RAPPORT – Travail Pratique No 2

Travaux avancés avec les threads Linux.

*Résultat:* \_\_\_\_\_ / 100

(Note : ce rapport est écrit de façon à vous faciliter la vie. En cas d’omission ou de différence entre ce rapport vierge et l’énoncé du TP, l’énoncé a priorité).

# 1. Niveaux de priorités des threads dans Linux ( /20 pts)

## 1.1 Programmation de threads avec niveaux de priorités

**Code Source : nosprioprites.c**

#include <unistd.h>

#include <stdlib.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <pthread.h>

#include <errno.h>

#include <string.h>

#include <sys/syscall.h>

#include <sys/resource.h>

#include <sched.h>

#define N\_THREADS 5

#define CHOIX\_PRIORITE 2 //Changer ce paramètre pour modifier la priorité des threads.

int arr\_thread\_priorite[5][5] = {

        {0,0,0,0,0},

        {1,2,3,4,5},

        {9,7,5,3,1},

        {0,-4,-2,3,4},

        {0,-3,-2,3,4}};

typedef struct

{

    int ThreadNum;

} Parametres;

void \*work(void \*data)

{

    Parametres \*pParam = (Parametres \*)data;

    printf("Je suis le thread %d et je demarre !!! \n", pParam->ThreadNum);

    int ThreadID = syscall(SYS\_gettid);

    int ret = setpriority(PRIO\_PROCESS, ThreadID,

                            arr\_thread\_priorite[CHOIX\_PRIORITE][pParam->ThreadNum]);

    printf("Code retour de setpriority() pour processus %d : %d. \n", pParam->ThreadNum, ret);

    printf("Code retour de errno pour processus %d : %s. \n",

                                                pParam->ThreadNum, strerror(errno));

    while (1)

        ;

    pthread\_exit(NULL);

}

int main()

{

    pthread\_t threads[N\_THREADS];

    Parametres myParam[N\_THREADS];

    int i;

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        printf("creation thread %d! \n", i);

        myParam[i].ThreadNum = i;

        pthread\_create(&threads[i], NULL, work, (void \*)&myParam[i]);

    }

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        pthread\_join(threads[i], NULL);

    }

    exit(0);

}

a) **Aucun changement de priorité**:

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 4 : 0.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 3 : 0.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 2 : 0.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 1 : 0.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 0 : 0.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

b) **Test 2**:

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 4 : 0.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 3 : 0.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 2 : 0.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 1 : 0.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 0 : 0.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

c) **Test 3**:

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 4 : 0.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 3 : 0.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 2 : 0.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 1 : 0.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 0 : 0.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

d) **Test 4**:

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 4 : 0.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 2 : -1.

Code retour de errno pour processus 2 : Permission denied.

Code retour de setpriority() pour processus 3 : 0.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 1 : -1.

Code retour de errno pour processus 1 : Permission denied.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 0 : 0.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

On remarque les permission denied puisque le programme n’a pas été lancé en mode super utilisateur.

e) **Test 5** (mode super user)

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 4 : 0.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 3 : 0.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 2 : 0.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 1 : 0.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de setpriority() pour processus 0 : 0.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

## 1.2 Observation du temps d’exécution des threads avec différents niveaux de priorités

a)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** | **NI** |
| **0** | 20 | 21359 | 19.1 | 0 |
| **1** | 20 | 21360 | 19.5 | 0 |
| **2** | 20 | 21361 | 19.1 | 0 |
| **3** | 20 | 21362 | 19.5 | 0 |
| **4** | 20 | 21363 | 19.5 | 0 |

b)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** | **Pourcentage théorique CFS** | **NI** |
| **0** | 21 | 21442 | 29.1 | 29.7 | 1 |
| **1** | 22 | 21443 | 22.8 | 23.7 | 2 |
| **2** | 23 | 21444 | 18.5 | 19.1 | 3 |
| **3** | 24 | 21445 | 15.2 | 15.3 | 4 |
| **4** | 25 | 21446 | 11.9 | 12.1 | 5 |

Détail des calculs pour CFS :

À l’image du laboratoire b de la semaine 5 on prend les poids : 820, 655, 526, 423 et 335 pour les niveaux de priorité respectifs : 1,2,3,4 et 5.

