



البرمجة التفرعية

Parallel Programming

Dr.-Eng. Samer Sulaiman

2023-2024

أساسيات البرمجة التفرعية



• الأنظمة العنقودية

- توفر الآلة الافتراضية التفرعية (PVM) بيئة للمبرمجين لتطوير تطبيقات على أنظمة متعددة المعالجات - تحديداً الأنظمة العنقودية - والتحكم في المهام الموزعة على العقد والتزامن بينها.
- بالإضافة إلى ذلك تتيح تلك البيئة الأدوات البرمجية اللازمة لتبادل الرسائل بين عقد النظام التفرعي.
- تُستخدم هذه البيئة على نطاقٍ واسع؛ إذ تضمن التشغيل البيئي interoperability بين عقد النظام حتى غير المتجانسة وبوجود نظم تشغيل مختلفة.

• نظم التشغيل التفرعية

- تعتمد أنظمة التشغيل الحديثة على منحيين لتلبية الاهتمامات المتزايدة للتطبيقات التفرعية.
- الأول اتخذته نظم التشغيل الحديثة من UNIX وWindows بدءاً من الإصدار NT والتي تهتم بالأنظمة المتعددة المعالجات المتناظرة symmetric multiprocessing،
- الثاني اتخذته نوى نظم تشغيل مخصصة. custom kernels.
- تهتم نظم التشغيل التفرعية بصورة أساسية بالجدولة، والتزامن، وتعدد النياسب، وإدارة الذاكرة وتحمل الخلل.
- يسهل تصميم نظام التشغيل في الأنظمة المتعددة المعالجات المتناظرة؛ إذ يشابه مثيله على معالج وحيد،
- يقوم كل معالج بتنفيذ نسخة من نظام التشغيل؛ وهذا يتيح تنفيذ عدة إجراءات في الوقت ذاته من دون تدني الأداء،
- في حين يصعب تصميم نظام تشغيل للأنظمة المتعددة المعالجات غير المتناظرة.

أساسيات البرمجة التفرعية



- موازنة الأعباء وتحمل الخلل
 - يهدف توزيع الأعباء (الإجرائيات) بصورة متوازنة بين المعالجات إلى الحصول على أعلى أداء ممكن من النظام التفرعي،
 - يوجد نوعان:
 - التوزيع السكوني؛ إذ تُوزَّع إجرائيات البرنامج قبل البدء بتنفيذها ويُشار إليها على أنها مسألة جدولة ساكنة static scheduling،
 - والتوزيع الديناميكي dynamic حيث تُوزَّع الإجرائيات في أثناء تنفيذ البرنامج.
 - تصنيف التوزيع الديناميكي:
 - مركزي- وهو المستخدم على نطاق واسع- حيث يجري توزيع الإجرائيات بواسطة برنامج مركزي يُنقِّذ على أحد المعالجات ويقوم بدور السيد master، في حين تقوم الإجرائيات الموزعة على المعالجات بدور التابع slave
 - غير المركزي: تعمل مجموعة من المعالجات على المسألة المعنية عن طريق إمرار الإجرائيات بينها.
 - تلجأ الأنظمة العالية الأداء إلى التوزيع الديناميكي المركزي المتعدد الطبقات؛ إذ تأخذ هيكلية المعالجات البنية الشجرية أو العنقودية، وفيها تُوزَّع كل طبقة الإجرائيات على الطبقة الأدنى وفق علاقة السيد-التابع.
- تُتيح البنى التفرعية وتوزيع المهام تحمل الخلل:
 - ففي حال اكتُشِف خلل بأحد المعالجات -عن طريق المراقبة المستمرة لأدائها- يجري إعادة توزيع المهام الموكلة إليه على معالجات أخرى عاملة،
 - لتجنب انخفاض الأداء في النظام كله بهذه الحالات تُصمم الأنظمة بحيث تحتوي عادة على معالجات إضافية احتياطية تعمل بحالة تأهب hot-standby والتي تبدأ بتنفيذ المهام الموكلة فور إسنادها إليها،
 - ويسبق ذلك إعادة دمج المعالج وفق هيكلية النظام.

