

## TD-5 : SIMD et traitement d'images

Dans ce TD, on aborde l'utilisation des instructions SIMD pour des algorithmes de traitement d'images avec le jeu d'instructions IA-32

### Filtre MIN

On travaille sur des images avec pixels en niveau de gris.

Soit un filtre MIN (3x3) qui remplace le point milieu du filtre par la valeur min des neuf valeurs.

- Définir un algorithme pour le calcul scalaire du filtre MIN
- Définir un algorithme pour le calcul SIMD du filtre MIN

Ecrire les programmes C correspondant avec IA-32

### Filtre conservatif

On travaille sur des images avec pixels en niveau de gris.

Soit le filtre conservatif (3x3) qui remplace la valeur du point milieu du filtre par la valeur min (resp. max) des huit valeurs des point entourant si elle est inférieure (resp. supérieure) à cette Dans les autres cas, le point milieu conserve sa valeur.

- Définir un algorithme pour le calcul scalaire du filtre conservatif
- Définir un algorithme pour le calcul SIMD du filtre conservatif

Ecrire les programmes C correspondant avec IA-32

### Benchmark Grayscale

On travaille sur des images avec pixels en niveau de gris.

Soit le benchmark Grayscale qui applique le filtre 3x3 suivant :

$$\frac{1}{256} \begin{bmatrix} -28 & -28 & -28 \\ -28 & 255 & -28 \\ -28 & -28 & -28 \end{bmatrix}$$

Pour ce filtre

- Définir un algorithme pour le calcul scalaire
- Définir un algorithme pour le calcul SIMD

Ecrire les programmes C correspondant avec IA-32

### Filtre médian

On travaille sur des images avec pixels en niveau de gris.

Soit un filtre médian (3x3) qui remplace le point milieu du filtre par la valeur médiane des neuf valeurs.

- Définir un algorithme pour le calcul scalaire de la médiane
- Définir un algorithme pour le calcul SIMD de la médiane

Ecrire les programmes C correspondant avec IA-32

### **Annexe : Instructions SIMD (intrinsics)**

```
#define ld16(a)      _mm_load_si128(&a)           //chargement aligné
#define st16(a, b)  _mm_store_si128(&a, b)       //rangement aligné
#define or(a,b)     _mm_or_si128(a,b)           //ou logique
#define xor(a,b)    _mm_xor_si128(a,b)         //ou exclusif
#define maxbu(a,b)  _mm_max_epu8(a,b)          // max 8 bits non signés
#define minbu(a,b)  _mm_min_epu8(a,b)          // min 8 bits non signés
#define addh(a,b)   _mm_add_epi16(a,b)         // addition 16 bits signée
#define addhu(a,b)  _mm_add_epu16(a,b)        // addition 16 bits non signée
#define subh(a,b)   _mm_sub_epi16(a,b)         //soustraction 16 bits signée
#define b2hl(a,b)   _mm_unpacklo_epi8 (a,b)    //4 octets bas entrelacés vers 4 shorts
#define b2hh(a,b)   _mm_unpackhi_epi8 (a,b)    //4 octets haut entrelacés vers 4 shorts
#define h2b(a,b)    _mm_packus_epi16(a,b)      //8 shorts (a) dans 8 octets bas
                                                    //8 shorts (b) dans 8 octets haut
#define srl128(a,v) _mm_srli_si128(a,v)        // décalage droite des 128 bits de a de v octets
#define slli128(a,v) _mm_slli_si128(a,v)       // décalage gauche des 128 bits de a de v octets
#define srl16(a,v)  _mm_srli_epi16(a,v)        // déc. droite des 8x 16 bits de a de v bits
#define slli16(a,v) _mm_slli_epi16(a,v)        //déc. gauche des 8x16 bits de a de v bits
```

### ***Accès SIMD aux pixels voisins***

```
#define decd(va,vb) _mm_or_si128 (_mm_srli_si128(va,1),_mm_slli_si128(vb,15))
#define decg(va,vb) _mm_or_si128 (_mm_slli_si128(va,1),_mm_srli_si128(vb,15))
```

### **Exemple**

```
aij= _mm_load_si128(&XS[i][j]);
aijp = decg(_mm_load_si128(&XS[i][j]),_mm_load_si128(&XS[i][j-1]));
aijm= decd(_mm_load_si128(&XS[i][j]),_mm_load_si128(&XS[i][j+1]));
```

### ***Alignements mémoire***

Variables allouées statiquement

```
__declspec( align(16) ) V1, V2, V3;
```

Variables allouées dynamiquement

- #include malloc.h
- Fonctions \_mm\_malloc et \_mm\_free

```
byte** bmatrix(long nrl, long nrh, long ncl, long nch)
{long i, nrow=nrh-nrl+1,ncol=nch-ncl+1;
 byte **m;
 /* allocate pointers to rows */

 m=(byte **) _mm_malloc((size_t)((nrow+NR_END)*sizeof(byte*)), 16);
 if (!m) nrerror("allocation failure 1 in bmatrix()");
 m += NR_END;
 m -= nrl;
 /* allocate rows and set pointers to them */
.....
 return m;}
```