التطور في مجال الحاسبات الدقيقة وبرامجها

تأليف

روبرت برنهارد

عن مجلة : IEEE SPECTRUM

عدد : JAN. 1981

ترجمة

زيد على محمد الخليل

معهد التدريب وبحوث الحاسبات الألكترونية
والاجهزة الفنية - المركز القومى للحاسبات الألكترونية

المقدمة

للتطورات في مجال صناعة القطع الألكترونية المتكاملة Integrated Circuits اهمية كبيرة في تطوير الحاسبات الألكترونية ، فبالاضافة الى سهولة تصميمها باستعمال القطع الألكترونية فانها تصغر من حجمها وتقلل من كلفة تصنيعها الى درجة كبيرة . لقد كان وما يزال هدف مصممي الحاسبات في العالم هو تصميم وصناعة حاسبة كبيرة على قطعة الكترونية واحدة ويبدو ان هذا الهدف قد اقترب من تحقيقه في السنة الماضية (1980) حيث ظهرت حاسبات دقيقة Micro Computers ذات 16- 32 بت وكذلك ظهرت مسيطرات دقيقة MicroControllers ذات 4 - 8 بت اضافة الى البرامج التطبيقية الجديدة . وقد انتج قسم كبير من منتجي هذه القطع قطعاً جديدة باستعمال تكنولوجيا CMOS اذ ان هذه التكنولوجيا تتميز باستهلاكها الواطي للقدرة مع تقديم نفس السرعة المتوفرة باستعمال تكنولوجيا NMOS ، بحيث ان أغلب سلاسل المعالجات الدقيقة Microprocessors ذات 8 بت والمصنعة بتكنولوجيا NMOS اصبحت الآن تحتوي على الأقل على عنصر واحد مصنع بتكنولوجيا CMOS . وسيتم اضافة اسلوب الذاكرة الخيالية Virtual Memory Technique ، وهو اسلوب متبع في الحاسبات الكبيرة للتوسيع من حجم الذاكرة الحقيقية المصممة ، من قبل عدة منتجين لنماذجهم خلال سنة 1981 من الحاسبات الدقيقة ذات 16 بت . كما اقترب تطوير حاسبة كبيرة على قطعة الكترونية واحدة او قطعتين من التحقق اذ يبدو أنه ليس هناك مشاكل جدية بعد اعلان شركة IBM في شهر تشرين الأول الماضي بأن فريقا من الباحثين في قسم أنظمة المعلومات قد تمكن من تقليص الجزء الرئيسي من وحدة المعالجة المركزية IBM 370 الى قطعة واحدة

تحتوي على 5000 بوابة Gate و45000 ترانسيستور . وقد كان هذا المشروع ، حسب تصريح الشركة ، عبارة عن اختبار للطريقة المتبعة من قبلها في تصميم توصيلات الدائرة Layout Design للقطع الأقل تعقيداً في السنوات الماضية حيث كان هناك شك في قدرة هذه الطريقة على تصميم دوائر بالغة التعقيد ، كالدائرة آنفة الذكر هي واحدة من أعقد الدوائر المبنية من قبل IBM ، وتحتوي الدائرة على 11000 نقطة ربط بين 5000 بوابة على منظومة بوابات Gate Array ذات مساحة 7 ملم^2 .

من جهة أخرى فقد أعلنت شركة INTEL بشكل غير رسمي عن معالج دقيق ذو 32 بت من ثلاثة قطع هو IAPX 432 ، وتبلغ قدرته الحسابية 2 مليون عملية في الثانية ويكون بذلك متجاوزا بالأداء حاسبة/ DEC VAX11/780 ومعادلا لحاسبة IBM 370 / 158 . تختلف الحاسبة الجديدة عن سابقاتها بتكونها من كتل Bloks حيث تتم السيطرة على كل كتلة بواسطة نظام تشغيل دقيق الجفر Microcoded Operating System خاص بها ومضمن في الكتلة نفسها والذي يقوم بجدولة العمليات المتزامنة Concurrent Processes وادارة الذاكرة Memory Management والاتصال بين الكتل او رسم الذاكرة الخيالية ذات سعة 2^{40} بايت في الذاكرة الحقيقية ذات سعة 2^{24} بايت . ومن المقدر تسويق هذه القطع في سنة 1982 بكلفة مقدرة بـ 3000 دولار . وستعطى بعض التفاصيل في المؤتمر الدولي لدوائر الحالة الصلبة International Solid State Circuits Conference .

