل افضل اربع مرات من الجيل الذى سبقه من حيث السرعه والامكانيات تقريبا . وهذا يصح فقط في الحاسبات الحاديه المعالجه اما في الحاسبات الحديثه والمتعدده المعالجه فأن التطور افضل من ذلك بكثير .

٣- بسبب التقنيه العاليه في تصنيع الحاسب الفائق والخصوصيه في تطبيقاته وقلة تسويقه لارتفاع كلفته فأن عددا محدودا من الشركات تصنعه حاليا وهي في الولايات المتحده واليابان والمانيا الاتحاديه فقط .

الجدول رقم (١) : اجيال الحاسب الفائق

الجيـــــل	الحاسـب الفائـــق	سـنة التصنيع	البلـد المصنع
البدايـه	يونيفاك UNIVAC I	1950	امريكا
I	اى بي ام IBM 700S	1955	=
II	اى بي ام IBM 7000S	1960	=
	اى بي ام IBM STRETCH		=
	يونيفـاك UNIVAC LARC		=
III	سي دى سي CDC 6600	1965	=
IV	سي دى سي CDC 7600	1970	=
	آى بي ام IMB 370/195		=
V	بوروص BURROUGHS ILLIAC IV	1975	المانيـــا
	سي دى سي CDC SRAR		امريكـــا
	تكساس انسترومنت ASC		=
VI	سي دى سي CDC CYBER 205	1980	=
	كـرى CRI CRAY 1		=

الجيـــل	الحاسـب الفائـــق	ســـنة التصنيـع	البلـــد المصنـع
	FUJITSU VP 2000 فوجيتسو		اليابان
	HITACHI S810 - 20 هيتاشـي		=
	NEC SX - 1 ان اى سي		=
VII	CRAY 2.3 كـرى	1980	امريكـا
	CDC CYBER 250 سي دى سي		=
	NEC SX2		اليابـان

سرعة الحاسب الفائق :

كي يعتبر اى حاسب آلي حاسبا فائقا يشترط ان لا تقل سرعه عمله عن 20 مليون عمليه حسابيه بالثانيه[3] ويطلق عليها FLOPS (اى FLOATING POINT OPERATION PER SECOND) هناك عوامل هد عديده تؤثر على سرعة اداء الحاسب فيمكن زيادة سرعته من خلال تطوير الاجهزه المكونه له او تطوير البرامج او طرق تنفيذ العمليات او غير ذلك وكما يلي :ـ

أ ـ الاجهـــزه

تتحدد سرعة عمل الاجهزه المكونه للحاسب بثلاث عوامل هي :ـ

العامل الاول : سرعة عمل الدوائر المنطقيه :

عند بدء تطور استخدام اشباه الموصلات في تصنيع الحاسبات كانت هناك عدة اختيارات الا ان تقنيه الدوائر المنطقيه ذات الباعث المرتبط ECL (EMITTER COUPLED LOGIC) والمعروفه بالتقنيه الثنائيه القطبيه (BIPOLAR TECHNOLOGY)

اصبحت في السنوات الاخيره هي الوحيده المناسبه للدوائر المنطقيه بسبب سرعة التحويل (SWITCHING SPEED) التي تتميز بها .

ان كثافة التصنيع لهذه الدوائر واطئه نسبيا مما يجعلها غير اقتصاديه عند مقارنتها بتقنية السيليكون ذات اكاسيد المعدن المعروفه بأسم MOS ذات كثافه التصنيع العاليه والاستهلاك القليل للطاقه مما جعلها اوسع انتشارا ولكن بالرغم من التطور الكبير في علم الالكترونات وفي صناعة الدوائر المتكامله من السيليكون بكثافة جيده تصل الى بضعه مئات من الذوائر الالكترونيه على السنتمتر المربع الواحد فأن احدى الدراسات في شركة IBM اوضحت بأن اكبر سرعة يمكن الحصول عليها من الحاسبات بأستخدام تقنيه السيليكون بحدود 100 مليون ايعاز في الثانيه (MIPS) مما يعادل 25 مليون عمليه حسابيه وهي لا تكاد تفي بمتطلبات الحاسبات العلميه المنشوده حاليا ،اما استخدام تقنيه

عنصر الكالسيوم فقد تعطي سرعة تبلغ عشرة مرات اكثر من الدوائر المصنوعه على رقاقة السيليكون ولكنها ايضا لا تبدو كافيه للاحتياجات العاليه المستقبليه لذا فأن المطلوب هو البحث عن وسيله جديده لتصميم حاسبات المستقبل .