أساسيات البرمجة التفرعية



• تطبيقات وآفاق

- برزت البرمجة والحوسبة التفرعية لتحقيق المسائل التي تحتاج إلى مُقدِّرات حسابية هائلة.
- برزت الحاجة في مختلف مناحي الحياة إلى الإمكانيات التي تتيحها الحوسبة التفرعية.
- على سبيل المثال:
 - مجال الإنترنت
 - مع ازدياد الحاجة إلى الخدمات المتنوعة التي تقدِّمها- مثل محرِّكات البحث والتنقيب في المعطيات والخدمات التجارية المعتمدة على الوب ونحوها- يجري تصميم مخدمات الوب وتنفيذها اعتماداً على الأنظمة العنقودية؛ بهدف الاستجابة لطلبات المستخدمين خلال زمن معقول.
 - في مجالات الصحة
 - أسهمت الحوسبة التفرعية في رفع فاعلية الأجهزة الطبية مثل التشخيص عن طريق الصور الطبية الثلاثية الأبعاد، وتصميم التراكيب الدوائية. وفي قطاع الاقتصاد تتيح البرمجة التفرعية النمذجة المالية والاقتصادية بفعالية.
 - بالإضافة إلى ذلك فتحت البرمجة التفرعية آفاقاً جديدة في الصناعات الترفيهية بوساطة الرسومات البيانية المتقدِّمة، والحقيقة الافتراضية وتقانات الوسائط المتعددة.
 - النمذجة والمحاكاة: تنبؤات الأرصاد الجوية، علم المحيطات، الفيزياء الفلكية.
 - الهندسة: ميكانيك الموائع، الهندسة النووية، الهندسة الكيميائية الروبوتية، الذكاء الاصطناعي، معالجة الصور، وغير ذلك.
 - البحث عن مصادر الطاقة: الكشف عن البترول و المعادن، الكشف الجيولوجي، البحث الطبي و العسكري

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• المعالجة المتوازية هي شكل من أشكال معالجة المعطيات تسمح بتنفيذ عدد من الأحداث المتزامنة بنفس الوقت . هذه الأحداث المتوازية يمكن أن تكون على مستويات مختلفة :

• مستوى البرامج (Programs)

- يتم تنفيذ عدد من البرامج المستقلة عن بعضها بنفس الوقت و تستخدم مبادئ تعددية البرمجيات (Multiprograms) و المشاركة الزمنية (Temporal Partcipation) وتعددية المعالجة (Multitreatment) من أجل تحقيق ذلك.
- يستثمر هذا المستوى على الحاسبات الكبيرة و تكون المعالجة على التوازي شفافة بالنسبة للمستخدم
- يتولى نظام التشغيل مهمة إدارتها و تطويرها .
- يمكن بالاعتماد على مبدأ تعددية البرمجيات ، تنفيذ عدة برامج لمستخدم واحد أو عدة برامج لمستخدمين مختلفين .
- تعتمد إحدى طرق تعددية البرمجيات على تقسيم زمن الوحدة المركزية إلى مجالات زمنية متساوية بحيث تشغل الوحدة المركزية برامج مختلفة بشكل دوري خلال المجالات الزمنية

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

• مستوى الإجرائية ((Procedure))

- يتطلب هذا المستوى تقسيم البرنامج الواحد إلى عدة مهمات على التوازي.
- إن تقسيم البرامج على هذا الشكل ليس بالعمل السهل فمهمات البرنامج الواحد مرتبطة فيما بينها و غالبًا ما يعتمد تنفيذ مهمة ما على نتائج المهمات الأخرى لذا لا بد من البحث عن علاقات التبعية ومن ثم برمجة المهمات غير المرتبطة أو المرتبطة جزئيًا على التوازي.
- يقوم نظام التشغيل بإدارة ومعالجة هذا المستوى من التوازي إذا تم استخدام أدوات آلية للتوازي أو مترجمات ذكية ولكن هذه الأدوات ما زالت في مجال البحث ولم تثبت فعاليتها بعد،
- غالبًا ما يقوم المستخدم بتحليل البرامج على مستوى الخوارزميات و تحويلها إلى برامج متوازية.

