

# QuestionnaireGroupe3

Merci de prendre part à cette étude qui vise à comprendre l'influence que peut avoir la visualisation sur la compréhension du comportement de logiciel. Vous avez à répondre à 12 questions dont les réponses vont de remplissages automatiques à quelques calculs que vous pouvez faire mentalement. Vous pouvez aussi vous servir d'une calculatrice ou d'une feuille de calcul Excel. Si vous le souhaitez, vous pouvez répondre de façon anonyme à ce questionnaire en fournissant un pseudonyme à la place de votre nom. Cette étude a obtenu une certification éthique du Comité d'éthique de la recherche avec les êtres humains de l'université TELUQ (CER-TELUQ) numéro 2022-08 du 12 avril 2022.

## A- Renseignements personnels, date et heure du début de remplissage du questionnaire

Q1- Nom ou pseudonyme

Dsk

Q2-Date :  
2022-05-22

Q3-Heure du début :  
23:01

## C- Compréhension du comportement des instructions vectorielles `_mm512_mask_add_ps` et `_mm_shuffle_epi32`

### 1- Instruction vectorielle `_mm512_mask_add_ps`

Avant de répondre aux questions Q7 et Q8, observez attentivement la figure ci-dessous qui est une capture d'écran du prototype SIMD Giraffe, disponible en ligne sur <https://github.com/pmntang/SIMDGiraffe>. Cette capture d'écran est divisée en trois cadrans.

Sur le cadran de gauche il y a une description de l'instruction fournie par Intel®.

Sur le cadran d'en bas, il y a la traduction graphique de cette description. Cette traduction consiste à afficher pour chacun de ces vecteurs, ses champs (ou coordonnées). Nous utilisons les lettres indexées de l'alphabet ( $A_0, A_1, \dots, B_0, B_1, \dots$ ) inscrites à l'intérieur de rectangles bleus pour désigner ces champs. Par exemple les champs (coordonnées) du vecteur src sont  $A_0, A_1, \dots$  ce qui veut dire que  $src_0 = A_0, src_1 = A_1, \dots$ ; ainsi de suite pour les autres vecteurs opérandes; quant au vecteur résultat, les champs (coordonnées) de r sont  $E_0, E_1, \dots$  ce qui veut dire que  $r_0 = E_0, r_1 = E_1, \dots$ . La description graphique est précédée sur la ligne, à gauche du signe de l'égalité (=), par le nom du vecteur en question (src, k, a, b, r) et son type (`_mm512`, `_mmask16`, `_mm512`, `_mm512`, `_mm512`).

Sur le cadran de droite, il y a la description visuelle des liens entre chaque champ (ou coordonnée) du vecteur résultat r et les champs (ou coordonnées) des vecteurs opérandes utilisés pour calculer ce champ (ou cette coordonnée). Cette description consiste comme on peut le remarquer, à donner pour chaque champ du vecteur résultat r la formule qui permet de calculer ce champ à partir des champs opérandes utilisés pour effectuer ce calcul. Par exemple on peut voir sur ce cadran que  $r_0 = E_0 = (1-B_0) \times A_0 + B_0 \times (C_0 + D_0)$ ,  $r_1 = E_1 = (1-B_1) \times A_1 + B_1 \times (C_1 + D_1)$ , ...

Vous ne devez utiliser que les explications fournies (vous pouvez naturellement consulter le site d'Intel® ou le site de [SIMDGiraffe](https://github.com/pmntang/SIMDGiraffe)), mais ne faites pas recours à d'autres ressources (par exemple recherche sur Google, autres documents, etc.). Vous pouvez aussi regarder cette courte vidéo où cette instruction est expliquée par un expert du domaine de la programmation vectorielle: <https://youtu.be/omQ0ebeYJBg>

#### Choose SIMD Instruction

\_mm512\_mask\_add\_ps

\_mm512\_mask\_add\_ps (\_mm512\_src, \_mmask16 k, \_mm512 a, \_mm512 b)

#### Synopsis

\_mm512\_mask\_add\_ps (\_mm512\_src, \_mmask16 k, \_mm512 a, \_mm512 b)

b)

#include <immintrin.h>

Instruction: vaddps zmm {k}, zmm, zmm

CPUID Flags: AVX512F/KNCNI

#### Description

Add packed single-precision (32-bit) floating-point elements in "a" and "b", and store the results in "dst" using writemask "k" (elements are copied from "src" when the corresponding mask bit is not set).