العامل الثاني : سرعة التراسل :

تحتاج الاشاره الكهربائيه الى زمن معين للانتقال بين الدوائر الالكترونيه ،وهناك عدة مستويات للاتصالات في داخل الحاسبه . فمن المعلوم ان سرعة الارسال في مادة السيليكون المستخدمه للاجهزه ليست كبيره الا ان المسافات قصيره ولذا فأن تأثيرها يكون قليل الاهميه ، اما توصيلات الاسلاك بين الواح الاجهزه او اسلاك الالواح نفسها فأنه يعتبر مؤثرا في تأخير الاشاره مما يؤثر في سرعة المنظومه الكليه لذا فأن الوقت المستغرق لانتقال هذه الاشارات يمكن تقليله الى الحد الادنى بتقصير اطوال التوصيلات الكهربائيه بين اجزاء الحاسب .

ففي الحاسبات الفائقه الحديثه مثل CRAY - 2 وسلسلة SX اليابانيه ترتب لوحات الدوائر الالكترونيه بمستويات فوق بعضها البعض مكون مجاميع ثلاثيه الابعاد فيستخدم المصمم اقصرها يمكن من التوصيلات بينها لتزداد سرعة عمل الحاسب .

العامل الثالث : سرعة الذاكره :

ان الاداء العام لمنظومه الحاسب تتأثر بسرعه الذاكره الرئيسيه وسعتها وكقاعدة عامه فأن اداء المنظومه يتناسب خطيا مع حجم الذاكره .

يعتمد اختيار تقنيه الذاكره الى حد كبير على نفس عوامل الدوائر المنطقيه المذكوره سلفا .

فقد كانت الحاسبات الفائقه تستخدم تقنيه ثنائي القطبيه ECL للذاكرات الا ان تقنيه السيليكون ذات اكاسيد المعدن MOS قد وفرت دوائرا اقل سرعه من ECL ولكنها تتميز بكثافه تصنيع عاليه مع انخفاض في الكلفه وفي استهلاك الطاقه الكهربائيه . وقد صنعت هذه

الذاكرات لتكون بنوعين هما ذاكرات ساكنه وذاكرات حركيه . مما اعطى مرونه اكبر في الاختيار بين السعه وسرعة الوصول للمعلومات المخزونه . كما ان بعض الحاسبات الفائقه تستخدم وحده ذاكره موسعه اضافه الى الذاكره الرئيسيه كأجراء تكتيكي لتقليل وقت تنفيذ البرامج .

يتبين من العامل الاول بأن التحديد في السرعه ناجم عن سرعة التحويل (SWITCHING SPEED) في الدوائر المصنوعه من السيليكون والتي تمثل العصب الاساس في الحاسبات الا ان وصلة جوزفسون التي اكتشفت من قبل العالم الفيزياوى برايان جوزفسون عام 1962 ، وهي ببساطه مفتاح الكتروني فائق السرعه تصل سرعته الى 100 مره اكبر من سرعة الدوائر المصنوعه من السيليكون الموجوده في الحاسبات الان ، يمكن ان تكون البديل لكل من دوائر ECL و MOS الحاليه ويجرى العمل عليها حاليا لتطوير حاسب فائق ليحل مسائل معقده مثل تمييز الكلام والذى تأخذ الحاسبات المتوفره حاليا ساعتين مثلا لفهم فقره مكونه من عشرين كلمه فقط ،او التنبوءات الجويه

التي تتطلب تشغيل الحاسب لبضعة ساعات لانجاز نشره جويه ليوم واحد وغيرها .

كما ان تقصير المسافات بين دوائر الحاسب بزيادة كثافتها على الرقاقه الواحده او رزم بضعة الواح فوق بعضها يعني توليد حراره كبيره قد تسبب تلف الدوائر ما لم يتم التخلص منها بأحدى وسائل التبريد المتحاحه . ولكن وصلة جوزفسون تتفادى هذه المشكله لانها تعمل بمبدأ دوائر فرط التوصيل (SUPERCONDUCTING CIRCUITS) . ويعني فقدان المقاومه الكهربائيه لبعض المواد عندما تبرد الى درجه قريبه من درجه الصفر المطلق وعندئذ لاتولد حراره عند التوصيل .