أساسيات البرمجة التفرعية

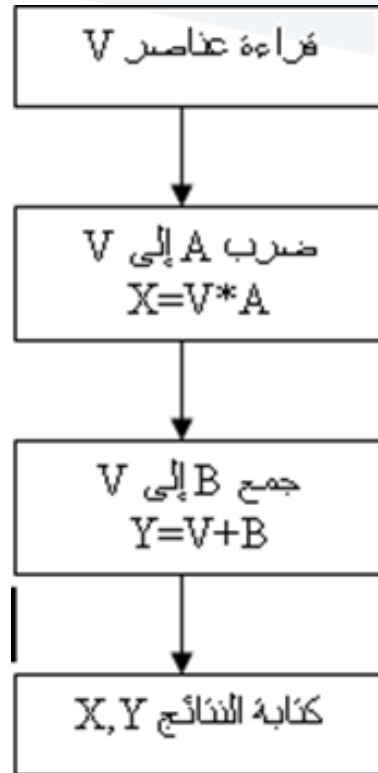


• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

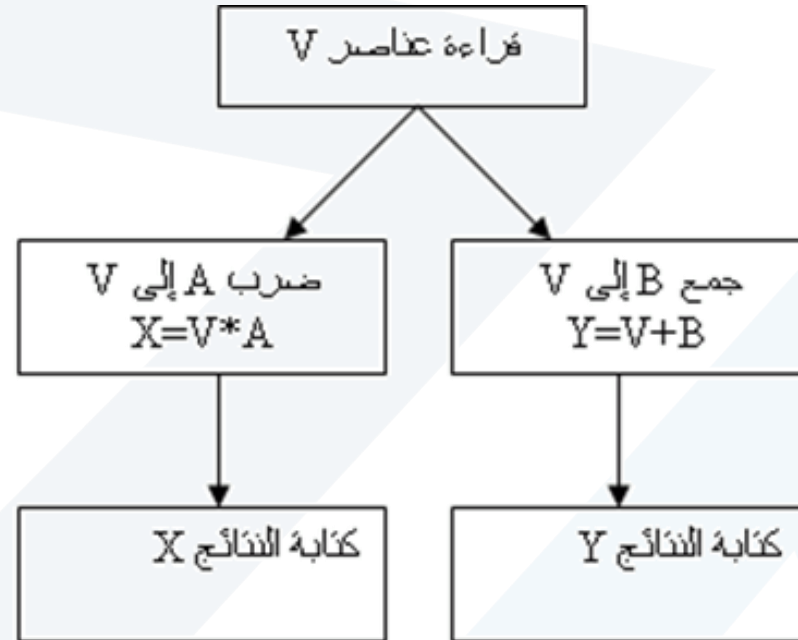
• مستويات المعالجة

• مستوى الإجرائية

• مثال:



البرنامج التسلسلي



البرنامج المتوازي

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

• مستوى التعليمات (Instructions)

- يوجد العديد من التقنيات التي تعتمد مبدأ تنفيذ عدة تعليمات مستقلة فيما بينها على التوازي و أشهرها تقنية معالجة الجداول التي تقوم بتنفيذ تعليمة وحيدة تعالج معطيات مختلفة على عدة معالجات بنفس الوقت .
- يعالج هذا النوع من التوازي على مستوى :
 - نظام التشغيل نظراً لتوفر الأدوات الآلية المساعدة على تحويل البرامج .
 - اللغات البرمجية حيث تتوفر على الحاسبات الشعاعية لغات برمجية خاصة للبرمجة الشعاعية
 - مثال: FORTRAN Victories
- يستخدم هذا النوع من التوازي في برامج الحساب العملي بشكل خاص حيث تعالج الأشعة و المصفوفات

