

- PROJET RTEL4I -



**Conception détaillée des moyens de test vidéo sur NIOS2
(L2.5-b)**



SOMMAIRE

1. Contexte du document.....	4
2. Choix des codeurs/décodeurs vidéo.....	5
3. Performances avec la carte Altera Stratix 1S10.....	6
3.1. Performances PREEMPT-RT.....	7
3.2. Performances Xenomai.....	9
4. Performances avec la carte Altera Cyclone 3C25.....	12
4.1. Performances PREEMPT-RT.....	12
4.2. Performances Xenomai.....	13
5. Conclusion.....	17
6. Références.....	18
7. Annexes.....	19
7.1. Script godec20.....	19
7.2. Script godec20rt.....	20

Fiche synthétique

Matériel	
Processeur cible	NIOS II avec et sans MMU
Fondeur	Altera
Outils de synthèse	Quartus
Carte cible	Altera 1S10 et 3C25
Logiciel	
Distribution Linux	Fedora 14
Xenomai	NIOS II sans MMU
PREEMPT-RT	NIOS II avec MMU

Gestion du document :

Date	Version	Modifications	Relecture	Commentaires
01/02/11	1.0	PK	PK	Création fichier
02/0211	1.1	BF	PK	Ajout des tests

1. CONTEXTE DU DOCUMENT

Ce document présente les mesures de performances des extensions Temps Réel sous Linux avec le processeur NIOS II d'Altera. Des applications de codage/décodage vidéo ont été choisies comme applications réelles de tests. Les tests sont réalisés avec les extensions PREEMPT-RT et Xenomai décrits dans les autres documents (L2.3).

2. CHOIX DES CODEURS/DÉCODEURS VIDÉO

Le codeur/décodeur vidéo choisi est le codeur/décodeur H.263 TMN (*Test Model Near-term*) version 1.7 développé par la société Télénor [1]. Ce codeur/décodeur a été choisi pour sa simplicité de mise en œuvre en vue de tests sur la plateforme NIOS II sans MMU (*Memory Management Unit*) avec Xenomai [2] ou NIOS II avec MMU avec PREEMPT-RT [3].

Le protocole de tests est le suivant :

- Le fichier vidéo QCIF `miss_am.qcif` [4] originellement de 150 trames a été choisi comme vidéo de test.
- Cette image est encodée sur PC par le codeur `tmn` en H.263 en ne gardant que les 50 premières trames. Le fichier obtenu est le fichier `stream.263`.
- Le fichier H.263 `stream.263` est ensuite décodé en QCIF par le décodeur H.263 (commande `tmndec`) exécuté sur la carte cible sous Xenomai et PREEMPT-RT.
- On mesurera le temps de décodage sur la carte cible.

On mesurera le temps de décodage pour :

- 20 mesures, priorité normale 0, sans charge CPU.
- 20 mesures, priorité normale 0, avec charge CPU.
- 20 mesures, priorité Temps réel la plus élevée 99, sans charge CPU.
- 20 mesures, priorité Temps réel la plus élevée 99, avec charge CPU.

Dans le cas de Xenomai, le décodeur a été réécrit sous forme de tâche Temps Réel Xenomai. On mesurera en plus le temps de décodage pour :

- 20 mesures, tâche Xenomai, priorité Temps réel la plus élevée 99, sans charge CPU.
- 20 mesures, tâche Xenomai, priorité Temps réel la plus élevée 99, avec charge CPU.

On utilisera l'outil `stress` [5] pour charger le CPU.

On utilisera l'outil `sched` [6] pour changer la priorité et l'ordonnancement de l'application décodeur sur la carte cible.

