Operating Systems

Dr. J.M. Khalifeh

أنظمة الإدخال والإخراج

Operating Systems

Dr. J.M. Khalifeh

أنظمة الإدخال والإخراج

- أجهزة الإدخال والإخراج
- واجهة الإدخال/الإخراج للتطبيقات
- نظام الإدخال/الإخراج الخاص بالنواة
- تحويل طلبات الإدخال/الإخراج إلى عمليات الأجهزة
- الجداول
- الأداء

أهداف

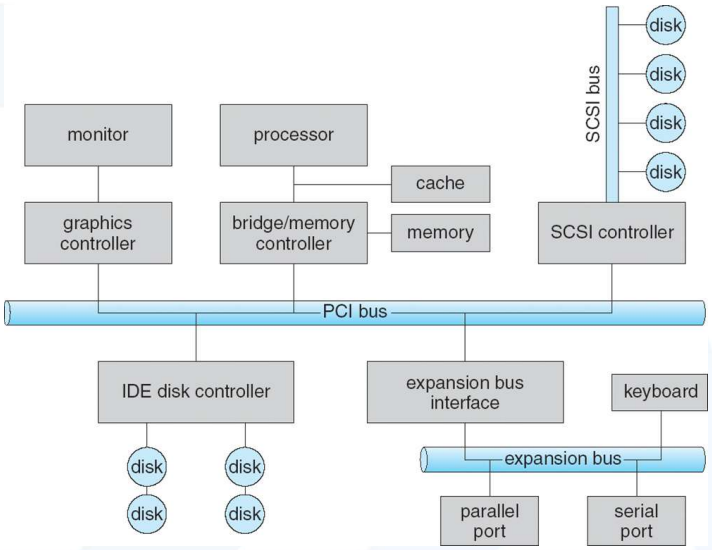
- استكشاف بنية نظام الإدخال والإخراج الفرعي لنظام التشغيل
- مناقشة مبادئ أجهزة الإدخال والإخراج وتعقيداتها
- توفير تفاصيل حول جوانب الأداء الخاصة بأجهزة وبرامج الإدخال/الإخراج

أجهزة الإدخال والإخراج

- مجموعة مذهلة من أجهزة الإدخال والإخراج
- المفاهيم المشتركة
  - **منافذ**
  - **الباصات** (**سلسلة متصلة** أو وصول مباشر مشترك)
  - **وحدة التحكم** (**محول المضيف**)
- أجهزة التحكم في تعليمات الإدخال والإخراج
- الأجهزة لديها عناوين، يستخدمها
  - تعليمات الإدخال والإخراج المباشر
  - الإدخال/الإخراج **المرتبط بالذاكرة**

هيكل الإدخال والإخراج

بنية ناقل الكمبيوتر الشخصي النموذجي



مواقع منافذ الإدخال/الإخراج للأجهزة على أجهزة الكمبيوتر (جزئيًا)

I/O address range (hexadecimal)	device
000–00F	DMA controller
020–021	interrupt controller
040–043	timer
200–20F	game controller
2F8–2FF	serial port (secondary)
320–32F	hard-disk controller
378–37F	parallel port
3D0–3DF	graphics controller
3F0–3F7	diskette-drive controller
3F8–3FF	serial port (primary)

أجهزة الإدخال والإخراج

- الادخال الإخراج المعين للذاكرة Memory mapped IO
- الاستقصاء Polling
- المقاطعات Interrupts
- الوصول المباشر للذاكرة Direct Memory Access