L’équation du CFS est donné par Avec  on trouve : , , , , . Bien sur les pourcentages théoriques sont différents du % CPU utilisé, une des raisons est que nos threads ne sont pas les seules entités utilisant le CPU.

c)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** | **NI** |
| **0** | 29 | 21527 | 6.6 | 9 |
| **1** | 27 | 21528 | 10.2 | 7 |
| **2** | 25 | 21529 | 15.8 | 5 |
| **3** | 23 | 21530 | 24.8 | 3 |
| **4** | 21 | 21531 | 38.9 | 1 |

d)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** | **NI** |
| **0** | 20 | 21593 | 24.5 | 0 |
| **1** | 20 | 21594 | 24.5 | 0 |
| **2** | 20 | 21595 | 24.5 | 0 |
| **3** | 23 | 21596 | 12.6 | 3 |
| **4** | 24 | 21597 | 10.3 | 4 |

e)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** | **NI** |
| **0** | 20 | 21615 | 17.9 | 0 |
| **1** | 17 | 21616 | 34.9 | -3 |
| **2** | 18 | 21617 | 27.9 | -2 |
| **3** | 23 | 21618 | 9.3 | 3 |
| **4** | 24 | 21619 | 7.3 | 4 |

## 1.3 Expérimentations avec différents algorithmes d’ordonnancement

### First In First Out (FIFO)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU utilisé** |
| **0** | ? | ? | ? |
| **1** | ? | ? | ? |
| **2** | ? | ? | ? |
| **3** | ? | ? | ? |
| **4** | -51 | 5427 | 95% |

Toutes les sorties d’écran

Terminal ou le processus est lancé :

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus 5427 : Success.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus 5426 : Success.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus 5425 : Success.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus 5424 : Success.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus 5423 : Success.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

Terminal avec la commande Top -H

top - 14:05:22 up 1:45, 4 users, load average: 5.12, 5.04, 5.39

Threads: 347 total, 6 running, 341 sleeping, 0 stopped, 0 zombie

%Cpu(s): 93.4 us, 0.0 sy, 0.0 ni, 6.6 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st

KiB Mem : 1023812 total, 324116 free, 205080 used, 494616 buff/cache

KiB Swap: 1046524 total, 1046524 free, 0 used. 648928 avail Mem

PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND

5427 root -51 0 43296 592 536 R 95.0 0.1 1:02.34 nospriorite+

1183 root 20 0 158520 81988 32136 S 0.3 8.0 0:21.14 Xorg

1608 etu1 20 0 37460 17412 15412 S 0.3 1.7 0:00.57 xfce4-panel

1613 etu1 20 0 68192 29840 20216 S 0.3 2.9 0:04.11 xfdesktop

5311 etu1 20 0 8216 3600 2956 R 0.3 0.4 0:01.42 top

1 root 20 0 24096 5244 3896 S 0.0 0.5 0:01.26 systemd

Incluez le code source ici (en plus de le mettre dans le zip).

#include <unistd.h>

#include <stdlib.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <pthread.h>

#include <errno.h>

#include <string.h>

#include <sys/syscall.h>

#include <sys/resource.h>

#include <sched.h>

#define N\_THREADS 5

typedef struct

{

    int ThreadNum;

} Parametres;

void scheduler\_to\_fifo()

{

    struct sched\_param Param;

    int maxPriority = sched\_get\_priority\_max(SCHED\_FIFO);

    int minPriority = sched\_get\_priority\_min(SCHED\_FIFO);

    int meanPriority = (maxPriority + minPriority) / 2;

    Param.sched\_priority = meanPriority;

    sched\_setscheduler(0, SCHED\_FIFO, &Param);

    int ThreadID = syscall(SYS\_gettid);

    printf("Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur pour processus %d : %s. \n", ThreadID, strerror(errno));

}

void \*work(void \*data)

{

    Parametres \*pParam = (Parametres \*)data;

    printf("Je suis le thread %d et je demarre !!! \n", pParam->ThreadNum);

    scheduler\_to\_fifo();

    printf("Code retour de errno pour processus %d : %s. \n", pParam->ThreadNum, strerror(errno));

    while (1)

        ;

    pthread\_exit(NULL);

}

int main()

{

    pthread\_t threads[N\_THREADS];

    Parametres myParam[N\_THREADS];

    int i;

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        printf("creation thread %d! \n", i);

        myParam[i].ThreadNum = i;

        pthread\_create(&threads[i], NULL, work, (void \*)&myParam[i]);

    }

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        pthread\_join(threads[i], NULL);

    }

    exit(0);

}

### Round Robin

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thread** | **Niveau de priorité PR** | **PID** | **% CPU attendu** | **% CPU utilisé** | **NI** |
| **0** | -51 | 5751 | 20% | 18.9 | 0 |
| **1** | -51 | 5752 | 20% | 18.4 | 0 |
| **2** | -51 | 5753 | 20% | 18.9 | 0 |
| **3** | -51 | 5754 | 20% | 18.9 | 0 |
| **4** | -51 | 5755 | 20% | 21.2 | 0 |

Terminal ou le processus est lancé :

creation thread 0!

creation thread 1!

creation thread 2!

creation thread 3!

creation thread 4!