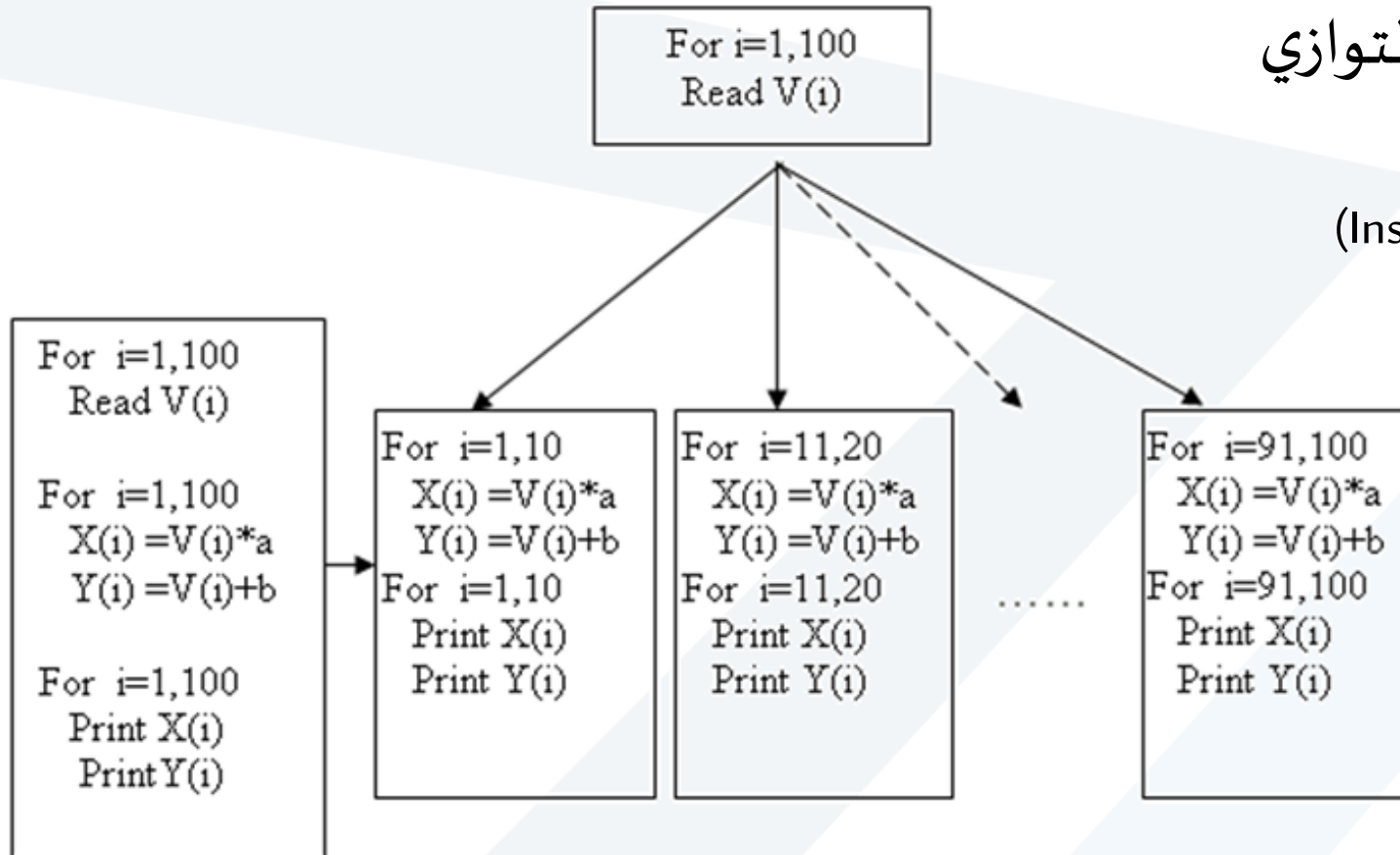
أساسيات البرمجة التفرعية

• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

• مستوى التعليمات (Instructions)

• مثال:



البرنامج التسلسلي

البرنامج المتوازي

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

- مستوى التعليم (Instruction)
- تعتمد تقنيات العمل الضخمي (Pipeline) مبدأ تقسيم التعليم الواحدة إلى تعليمات جزئية متتالية بحيث يمكن تنفيذ هذه التعليمات الجزئية بنفس الوقت على معطيات مختلفة.
- يتم الاستفادة من هذا النوع من التوازي على مستوى العتاد، وهو شفاف بالنسبة للمستخدم في الحاسبات الحالية.
- تستخدم أغلب المعالجات والبطاقات المتخصصة ذات الأداء العالي في يومنا هذا مبدأ العمل الضخمي في تصميمها.
- مثال:
 - يمكن تقسيم عملية ضرب عددين ممثلين بالفاصلة العائمة إلى العمليات الجزئية التالية :
 - ١- مقارنة القوى.
 - ٢- وضع الرقمين بنفس القوة.
 - ٣- القيام بعملية جمع العددين.
 - ٤- كتابة النتيجة بشكل مضبوط.
 - باعتبار هذا التقسيم يمكن إجراء عدة عمليات ضرب على سلسلة من الأعداد بنفس الوقت، وذلك بإجراء المراحل المختلفة على ثنائيات أعداد مختلفة.
 - طريقة إجراء العملية على التوازي

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

• مستوى التعليم (Instruction)

- تعتمد تقنيات العمل الضخمي (Pipeline) مبدأ تقسيم التعليم الواحدة إلى تعليمات جزئية متتالية بحيث يمكن تنفيذ هذه التعليمات الجزئية بنفس الوقت على معطيات مختلفة.
- يتم الاستفادة من هذا النوع من التوازي على مستوى العتاد، وهو شفاف بالنسبة للمستخدم في الحاسبات الحالية.
- تستخدم أغلب المعالجات والبطاقات المتخصصة ذات الأداء العالي في يومنا هذا مبدأ العمل الضخمي في تصميمها.
- مثال:
- يمكن تقسيم عملية ضرب عددين ممثلين بالفاصلة العائمة إلى العمليات الجزئية التالية:
 - مقارنة القوى.
 - وضع الرقمين بنفس القوة.
 - القيام بعملية جمع العددين.
 - كتابة النتيجة بشكل مضبوط.
- باعتبار هذا التقسيم يمكن إجراء عدة عمليات ضرب على سلسلة من الأعداد بنفس الوقت، وذلك بإجراء المراحل المختلفة على ثنائيات أعداد مختلفة.
- تجدر الإشارة إلى أن الحاسبات المتوازية المتقدمة تستثمر المستويات الأربعة من العمل على التوازي.

أساسيات البرمجة التفرعية



• أشكال معالجة المعطيات على التوازي

• مستويات المعالجة

• مستوى التعليم (Instruction)

• مثال:

• عملية ضرب عددين
ممثلين بالفاصلة
العائمة