الاستقصاء Polling

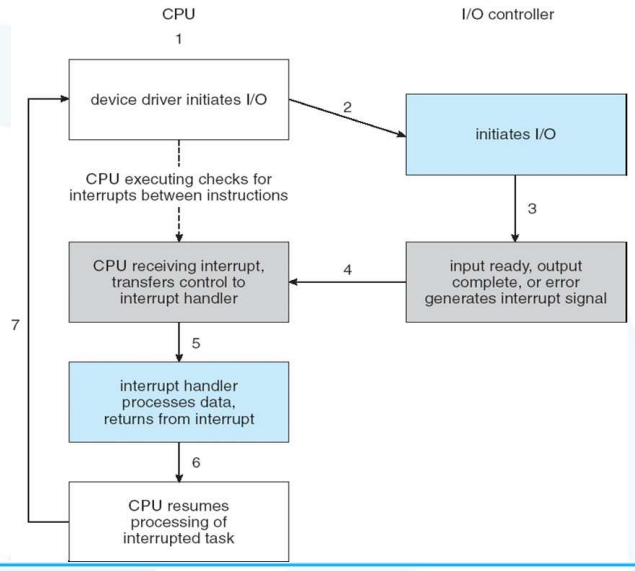
- تحديد حالة الجهاز
  - الانتظار الجاهز للأوامر
  - مشغول
  - خطأ
- مشغول لانتظار الإدخال/الإخراج من الجهاز

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

المقاطعات

- خط طلب مقاطعة وحدة المعالجة المركزية الذي تم تشغيله بواسطة جهاز الإدخال/الإخراج
- يستقبل معالج المقاطعة المقاطعات
- يمكن إخفاء بعض المقاطعات أو تأخيرها
- متجه المقاطعة لإرسال المقاطعة إلى المعالج الصحيح
  - على أساس الأولوية
  - بعض الأشياء غير القابلة للإخفاء
  - آلية المقاطعة تستخدم أيضًا للاستثناءات Exceptions

دورة الإدخال/الإخراج المدفوعة بالمقاطعة



Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

الوصول المباشر للذاكرة

- يستخدم لتجنب عمليات الإدخال والإخراج المبرمجة لنقل البيانات الكبيرة
- يتطلب وحدة تحكم DMA
- يتجاوز وحدة المعالجة المركزية لنقل البيانات مباشرة بين جهاز الإدخال/الإخراج والذاكرة

بنية الوصول المباشر للذاكرة

عندما يتم قراءة خط من المحطة الطرفية (أي المنافذ التسلسلية بسرعة خط 9600 بت في الثانية)

على سبيل المثال

	جهاز ذو سرعة منخفضة	جهاز عالي السرعة
طلب : الخط المراد قراءته من المحطة الطرفية باستخدام نوع واحد من المنافذ		
أول حرف تم كتابته وإرساله إلى الكمبيوتر	نقل حرف واحد كل 1 مللي ثانية	تصل المقاطعة كل 4 ميكرو
المنفذ سوف يقاطع وحدة المعالجة المركزية	يتطلب 2 ميكرو ثانية هناك وقت كافٍ لوحدة المعالجة المركزية لمعالجة وخدمة المقاطعات الأخرى (988 ميكرو ثانية)	يتطلب 2 ميكرو ثانية لا يوجد وقت كافٍ لوحدة المعالجة المركزية لمعالجة وخدمة المقاطعات الأخرى
تنفيذ خدمة روتين المقاطعة		

يحل DMAاستخدام المشكلة

بنية الوصول المباشر للذاكرة

لحل هذه المشكلة، يتم استخدام *الوصول المباشر للذاكرة* (DMAلأجهزة الإدخال/الإخراج عالية السرعة

يتم إنشاء مقاطعة واحدة فقط لكل كتلة، بدلاً من مقاطعة واحدة لكل بايت

إعداد المخازن المؤقتة والمؤشرات والعدادات لجهاز الإدخال/الإخراج

ينقل جهاز التحكم كتلة كاملة من البيانات مباشرة إلى أو من مخزن المخزن المؤقت الخاص به إلى الذاكرة

ينقل جهاز التحكم كتلة كاملة من البيانات مباشرة إلى أو من مخزن المخزن المؤقت الخاص به إلى الذاكرة