#### Operation

FOR j := 0 to 15

i := j\*32

IF k[j]

dst[i+31:i] := a[i+31:i] + b[i+31:i]

ELSE

dst[i+31:i] := src[i+31:i]

FI

ENDFOR

dst[MAX:512] := 0

#### Novice view

How to compute these fields:

$$E_{15} = (1-B_{15}) \times A_{15} + B_{15} \times (C_{15} + D_{15}) \quad E_{14} = (1-B_{14}) \times A_{14} + B_{14} \times (C_{14} + D_{14})$$

$$E_{13} = (1-B_{13}) \times A_{13} + B_{13} \times (C_{13} + D_{13}) \quad E_{12} = (1-B_{12}) \times A_{12} + B_{12} \times (C_{12} + D_{12})$$

$$E_{11} = (1-B_{11}) \times A_{11} + B_{11} \times (C_{11} + D_{11}) \quad E_{10} = (1-B_{10}) \times A_{10} + B_{10} \times (C_{10} + D_{10})$$

$$E_9 = (1-B_9) \times A_9 + B_9 \times (C_9 + D_9) \quad E_8 = (1-B_8) \times A_8 + B_8 \times (C_8 + D_8)$$

$$E_7 = (1-B_7) \times A_7 + B_7 \times (C_7 + D_7) \quad E_6 = (1-B_6) \times A_6 + B_6 \times (C_6 + D_6)$$

$$E_5 = (1-B_5) \times A_5 + B_5 \times (C_5 + D_5) \quad E_4 = (1-B_4) \times A_4 + B_4 \times (C_4 + D_4)$$

$$E_3 = (1-B_3) \times A_3 + B_3 \times (C_3 + D_3) \quad E_2 = (1-B_2) \times A_2 + B_2 \times (C_2 + D_2)$$

$$E_1 = (1-B_1) \times A_1 + B_1 \times (C_1 + D_1) \quad E_0 = (1-B_0) \times A_0 + B_0 \times (C_0 + D_0)$$

return to expert view

operator =	+	x	-	/	mov	:int	exp	ln	(	)	ldx	inv				
__m512 src =	A <sub>15</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>
__mmask16 k =	B <sub>15</sub>	B <sub>14</sub>	B <sub>13</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>11</sub>	B <sub>10</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>8</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>
__m512 a =	C <sub>15</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>
__m512 b =	D <sub>15</sub>	D <sub>14</sub>	D <sub>13</sub>	D <sub>12</sub>	D <sub>11</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
__m512 r =	E <sub>15</sub>	E <sub>14</sub>	E <sub>13</sub>	E <sub>12</sub>	E <sub>11</sub>	E <sub>10</sub>	E <sub>9</sub>	E <sub>8</sub>	E <sub>7</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>0</sub>

**Q7- Après avoir bien observé la figure ci-dessus, dites ce que fait l'instruction**

**\_mm512\_mask\_add\_ps** en effectuant le calcul suivant: étant donnés **src**=(1, 3, 4, 1, 2, 5, 4, 1, 2, 3, 4, 1, 1, 3, 4, 1) ; **k**=(1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0) ; **a**=(6, 1, 2, 3, 1, 4, 5, 1, 2, 3, 4, 1, 3, 1, 2, 1) ; **b**=(6, 1, 2, 3, 1, 4, 5, 1, 2, 3, 4, 1, 3, 1, 2, 1) . Calculer **r** = **\_mm512\_mask\_add\_ps**(src, k, a, b)  
**r** = (12, 3, 4, 6, 2, 5, 4, 2, 2, 6, 8, 1, 1, 3, 4, 1)