لقد فشلت المحاولات الاولى لانتاج حاسبات بأستخدام خاصيه فرط التوصيل بسبب بطء عمل مفاتيح المواد شبه الموصله عند هذه الدرجه مما يعادل الكسب في سرعة التوصيل الا ان جوزفسون حل هذه المشكله عندما وجد بأن التيار يستمر بالمرور بين سلكين ذات فرط توصيل عندما يكونان مفصولين بعازل رقيق جدا (بضعه عشرات من الذرات فقط) ولكن يمكن ايقاف هذا التيار عند تسليط مجال مغناطيسي

صغير على العازل . ان هـذا المبدأ يسمح بمفتاح سرعته 10 بيكوثانيه مقارنه بـ 250 بيكوثانيه في حاله مفتاح شبه موصل (بيكوثانيه = 10 ثانيه) .

تعمل دوائر جوزفسون في درجه حرارة درجه مئويه في حوض من الهليوم السائل ويبين الشكل (1) مخططا تخيليا لحاسب جوزفسون وهو مغمور في غالون من الهيليوم السائل ويتصل مع العلم الخارجي بتوصيلات كهربائيه .
(4)

ب – البرامجيات :

اضافه الى التحسن في سرعة الحاسبات الناتج عن تطور الاجهزه ومواد الدوائر الالكترونيه فأن البحث عن وسائل جديده لتصميم الحاسبات مستمرا ،وقد ادى استخدام البرمجه الاتجاهيه (VICTOR PROGRAMMING) الى زيادة سرعة المعالجه من 5 الى 10 مرات ، الا ان المعالجه الاتجاهيه في الغالب ليست محببه من قبل مستخدمي الحاسبه بسبب صعوبتها وتعقيدها في التطبيق لذا تم تطوير واستخدام المعالجه المتوازيه (PARALLEL PROCESSING) التي تبدو اكثر اثاره وقبولا اذ تتم المعالجه المتوازيه بأستخدام

عدة وحدات حساب ضمن وحدة المعالجه المركزيه تعمل بشكل منفصل وفي ان واحد على اجزاء المساءله الواحده . كلا ذلك ظهور تقنيه المعالجه المتعدده (MULTIPROCESSING) والتي تستخدم عدة وحدات معالجه تعمل بشكل منفصل وفي ان واحد مما يجعل انجاز عشرات بل مئات الملايارات من العمليات الحسابيه في الثانيه ممكنا ، ان هذا الامر قد يبدو بسيطا الا انه ليس سهلا . اذ يجب كتاب البرامجيات المناسبه والكفوءه لهذه المعماريه للاستفاده المثلى منها .

مكونات الحاسب الفائق :

يتشابه الحاسب الفائق في تكوينه مع اية منظومه حاسبه اخرى فهناك الدوائر المنطقيه والذاكره ووسائل التصميم والاجهزه المحيطيه PERIPHERAL DEVICES والبرامجيات الا ان الفرق الرئيسي بينهما هو في التركيز الكبير على التطبيقات العلميه في الحاسبات الفائقه . لذا يجب ان تتمتع جميع مفرداتها بالتكافوء في سرعة التنفيذ العاليه للمحافظه على التوازن . فليس من الكفاءه بمكان مثلا ، ان

تستخدم وحده المعالجه المركزيه دوائر منطقيه سريعه جدا فقط بل يجب تحسين اداء وزيادة حجم الذاكره واستخدام اجهزه ادخال واخراج سريعه وكفوءه لمواكبة عمل وحدة المعالجه المركزيه . ان مثل هذا الامر لا تكمن خطورته في تطور التقنيات المطلوبه بل وفي تبعات الكلف الماليه الهائله مما يحد بكل كبير عدد الحاسبات التي يمكن تسويقها . فمثلا وللمقارنه مع الحاسبات الشخصيه انتج في الولايات المتحده لوحدها عام 1984 ثلاثة ملايين حاسبه شخصيه بينما لم يتعدى انتاج العالم بأجمعه في نفس العالم اربعين حاسبه فائقه فقط وهي قاعدة ضعيفه سواء كان ذلك من وجهة نظر الجهات المصنعه او المستفيده .

بسبب هذا التحديد يخلق تحديدا اخرا هو البطيء في تطوير الاجهزه المحيطيه ،اذ ان وحدات الخزن الاساسيه المستعمله مع الحاسبات الفائقه الان لا تزال هي نفس وحدات الاقراص المغناطيسيه تقريبا التي طورت من قبل شركة CDC قبل خمسة عشر عاما .