كيف يحدث DMA

طلب نقل البيانات

يجد نظام التشغيل مخزنًا مؤقتًا من مجموعة من المخازن المؤقتة للنقل

برنامج تشغيل الجهاز **بتعيين سجلات وحدة تحكم DMA لاستخدام عناوين المصدر والوجهة المناسبة وطول النقل**

يتم بعد ذلك توجيه وحدة التحكم DMA لبدء عملية الإدخال/الإخراج

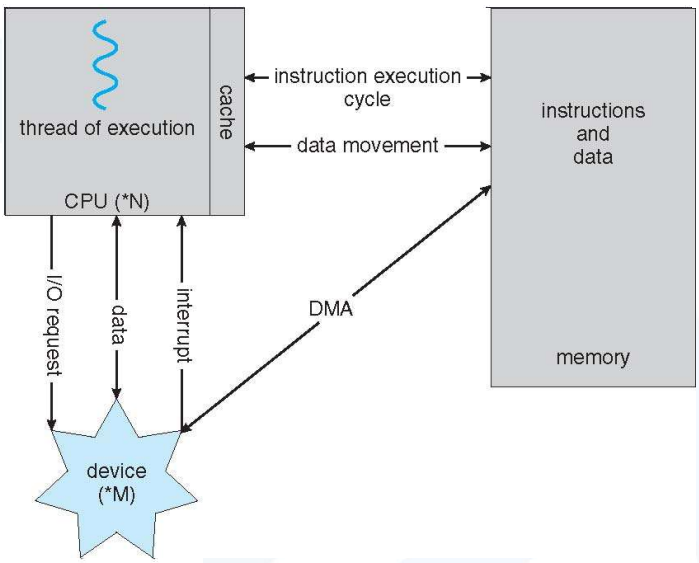
يقوم وحدة تحكم DMA بمقاطعة وحدة المعالجة المركزية عند اكتمال النقل.

وحدة المعالجة المركزية حرة في أداء مهام أخرى

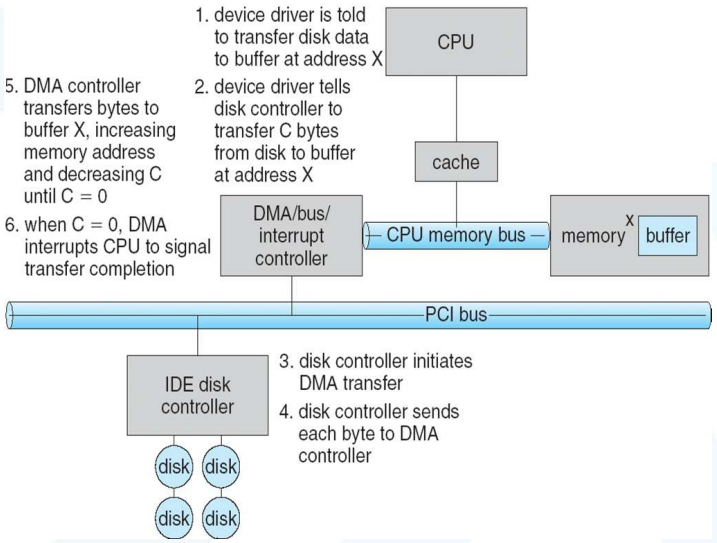
بشكل عام، لا تستطيع الذاكرة نقل سوى كلمة واحدة في كل مرة، لذا فإن وحدة التحكم DMA "تسرق" دورات الذاكرة من وحدة المعالجة المركزية.

قد يؤدي سرقة هذه الدورة إلى إبطاء تنفيذ وحدة المعالجة المركزية أثناء تقدم نقل DMA.

