



INF3610 - Systèmes embarqués

Hiver 2024

Laboratoire 1 : Routeur sur puce FPGA

Groupe 01 – Équipe 30

2221053 – Thomas Rouleau

2043696 – Étienne Hourdebaigt

Soumis à : M. Guy Bois

2024-02-15

5.3.3 Analyse de performance avec timestamp

- Délais pour vider les fifos : 200 ms

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 200  
Frequence du systeme: 1000  
1 - Nb de packets total crees : 105777  
2 - Nb de packets total traitees : 94867  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 878  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 9072  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 92  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 868  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 0  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 0  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 251  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 130  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 137  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 134  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 5030  
18- Message used : 970  
19- Message used max : 1291  
20- Nombre de ticks depuis le debut de l'execution 331198  
21- Pire temps video '0.4619886875'  
22- Pire temps audio '0.4625541866'  
23- Pire temps autre '0.4630733728'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```

- Délais pour vider les fifos : 100 ms

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 100  
Frequence du systeme: 1000  
1 - Nb de packets total crees : 114669  
2 - Nb de packets total traites : 102854  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 1705  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 9066  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 177  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 867  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 0  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 0  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 510  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 586  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 542  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 555  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 4800  
18- Message used : 1200  
19- Message used max : 2554  
20- Nombre de ticks depuis le début de l'execution 180703  
21- Pire temps video '1.8880217075'  
22- Pire temps audio '1.8903979063'  
23- Pire temps autre '1.8925706148'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```

- Délais pour vider les fifos : 50 ms

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 50  
Frequence du systeme: 1000  
1 - Nb de packets total crees : 114669  
2 - Nb de packets total traitees : 278  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 2791  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 5686  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 274  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 532  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 23398  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 77076  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 1200  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 1200  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 1200  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 1200  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 60  
18- Message used : 5934  
19- Message used max : 6000  
20- Nombre de ticks depuis le debut de l'execution 90411  
21- Pire temps video '0.3040070236'  
22- Pire temps audio '0.3043414354'  
23- Pire temps autre '0.3047273159'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```

6. Questions pour le rapport

Question 1

À la dernière phrase de l'étape 1 (page 11), on dit : Rappelez-vous que nous sommes dans un monde préemptif et que dès que TaskGenerate bloque, TaskComputing peut démarrer s'il a suffisamment de priorité.

- a) Proposez une manière de vérifier que TaskGenerate est bloqué (Pend)

Pour vérifier si TaskGenerate est bloqué en attente (Pend), il est crucial de surveiller la variable d'état attendue par la fonction OSFlagPend() dans TaskGenerate. Cette fonction attend que le bit 0, soit la valeur 0x01, définie par TASK_GENERATE_RDY, soit défini. De manière similaire, la fonction OSFlagPend() de TaskComputing attend la valeur 0x02, représentant le bit 1 défini par TASK_COMPUTING_RDY.

En plaçant un point d'arrêt (breakpoint) au début de l'exécution de TaskComputing, il est possible d'inspecter la composition du bloc de contrôle de tâche (TCB) de TaskGenerate (TaskGenerateTCB). À ce moment-là, l'état de la tâche (TaskState) indique \001. Pendant ce temps, dans le TCB de TaskComputing (TaskComputingTCB), l'état de la tâche passe à \000, ce qui signifie son exécution. De manière réciproque, lorsque l'état de tâche de TaskComputing est \002, celui de TaskGenerate passe à \000, indiquant son exécution.

- b) Dans l'affirmative de a), qu'est-ce qui peut bloquer TaskGenerate

Les éléments bloquants dans le code sont présumément les sémaphores ou les mutex qui tentent d'acquérir une ressource qui n'est pas encore disponible. Cela est notamment nécessaire lorsqu'on tente d'allouer ou de libérer de la mémoire.

Question 2

Concernant la section 5.3.2, justifiez l'endroit où vous avez inséré la fonction Update_TS(). Plus précisément, pourquoi ne pas l'avoir mise dans la tâche TaskOutput() ?