كذلك من الواضح ان الرغبه في استخدام وحدات

الاشرطه المغناطيسيه في منظومات الحاسبات في تناقص عموما الا ان العكس هو الصحيح في حالة الحاسبات الفائقه وخصوصا في استخدامات الصناعات النفطيه والدراسات الزلزالية والجيولوجيه فان هناك حاجه الى كميات كبيره من هذه الوحدات ومواصفات جيده لتلبية متطلبات المستفيدين والتي تصل احيانا "الى بضعة مئات الالاف من بكرات الاشرطه. ونظرا للفرق الكبير بين سرعة عمل الحاسبه ووحدات الاشرطه المغناطيسيه فأن معالجة ذلك تتم بزيادة كفاءه قنوات الاتصال لتوفير التعامل المتوازى مع هذه الوحدات .

لم يطرأ تطورا كبيرا في اجهزة خزن المعلومات لسنوات عديده ولكن يبدو ان اجهزة الخزن الضوئيه (اقراص الليزر) المطوره حديثا هي الوسط المستقبلي البديل للخزن المغناطيسي ولكن استخدامها محدود حاليا لانها تعمل كذاكره للقراءه فقط . ويبدو ان ليس هناك عجله في الامر اذ ان مصمم الحاسب الفائق مدرك لصعوبة الوضع ومحدداته وهو يوازن العمل بين احد اختيارين هما :-

١- اجراء العمل بأستخدام الحاسب الفائق نفسه مما يحقق جهودا منسقه والحصول على انتاج مناسب جدا له .

٢- تقييم التقنيات المتوفره واختيار الانسب منها للخط العام من المنتجات القياسيه ،كما هي الحال في استخدام تقنيه اشباه الموصلات .

تطور معمارية الحاسب الفائق

يعتبر استخدام الحاسب الفائق نفسه في التصميم اى ضمن ما يسمى بتطبيقات التصميم المسند بالحاسبه

احد الوسائل المهمه في تصميم الحاسب الفائق " لتقليل العبء على فريق التصميم ذو الخبره العاليه جدا وذلك بأستغلال وسائل مساعده متعدده كالمحطات الراسمه والقدرات الحسابيه الهائله والبرامجيات المتطوره . حيث على المصمم ان يجهز التصميم المنطقي والوثائق للحاسبه اضافه الى برنامج المحاكات لتنفيذ وتحقيق التصميم . فتخزن هذه المعلومات في قاعده بيانات (D A T A B A S E) وتجرى الحسابات وتخرج وثائق التصميم وتجهز الخرائط للدوائر على الالواح ذاتيا . لذا تصح المقوله (انك تحتاج الى حاسب فائق وبعض الامكانات المساعده لانتاج حاسب فائق) .

وفيما يلي ذكرا موجزا لبعض جوانب تطور معمارية الحاسب الفائق .

فبعد الاجيال الاولى للحاسبات الفائقه التي لم تختلف عن غيرها من الحاسبات الاخرى الا في سعتها ونوعية الدوائر المستخدمه فيها ، ادخل الحاسب الفائق CDC 6600 مبدئين مهمين في معماريته هما :-

١- درجه جيده من الحساب المتوازى .

٢- معالج منفصل للادخال والاخراج لغرض اعفاء المعالج المركزى من هذه المهمه .

وقد سمي هذا النوع من الحاسبات بالحاسبات غير الاتجاهيه (SCALAR C O M P U T E R) . اما الحاسب الفائق CDC 7600 فيعتبر خليفه CDC 6600 ولا يختلف عنه الا في استخدام دوائر الكترونيه اسرع قليلا .

واضافه حساب متوازى اكثر الا انه بقي من الالات غير الاتجاهيه . ثم تلا ذلك الحاسب الفائق S T A R 100 فأدخل مبدأ المعالجه الاتجاهيه (VECTOR PROCESSING) بأستخدام معالج منفصل مخصص لهذا الغرض مسيطر على عملياته بمعالج غير اتجاهي ،وكان اسرع من سابقه بعشرة

مرات تقريبا الا انه كان محدود الذاكره بمليون كلمه فقط ، واعقبه الحاسب الفائق CYBER 200 الذى ادخل مبدأ الذاكره الخياليه VIRTUAL MEMORY وكان يستطيع العمل مع ذاكرة حقيقيه بسعة مليون كلمه فأزال بذلك محددات حجم البرامج المنفذه على الحاسبه .