كيف يعمل الحاسوب الحديث



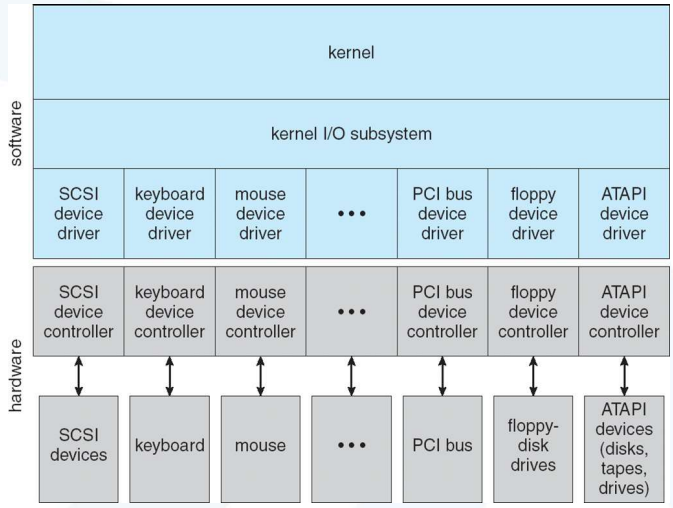
عملية من ست خطوات لإجراء نقل DMA



واجهة الإدخال/الإخراج للتطبيقات

- تغلف مكالمات نظام الإدخال/الإخراج سلوكيات الجهاز في فئات عامة
- تخفي طبقة برنامج تشغيل الجهاز الاختلافات بين وحدات التحكم في الإدخال/الإخراج من النواة
- تختلف الأجهزة في العديد من الأبعاد
  - تدفق أو كتلة الأحرف
  - الوصول المتسلسل أو العشوائي
  - قابلة للمشاركة أو مخصصة
  - سرعة التشغيل
  - قراءة وكتابة، قراءة فقط، أو كتابة فقط

بنية الإدخال/الإخراج للنواة



خصائص أجهزة الإدخال والإخراج

aspect	variation	example
data-transfer mode	character block	terminal disk
access method	sequential random	modem CD-ROM
transfer schedule	synchronous asynchronous	tape keyboard
sharing	dedicated sharable	tape keyboard
device speed	latency seek time transfer rate delay between operations	
I/O direction	read only write only read–write	CD-ROM graphics controller disk

أجهزة الكتل والأحرف

- تتضمن أجهزة الكتل محركات الأقراص
  - تتضمن الأوامر القراءة والكتابة والبحث
  - الوصول إلى الإدخال/الإخراج الخام أو نظام الملفات
  - إمكانية الوصول إلى الملفات المخصصة للذاكرة
- تشمل أجهزة الأحرف لوحات المفاتيح والفارات والمنافذ التسلسلية
  - تتضمن الأوامر `get` و`put`
  - المكتبات الموجودة في الطبقات العليا تسمح بتحرير الأسطر

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

أجهزة الشبكة

- يختلف بشكل كافٍ من كتلة إلى أخرى ليكون له واجهة خاصة به
- Unix و Windows NT/2000/*x* 9 واجهة مقبس
  - يفصل بروتوكول الشبكة عن تشغيل الشبكة
  - يتضمن وظائف
- تختلف الأساليب على نطاق واسع (الأنابيب، وFIFOs، والجداول، والطوابير، وصناديق البريد)

الساعات والمؤقتات

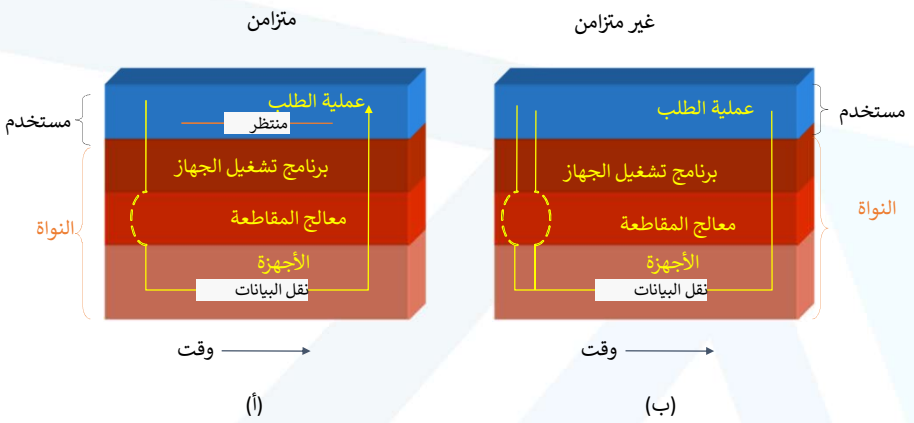
- توفير الوقت الحالي والوقت المنقضي والمؤقت
- **مؤقت زمني قابل للبرمجة** يستخدم للتوقيتات والمقاطعات الدورية
- `ioctl` (على UNIX) جوانب غريبة من I/O مثل الساعات والمؤقتات