3. PERFORMANCES AVEC LA CARTE ALTERA STRATIX 1S10

La carte Altera Stratix 1S10 dispose d'un circuit FPGA Stratix dans lequel est implanté un système sur silicium comprenant le processeur softcore NIOS II à 50 MHz avec MMU (PREEMPT-RT) ou sans MMU (Xenomai) suivant l'extension Temps Réel testée, d'une interface JTAG, de 1Mo de RAM externe, de 8 Mo de mémoire FLASH, d'une interface CompactFlash, de 16 Mo SDRAM, d'une liaison série UART, d'une interface Ethernet 100 Mb/s, de leds et afficheurs 7 segments, de boutons poussoir ainsi que d'un afficheur LCD.

Les performances Temps Réel ont été mesurées dans les cas suivants :

- PREEMPT-RT (avec MMU) : décodage H.263 priorité 0 sans charge.
- PREEMPT-RT (avec MMU) : décodage H.263 priorité 0 avec charge.
- PREEMPT-RT (avec MMU) : décodage H.263 priorité Temps Réel maximale 99 sans charge.
- PREEMPT-RT (avec MMU) : décodage H.263 priorité Temps Réel maximale 99 avec charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 priorité 0 sans charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 priorité 0 avec charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 priorité Temps Réel maximale 99 sans charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 priorité Temps Réel maximale 99 avec charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 sous forme de tâche Xenomai priorité Temps Réel maximale 99 sans charge.
- Xenomai (sans MMU) : décodage H.263 sous forme de tâche Xenomai priorité Temps Réel maximale 99 avec charge.

Le système sera chargé avec l'outil `stress` et les temps d'exécution seront mesurés avec la commande `time`.

3.1. Performances PREEMPT-RT

1. Décodage normal

Le script `godec20` est utilisé dans ce cas sur la carte cible.

Pour charger le CPU, on utilise la commande sur la carte cible :

```
# stress -c 4 -i 4
```

Décodage H.263 priorité 0 sans charge CPU		
user	sys	real
2,82	0,69	3,53
2,82	0,68	3,53
2,9	0,61	3,53
2,73	0,78	3,53
2,72	0,79	3,53
2,75	0,76	3,52
2,78	0,73	3,53
2,87	0,64	3,53
2,77	0,73	3,53
2,72	0,79	3,53
2,88	0,63	3,53
2,9	0,6	3,53
2,76	0,74	3,53
2,84	0,66	3,52
2,76	0,75	3,53
2,84	0,68	3,53
2,81	0,7	3,53
2,74	0,76	3,53
2,83	0,68	3,53
2,58	0,93	3,53

Max
3,53 s

Décodage H.263 priorité 0 avec charge CPU		
user	sys	real
2,84	0,71	32,08
2,8	0,78	32,30
3,06	0,74	33,60
2,81	0,77	32,32
2,82	0,74	32,08
2,82	0,76	32,30
3,04	0,81	33,78
2,84	0,74	31,44
2,85	0,72	32,32
3	0,8	33,38
2,86	0,78	32,70
3,1	0,78	34,35
2,95	0,85	33,33
3,06	0,79	33,73
2,7	0,85	32,04
2,93	0,68	32,17
2,89	0,79	31,97
2,92	0,78	32,81
3,03	0,82	33,81
3,02	0,83	33,95

Max
34,35 s

Pour ces premiers tests, on note une variation importante du temps d'exécution lorsque le CPU est chargé ou non pour un décodage de priorité normale 0 sans contraintes Temps Réel. Cela est normal car l'on fixe aucune contrainte temporelle sur l'exécution du décodeur.

2. Décodage Temps Réel

Le script `godec20rt` est utilisé dans ce cas sur la carte cible (utilisation de la commande `sched` pour passer le décodage en processus Temps Réel de priorité 99).