كنظره مستقبليه ، هناك ميولا الى عدم الابتعاد عن المعماريات الحاليه بشكل مفاجيء تجنبا لنشوء عدم تكافوء قد يصعب تفاديه لكل من المصنع والمستعمل ، الا انه يمكن توقع ظهور حاسبات تعمل بذاكرات حقيقيه اكبر سعه كلما سنحت التقنيه بذلك . ان بعض الذاكرات التي تصميم للتطبيقات الحاليه اكبر حجما من وحدات الاقراص المغناطيسيه الحديثه . وتكون هذه الذاكرات مطلوبه وفعاله عند استخدام منظومات تعمل بمعمارية المعالجه المتعدده المتوفره في الجيل الحالي من الحاسبات الفائقه التي من امثلتها حاسبات NEC SX - 2 و CRAY - 2 و CYBER 250 حيث تستخدم معمارية المعالجه المتعدده والبرمجه المتوازيه والاتجاهيه وغير الاتجاهيه وصوره متوازنه تهدف الى رفع كفاءة اداء المنظومه .

(6)(5)

ولتوضيح الصوره التي ترتبط بها هذه التقنيات انظر الشكل (2) الذى يبين الهيكل الكتلي لنموذج معماريه لحاسب فائق من الجيل الحالي ،حيث يصمم بعدد من وحدات المعالجه المركزيه الاتجاهيه (تصل الى 8 في حاله الحاسب CRAY 2) مربوطه الى ذاكره رئيسيه كبيره مشتركه وسريعه من خلال مسجلات اتجاهيه وهي بدورها متصله بذاكره موسعه متوسطه السرعه تستطيع كل منها اجراء اربع عمليات حسابيه اتجاهيه في آن واحد ، كما ان المنظومه مزوده بوحده معالجه مركزيه غير اتجاهيه مرتبطه من خلال مسجل غير اتجاهي الى ذاكره فوريه مشتركه ثم الى الذاكره الرئيسيه ،ويدعى هذا الجزء من الحاسب بالمعالج المحاسبي AP (ARITHMETIC PROCESSOR) ، كما ان للمنظومه معالج سيطره ومعالج ادخال واخراج منفصلتين تستطيع كل وحده معالجه مركزيه اتجاهيه في الحاسب SX-2 مثلا تنفيذ اربع عمليات حسابيه في آن واحد ولما كان يحتوى على اربع وحدات معالجه اتجاهيه فأنه يستطيع تنفيذ (16) عمليه حسابيه اتجاهيه في آن واحد مستخدما المسجلات

الاتجاهيه لاغراض الربط والتنسيق بين هذه العمليات . كما ان وحدة معالجه الادخال والاخراج المنفصله تعطي الاستقلاليه التامه للمحطات الطرفيه والاجهزه المحيطيه بدون التأثير على فعاليه وحدة المعالج الحسابي . وتعمل وحدة الذاكره الموسعه السريعه على تحسين فعاليه الادخال والاخراج مما يقلل زمن تنفيذ البرامج العلميه كثيرا ويبين الشكل (3) شكلا تخطيطيا لتحسن اداء منظومه الحاسب الفائق بسبب استخدام كل من البرمجه الاتجاهيه ومعالج ادخال واخراج ووحدة ذاكره موسعه .

اما معالج السيطره في منظومه الشكل (2) فأنه يتحمل اعباء تشغيل ومراقبة عمل الحاسب اضافه الى عملها كوسيط للصيانه بين جميع وحدات المعالج الحسابي واجزاء المنظومه الاخرى للعمل على كشف وتشخيص الخطأ . ويدير المنظومه عادة نظام تشغيل كفوء يستطيع السيطره على كافة العمليات المطلوبه بما يكفل الاستخدام الامثل لقدرات الحاسب الفائق . ومن امثله انظمه التشغيل الحاليه للحاسبات الفائقه هي UNICOS في الحاسب CRAY - 2 و V O S في الحاسب ETA 10 و VSOS في الحاسب CYBER 205

لم يكن التطور في البرامجيات للحاسب الفائق خلال العشرين سنه الماضيه بنفس نسبة التطور في الاجهزه ويمكن ان يعزى ذلك الى ارتفاع كلفه اقتناء الحاسب الفائق مما حدد استخدامه فبعد نصب اول حاسب اتجاهي المعالجه قبل اكثر من اثني عشر عاما كان التطور في تقنيه الحاسبات موجه الاستغلال قدرات الاداء العاليه لهذه المعماريه . فتطورت برامج معالجه قادره على تمييز تسلسل وتراكيب البرامج المناسبه للمعالجه الاتجاهيه فظهرت مقاييس جديده للغه فورتران 8X FORTRAN وهي الان في مرحلة التعريف . والخاصيه المميزه لهذا النوع من لغه الفورتران هو احتوائه على تركيبات لغويه يمكن استخدامها للمتجهات مباشره . ويمكن التكهن بأن هذه المقاييس الجديده سيتم استخدامها خلال هذا العقد وستظهر مترجمات فورتران ممتثله لهذه المقاييس .