ومن جهة أخرى فقد أضافت بعض الشركات امكانية معالجة بيانات ذات 32 بت الى معالجاتها ، وذلك اما باضافة قطعة الكترونية تعمل كمعالج ثانوي متخصص بهذه العمليات بحيث لا يحس المبرمج بوجودها Software Transparent ، او من خلال البرمجة فقط باستعمال أساليب خاصة . مثلا M68000 من شركة Motorola , TMS 9900 من شركة Texas Instruments ، و NS 16000 من شركة National Semiconductors وأضافت شركة INTEl قطعة جديدة لمعالجها 8086 يمكنه من معالجة بيانات ذات 16 بت ، 32 ، و 64 بت وهي انجاز يستحق الذكر لسرعتها

وكثافة الدوائر الألكترونية عليها وهذه القطعة هي عبارة عن معالج رياضي Mathematical Processor لمعالجة البيانات العددية وليست جهاز طرفي Peripheral Device تلحق بالمعالج ، وتقوم بعملية ضرب في حدة 16 مايكروثانية وجذر او قسمة في 35 مايكروثانية تحت سيطرة برنامج مخزون في ذاكرة للقراءة فقط RoM .

أما عن المعالجات الدقيقة ذات 4-8 بت فقط استمر تزايد الطلبات عليها في السنة الماضية وزادت تطبيقاتها في أنظمة السيطرة ، ومنها جهاز للسيطرة على ماكنة السيارة ، أجهزة الأشرطة المغناطيسية ، طابعات ، وأجهزة طرفية أخرى للحاسبات الدقيقة والمعالجات الدقيقة والأجهزة الأخرى كدوائر الاتصالات مع دوائر صياغة الشفرة وفكها CODEC والمرشحات اللازمة . وأبدى السوق تزايدا في الطلبات على الحاسبات الدقيقة ذات 4-8 بت أيضا مثل سلسلة TMS 1000 من شركة T.I. وسلسلة Cops من شركة N.S. ، Z8 من شركة Zilog , M6801 من شركة Motorola ، i 8061 من شركة INTEL ، 3873 من شركة Mostek (ولهذه القطع كلها مصنعة بتكنولوجيا (NMOS)) و 300 × 8 من شركة Signetics وقد دخلت الحاسبات الدقيقة مجالا جديدا هو السيطرة على المكائن واستعملت لهذا الغرض عدة حاسبات منها i8048 من INTEL ، 1804 من RCA ودخلت في انتاج بعض المكائن لسنة 1981 وقد صممت شركة Motorola حاسبة دقيقة خاصة لهذا الغرض مسوق على شكل قطعة الكترونية ذات 40 طرف وتحتوي على وحدة معالجة حسابية ذات 16 بت ، 128 بايت من ذاكرة القراءة فقط و 16 × 28 بت من ذاكرة القراءة والكتابة ومعالج خوارزمي Algorithmic Processor ويعوض عن المعالج الدقيق والأجهزة الثانوية .

حاسبة كبيرة على قطعة الكترونية واحدة :

بعد تسويق شركة IBM لحاسبات IBM 370 وبالنظر للنجاح الكبير الذي حققته هذه الحاسبة فقد نشأت صناعة متخصصة بصنع الأجهزة والبرامج المتكافئة مع أنظمة IBM . وفي مجال الحاسبات الدقيقة أيضا يبدو أن نفس الشيء سيحدث اذا ما انتجت حاسبة دقيقة متكافئة مع IBM 370 . فقد كون ماكوراي شيرلين من

شركة APL Business Consultants مجموعة من الخبراء تحت اسم مجموعة / 380 للتحضير لحاسبة متطابقة مع IBM 370 بجمع كل المعلومات ذات العلاقة وبالخصوص عن البرامج . ان الحاسبة الدقيقة IBM 370 أبطأ بكثير من الحاسبة الأصلية ، اذا استعملت دوائر منطقية من نوع TTL مع تطوير شوتكي Schottky Clamped واستعمال بوابات NAND ذات وقت توليد propagation Time مقداره 2.2 نانو ثانية ، فان مجموع الايعازات Instruction Set للنظام الدقيق يتطلب حوالي 50 دورة (كمعدل) [أي حوالي 100 نانو ثانية] ، لذا فان لهذه الوحدة اداءا لا يتعدى 200 الف ايعاز في الثانية في الوقت الذي تقدم الحاسبة الأصلية فيه اداءا مقداره مليوني ايعاز في الثانية . وتتم السيطرة الكلية على هذا النظام ببرامج مخزونه على ذاكرة للقراءة فقط منفصلة ، كل كلمة سيطرة Control Word تتكون من 54 بت بينما تتعامل الوحدة الحسابية والمنطقية مع بيانات ذات 8 بت ، كما ان مسجلات النظام موجودة على وحدة منفصلة أيضا (وقت التوصل فيها 60 نانو ثانية) وباختصار فان القطعة تحتوي على الجزء الرئيسي من الحاسبة .