L'ordonnancement de groupe est inhibé :

```
# echo -1 >/proc/sys/kernel/sched_rt_runtime_us
```

Pour charger le CPU, on utilise la commande sur la carte cible :

```
# stress -c 4 -i 4
```

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
2,48	0,6	3,09
2,4	0,68	3,08
2,48	0,6	3,09
2,36	0,73	3,09
2,38	0,69	3,08
2,42	0,65	3,08
2,35	0,73	3,08
2,44	0,62	3,08
2,43	0,64	3,08
2,52	0,56	3,09
2,44	0,64	3,08
2,52	0,56	3,09
2,44	0,63	3,08
2,5	0,57	3,08
2,57	0,51	3,09
2,35	0,73	3,08
2,48	0,6	3,08
2,59	0,49	3,09
2,38	0,69	3,08
2,55	0,53	3,09

Max
3,09 s

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
2,32	0,76	3,09
2,39	0,68	3,08
2,36	0,71	3,08
2,4	0,67	3,08
2,34	0,74	3,08
2,48	0,59	3,08
2,41	0,66	3,08
2,56	0,52	3,09
2,48	0,61	3,09
2,43	0,66	3,09
2,48	0,6	3,09
2,4	0,66	3,08
2,49	0,59	3,09
2,49	0,58	3,08
2,46	0,62	3,08
2,43	0,66	3,09
2,46	0,62	3,08
2,56	0,52	3,09
2,48	0,6	3,09
2,4	0,68	3,08

Max
3,09 s

Lorsque le décodage H.263 est sous forme d'un processus Temps Réel de priorité maximale 99, on voit maintenant que le temps de décodage reste borné quelle que soit la charge CPU demandée qui se trouve préemptée tant que le décodage n'est pas terminé.

On voit ainsi l'action de PREEMPT-RT.

3.2. Performances Xenomai

3. Décodage normal

Le script `godec20` est utilisé dans ce cas sur la carte cible.

Pour charger le CPU, on utilise la commande sur la carte cible :

```
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
```

Décodage H.263 priorité 0 sans charge CPU		
user	sys	real
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,15	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,15	0	7,14
7,15	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,15	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14
7,15	0	7,14
7,14	0	7,14
7,14	0	7,14

Max
7,14 s

Décodage H.263 priorité 0 avec charge CPU		
user	sys	real
7,25	0	36,21
7,25	0	36,19
7,25	0	36,62
7,27	0	36,29
7,25	0	36,21
7,29	0	36,39
7,25	0	36,19
7,29	0	36,59
7,25	0	36,22
7,25	0	36,19
7,25	0	36,22
7,25	0	36,21
7,25	0	36,21
7,25	0	36,19
7,25	0	36,21
7,25	0	36,19
7,25	0	36,19
7,25	0	36,22
7,25	0	36,19
7,25	0	36,22
7,25	0	36,22
7,25	0	36,19

Max
36,62 s

On note une variation importante du temps d'exécution lorsque le CPU est chargé ou non pour un décodage de priorité normale 0 sans contraintes Temps Réel. Cela est normal car l'on fixe aucune contrainte temporelle sur l'exécution du décodeur. Le temps de décodage est plus important qu'avec PREEMPT-RT (absence de MMU ?).

4. Décodage Temps Réel

Le script `godec20rt` est utilisé dans ce cas sur la carte cible.

On n'utilise plus la commande `sched` qui permet de gérer un processus avec la politique `SCHED_FIFO` qui est considéré par Xenomai comme une tâche Temps Réel Xenomai [7].

Pour charger le CPU, on utilise la commande sur la carte cible :

```
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
```

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
7,12	0	7,52
7,12	0	7,50
7,13	0	7,52
7,14	0	7,49
7,12	0	7,52
7,12	0	7,52
7,12	0	7,52
7,12	0	7,52
7,13	0	7,52
7,12	0	7,49
7,12	0	7,52
7,13	0	7,49
7,13	0	7,52
7,13	0	7,49
7,13	0	7,53
7,12	0	7,48
7,12	0	7,52
7,12	0	7,55
7,12	0	7,52
7,12	0	7,52
7,12	0	7,48