تعتبر فورتران هي اللغه الرئيسيه المستخدمه مع الحاسبات الفائقه ، وقد طورت للتعامل مع البرمجه الاتجاهيه بشكل ذاتي . كما ان بعضها يسند مترجم لغه . وان معظمها يستطيع الاتصال مع نظام التشغيل UNIX . اضافه الى ذلك فقد توفر العديد من البرامج الجاهزه لاجراء الحاسبات

العلميه والهندسيه تتضمن برامج للتحليل والمحاكاة والهندسه المستخدمه بالحاسب CAE وعدد من وسائل التطوير الخاصه بالذكاء الاصطناعي والاتصال بالحاسبات المختلفه من خلال الشبكات الوطنيه والعالميه لتناقل المعلومات .

اما المعالجات المتعدده فأنها في بداية الظهور في الحاسبات الفائقه بالرغم من انها معروفه منذ اكثر من عشرين عاما . ان اصعب جزء من هذه التقنيه هو استغلال المعالجات المتعدده لتنفيذ شغله مفرده مقارنه مع تجزئه سير العمل وتقسيم اجزائه المختلفه الى معالجات تنفذ انيا وهناك مسألتين مهمتين في تقنيه البرامج هذه تكمن في تطوير طرق لتمييز وجود التوازى في المعالجه بينما الثاني في تطوير طرق تجزئه المهمات وتوزيعها بين المعالجات للسماح للمعالجات المتعدده بالعمل المتوازى .

ان قدرة الحاسبات الفائقه توفر فرصا جديده منجزه في تطور التطبيقات . فالحاسبات الحاليه المستقبليه لا توفر اداء جيدا فقط ولكن سعات ذاكرة تسمح بالمعالجه المجسمه والمحاكاة ايضا .

لقد شرع اليابانيون قبل بضعه سنوات بمشروع

الحاسبات الفائقه السرعه وهم بذلك يطمحون الى تطوير تقنيه الدوائر الالكترونيه ومعمارية الحاسب وتتضمن التقنيات وحاله جوزفسون وتقنيه ارسينات الكاليوم وتقنيه HEMT (أى HIGH ENERGY MOBILILY TRANSPORT) ويهدف المشروع الياباني للحصول على حاسبات فائقه بسرعه 10 مليار عمليه حسابيه في الثانيه وسعه ذاكرة تصل الى 1 مليار بايت . كما ان هناك مشروعا اخر ذات علاقه الحاسبات الفائقه وهي الالات التي ترمي الى الذكاء الاصطناعي قيد التنفيذ هو الاخر .

إستخدام الحاسب الفائق

بسبب الكلفه العاليه للحاسب الفائق فأنه لا يزال حكرا على بعض المنظمات والمؤسسات كالوكالات الحكوميه والمختبرات العلميه ووكالات الفضاء ومختبرات الابحاث وشركات الطيران والمؤسسات العسكريه والقليل من الجامعات المسنده من قبل الدوله عادة وفي دول محدده كالولايات المتحده وبريطانيا واوروبا الغربيه واليابان . فهي التي تستطيع تمويل مثل هذا المشروع وهي تحتاج الى كميات غير اعتياديه

من الحاسبات العلميه المتطوره . فبعض التطبيقات ذات الحاجه المتزايده للحساب كتحليل الخزانات في الصناعات النفطيه وحجز التذاكر والمقاعد والسيطره على حركة الطيران في شركات الطيران مثلا ستنمو وتحتاج الى القدره الحسابيه والخزنيه الهائله للحاسب الفائق . كما ان تطبيقات النمذجه (MODELLING) والتصميم المسند بالحاسبه (CAD) في صناعه وابحاث الفضاء والمحاكاة للظواهر الطبيعيه في تطبيقات التنبؤ بالاحوال الجويه ودراسة تلوث البيئه واعمال المفاعلات النوويه والسلامه الصناعيه واكذلك البحوث والتطبيقات العسكريه وما تتطلبه من حسابات لتقدير المديات وتوجيه منظومه المعدات الدفاعيه والهجوميه واجراء التحليلات الميدانيه والسوقيه . وقد اوضحت دراسه حديثه في الولايات المتحده بأن الحاسبات الفائقه موزعه على ثلاثة قطاعات هي القطاعات الحكوميه والصناعيه والجامعات وقد كانت نسبة حصصها منها هي 53 % و 36 % و 11 % على التوالي ،اما اذا وزعت الحاسبات الفائقه حسب التطبيقات فأن هذا التوزيع يكون كما مبين في الجدول (2) . وبالنظر للانخفاض المستمر