وقد تقيد المصممون بامكانية وضع كتل البوابات في أي مكان على القطعة فمثلا تصميم نطاط حافظ Latch filp flop يمكن أن يتم حتى ولو كانت الكتل التي يتكون منها على أطراف القطعة المتباعدة ، وقد أنهي التصميم المنطقي للدائرة في حزيران 1980 وأكملت تصاميم الدوائر الالكترونية بعد حوالي شهر من ذلك .

وقد استنتجت عدة أشياء من هذا التصميم اذ اكتشف بأن الوقت اللازم لتصميم التوصيلات للدائرة ذات التكامل الهائل VLSI يتناسب مع عدد العناصر مرفوعا للقوة 1.2 (أي $c^{1.2}$ حيث C هو عدد العناصر) اما الوقت اللازم لتصميم الربط الألكتروني هو عدد العناصر مرفوعا للقوة 1.1 (أي $C^{1.1}$)، وهذه النتائج يمكن تطبيقها للتصاميم غير المثلى Non Optimal ومن الممكن توقع زيادة بسيطة في الوقت اللازم لتصميم الدوائر الألكترونية على القطعة مع زيادة تعقيد القطعة .

وعلى صعيد آخر فان هناك اكتشاف اخر مهم وهو طريقة لفحص القطع

الألكترونية لتغطية الأخطاء الثابتة Non Intermittent Faults مئة بالمئة تقريبا ، وقد تم استعمال فحوص اولية لاختيار القطع ذات الجودة المعقولة للتصنيع الابتدائي وبعد ذلك يتم فحصها وظيفيا بواسطة سلسلة فحوص مبرمجة وبأقصى سرعة للدائرة حيث غطت الفحوص السريعة Flush Test حوالي 40% من الأخطاء . وقد تمكن الباحثون من زيادة تغطية الأخطاء باجراء تجارب على المسجلات المبنية في النظام وغربلة الأخطاء خلال الدوائر التسلسلية Sequential Circuits ويتم توجيه الفحوصات باجراء فحوصات مماثلة على ممثل للخطأ Fault Simulator لأعطاء الأخطاء المحتملة والتوجه لاكتشافها .

معالج دقيق ينافس الحاسبات الكبيرة :

للمعالج الدقيق iAP x432 من INTEL ثلاثة أجزاء رئيسية هي وحدة تمييز الايعازات Instruction Decode ، وحده تنفيذ الايعازات Instruction Execute ، وجهاز لسيطرة الادخال والاخراج I/0 Control . وسر تكامل النظام هو استعمال البرامج العادية مع البرامج دقيقة الجفر والتي تسمح لكل وحدة بتمييز الايعازات التي ستنفذها من تيار الايعازات ، اضافة الى احتواء برامج الاستعمالات العادية Utilities لنظام التشغيل . وطور نظام التشغيل باستعمال لغة خاصة هي ADA تستعمل في وزارة الدفاع الأمريكية كلغة قياسية للأنظمة العسكرية . للنظام قسمين الأول يتعامل مع البت وهو دقيق الجفر محفوظ في ذاكرة وحدة تنفيذ الايعازات ، ومجموعة ايعازات موجودة في وحدة الذاكرة الرئيسية . ويجري الجزء الأول بعض العمليات الخاصة بهياكل المعلومات مثل ادارة الذاكرة الخيالية للنظام والسيطرة على مستوى أهمية المهمة Task Priority Level المطلوب اجراءها ، كما تتم ترجمة كل ايعاز الى الجزء الأول من النظام لكل عملية يطلبها المستعمل .

وهذا النظام غير مرئي على مستوى البرنامج لاشتغاله على المعلومات فقط (سواء كانت ايعازات البرامج او البيانات) وتخزن على شكل مفاعيل Objects .

وهذا التعبير قد استعير من نظام IBM3 [ذو العمارة ذات التوجه المفاعيلي Object Oriented Architecture] والذي يتعامل مع الايعازات والمعلومات الأخرى والمؤشرات Pointers باحدى طريقتين :

١ ـ كمفاعيل اعتيادية تحتوي على جزء وظيفي ، مثل الايعاز وجزء للعنوان .

٢ ـ او كمفعول فضائي Space Object يشير الى الخازنات Buffers ، المؤشرات او كتل من ذاكرة السيطرة . والعمليات ذات الجفر الدقيق تسمح باجراء عملية جمع كل 0.4 مايكروثانية وعملية ضرب كل 5 مايكروثانية .