Max
7,55 s

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
7,13	0	7,52
7,13	0	7,48
7,12	0	7,52
7,13	0	7,53
7,13	0	7,53
7,13	0	7,48
7,14	0	7,54
7,13	0	7,52
7,13	0	7,52
7,12	0	7,47
7,13	0	7,83
7,13	0	7,47
7,13	0	7,51
7,13	0	7,52
7,13	0	7,52
7,12	0	7,48
7,13	0	7,49
7,13	0	7,52
7,13	0	7,89
7,13	0	7,52

Max
7,89 s

Lorsque le décodage H.263 est sous forme d'un processus Temps Réel de priorité maximale 99, on voit maintenant que le temps de décodage reste borné quelle que soit la charge CPU demandée qui se trouve préemptée tant que le décodage n'est pas terminé.

On voit ainsi l'action de Xenomai.

Le décodeur est maintenant modifié pour qu'il soit une tâche Temps Réel Xenomai de priorité 99. On n'utilise plus la commande `sched` qui permet de gérer un processus avec la politique `SCHED_FIFO` qui est considéré par Xenomai comme une tâche Temps Réel Xenomai [7].

Le script `godec20` est utilisé dans ce cas sur la carte cible.

Pour charger le CPU, on utilise la commande sur la carte cible :

```
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
# stress -c 1 -i 1
```

Décodage H.263 Xenomai Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
7,5	0	7,85
7,49	0	7,85
7,51	0	7,85
7,51	0	7,85
7,5	0	7,85
7,5	0	7,80
7,49	0	7,80
7,5	0	7,85
7,51	0	7,85
7,51	0	7,85
7,49	0	7,85
7,49	0	7,85
7,5	0	7,80
7,49	0	7,85
7,51	0	7,85
7,51	0	7,85
7,49	0	7,85
7,5	0	7,85
7,51	0	7,80
7,52	0	7,82

Max
7,85 s

Décodage H.263 Xenomai Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
7,47	0	8,13
7,48	0	8,15
7,48	0	8,12
7,48	0	8,11
7,48	0	8,11
7,48	0	8,17
7,48	0	8,46
7,48	0	8,12
7,48	0	8,11
7,48	0	8,11
7,48	0	8,12
7,48	0	8,10
7,49	0	8,48
7,48	0	8,11
7,49	0	8,17
7,48	0	8,12
7,48	0	8,09
7,48	0	8,15
7,47	0	8,31
7,47	0	8,05

Max
8,48 s

Lorsque le décodage H.263 est sous forme d'une tâche Temps Réel Xenomai de priorité maximale 99, on voit maintenant que le temps de décodage reste borné quelle que soit la charge CPU demandée qui se trouve préemptée tant que le décodage n'est pas terminé.

On voit ainsi l'action de Xenomai. Signalons enfin que le temps d'exécution est un peu supérieur au cas précédent car pour des raisons pratiques, une petite partie du décodeur est restée sous forme de code non Temps Réel d'où une plus grande variation des temps dans le cas d'un système chargé...

4. PERFORMANCES AVEC LA CARTE ALTERA CYCLONE 3C25

Les mêmes types de mesures ont été réalisés avec la carte Altera Cyclone III 3C25.

La carte Altera 3C25 dispose d'un circuit FPGA Cyclone III dans lequel est implanté un système sur silicium comprenant le processeur softcore NIOS II à 100 MHz (**le double de précédemment**) avec MMU (PREEMPT-RT) ou sans MMU (Xenomai) suivant l'extension Temps Réel testée est dispose de 256 Mo de SDRAM DDR2 double canal avec 8 Mo de SRAM, 64 Mo de Flash, d'une interface JTAG et d'une interface Ethernet 10/100/1000 Mb/s.