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

الإدخال/الإخراج المحظور وغير المحظور

- حظر - تم تعليق العملية حتى اكتمال عملية الإدخال/الإخراج
  - سهل الاستخدام والفهم
  - غير كافية لبعض الاحتياجات
- غير محظور - يتم إرجاع استدعاءات الإدخال/الإخراج بقدر ما هو متاح
  - واجهة المستخدم، نسخة البيانات (الإدخال/الإخراج المؤقت)
  - تم التنفيذ عبر تعدد الخيوط
  - يعود بسرعة مع عدد البايتات المقروءة أو المكتوبة
- غير متزامن - يتم تشغيل العملية أثناء تنفيذ الإدخال/الإخراج
  - صعب الاستخدام
  - إشارات نظام الإدخال/الإخراج الفرعي عند اكتمال عملية الإدخال/الإخراج

طريقتان للإدخال والإخراج



الميزة الرئيسية للإدخال والإخراج غير المتزامن هي زيادة كفاءة النظام

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

نظام الإدخال/الإخراج الفرعي للنواة

❖ الجدولة

- بعض طلبات الإدخال/الإخراج يتم ترتيبها عبر قائمة انتظار لكل جهاز
- تحاول بعض أنظمة التشغيل تحقيق العدالة

❖ التخزين المؤقت - تخزين البيانات في الذاكرة أثناء النقل بين الأجهزة

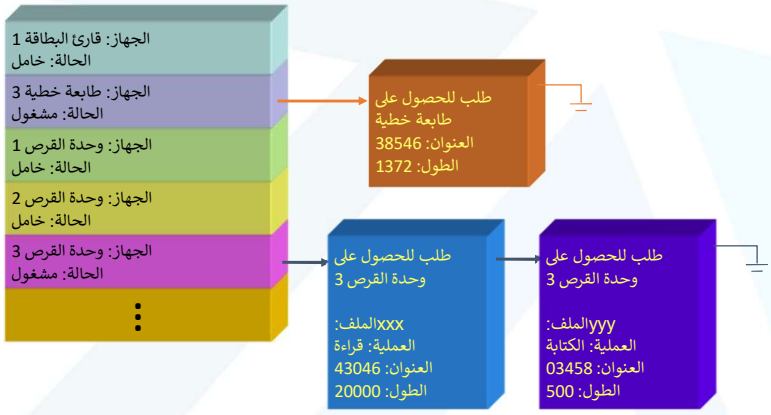
- للتعامل مع عدم تطابق سرعة الجهاز
- للتعامل مع عدم تطابق حجم نقل الجهاز
- للحفاظ على "دلالات النسخ copy semantics"

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

جدول حالة الجهاز

يستخدم نظام التشغيل *جدول حالة الجهاز* والتي تشير إلى:

- نوع الجهاز
- عنوان
- الحالة (غير عاملة، خاملة، أو مشغولة)