معالجات دقيقة ذات 16 بت تتعامل مع 32 بت :

بعد انتاج شركة INTEL لقطعة 8087 i أصبح بامكان المعالج الدقيق 8086 i التعامل مع وحدات ذات 32 ، 64 بت اضافة الى وحدته الأصلية التي هي 16 بت كما ان القطعة ستوسع القابلية الحسابية للمعالج لتشمل حسابات الأعداد الصحيحة INTEGER ARITHMETIC ، حسابات النقطة الطوافة Floating Point ، الدوال المثلثية ، الدوال المبهمة Transcendental functions وحسابات اللوغاريتمات . وتسند هذه القطعة سبعة أنواع من البيانات يتراوح طولها بين 16 ـ 64 بت وهي عبارة عن معالج يعمل ببرنامج دقيق التجفير ويقوم باجراء عمليات حسابية وتوسيع مجموع الايعازات ومجموعة المسجلات للمعالج الأساسي 8086 i . قلب هذه القطعة هو عبارة عن مزيج سريع Fast Shifter يتمكن من ازاحة 63- 0 خلال نبضة واحدة ويستعمل لاعادة تشكيل البيانات ، وعداد خاص لحساب الأصفار المتقدمة Leading Zeros ومراكم Stack الذي يمكن خزن أي نوع من المعلومات عليه كما يمكن اجراء العمليات على البيانات من الذاكرة الرئيسية او المراكم . ويتكون المراكم من حوالي 700 بت من ذاكرة القراءة والكتابة في حين تتكون ذاكرة القراءة فقط من 30000 بت ذات خلايا رباعية الحالة .

وهناك بعض المنتجين يوفرون امكانية اضافة ايعازات خاصة للتعامل مع

البيانات ذات ,32 بت او اكثر وذلك باستعمال جغرايعاز خاصة تقوم بتوجيه السيطرة على الحاسبة الى منطقة معينة في الذاكرة بشكل اوتوماتيكي حيث تتم برمجة العملية المطلوبة فمثلا كل جفرة ايعاز في المعالج الدقيق Motorola 68000 يتوجه المعالج الى مكان معين في الذاكرة لتنفيذ برنامج مخزون فيها لعمليات النقطة الطائفة ذات 32 بت . وقد صممت هذه القطعة اساسا للتعامل مع بيانات ذات 32 بت ويمكن انتاج هذا المعالج على قطعة ذات 80 طرف ويكون ناقل المعلومات Data Bus في هذه الحالة ذو 32 بت . وهناك نوع اخر هو معالجات National Semiconductor NS16000 وتمتلك هذه المعالجات مجموعة ايعازات اساسية تبلغ 100 ايعاز ومن الممكن توسيعها للأغراض المختلفة بواسطة معالجات ثانوية غير بادية للبرامج وفخاخ مبرمجة Software Traps . مثلا NS 16032 يمتلك مجموعة ايعازات بامكانها معالجة بيانات ذات أطوال تتراوح من بت منفردة وحتى كلمة مضاعفة او سلسلة STRING . تحتوي وحدة المعالجة المركزية على ثمانية مسجلات ذات 32 بت لمعالجة البيانات والعناوين وملف منفصل يحتوي على مسجلات ذات 24 ، 16 بت لخزن العناوين ومعلومات حالة الحاسبة Machine State Information كما يتوفر معالج ثانوي بامكانه توسيع مجموعة الايعازات او ادارة الذاكرة واضافة عمليات النقطة الطوافة الى المجموعة . ومن ميزات معمارية هذه السلسلة هي كونها قابلة للتوسيع الى 32 بت مع امكانية عنونه اربعة بلايين خلية في الذاكرة . وللمؤشرات في هذه المعمارية اهمية خاصة اذ ان البرامج القابلة للتركيب Modular Software غير عملية لعدة معالجات والتي لا تمتلك نفس قدرات هذه المعمازية ، ويبلغ طول المؤشر المستعمل 32 بت ولذافان تطابق البرنامج Software Compatibility ممكن عند توسيع الذاكرة وعند توفر اساليب الذاكرة الخيالية VIRTUAL MEMORY ويمكن لهذه المؤشرات أن تشير الى أي مكان في الذاكرة بشكل مباشر ولذا فمن الممكن كتابة مجموعة من البرامج Software Packages في فضاء الذاكرة بشكل منفصل ثم ربطها فيما بعد وبدون استعمال رابط محرر Linkage Editor لربط البرامج سوية .