4.1. Performances PREEMPT-RT

5. Décodage normal

Décodage H.263 priorité 0 sans charge CPU			
user	sys	real	
1,98	0,62	2,62	
1,97	0,63	2,62	
1,98	0,63	2,62	
1,94	0,66	2,62	
2	0,61	2,62	
1,9	0,71	2,62	
1,9	0,7	2,62	
1,96	0,64	2,62	
1,98	0,63	2,62	
1,92	0,67	2,62	
1,94	0,66	2,62	
1,89	0,72	2,62	
1,94	0,66	2,62	
1,99	0,62	2,62	
1,94	0,66	2,62	
1,88	0,72	2,62	
1,94	0,66	2,62	
1,94	0,66	2,62	
1,9	0,71	2,62	
1,93	0,68	2,62	

Max
2,62 s

Décodage H.263 priorité 0 avec charge CPU			
user	sys	real	
1,98	0,66	23,47	
1,92	0,7	23,50	
1,91	0,71	23,47	
1,94	0,68	23,67	
2,14	0,7	25,44	
2,06	0,63	24,25	
1,96	0,67	23,70	
1,96	0,65	23,58	
2,07	0,56	23,77	
1,98	0,71	24,27	
1,95	0,67	23,63	
1,96	0,66	23,65	
2,22	0,77	26,76	
1,88	0,75	23,77	
2,11	0,66	24,51	
2,04	0,68	24,17	
2,01	0,64	23,75	
1,98	0,66	23,58	
2,1	0,7	25,08	
1,9	0,72	23,43	

Max
26,76 s

On retrouve le même type de résultats qu'avec la carte Altera 1S10 sauf que les temps d'exécution sont plus faibles car la fréquence du processeur est de 100 MHz au lieu de 50 MHz.

6. Décodage Temps Réel

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
1,75	0,51	2,37
1,64	0,62	2,37
1,68	0,58	2,36
1,75	0,51	2,32
1,67	0,59	2,32
1,62	0,64	2,37
1,75	0,5	2,37
1,74	0,52	2,37
1,7	0,56	2,32
1,66	0,6	2,32
1,7	0,56	2,36
1,7	0,56	2,37
1,72	0,54	2,32
1,78	0,48	2,32
1,65	0,6	2,32
1,66	0,6	2,37
1,73	0,53	2,37
1,68	0,58	2,32
1,74	0,52	2,32
1,69	0,56	2,36

Max
2,37 s

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
1,66	0,61	2,33
1,73	0,53	2,32
1,72	0,54	2,37
1,7	0,57	2,37
1,62	0,64	2,37
1,68	0,58	2,32
1,64	0,62	2,32
1,65	0,61	2,32
1,71	0,55	2,32
1,61	0,65	2,37
1,65	0,61	2,37
1,74	0,52	2,32
1,63	0,63	2,32
1,64	0,62	2,33
1,65	0,61	2,33
1,71	0,55	2,32
1,61	0,66	2,32
1,68	0,58	2,32
1,68	0,58	2,37
1,72	0,53	2,37

Max
2,37 s

4.2. Performances Xenomai

7. Décodage normal

Décodage H.263 priorité 0 sans charge CPU		
user	sys	real
4,15	0	4,14
4,15	0	4,14
4,15	0	4,14
4,13	0	4,13
4,14	0	4,14
4,14	0	4,14
3,81	0	3,81
4,13	0	4,12
4,13	0	4,12
4,12	0	4,12
4,14	0	4,14
4,14	0	4,14
4,12	0	4,12
4,14	0	4,14
4,14	0	4,14
4,12	0	4,12
4,12	0	4,12
4,14	0	4,14
3,82	0	3,82

Max
4,14 s

Décodage H.263 priorité 0 avec charge CPU		
user	sys	real
3,58	0	17,85
4,19	0	20,91
4,20	0	20,96
4,25	0	21,21
4,26	0	21,26
4,26	0	21,26
4,28	0	21,98
4,27	0	21,31
4,21	0	21,01
4,25	0	21,21
4,27	0	21,31
3,93	0	20,23
4,21	0	21,01
3,92	0	19,55
4,26	0	21,26
4,20	0	20,96
4,18	0	21,17
4,18	0	20,86
4,24	0	21,16
4,19	0	20,91