نظام الإدخال/الإخراج الفرعي للنواة

- **التخزين المؤقت Caching** - ذاكرة سريعة تحفظ نسخة من البيانات
  - دائما مجرد نسخة
  - مفتاح الأداء
- **التخزين المؤقت Spooling**- الاحتفاظ بالإخراج لجهاز
  - إذا كان الجهاز يستطيع تقديم طلب واحد فقط في كل مرة
  - أي الطباعة
- **حجز الجهاز Device reservation** يوفر وصولاً حصريًا إلى الجهاز
  - يدعو النظام إلى التخصيص وإلغاء التخصيص
  - احذر من الجمود

معالجة الأخطاء

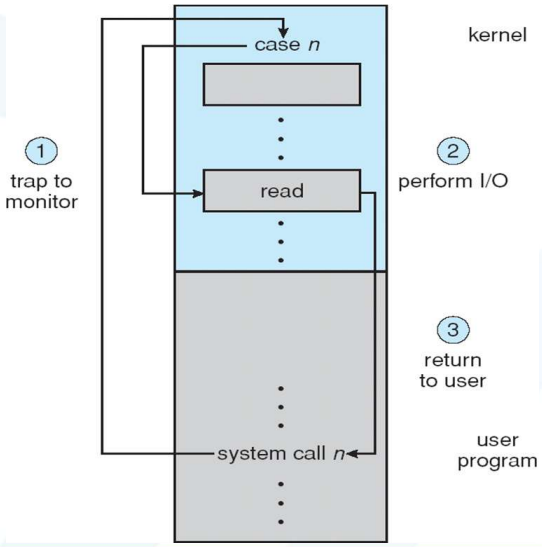
- يمكن لنظام التشغيل التعافي من قراءة القرص، وعدم توفر الجهاز، وفشل الكتابة المؤقتة
- يقوم معظمهم بإرجاع رقم خطأ أو رمز عند فشل طلب الإدخال/الإخراج
- تحتوي سجلات أخطاء النظام على تقارير المشكلات

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

حماية الإدخال/الإخراج

- قد تحاول عملية المستخدم عن طريق الخطأ أو عن عمد تعطيل التشغيل العادي من خلال تعليمات الإدخال/الإخراج غير القانونية
  - جميع تعليمات الإدخال/الإخراج المحددة لتكون ذات امتياز privileged
  - يجب أن يتم تنفيذ الإدخال/الإخراج عبر استدعاءات النظام
    - ✓ يجب أيضًا حماية مواقع الذاكرة المخصصة للمنافذ الإدخال/الإخراج

استخدام استدعاء النظام لإجراء عمليات الإدخال/الإخراج



هياكل بيانات النواة

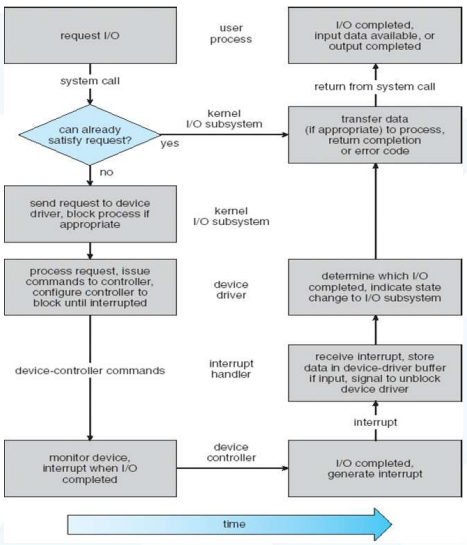
- يحتفظ Kernel بمعلومات الحالة لمكونات الإدخال/الإخراج، بما في ذلك جداول الملفات المفتوحة، واتصالات الشبكة، وحالة جهاز الأحرف
- العديد والعديد من هياكل البيانات المعقدة لتتبع المخازن المؤقتة وتخصيص الذاكرة والكتل "القذرة"
- يستخدم البعض أساليب موجهة للكائنات وتمرير الرسائل لتنفيذ الإدخال/الإخراج

طلبات الإدخال/الإخراج لعمليات الأجهزة

❖ فكر في قراءة ملف من القرص لعملية :