**Q8- Toujours à l'aide de la figure ci-dessus, donnez une formule générale de calcul des coordonnées de r(ri) en fonction de celles de src(srci), k(ki), a(ai) et b(bi). ri= ?**

**ri=Ei=(1-Bi) x Ai+Bi x (Ci+Di)=(1-ki) x srci+ki x (ai+bi)**

## 2- Instruction vectorielle \_mm\_shuffle\_epi32

Avant de répondre aux questions Q9 et Q10, observez attentivement la figure ci-dessous qui est une capture d'écran du prototype SIMD Giraffe, disponible en ligne sur

<https://github.com/pmntang/SIMDGiraffe>. Cette capture d'écran est divisée en trois cadrans.

Sur le cadran de gauche il y a une description de l'instruction fournie par Intel©.

Sur le cadran d'en bas, il y a la traduction graphique de cette description. Cette traduction consiste à afficher pour chacun de ces vecteurs, ses champs (ou coordonnées). Nous utilisons les lettres indexées de l'alphabet (A0, A1, ...B0, B1,..., ...) inscrites à l'intérieur de rectangles bleus pour désigner ces champs. Ainsi les champs (coordonnées) du vecteur a sont A0, A1, A2, A3, ce qui veut dire que a0 = A0, a1 = A1, a2 = A2, a3 = A3 ; les champs (coordonnées) du vecteur imm8 sont B0, B1, B2, B3, ce qui veut dire que

imm80 = B0, imm81 = B1, imm82 = B2, imm83 = B3 ; quant au vecteur résultat, les champs (coordonnées) de r sont C0, C1, C2, C3; ce qui veut dire que r0 = C0, r1 = C1, r2 = C2, r3 = C3. La description graphique est précédée sur la ligne, à gauche du signe de l'égalité (=), par le nom du vecteur en question (a, imm8, r) et son type (\_\_m128i, int, \_\_m128i).

Sur le cadran de droite, il y a la description visuelle des liens entre chaque champ (ou coordonnée) du vecteur résultat r et les champs (ou coordonnées) des vecteurs opérands utilisés pour calculer ce champ (ou cette coordonnée). Cette description consiste comme on peut le remarquer, à donner pour chaque champ du vecteur résultat r la formule qui permet de calculer ce champ à partir des champs opérands utilisés pour effectuer ce calcul. On peut ainsi voir sur ce cadran que r0= C0 = AB0 r1 = C1 = AB1 r2 = C2 = AB2 r3 = C3 = AB3.

Vous ne devez utiliser que les explications fournies (vous pouvez naturellement consulter le site d'Intel® ou le site de [SIMD.Giraffe](http://SIMD.Giraffe)), mais ne faites pas recours à d'autres ressources (par exemple recherche sur Google, autres documents, etc.). Vous pouvez aussi regarder cette courte vidéo où cette instruction est expliquée par un expert du domaine de la programmation vectorielle: <https://www.youtube.com/watch?v=WVz1jHTIOtY>

#### Choose SIMD Instruction

`__m128i _mm_shuffle_epi32 (__m128i a, int imm8)`

#### Synopsis

`__m128i _mm_shuffle_epi32 (__m128i a, int imm8)`

`#include <emmintrin.h>`

Instruction: `pshufd xmm, xmm, imm`

CPUID Flags: SSE2

#### Description

Shuffle 32-bit integers in "a" using the control in "imm8", and store the results in "dst".