وجنح التطور في العام الماضي بشكل كبير لاضافة ايعازات النقطة الطوافة الى مجموعة ايعازات المعالجات الدقيقة ، ويقدر النشاط الجاري الآن في هذا المجال بضعف النشاط الذي جرى لاضافة نفس الامكانات للحاسبات الكبيرة ذات الاستعمال العام وذلك لتوفيرها (أي العمليات) مجال ديناميكي اكبر لنفس السعة بالبت . ويمكن أن تغطي لهذه العمليات المتطلبات الحسابية في مجال تمييز الأصوات Speech Recognition حيث تكفي عمليات النقطة الثابتة لعمليات معالجة الاشارة ببعد واحد والتي قد تتطلب توسيع سعة الرقم نفسه للعمليات الحسابية بنسبة قليلة . ويعتبر المشرح العددي النموذج المثالي لهذه الاستعمالات ويليه في الأهمية محول فورير السريع Fast Fourier Transform حيث تعطي المعلومات ذات طول16 بت او اقل دقة بأس بها . ولكن في حالة المعالجة بابعاد متعددة كتلك المطلوبة في تمييز الأصوات ، حيث يمكن أن تنتج عملية من هذا النوع لتوزيع صوت بزمن ثانية واحدة الى مصفوفة ثنائية الأبعاد ثم مقارنة معاملاتها مع مكتبة للكلمات المعرفة ، في هذه الحالة فان البعد الثاني يضيف دقة أكبر من دقة الادخال ، ولهذا السبب فان أكثر عمليات وأبحاث تمييز الصوت تجري لحد الآن على حاسبات تحتوي على ايعازات للنقطة الطوافة للحصول على 24 بت من الدقة في مجال ديناميكي تبلغ دقته 2^{280} . ويمكن توضيح فائدة هذه العمليات بالمثال التالي . تتطلب دقة تبلغ 10^{24} بيانات ذات 80 بت في حسابات النقطة الثابتة بينما تتطلب نفس الدقة 22 بت في نظام النقطة الطوافة (16 بت للكسر و 6 بت للأس) .

معمارية من والى الذاكرة :

أضافت شركة Texas Instruments مؤخرا حاسبة دقيقة ذات 16 بت احادية القطعة هي TMS 9995 في علبة ذات 40 طرف مع 256 بايت من ذاكرة القراءة والكتابة وذات معمارية من والى الذاكرة . كانت حاسبات توجيه القذائف هي أول حاسبات تستعمل هذا النوع من المعمارية وكانت برامجها موجودة في ذاكرتها الرئيسية . ومن عيوب هذه المعمارية هي بطئها اذ ان استجابتها لا تكون أسرع من

استجابة الذاكرة اذ ان المعلومات تقرأ من الذاكرة الى وحدة الحسابات والمنطق ثم تعاد الى الذاكرة مباشرة .

أما في هذه القطعة فان الذاكرة المضمنة عليها سريعة اذ تكون سرعتها مساوية لسرعة الدوائر المنطقية كما تحتوي على المسجلات المستعملة . ولهذا النوع من الحاسبات فائدة كبيرة في اجهزة السيطرة اذ انها تقلل من عدد القطع اللازمة لبنائها وبذلك تقلل من كلفة الجهاز وترفع من كفاءته .

لا يحتوي هذا النوع على مسجلات في الحاسبة بل توجد مسجلاته في الذاكرة الرئيسية وبذلك يقل عدد البوابات اللازمة لبناء وحدة المعالجة المركزية ولهذا ميزه جيدة اذ انه يوفر مجالا اكبر لعدد من الايعازات كما يسهل من عمليات ابدال المحيط Context Switching اذ لا يستوجب ذلك غير ابدال مؤشر المحيطEnvironment pointer . واستعمل اسلوب الخط الأنبوبي pipeline لزيادة سرعة الحاسبة TMS 9995 ويتكون عداد البرنامج من 15 بت اي للحاسبة القابلية على عنونه ذاكرة سعتها 32 كيلوبايت كما تتوفر ايعازات للقفز الى اماكن محددة في الذاكرة . وسر السرعة في المعالجة هو سرعة الذاكرة اذ يمكن التوصل الى كلمة ذات 16 بت خلال نبضة تزامنية واحدة بدل الاثنتان اللازمتان للتوصل للكلمة في الذاكرة الملحقة بالمعالج خارجيا . تتم عملية الجمع في هذه الحاسبة بـ 1.67 مايكرو ثانية ، عملية الضرب بـ7.6 مايكروثانية وعملية قسمة في 9.3 مايكروثانية .