Je suis le thread 4 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(2) pour processus 5755 : Success.

Code retour de errno pour processus 4 : Success.

Je suis le thread 3 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(2) pour processus 5754 : Success.

Code retour de errno pour processus 3 : Success.

Je suis le thread 0 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(2) pour processus 5751 : Success.

Code retour de errno pour processus 0 : Success.

Je suis le thread 2 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(2) pour processus 5753 : Success.

Code retour de errno pour processus 2 : Success.

Je suis le thread 1 et je demarre !!!

Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(2) pour processus 5752 : Success.

Code retour de errno pour processus 1 : Success.

Terminal avec la commande Top -H

top - 14:52:50 up 2:32, 4 users, load average: 4.67, 2.81, 1.64

Threads: 347 total, 8 running, 339 sleeping, 0 stopped, 0 zombie

%Cpu(s): 93.4 us, 0.5 sy, 0.0 ni, 6.1 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st

KiB Mem : 1023812 total, 205876 free, 209544 used, 608392 buff/cache

KiB Swap: 1046524 total, 1046524 free, 0 used. 643820 avail Mem

PID USER PR NI VIRT RES SHR S %CPU %MEM TIME+ COMMAND

5755 root -51 0 43296 596 544 R 21.2 0.1 0:05.08 nospriorite+

5751 root -51 0 43296 596 544 R 18.9 0.1 0:04.14 nospriorite+

5753 root -51 0 43296 596 544 R 18.9 0.1 0:03.90 nospriorite+

5754 root -51 0 43296 596 544 R 18.9 0.1 0:03.80 nospriorite+

5752 root -51 0 43296 596 544 R 18.4 0.1 0:04.04 nospriorite+

1183 root 20 0 161052 84352 32344 S 0.3 8.2 0:35.37 Xorg

**Code source nosprioritesrr.c**

#include <unistd.h>

#include <stdlib.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <pthread.h>

#include <errno.h>

#include <string.h>

#include <sys/syscall.h>

#include <sys/resource.h>

#include <sched.h>

#define N\_THREADS 5

typedef struct

{

    int ThreadNum;

} Parametres;

void change\_scheduler(int scheduler)

{

    struct sched\_param Param;

    int maxPriority = sched\_get\_priority\_max(scheduler);

    int minPriority = sched\_get\_priority\_min(scheduler);

    int meanPriority = (maxPriority + minPriority) / 2;

    Param.sched\_priority = meanPriority;

    sched\_setscheduler(0, scheduler, &Param);

    int ThreadID = syscall(SYS\_gettid);

    printf("Code retour de errno pour changement d'ordonnanceur(%d) pour processus %d : %s. \n", scheduler, ThreadID, strerror(errno));

}

void \*work(void \*data)

{

    Parametres \*pParam = (Parametres \*)data;

    printf("Je suis le thread %d et je demarre !!! \n", pParam->ThreadNum);

    change\_scheduler(SCHED\_RR);

    printf("Code retour de errno pour processus %d : %s. \n", pParam->ThreadNum, strerror(errno));

    while (1)

        ;

    pthread\_exit(NULL);

}

int main()

{

    pthread\_t threads[N\_THREADS];

    Parametres myParam[N\_THREADS];

    int i;

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        printf("creation thread %d! \n", i);

        myParam[i].ThreadNum = i;

        pthread\_create(&threads[i], NULL, work, (void \*)&myParam[i]);

    }

    for (i = 0; i < N\_THREADS; i++)

    {

        pthread\_join(threads[i], NULL);

    }

    exit(0);

}

# 2. Implémentations de différents verrous (20 pts)

Code source qlock1 : (seulement la partie implémentée)

//2.1

void BadLock()

{

while (lock==1);

lock=1;

}

void BadUnlock()

{

lock=0;

}

void \*CodeThread(void \* a)

{

long i;

for(i = 0; i < N\_ITER; i++)

{

BadLock();

count++;

BadUnlock();

}

}

Code source qlock2 : (Seulement la partie implémentée)

//2.2

void AtomicLock() {

while (xchg(&atomicLock,1));

