Mémoire et bus

GIF-1001: Ordinateurs: Structure et Applications

Jean-François Lalonde, Hiver 2019

Mémoire

- Un emplacement qui contient des données
- Organisé par cellules individuelles. Chaque cellule possède:
  - une taille: combien de bits cette cellule peut stocker?
  - une adresse unique: permet de savoir à quel endroit on veut stocker l’information.

Analogie #1 (mémoire): boîte aux lettres

- chaque boîte à lettres contient:
  - un nombre fixe de lettres (contenu)
  - un numéro (adresse)

Analogie #2 (mémoire): dossiers

- chaque dossier contient:
  - un nombre fixe de feuilles (contenu)
  - un numéro pour pouvoir le retrouver (adresse)

Mémoire

- Un mot de mémoire se retrouve à chaque adresse. Les mots sont constitués de plusieurs bits
- On décrit une mémoire grâce à deux chiffres (indépendants):
  - le nombre d'adresses possibles
    - ici: 2^{16} = 65,536 adresses
  - la taille des mots de la mémoire
    - ici: 8 bits = 1 octet)
- Les mémoires qui peuvent se lire et s'écrire possèdent au moins trois signaux de contrôle du microprocesseur:
  - Lecture de la mémoire;
  - Écriture de la mémoire;
  - Activation (Enable) de la mémoire.

mémoire de 2^{16} adresses

Adress	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0
0x0000								
0x0001								
0x0002								
0x0003								
0x0004								
0x0005								
0x0006								
0x0007								
0x0008								
0x0009								
0x0010								
0x0011								
0x0012								
0x0013								
0x0014								
0x0015								
…								
…								
0xFFFF								

taille des mots = 8 bits = 1 octet

Questions

1. Une mémoire stocke des mots de 8 bits (1 octet) et possède 2^{16} cases mémoires. Quelle est la taille totale de la mémoire en kilo-octets (Ko)?

2. Une mémoire stocke des mots de 16 bits (2 octets) et nécessite 8 bits pour les adresser. Quelle est la taille totale de la mémoire en octets?

3. Une mémoire possède une taille totale de 32 Mo et peut stocker des mots de 32 bits.

   a. Combien de bits a-t-on besoin pour représenter les adresses dans cette mémoire?

   b. Quelles sont les adresses minimales et maximales de cette mémoire exprimées en hexadécimal?

Réponses

1. Une mémoire stocke des mots de 8 bits (1 octet) et possède 2^{16} cases mémoires. Quelle est la taille totale de la mémoire en kilo-octets (Ko)?

    1. 64Ko

2. Une mémoire stocke des mots de 16 bits (2 octets) et nécessite 8 bits pour les adresser. Quelle est la taille totale de la mémoire en octets?

    1. 512 octets

3. Une mémoire possède une taille totale de 32 Mo et peut stocker des mots de 32 bits.

    a. Combien de bits a-t-on besoin pour représenter les adresses dans cette mémoire?

        a. 23 bits

    b. Quelles sont les adresses minimales et maximales de cette mémoire exprimées en hexadécimal?

        a. minimale: 0x0, maximale: 0x7FFFFF

Réponses et démarche

- Question 1
  - Taille d'un mot: 1 octet
  - Nombre total de mots: 2^{16}
  - Taille mémoire = 1 x 2^{16} = 2^{16} octets = 2^6 Ko = 64 Ko.
- Question 2
  - Taille d'un mot: 2 octets
  - Nombre total de mots: 2^8 = 256
  - Taill mémoire = 2 x 256 = 512 octets
- Question 3-a)
  - Taille mémoire: 32Mo
  - Taille d'un mot: 32 bits = 4 octets
  - Nombre total de mots = 32 Mo / 4 o = 32 x 2^{20} / 4 = 2^{25} / 2^2 = 2^{23}.
  - Donc, nous avons besoin de log2(2^{23}) = 23 bits pour représenter les adresses.
- Question 3-b)
  - Les adresses minimales et maximales sont:
  - minimale: 0b00000000000000000000000 (23 bits) = 0x000000
  - minimale: 0b11111111111111111111111 (23 bits) = 0x7FFFFF