كان اكثر المعالجات التي صنعت بتكنولوجيا CMOS عبارة عن نسخ للمعالجات الموجودة ومصنعة بتكنولوجيا NMOS . ولكن هناك معالجان يستحقان الذكر هنا وهما معالج من شركة .Futjitsu Ltd في كاواساكي ، اليابان ، ذو 16 بت وهو اول معالج ذو 16 بت يسوق في الولايات المتحدة الأمريكية ، والثاني معالج ذو 8 بت من شركة National Semiconductors هو NCS 800 ويعمل على نبضات بسرعة 4 ميجا هرتز ويستهلك 5% من الطاقة التي يستهلكها معالج مماثل مبني بتكنولوجيا NMOS ، ويماثل هذا المعالج معالج Z80 من شركة Zilog ولذا فهو قادر على تنفيذ

نفس ايعازاته والمعالجات التي يكافئها مثل INTEL 8080 ; 8085 . ولخاصية الاستهلاك القليل فائدة عظيمة اذ يمكن تشغيل نظام كامل من بطارية لمدة لا بأس بها ، ويستفاد منه في تصميم محطات جمع المعلومات المنصوبة في العراء او في الصحراء حيث ان ظروف العمل تتطلب مواصفات مشددة . ويمكن لهذا المعالج أيضا استعمال الذاكرة الدوارة Dynamic RAM اذ يحتوي على عداد لتنشيط الذاكرة الدوارة ، وتتوفر ذاكرة دوارة في نفس السلسلة برقم Ncs 810 كما ان هناك ذاكرة للقراءة فقط هي NCs 830 . ومن المقدر لنظام لجمع المعلومات مركب من هذه السلسلة كأجزاء رئيسية ان يستهلك 125 ملي واط في حين يستهلك نظام مماثل مبني بتكنولوجيا NMOS 3-2 واط اضافة الى تحمل النظام لظروف العمل الصعبة مثل استعمال مصدر طاقة واحد ، يمكن لمصدر الطاقة ان يكون ذا جهد متغير (اي يقل او يزيد حسب زمن استهلاك البطارية المستعملة) الخ .

معالجة الكلام بقطعة الكترونية واحدة :

كانت أغلب أنظمة معالجات الصوت ذات قطعتين او اكثر اما الآن فهناك قطعة واحدة هي spo 256 من شركة General Instruments في هكسفيل - نيويورك وبكلفة أقل من السابق. وستتوفر في الربيع القادم وسيكون حجمها بين حجم القطع المصنعة من قبل شركة Texas Instruments في نظامها ثلاثي القطع وبين نظام شركة MATSUSHITA المسوق سنة 1979 .

تحتوي هذه القطعة المبنية بتكنولوجيا NMOS كل الدوائر اللازمة لتركيب الصوت بضمنها وحدة العمليات الحسابية والمنطقية ، مرشح عددي متكيف (لتمثيل عمل الحبال الصوتية) ، مسجلات لتغيير حدة الصوت ، و16 كيلو بت من ذاكرة القراءة فقط مبرمجة بطريقة القناع Mask Programmed (والتي تستعمل في خزن الايعازات والبيانات لتكوين حوالي 256 شكل صوتي او نوتة صوتية) وجهاز لتحويل البيانات العددية الى كمية ذو 7 بت وجهاز للسيطرة على ذاكرة خارجية

يستفاد منها لزيادة المفردات او تحسين الصوت . تولد هذه القطعة الصوت بعملية الجفر التوقعي الخطي Linear Predictive Coding (LPC) (ج ت خ) مطبق في ميدان التردد Frequency Domain بدلا من ميدان الزمن كالمعتاد في هذه الطريقة يجري تمثيل الحبال الصوتية للانسان في هذه الطريقة بواسطة دالة نسبية خطية بالنسبة للمعاملات في البسط والمقام ذات استجابة ترددية . ويتم تعيين المعاملات العائدة الى مقاطع الصوت المختلفة بواسطة طريقة احصائية تطبق في فترة التدريب اي ان المستفيد يجب أن يجهز الشركة بشريط يحتوي على الأصوات التي يرغب بانتاجها لاستعماله ليتم برمجة القطعة الالكترونية على أساسه . وتعمل هذه القطعة بمعدل 60٪ من المعلومات أقل من بقية معالجات الصوت بسبب استعمال ميدان التردد في عمل القطعة .

ظهـور برامج جديدة :

من أهم ما أضيف الى برامج الحاسبات الدقيقة هي نظم التشغيل ونظم التطوير ، وبشكل خاص نظم التطوير المرتكزة على لغات معروفة ذات مستوى عالي ولكن على هيئة مصغرة مختصرة وهذه اللغات عبارة عن تكثيف للغات الأصلية بحيث يمكن تضمين مترجم او مفسر لها في 4 كيلو بايت من الذاكرة على الأكثر .

