Systèmes d'Exploitation

Architecture pour les systèmes

Didier Verna

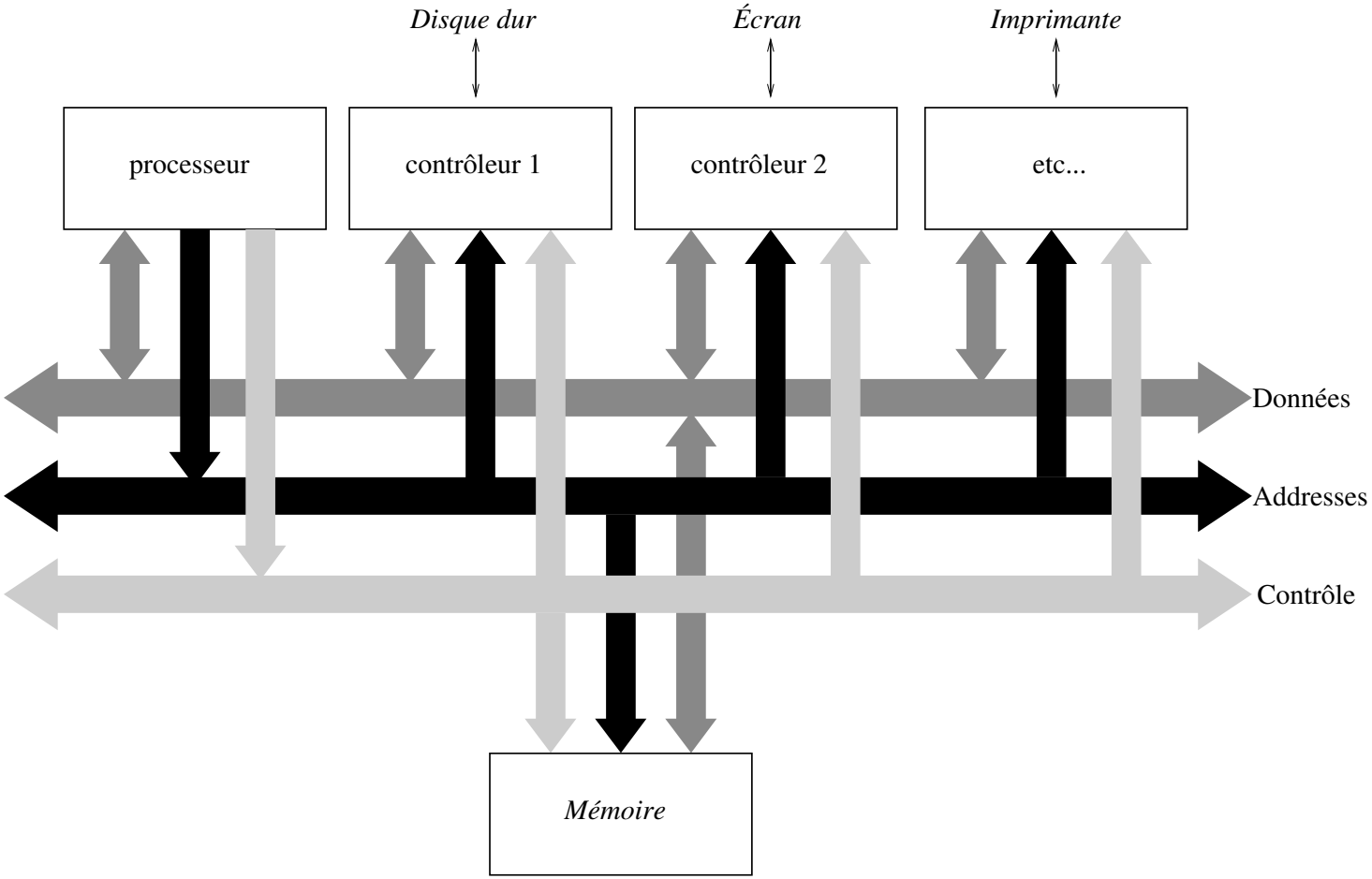
didier@lrde.epita.fr
http://www.lrde.epita.fr/~didier