L'objectif de l'appel à la fonction Update_TS() est de mesurer le délai maximal pris par un paquet entre son entrée dans le routeur (TaskComputing) et son arrivée à destination de l'interface (TaskOutputPort). Cependant, la fonction TaskOutputPort ne dispose pas de gestion de priorité et traite donc les paquets dans l'ordre de réception, selon le principe du premier arrivé, premier servi (FIFO, en anglais). Ainsi, étant donné que la gestion de la priorité des paquets dans la fonction TaskFIFOForwarding est un système de type tourniquet, si un paquet ne peut pas être traité immédiatement, il doit attendre un cycle complet avant d'être pris en charge. Par conséquent, cela pourrait entraîner une augmentation potentielle du délai maximal perçu si la fonction Update_TS() était placée dans TaskOutputPort.

Question 3

Concernant la section 5.3.3, vous aurez remarqué que le pire temps (que ce soit video, audio ou autre) est de plus de 1 sec.

- a) Est-ce possible que ce délai provienne de l'attente active qui simule du temps de calcul. Expliquez.

Il est en possible que le délai soit attribuable à l'attente active, car cette dernière intervient entre la génération du paquet, et donc l'enregistrement de son *timestamp*, et le calcul du délai. Ainsi, tout retard entre le moment où le paquet est horodaté et le calcul effectif du délai entraîne une augmentation de ce dernier.

- b) Mettez en commentaire cette attente active (ou à 0) et refaites les 3 tests de la section 5.3.3 (200 ms, 100ms et 50ms). Présenter les 3 résultats dans le format de la figure 13.
- Délais pour vider les fifos : 200 ms

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 200  
Frequence du systeme: 1000  
1 - Nb de packets total crees : 105777  
2 - Nb de packets total traitees : 94867  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 872  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 9078  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 91  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 869  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 0  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 0  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 251  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 84  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 85  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 80  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 5037  
18- Message used : 963  
19- Message used max : 1285  
20- Nombre de ticks depuis le debut de l'execution 331198  
21- Pire temps video '0.0009248831'  
22- Pire temps audio '0.0012302707'  
23- Pire temps autre '0.0014913046'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```

- Délais pour vider les fifos : 100 ms

```

----- Affichage des statistiques -----

Delai pour vider les fifos sec: 0
Delai pour vider les fifos msec: 100
Frequence du systeme: 1000
1 - Nb de packets total crees : 114669
2 - Nb de packets total traitees : 102854
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 1693
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 9078
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 175
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 869
7 - Nb de packets rejetees dans fifo d'entree: 0
8 - Nb de packets rejetees dans 3 Q: 0
9 - Nb de packets rejetees dans l'interface de sortie: 0

10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 251
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 84
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 85
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 81

14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0

17- Message free : 4800
18- Message used : 1200
19- Message used max : 1441
20- Nombre de ticks depuis le début de l'execution 180703
21- Pire temps video '0.0009243938'
22- Pire temps audio '0.0012275969'
23- Pire temps autre '0.0015005292'
----- Task stop suspend all tasks -----
----- Flags: 0 -----

```

- Délais pour vider les fifos : 50 ms

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 50  
Frequence du systeme: 1000  
1 - Nb de packets total crees : 114669  
2 - Nb de packets total traitees : 102854  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 3628  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 7143  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 364  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 680  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 0  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 0  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 251  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 84  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 85  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 81  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 4800  
18- Message used : 1200  
19- Message used max : 1451  
20- Nombre de ticks depuis le debut de l'execution 90406  
21- Pire temps video '0.0009368800'  
22- Pire temps audio '0.0012371908'  
23- Pire temps autre '0.0014975723'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```