وتحتوي نظم التشغيل هذه على نفس محتويات نظم التشغيل القياسية تقريبا مثل برامج الاستعمالات المتنوعة Utility Programs والمحتواة في نظام التشغيل كما يحتوي على برنامج مجمع Assembler ، مترجم Compiler ، رابط Linker ، محمل Loader ، كاشف Debbugger ، مشرف محرر Editor ومفسر Interpreter . وهناك نظم تشغيل منفردة وتستعمل عادة لغة سي C المطورة في مختبرات Bell في نيوجرسي والتي تتمتع بشعبية كبيرة منذ ظهور لغتي باسكال وفورت وشيوعهما مع انها أحدث من الاثنين . وهناك نظام تشغيل ارتكز على لغة سي وهو نظام UNIX المطور في مختبرات ـ Bell ومن خواصه تقليل الوقت اللازم لتطوير البرامج . كما ان هناك نظم

اخرى مرتكزة حول نفس اللغة مثل نظام ادريس IDRIS المنتج من قبل شركة Whitesmiths Ltd في نيويورك ويعمل على معالجات i8080 و Z80 ذات الثمانية بتات . كما ان هناك نظام اخر سينتج من شركة Microsoft يشبه نظام UNIX ولكنه يعمل على معالجات ذات 16 بت اسمه Xenix .

وبالنسبة للأنظمة الشائع استعمالها مثل نظام CP / M من شركة Digital Record فقد طور الى نظام CP / M2.2 لتوفير مختلف الصيغ للأقراص المرنة Floppy Disk ، وهناك انظمة متعددة المستعملين وانظمة للشبكات مثل CP / Net , MP /M على التوالي . كما يتوفر نظام Mute من شركة Mupro وهو نظام قرصي ومتفاعل Disk Driver and Interactive ويسمح للمستفيد باعطاء بيانات من المحطات الطرفية خلد التنفيذ . وهناك أيضا نظام RM × 180 من شركة INTEL مكون من مجموعة من البرامج القابلة لاعادة الاسكان Relocatable وقابلة للتشكيل حسب الطلب ومخصص لاستعمالات الأنظمة العاملة في الوقت الحقيقي .

يتراوح سعر أنظمة التطوير التي يوفرها منتجوا الحاسبات الدقيقة بين 500 دولار و25000 دولار او اكثر واخر ما قدم في مجال تعجيل تطوير البرامج هو مفسر للغة على قطعة الكترونية واحدة للحاسبات الدقيقة احادية القطعة والمستعملة في أجهزة السيطرة . يسهل هذا المفسر انتاج الجهاز الأولي لأجراء التجارب بصورة احسن من أنظمة التشغيل الاعتيادية . وتتوفر مفسرات للغة بيزك المصغرة Tiny Basic لحاسبات National Semiconductors 8073 , Zilog Z8 وقد وضعت شركة INTEL خطة لاضافة مفسر مشابه للحاسبة 8051 وكذلك فقد كتبت مفسرات بيزك المصغرة لمعالجات 1802 M6800 ولكن الصورة الحالية لهذه المعالجات لا تناسب هذه الأنظمة . وهناك مفسرات للغات أخرى مثل سي للمعالجات 8080, NSC 800, 6800, 6502 ولغة فورت للمعالجات 1804, 1802, 6800, 3870 وهما بالصورة المصغرة . وأهم ميزة لهذه اللغات هي تقليل الوقت اللازم لتطوير برنامج معين الى العشر تقريبا كما تقلل من الكلفة لتطوير النظام . وتتميز هذه النسخ من اللغات عن

النسخ الكاملة بأنها تشمل العمليات الأربعة فقط) : (- ، + ، × ، ÷) والأرقام تكون بحدود0 - 32768 ويعتقد بأن هذه الصفات تكفي لأكثر الأجهزة الصناعية كما انها لا تشمل على أي امكانية لمعالجة المصفوفات والسلاسل الحرفية Alphanumeric Stings . وحيث أن البرنامج في هذا الأسلوب من أساليب التطوير لا يترجم الى لغة الماكنه لذا فان عملية اكتشاف الأغلاط وتصحيحها تكون أسهل بكثير من الأساليب التي تستعمل المترجم وليس هناك حاجة لاعادة ترجمتها بعد اجراء التعديلات اللازمة واعادة تنفيذ البرنامج . ومن الممكن ايقاف البرنامج واجراء تعديلات ثم اكمال تنفيذه من نقطة الوقوف . يتناسب هذا النوع من الأنظمة مع الأنظمة الكبيرة قبل نظام APL والشائع في عدة مراكز للحاسبات في العالم . يوفر هذا النظام لكل مستعمل حاسبة وهمية تشابه حاسبة IBM 3033 وبنفس الوقت يسمح بمعاملتها كأي حاسبة يدوية مبرمجة .