Table des matières

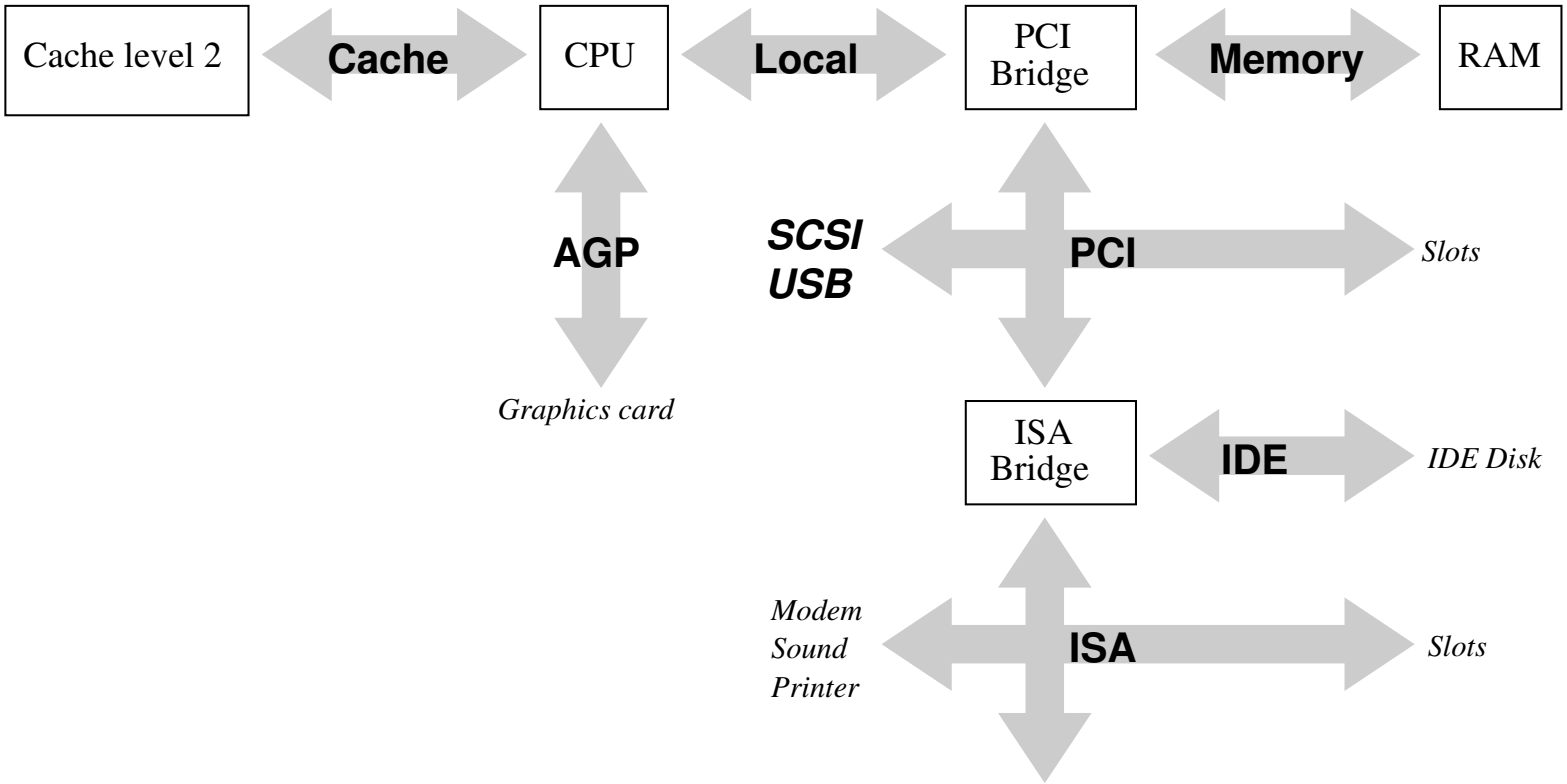
Architecture
Composition d'n système informatique

- Un (ou plusieurs) processeur(s)
- Mémoire
- Contrôleurs de périphériques
- Périphériques associés
- Bus de liaison

Bus


Disque dur
Écran
Imprimante
processeur
contrôleur 1
contrôleur 2
etc...
Données
Addresses
Contrôle
Mémoire

Exemple : architecture Pentium



Et aussi IEEE 1394 (FireWire) *etc.*

Cycle de Von Neumann

- **Scenario**
  - Extraction d'une instruction
  - Stockage dans le registre d'instruction
  - Décodage
  - Extraction de données éventuelles (opérandes)
  - Exécution
- **Implémentation**
  - Jeu d'instructions spécifique à chaque CPU
  - Utilisation de registres CPU. Registres spéciaux : PC (Program Counter), SP (Stack Pointer), PSW (Program Status Word)
  - Architectures modernes : pipelines, CPU super-scalaires, RISC *etc.*

Initialisation

- **BIOS (Basic Input Output System)**
  - initialise le matériel (registres processeur, mémoire *etc.*)
  - scanne les bus (ISA et PCI d'abord) pour trouver un périphérique amorçable (bootable)
    Premier secteur $\Longrightarrow$ partition active $\Longrightarrow$ deuxième « boot loader » ou système
  - charge le système d'exploitation en mémoire
- **Système d'Exploitation**
  - lance le premier processus (« init »)
  - attend un événement
- **Les événements sont produits par des « interruptions »**

Interruptions

Seul moyen d'interrompre le traitement en cours d'exécution

- **Deux types d'interruption**
  - **Interruptions matérielles**
    déclenchées par le processeur, les périphériques *etc.*
    (ex. fin d'une opération d'entrée / sortie)
  - **Interruptions logicielles**
    déclenchées par des « appels système »
    (ex. accès mémoire)
- **Vocabulaire :** « Exception » = interruption causée par une erreur (division par 0, accès mémoire illégal *etc.*)
- **Remarque :** Conflit d'IRQ, périphériques legacy *etc.*
  $\Longrightarrow$ « Plug and Play » (Plug and Pray).