Max
21,98 s

8. Décodage Temps Réel

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
2,47	0	2,56

Décodage H.263 Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
4,06	0	4,26
4,13	0	4,28
4,06	0	4,26
4,13	0	4,33
4,06	0	4,21
4,12	0	4,31
4,13	0	4,33
4,12	0	4,31
3,81	0	3,95
4,12	0	4,31
4,13	0	4,33
3,8	0	3,95
4,13	0	4,28
4,08	0	4,28
4,12	0	4,31
4,08	0	4,23
4,12	0	4,32
4,08	0	4,28
4,07	0	4,24
4,11	0	4,31

Max
4,33 s

4,13	0	4,33
4,13	0	4,27
4,14	0	4,33
4,12	0	4,31
4,12	0	4,32
4,12	0	4,27
4,13	0	4,32
4,13	0	4,32
4,13	0	4,32
4,13	0	4,27
4,12	0	4,32
4,13	0	4,33
4,13	0	4,32
4,13	0	4,31
4,14	0	4,33
4,13	0	4,32
4,12	0	4,32
4,13	0	4,31
4,13	0	4,33

Max
4,33 s

Décodage H.263 Xenomai Temps Réel priorité 99 sans charge CPU		
user	sys	real
6,72	0	7,01
8,31	0	8,71
8,55	0	8,90
8,57	0	8,96
8,54	0	8,95
8,57	0	8,97
8,55	0	8,95
8,53	0	8,92
8,55	0	8,95
8,57	0	8,97
8,55	0	8,90
8,52	0	8,92
8,56	0	8,95
8,57	0	8,98
8,55	0	8,95
8,52	0	8,91
8,54	0	8,93
8,57	0	8,92
8,56	0	8,95
8,52	0	8,91

Max
8,98 s

Décodage H.263 Xenomai Temps Réel priorité 99 avec charge CPU		
user	sys	real
8,57	0	9,05
8,6	0	9,03
8,92	0	9,40
8,91	0	9,44
8,87	0	9,35
8,91	0	9,44
8,91	0	9,39
8,87	0	9,40
8,88	0	9,36
8,92	0	9,45
8,88	0	9,36
8,87	0	9,40
8,88	0	9,36
8,88	0	9,41
8,91	0	9,39
8,87	0	9,35
8,88	0	9,36
8,93	0	9,45
8,88	0	9,41
8,87	0	9,35

Max
9,45 s

5. CONCLUSION

L'ensemble des mesures effectuées a permis en mettre en valeur l'apport des extensions Temps Réel PREEMPT-RT et Xenomai sur le bornage du temps d'exécution d'une application réelle de décodage vidéo H.263.

Exécuter une application en Temps Réel ne permet pas d'aller plus vite (on ne peut pas avoir plus de 100 % de temps CPU sur le processeur monocore NIOS II) mais permet surtout de borner les temps d'exécution notamment dans un système chargé.

6. RÉFÉRENCES

- [1] Codeur/décodeur H.263 TMN : <http://www.h2631.com/>
- [2] Page des ressources ENSEIRB-MATMECA de Linux embarqué et du portage de Xenomai sur processeur NIOS II : <http://uuu.enseirb-matmeca.fr/~kadionik/nios2-xenomai/>
- [3] Page des ressources ENSEIRB-MATMECA de Linux embarqué et du portage de PREEMPT-RT sur processeur NIOS II : <http://uuu.enseirb-matmeca.fr/~kadionik/nios2-preempt-rt/>
- [4] Images vidéo de tests : http://scien.stanford.edu/pages/labsite/scien_test_images_videos.php
- [5] Outils de bench *stress* : <http://weather.ou.edu/~apw/projects/stress/>
- [6] Outils de manipulation de l'ordonnancement *sched* : <http://sourceforge.net/projects/schedutils>
- [7] Porting POSIX applications to Xenomai : http://www.xenomai.org/index.php/Porting_POSIX_applications_to_Xenomai