- c) Toujours avec un délai d'attente active 0 pour TaskComputing refaites le test mais de 100 ms mais avec un tick d'horloge de 3000 Hz. Comparez votre résultat avec b), est- plus rapide ? P.S. Ramenez ensuite l'horloge à 1000Hz.

```
----- Affichage des statistiques -----  
  
Delai pour vider les fifos sec: 0  
Delai pour vider les fifos msec: 100  
Frequence du systeme: 3000  
1 - Nb de packets total crees : 114660  
2 - Nb de packets total traitees : 102845  
3 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source : 1693  
4 - Nb de packets rejetees pour mauvaise source Total: 9078  
5 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC : 175  
6 - Nb de packets rejetees pour mauvais CRC total : 869  
7 - Nb de paquets rejetees dans fifo d'entree: 0  
8 - Nb de paquets rejetees dans 3 Q: 0  
9 - Nb de paquets rejetees dans l'interface de sortie: 0  
  
10 - Nb de paquets maximum dans le fifo d'entree : 251  
11 - Nb de paquets maximum dans highQ : 84  
12 - Nb de paquets maximum dans mediumQ : 85  
13 - Nb de paquets maximum dans lowQ : 81  
  
14 - Nb de paquets maximum dans port0 : 0  
15 - Nb de paquets maximum dans port1 : 0  
16 - Nb de paquets maximum dans port2 : 0  
  
17- Message free : 4800  
18- Message used : 1200  
19- Message used max : 1441  
20- Nombre de ticks depuis le debut de l'execution 542109  
21- Pire temps video '0.0009163908'  
22- Pire temps audio '0.0012346462'  
23- Pire temps autre '0.0015142985'  
----- Task stop suspend all tasks -----  
----- Flags: 0 -----
```

Les résultats à 100ms en b) et c) présente peu de différences. En effet, la différence pour le pire temps video il y a une différence de 0,000008003ms ($T_{1000} - T_{300}$), pour le pire temps audio une différence de 0,0000070493 ($T_{3000} - T_1$) et pour le pire temps autre de 0,0000137693ms ($T_{3000} - T_{1000}$). Avec une telle proximité entre les résultats il semble que la différence entre 1000Hz et 3000Hz n'est pas significative dans notre situation.

- d) Dans la vraie vie, 1 tick est probablement trop pour simuler un temps de calcul (attente active), comment aurait-on pu faire pour simuler par exemple un temps actif par exemple 1/10 de tick.

L'on pourrait faire en sorte que l'attente active utilise plutôt les timestamp offert par l'horloge du ARM (CPU_TS64) qui est dans l'ordre des micro secondes plutôt que dans l'ordre des millisecondes comme le tick d'horloge de uC/OS-II. Par exemple, si la fréquence du timestamp est de 325000000 Hz et que la fréquence du tick d'horloge est de 1000Hz, alors l'attente active sur timestamp pour atteindre le nombre (CPU_TS_GET64) est réduite. On obtient donc un tick plus précis.

Question 4

- a) Pourquoi ne voit-on pas de grosse différence dans TaskStats entre l'utilisation de la mémoire dynamique et statique ?

Il n'y a pas de différences significatives aux niveaux temporels et mémoriels entre l'utilisation de la mémoire dynamique et statique pour plusieurs raisons. Premièrement, les systèmes d'exploitation en temps réel sont conçus pour être efficaces pour l'allocation de la mémoire dynamique, car ils sont déterministes. Deuxièmement, la mémoire dynamique perd de son efficacité lorsque la mémoire est fragmentée, ce qui survient au fil du temps. Or, lors de l'exécution de nos tests, la mémoire semble disposer de longs blocs contigus, ce qui n'affecte donc pas les performances par rapport à l'allocation statique.

- b) Que se passe-t-il si au lieu d'avoir 10,000 paquets dans mon tas, j'en ai 5,000. Montrez comment la performance est alors dégradée. En ce sens peut-on aussi dire que 10,000 paquets est une bonne approximation ?

L'impact de l'usage de 5 000 paquets plutôt que 10 000 aura un impact sur la performance du programme tant au niveau de sa gestion de la mémoire que son temps d'exécution. Étant donné qu'il y a une mémoire moins saturée, on augmente le risque de fragmentation externe de la mémoire. Ainsi, si la mémoire est fragmentée, une opération d'allocation de mémoire prendra davantage de temps pour trouver un espace contigu en mémoire suffisamment grand pour y mettre le paquet. Compte tenu du fait que l'attente est active, on perd du temps de processeur et cela porte atteinte au principe de déterminisme des systèmes d'exploitation en temps réel. Par conséquent, un nombre élevé de paquets comme il est proposé permet une utilisation plus optimale de la mémoire. On peut conclure que 10 000 paquets constitue donc une meilleure approximation que d'en avoir seulement 5 000.