Traitement des interruptions

- **Scenario**
  - L'arrivée d'une interruption suspend le traitement en cours, exécute la routine associée puis reprend le traitement précédent l'interruption.
- **Implémentation**
  - Chaque interruption est associée à une routine fixe de traitement.
  - **Vecteur d'interruptions** : tableau situé en mémoire basse et contenant les adresses de début de chaque routine.
  - L'adresse de l'instruction interrompue est stockée dans la pile du système. Les routines de traitement des interruptions doivent elle-même sauvegarder l'état du processeur si besoin est.

Interruption des interruptions

- **Masquage simple**
  Aucune interruption ne peut intervenir pendant le traitement d'une interruption : leur traitement est différé jusqu'à la fin du traitement de l'interruption en cours.
- **Masquage sélectif**
  Chaque interruption est associée à un niveau de priorité. Une interruption peut interrompre une autre interruption de priorité inférieure. Les interruptions de même niveau sont gérées par masquage simple.

Entrées / Sorties

- **Contrôleur de périphériques**
  - Gérer un ou plusieurs périphériques de même type (IDE, SCSI *etc.*)
  - Harmoniser leur comportement (vitesse d'accès, structure *etc.*)
  - Assurer le transfert de données entre ces périphériques et la mémoire locale du contrôleur
- **Contrôle des périphériques par pilotes (drivers)**

Fonctionnement des pilotes

- **Scenario**
  - Requête d'E/S par positionnement des registres du contrôleur
  - Signalement de la fin d'une E/S par une interruption
- **E/S configurées en mémoire**
  - Adresses mémoire correspondant aux registres des contrôleurs
  - Pas besoin d'instructions d'E/S spécifiques
  - Évite le contact direct entre le matériel et les programmes utilisateurs
- **Remarques :**
  - Pratique pour les périphériques à temps de réponse rapide (adaptateurs vidéos) ou utilisés fréquemment (modem)
  - Il existe également des périphériques permettant l'acquisition de données avant que celles-ci soient requises.

Techniques d'E/S

Processus ⇒ Appel système ⇒ Pilote ⇒ Contrôleur

- **E/S synchrones**
  Le pilote attend la fin de la requête : scrutation (sondage) du périphérique (polling), attente active. Une seule requête d'E/S à la fois.
- **E/S asynchrones**
  Demande d'interruption pour signaler la fin de la requête, retour immédiat du pilote. Possibilité d'E/S simultanées. Nécessité de maintenir une « table d'état des périphériques ».

Direct Memory Access (DMA)

- **Problème** : les périphériques rapides (disques, réseau *etc.*) sont susceptibles de générer énormément d'interruptions (à une fréquence proche du temps de traitement des interruptions).
- **Solution** : transférer des blocs entiers de données entre le contrôleur et la RAM, sans intervention du processeur. $\Longrightarrow$ Un interruption par bloc et non plus par mot.

Mode double

Partage des ressources $\Longrightarrow$ problèmes de cohérence et de sécurité

- **Mode utilisateur**
  Mode d'exécution des processus clients : le système commute en mode utilisateur dès qu'il donne la main à un processus.
- **Mode superviseur**
  Mode d'exécution du système d'exploitation : le matériel commute en mode superviseur dès qu'une interruption est reçue.
- **Instruction privilégiée**
  Instruction potentiellement nuisible ne pouvant s'effectuer qu'en mode superviseur. Au minimum : toutes les instructions d'E/S.

Protection de la mémoire

- **Problèmes**
  - Protéger le système et les utilisateurs entre eux
  - Empêcher la modification du vecteur d'interruptions et des routines de traitement de ces interruptions
- **Solution la plus simple**
  - À chaque processus, on associe un registre *base* et un registre *limite* définissant ses capacités d'accès à la mémoire.
  - Des instructions privilégiées permettent au système d'exploitation de charger ces registres.
  - Le matériel effectue le contrôle d'accès.

Protection du CPU

- **But**
  - S'assurer que tout processus client finit par rendre la main au système
- **Solution : horloge**
  - **Temps fixe** : l'horloge génère une interruption à intervalle régulier.
  - **Temps variable** : temps fixe + compteur. Le système d'exploitation fixe la valeur du compteur. Le compteur est décrémenté à temps fixe. Une interruption est générée quand le compteur atteint la valeur 0.