}

void AtomicUnlock() {

xchg(&atomicLock,0);

}

void \*CodeThread(void \* a)

{

long i;

for(i = 0; i < N\_ITER; i++)

{

AtomicLock();

count++;

AtomicUnlock();

}

}

Code source qlock3 :

void \*CodeThread(void \* a)

{

long i;

for(i = 0; i < N\_ITER; i++)

{

pthread\_mutex\_lock(&monMutex);

count++;

pthread\_mutex\_unlock(&monMutex);

}

}

int main(int argc, char \*\*argv)

{

pthread\_t T1, T2;

pthread\_mutex\_init(&monMutex,0);

int iTrial;

int correct = 0;

for (iTrial = 0; iTrial < 10000; iTrial++) {

count = 0;

pthread\_create(&T1, 0, CodeThread, 0);

pthread\_create(&T2, 0, CodeThread, 0);

pthread\_join(T1, NULL);

pthread\_join(T2, NULL);

printf("La valeur finale est %ld\n",count);

if (count == 2\*N\_ITER) correct++;

printf("%d/%d de correct!\n",correct,iTrial+1);

}

}

### 2.4 Temps d’exécution

On regarde le temps pour 100 boucles du main puis on divise le temps d’exécution du programme par 100.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Méthode** | **Temps d’exécution moyen par itération (1 CPU)** | **Temps d’exécution moyen par itérations (2 CPU)** |
| Rien | Real : 0.05911 s | Real : 0.05283 s |
| BadLock | Real : 0.09221 s | Real : 0.19130 s |
| AtomicLock | Real : 0.57284 s | Real : 2.17332 s |
| pthread\_mutex | Real : 0.44224 s | Real : 1.67390 s |

2.5 Taux d’erreur **(    /4 pts)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Méthode** | **Taux avec 1 CPU** | **Taux avec 2 CPU** | **Etat Algorithme 1 CPU** |
| Rien | 5,1% | 100% | Non correct |
| BadLock | 0,0797 % | 100% | Non correct |
| AtomicLock | 0.000% |  | Correct |
| pthread\_mutex | 0.000% |  | Correct |

La méthode sans lock est exécutée pendant 1000 boucles. (Les conflits sont nombreux)

La méthode BadLock est exécutée pendant 5 000 boucles.

La méthode AtomicLock est exécutée pendant 5 500 boucles.

La méthode pthread\_mutex est exécutée pendant 5 000 boucles.

# 3. Producteurs-Consommateurs en utilisant une file FIFO (60 pts)

**3.1 Contrôler les accès à la variable globale prochainNumeroSerie**

Afin de protéger la variable, Nous introduisons le mutex : monMutex. monMutex est initialisé au début de la fonction main. Puis on le lock avant l’entrée de la zone critique et on le dé lock après les opérations de la zone critique. Ici notre zone critique est toute ligne d’incrémentation de la variable prochainNumeroSerie.

On protège la ligne : NumeroSerieProduit = ProchainNumeroSerie++; dans la fonction ThreadProducteur.

Incluez la sortie d’écran du programme.

***3.2 Implémentation de la classe Produit (code source de Produit.cpp)***

#include <iostream>

#include <stdlib.h>

#include <time.h>

#include <fstream>

#include <string>

#include <cstring>

#include <vector>

#include "Produit.h"

#include <iostream>

**using** **namespace** std;

Produit::Produit() {

NumProduit = 0;

NomProduit ="";

PrixProduit=0.1f;

}

**int** Produit::GetNumProduit(**void**) {

**return** NumProduit;

}

**void** Produit::SetNumProduit(**int** np) {

NumProduit = np;

}

string Produit::GetNomProduit(**void**) {

**return** NomProduit;

}

**float** Produit::GetPrixProduit(**void**) {

**return** PrixProduit;

}

**void** Produit::PigerProduit(**void**) {

ifstream fichier("produits.dat");

vector<string> lignesFichier;

string ligne;

**while** (getline(fichier,ligne))

{

lignesFichier.push\_back(ligne);

}

**int** numeroLigne = rand() % lignesFichier.size();

ligne = lignesFichier[numeroLigne];

NomProduit=ligne.substr(0,ligne.find(" "));

ligne.erase(0,ligne.find(" ")+1);

**int** n=ligne.length();

**char** \*tabChar=**new** **char**[n+1];

std::strcpy(tabChar,ligne.c\_str());

PrixProduit=atof(tabChar);

}

*//20191H*

***3.3 Implémentation de la classe File***