في كلفه الاجهزه الالكترونيه بسبب شيوع تقنيه السيليكون فأن ذلك سيؤثر توسعا في عدد المستفيدين . فمن المحتمل مثلا ان تزداد نسبة استخدام الحاسبات الفائقه في الجامعات مما يؤدى حتما الى زيادة الابحاث والتطوير خصوصا في برامجيات واستغلال الحاسب الفائق ،والمستقبل جدير بأثبات ذلك .

جدول (٢) نسب توزيع الحاسب الفائق على التطبيقات

التطبيق	النسبه المئويه
الطاقه الذريه (الاسلحه والمفاعلات)	17
علوم البيئه	10
الدفاع	10
مكاتب خدميه	8
الجامعات	11
مراكز البحوث	8
الصناعه النفطيه	13
علوم وصناعة الفضاء	10
صناعه السيارات	8

التطبيـــــق	النسـبه المئويـــــه
الصناعـات الالكترويـــه	2
تطبيقـات صناعيـه اخـرى	3
تطبيقات الرســوم المتحركـــه	1
تطبيقـات متنوعـه اخـرى	4

Rererence

1- Steiner, L.K. " Supercomputer Evolution - Technical and Economic Development Path " , North Holland, 1985. " Supercomputer application ". Editor: A.H.L. Emmen.

2- Fernbach, S. " The Supercomputer Industry - Where is it going today ", North Holland, 1985. " Supercomputer application " Editor: A.H.L. Emmen.

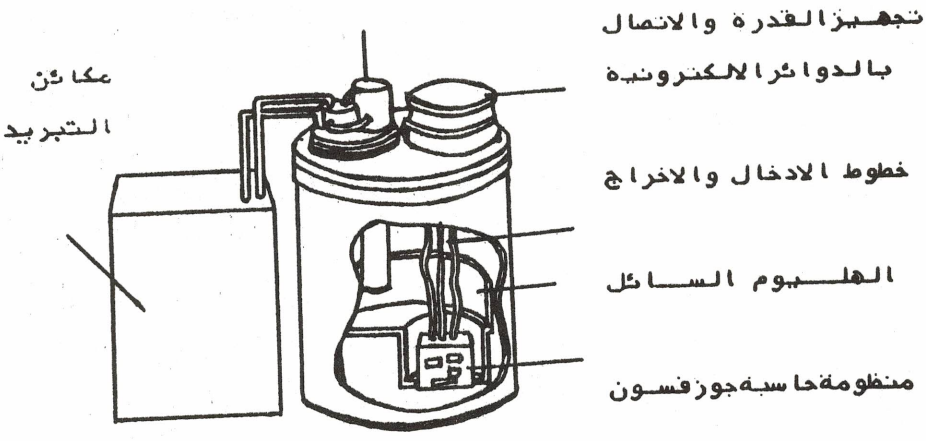
3- Spencer, D.D. " Computer and Information Processing " , Charles E. Merrill Pub. Co., 1985.

4- Spencer, D.D. " An introduction to Computers " Charles E. Merrill Pub. Co., 1985.

5- Hammond, C. " The CRAY - 2 " , Practical Computing, September, 1987.