كان تقديم لغة مهيكلة كبديل لنسخ بيزك، والبالغ عددها 20 ، هو الهدف الرئيسي لتطوير لغة سي C المصغرة ، وتتكون هذه اللغة من مفسر ذو 4 كيلو بايت يقوم بتنفيذ الايعاز حال تقديمه لوحدة السيطرة وبرنامج تحضيري ذو 5 كيلوبايت ويتوجب على الحاسبات التي تروم استعمال هذا النظام أن تحتوي على 16 كيلو بايت من الذاكرة على الأقل ولا توجد أثناء تنفيذ البرامج اي حاجة لغير هذا المفسر لذا فمن الممكن الاستفادة من بقية اجزاء الذاكرة حسب الرغبة . ويمكن استعمال هذه اللغة مع الحاسبات الدقيقة ذات القطعة الواحدة اذ تقلل من وقت تطوير البرامج كما انها تنفذ أسرع من لغة بيزك ولها نفس قابلية البيزك على تبسيط البرامج الأكبر من 5 كيلوبايت كما لها نفس خاصية فورت للتوسع الى اللغة الكاملة لحل مشاكل اعقد .

وقدمت شركة Advance Microdevices نظام للتطوير له القابلية على التعامل مع برامج للغة التجميع لـ 37 حاسبة دقيقة وسمي بـ phoenix ، وكذلك هناك محاكي Emulator من شركة Emologic له القدرة على محاكاة معالجات دقيقة حتى حجم 32 بت .

كما صدرت في السنة الماضية قوانين في امريكا لحماية مطوري البرامج المستقلين ومنع سرقة البرامج .

Dictionary	قاموس
Mainframe	حاسبة كبيرة
Micro controller	مسيطر دقيق
Software	برامج ، برامج تطبيقية
Virtual Memory	ذاكرة خيالية
Central Processing unit	وحدة معالجة مركزية
Gate	بوابة
Layout Design	تصميم الربط
Gate array	منظومة بوابية
Microprocessor	معالج دقيق
Block	كتلة
Schedule	جدولة
Concurrent Processes	عمليات متزامنة
Mapping	رسم
Memory space	فضاء الذاكرة
Slave processors	معالجات ثانوية
software Transparent	شفافة ، مخفية .
Math processor	معالج رياضي
Numeric DataProcessor	معالج بيانات عددية
Peripheral Device	جهاز طرفي
Micro Computer	حاسبة دقيقة .
Codec	دوائر صياغة الشفرة وحلها

Filters	مرشحات
Pin	طرف
Algorithmic processor	معالج خوارزمي
Read Write Memory	ذاكرة القراءة والكتابة
R - W M	ذ ق ك
Control Word	كلمة سيطرة
Register	مسجل
Access Time	وقت الايصال
Data flow	انسياب المعلومات
Instruction Repertoir	مجموعة الايعازات
Logic Design	التصميم المنطقي
Arithmetic and Logic Unit	الوحدة المنطقية والحسابية
Flip Flop	بطاط
Latch filp flop	نطاط حافظ
Optimal	أمثل
Non Optimal	غير امثل
Flush Test	الفحص السريع
Error Propagation	غربلة الخطأ
Non intermittent	غير المتبدل
Functional Testing	فحص وظيفي
Fault Simulator	ممثل للأخطاء
Sequential Circuits	دوائر تسلسلية
Instruction Decoder	تمييز الايعازات
Instruction Execute	تنفيذ الايعـاز
Micro code	جفرة دقيقة

Utility Programs	برامج الاستعمالات
Operating Systems	نظام التشغيل
Priority Level	مستوى الأهمية
Object	مفعول
Buffer	خازن ، عازل
Modular	قابل للتركيب
Link Editor	رابط مغير
Memory to Memory Architecture	عمارة من والى الذاكرة
Pipeline	الخط الأنبوبي
Scratch pad Registers	مسجلات العمل الثانوي
Context switching	ابدال المحيط
Environment pointer	مؤشر المحيط
work space	خفاء العمل
Clock Pulse	نبصة تزامنية .
Dynamic RAM	ذاكرة دوارة او متحركة
Digital Filter	مرشح عددي
Adaptive	متكيف
MASK Programmed	مبرمجة بالقناع
Linear pridictive coding (L P C)	الجفر التوقعي الخطي (جـ ت خ)
Rational function	دالة كسرية ، دالة نسبية
Development systems	نظم تطوير
High Level Language	لغة عالية المستوى
Utility Programs	برامج الاستعمالات

Assembler	برنامج مجمع
Compiler	مترجم
Linker	رابط
Loader	محمل
Debugger	كاشف
Editor	محرر
Interpreter	مفسر
Floppy Disk	قرص مرن
Relocation	اعادة الاسكان
string	سلسلة
structured Language	لغة مهيكلة
Emulator	محاكي