#### Operation

```

DEFINE SELECT4(src, control) {
    CASE(control[1:0]) OF
    0:      tmp[31:0] := src[31:0]
    1:      tmp[31:0] := src[63:32]
    2:      tmp[31:0] := src[95:64]
    3:      tmp[31:0] := src[127:96]
    ESAC
    RETURN tmp[31:0]
}
dst[31:0] := SELECT4(a[127:0], imm8[1:0])
dst[63:32] := SELECT4(a[127:0], imm8[3:2])
dst[95:64] := SELECT4(a[127:0], imm8[5:4])
dst[127:96] := SELECT4(a[127:0], imm8[7:6])

```

#### Novice view

How to compute these fields:

$C_3 = A_{B_3}$   $C_2 = A_{B_2}$   $C_1 = A_{B_1}$   $C_0 = A_{B_0}$

[return to expert view](#)

operator =

`__m128i a` =

`int imm8` =

`__m128i r` =

**Q9- Après avoir bien observé la figure ci-dessus, dites ce que fait l'instruction `_mm_shuffle_epi32` en effectuant le calcul suivant: étant donnés  $a=(6, 7, 4, 3)$  ;  $imm8=(0, 1, 2, 3)$  . Calculez  $r = \_mm\_shuffle\_epi32(a, imm8)$**   
 $r = (3, 4, 7, 6)$

**Q10- Toujours à l'aide de la figure ci-dessus, donnez une formule générale de calcul des coordonnées de  $r(ri)$  en fonction de celles de  $a(ai)$  et  $imm8(imm8i)$ .  $ri=?$**   
 $ri=Ci=Aj=aj$ , avec  $j=Bi=imm8i$

## B- Connaissances préliminaires

### I- Connaissance de l'algèbre et de l'espace vectoriel

Considérons l'espace vectoriel réel  $R^3$ . Pour  $A, B, C, Res1, Res2$ , cinq vecteurs de  $R^3$  tels que  $A=(a_1, a_2, a_3)$ ,  $B=(b_1, b_2, b_3)$ ,  $C=(c_1, c_2, c_3)$ ,  $Res1=(x_1, x_2, x_3)$ ,  $Res2=(y_1, y_2, y_3)$  on définit  $vectSum(A,B,C)=Res1$  et  $vectProd(A,B,C)=Res2$  par

$$\begin{cases} x_1 = a_1 - b_1 + c_1 \\ x_2 = a_2 - b_2 + c_2 \\ x_3 = a_3 - b_3 + c_3 \end{cases} \text{ and } \begin{cases} y_1 = b_1 \times (a_1 - c_1) + c_1 \\ y_2 = b_2 \times (a_2 - c_2) + c_2 \\ y_3 = b_3 \times (a_3 - c_3) + c_3 \end{cases}$$

On suppose maintenant que  $A=(1,0,1)$ ;  $B=(1,1,0)$  ;  $C=(0,1,1)$ .

**Q4- Calculez chacun des vecteurs  $Res1$  et  $Res2$ :  $Res1=$  ?  $Res2=$  ?**  
 $Res1=(0,0,2)$  ;  $Res2=(1,0,1)$ .

**Q5- Donnez une formule générale de calcul des coordonnées de  $Res1(xi)$  et de  $Res2(yi)$  en fonction de celles de  $A(ai)$ ,  $B(bi)$  et  $C(ci)$ .  $xi=$  ?  $yi=$  ?**  
 $xi= ai-bi+ci$  ;  $yi= bi*(ai-ci) +ci$ .

### II- Connaissance du langage C

Considérons la fonction  $f$  suivante en C: `int f (int x, int y) {return x-y;}`.

**Q6- Déterminez en C deux instructions (soit `instruction1` et `instruction2`) qui permettent de déclarer trois variables entiers  $a, b, c$  et de placer dans  $c$  la différence de  $a$  et  $b$  à l'aide de la fonction  $f$ .**

**Instruction1: ? Instruction2: ?**

Instruction1: `int c, a, b;` Instruction2: `c=f(a,b);`

## D- Heure de la fin de remplissage du questionnaire et commentaires

**Q18- Heure de fin:**  
00:08

**Q19- Autres commentaires et remarques:**