

TD-TP n°5 : Simulation d'un cache de données

1. Introduction

Ce TD machine est destiné à étudier les performances d'un cache données de premier niveau. Ce cache sera simulé « au-dessus » de programmes C++. On utilise le fait de pouvoir en C++ obtenir l'adresse d'une *variable* avec l'opérateur `&variable`. Avant chaque utilisation d'une variable, on appelle une fonction « accès cache » qui comptabilise l'accès mémoire et détermine si l'accès au cache est un succès ou un échec.

2. Caractéristique du cache de données & Détails techniques

Le cache

Le cache de données est caractérisé par les paramètres suivants :

- Taille du cache : 4 Ko ou 8 Ko ou 16 Ko
- Taille de la ligne : 16 octets ou 32 octets ou 64 octets
- Associativité : 1 ligne/ensemble (correspondance directe) ou 2 lignes/ensemble ou 4 lignes par ensemble

L'écriture est allouée (sur un défaut en écriture, la ligne est chargée dans le cache avant l'écriture).

Politique de remplacement : pour les caches associatifs par ensemble, la politique de remplacement est le LRU.

La performance du cache est définie par le taux d'échec, qui est le rapport du nombre d'échecs (défauts) de cache sur le nombre d'accès mémoire.

Exécuter le programme

Copiez dans GodBolt.org le contenu de chaque fichier (un fichier par exercice).

Dans le main, la variable N détermine la taille. Changez et ré exécutez pour voir les changements d'affichage.

L'affichage permet, pour une taille donnée N de fournir les stats de défaut de cache en fonction de la taille du cache, des lignes et de l'associativité utilisée (soit 27 configurations).

Note : vous pouvez avoir un affichage plus complet de ce qui se passe en changeant `detailed_log` à `true`.

3. Produit scalaire

La fonction `calc3` dans le fichier `exo3.cpp` calcule le produit scalaire de deux vecteurs.

Pour les 27 configurations de cache données, quel est le taux d'échecs pour les valeurs suivantes de N : 64, 512, 1000, 1024, 2048

Expliquez les résultats.

4. Produit matrice – vecteur

La fonction `calc4` dans le fichier `exo4.cpp` calcule le produit d'une matrice et d'un vecteur.

Pour les 27 configurations de cache données, quel est le taux d'échecs pour les valeurs suivantes de N : 64, 100, 512, 1024

Expliquez les résultats.

5. Produit de matrices ijk

La fonction `calc5` dans le fichier `exo5.cpp` calcule le produit de matrices carrées $Z = X * Y$ dans l'ordre ijk.

Pour les 27 configurations de cache données, quel est le taux d'échecs et le nombre d'échecs par itération de la boucle interne pour les valeurs suivantes de N : 16, 64, 100

Expliquez les résultats.

6. Produit de matrices ijk après transposition.

La fonction `calc6` dans le fichier `exo6.cpp` calcule le produit de matrices carrées $Z = X * Y$ dans l'ordre ijk après transposition de la matrice Y.

Pour les 27 configurations de cache données, quel est le taux d'échecs et le nombre d'échecs par itération de la boucle interne pour les valeurs suivantes de N : 16, 64, 100

Expliquez les résultats.

7. Produit de matrices ikj

La fonction `calc7` dans le fichier `exo7.cpp` calcule le produit de matrices carrées $Z = X * Y$ dans l'ordre ikj.

Pour les 27 configurations de cache données, quel est le taux d'échecs et le nombre d'échecs par itération de la boucle interne pour les valeurs suivantes de N : 16, 64, 100

Expliquez les résultats.

Mettez en perspective les résultats des parties précédentes (5, 6 et 7) et déduisez quelle est la meilleure stratégie pour le calcul d'un produit de matrices.

8. Annexes

Les programmes sont disponibles à l'adresse suivante :

https://www.lri.fr/~laveau/ET4_Archi.html

Compte rendu de TP (binôme ou individuel)

- Binôme : Attention à mettre les DEUX noms. Si un seul nom, ce sera un monôme et l'autre aura 0.
- Le rendu sera envoyé à l'adresse : `laveau@lri.fr` avant 23h59 le 23/04/2019.
- Le rendu sera sous forme de d'un **résumé en format .pdf** de taille raisonnable, l'objectif étant d'être synthétique, 5 pages devraient suffire (typo 12 minimum). Ce résumé doit être une explication des résultats et non une paraphrase ou des copier-coller de ce que vous voyez.
Vous pouvez utiliser les mêmes types de schéma que ceux de la correction du TD sur les Caches.