Types de mémoires

- Les mémoires peuvent être:
  - volatiles: perdent leur contenu lorsqu'elles perdent leur alimentation;
  - ou non-volatiles: conservent leur contenu même sans alimentation.
- Les mémoires volatiles peuvent être:
  - statiques: n'ont pas besoin d'être lues pour conserver leurs valeurs
  - dynamiques: nécessitent un rafraîchissement de leur données de façon périodique. Si les données d'une mémoire dynamique ne sont pas "lues" régulièrement, elles s'effacent.
- Les mémoires
  - ROM: ne peuvent pas être écrites (Read Only Memory)
  - RAM: peuvent être écrites (Random Access Memory);
- Les noms sont donnés aux mémoires en fonction de ces caractéristiques. Par exemple, SRAM est de la RAM Statique.

Types de mémoires

- Pour le moment, les deux types de mémoires qui nous intéressent sont:
  - ROM: ne peuvent **pas** être écrites (Read Only Memory)
    - doivent être écrites au préalable, une fois écrite on ne peut plus modifier leur contenu!
  - RAM: peuvent être écrites (Random Access Memory);

Construisons un ordinateur

Nous avons nos deux composantes: un CPU et une RAM.

Comment faire pour que le CPU puisse accéder à la RAM?

Bus

- Un bus est un groupe de lignes électriques qui relie le CPU aux autres composantes. Chaque ligne peut transférer un bit d'information à la fois.

- Il y a trois types de bus: données, adresse, et contrôle

- Le **bus de données** permet le transfert des données. Les données peuvent circuler dans les deux sens, mais elles circulent dans *un seul sens à la fois*.
  - La taille du bus de données (le nombre de lignes) détermine la grandeur maximale des mots pouvant être transférés d'un coup

- Le **bus d'adresse** indique l'emplacement de la mémoire ou des périphériques visé par la transaction sur le bus. Il est contrôlé par le microprocesseur.
  - La taille du bus d'adresse (le nombre de lignes) détermine la quantité maximum de mémoire ou d'entrées-sorties que le CPU peut utiliser

- Le **bus de contrôle** contrôle l'utilisation des bus de données et d'adresse. Par exemple, il permet de gérer la direction des données sur le bus des données (lecture, écriture).
  - Le bus de contrôle a aussi une horloge, qui détermine la vitesse à laquelle les données peuvent être transférées et qui synchronise les opérations

Analogie #4 (bus): autoroutes

- Sauf que les voitures…
  - démarrent et arrivent à destination en même temps
  - ne peuvent circuler que dans un sens à la fois

Bus d’adresse

- Le CPU et la mémoire sont tous deux connectés sur le bus d’adresses.
- Dans cet exemple, le bus d’adresses a 8 bits.
- Combien le CPU peut-il générer d’adresses?
  - $2^8 = 256$.

Bus de données

- Le CPU et la mémoire sont tous deux connectés sur le bus de données.
- Dans cet exemple, le bus de données a 8 bits.
- Quelle est la taille de l'information pouvant être transférée vers/depuis la mémoire?
  - 8 bits peuvent être envoyés à la fois (du CPU vers la RAM, ou de la RAM vers le CPU).

Bus de contrôle

- La mémoire a un signal de lecture (L) qui lui dit de **lire** les données à l'adresse indiquée par le bus d'adresses, et de les placer sur le bus de données.

- La mémoire (RAM) a un signal d'écriture (E) qui permet de prendre les données sur le bus de données, et de les **écrire** en mémoire à l'adresse indiquée par le bus d'adresses

- Le bus de contrôle permet de sélectionner l'opération effectuée

Lecture d'une donnée en mémoire

- C'est le CPU qui initie toute action.
- Une lecture s'effectue en deux temps:
  - Le CPU place l'adresse sur le bus d'adresses et active le bus de contrôle en lecture;
  - La mémoire place la donnée correspondante sur le bus de données, pour qu'elle puisse être récupérée par le CPU.

Écriture d'une donnée en mémoire

- C'est le CPU qui initie toute action.
- Une écriture s'effectue en deux temps:
  - Le CPU place l'adresse sur le bus d'adresses, la donnée à écrire sur le bus de données, et active le bus de contrôle en écriture;
  - La mémoire récupère la donnée sur le bus de données et l'écrit à l'adresse disponible sur le bus d'adresse.