- ➢ تحديد الجهاز الذي يحمل الملف
- ➢ ترجمة الاسم إلى تمثيل الجهاز
- ➢ قراءة البيانات فعليًا من القرص إلى المخزن المؤقت
- ➢ جعل البيانات متاحة لعملية الطلب
- ➢ إعادة التحكم إلى العملية

دورة حياة طلب الإدخال/الإخراج

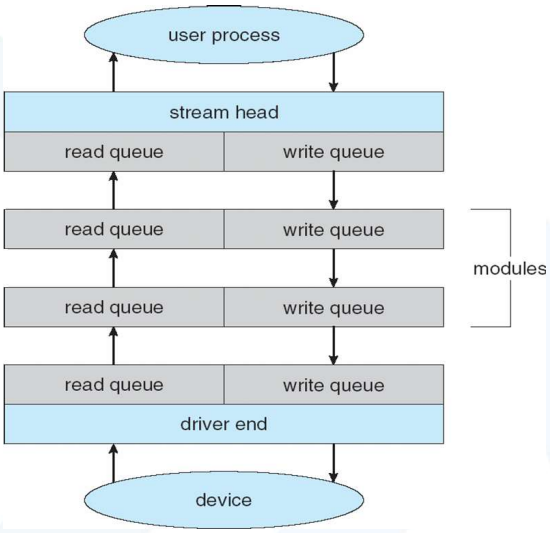


تيارات STREAMS

- STREAM – قناة اتصال ثنائية الاتجاه بين عملية على مستوى المستخدم وجهاز في نظام Unix V وما بعده
- يتكون STREAM من:
  - تتفاعل واجهة STREAM مع عملية المستخدم
  - تتفاعل نهاية مشغل الجهاز مع الجهاز بحيث لا يوجد بينهما أي وحدات STREAM.
- تحتوي كل وحدة على قائمة انتظار للقراءة وقائمة انتظار للكتابة
- يتم استخدام تمرير الرسائل للتواصل بين الطوابير

Operating Systems
Dr. J.M. Khalifeh

هيكل STREAMS

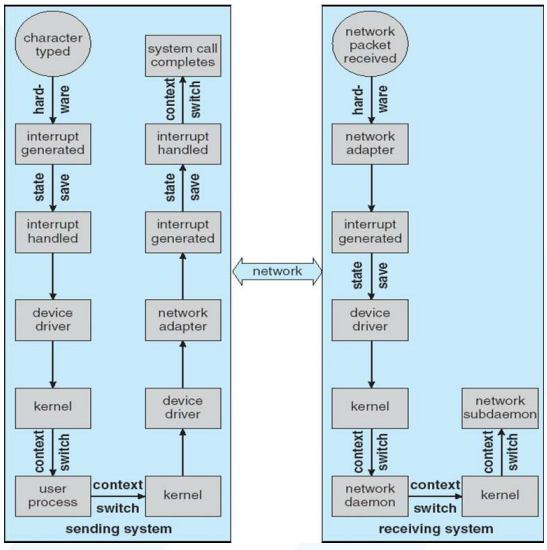


الأداء

❖الإدخال/الإخراج عامل رئيسي في أداء النظام:

- يُطالب وحدة المعالجة المركزية بتنفيذ برنامج تشغيل الجهاز، وكود الإدخال/الإخراج للنواة
- تبديل السياق بسبب المقاطعات
- نسخ البيانات
- حركة المرور على الشبكة مرهقة بشكل خاص

الاتصالات



تحسين الأداء

- تقليل عدد تبديلات السياق
- تقليل نسخ البيانات
- تقليل المقاطعات باستخدام عمليات النقل الكبيرة ووحدات التحكم الذكية والاستطلاع
- استخدم DMA
- تحقيق التوازن بين أداء وحدة المعالجة المركزية والذاكرة والناقل والإدخال/الإخراج لتحقيق أعلى إنتاجية

تقدم وظائف الجهاز