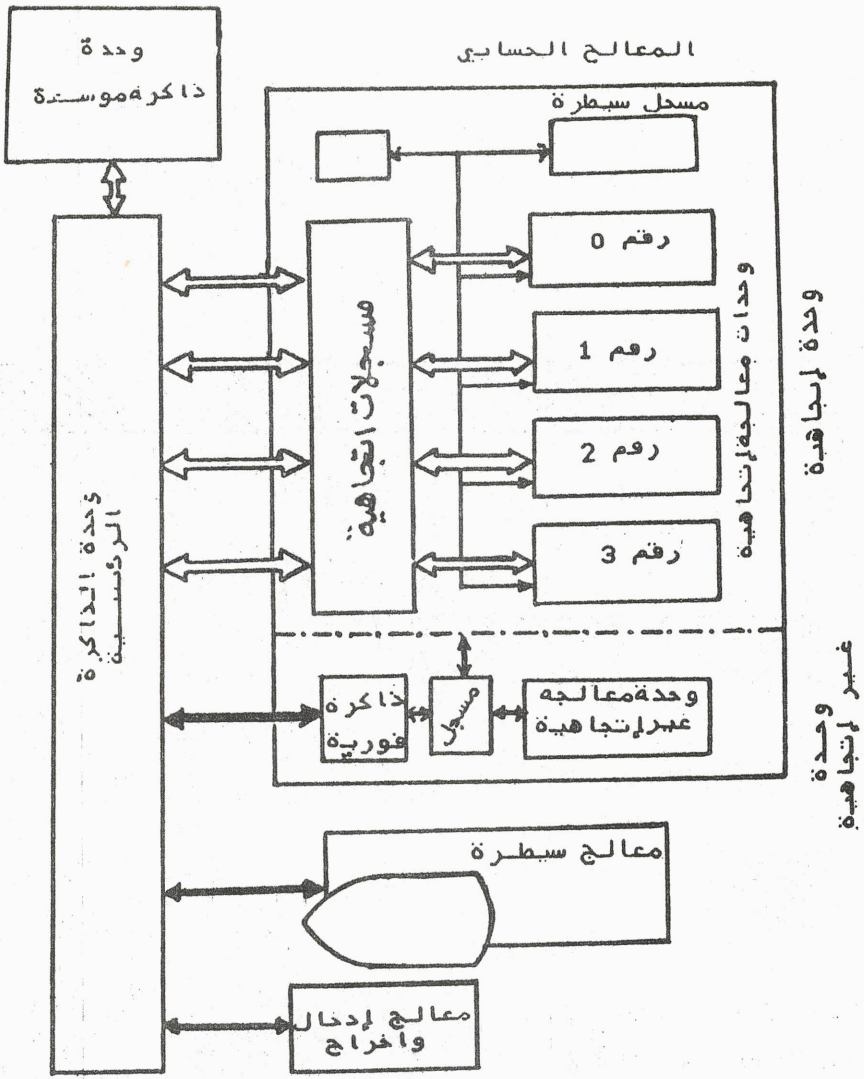
6- NEC Publication, " Supercomputer SX Series ", 1987.

مداخل التبريد



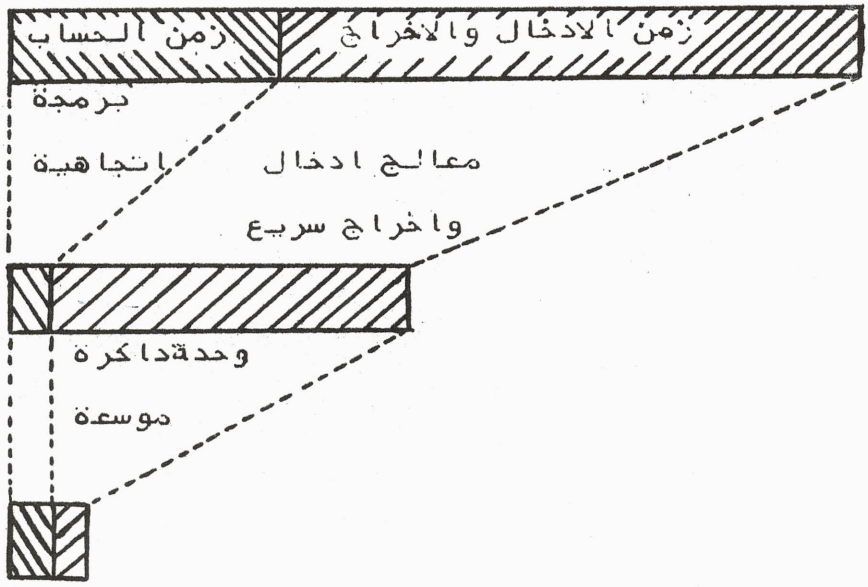
الشكل (١)

مخطط لحاسبة المستقبل الفائق باستخدام وصلات جوزفسون



الشكل (٢)

هيكل كتلي لمعمارية حاسب فائق من الجيل الحالي



الشكل (٣)

تأثير استخدام البرمجة الاتجاهية ومعالج إدخال وإخراج وذاكرة موسعة