Θέματα προετοιμασίας για τις εξετάσεις εργαστηρίου στο μάθημα «Κατανεμημένα και Παράλληλα Συστήματα»

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών – Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων @ Άρτα 2020

Γκόγκος Χρήστος

# Α. PThreads

## Θέμα 1

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που να υπολογίζει τη μεγαλύτερη τιμή στον πίνακα {23, 11, 18, 90, 16, 22, 34, 52, 19, 41, 88, 72} χρησιμοποιώντας 4 νήματα pThreads. Το πρώτο νήμα να υπολογίζει το μέγιστο από τις 3 πρώτες τιμές, το δεύτερο νήμα από τις 3 επόμενες κ.ο.κ. Το κύριο νήμα να λαμβάνει τα αποτελέσματα, να υπολογίζει το συνολικό μέγιστο και να τον εμφανίζει. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_pthreads01.c>

## Θέμα 2

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που να δημιουργεί έναν πίνακα με 1.000.000 τυχαίες ακέραιες τιμές στο διάστημα [0,99] και να χρησιμοποιεί 10 νήματα pThreads έτσι ώστε να τον ταξινομήσει χρησιμοποιώντας τον πίνακα συχνοτήτων για τις τιμές του πίνακα. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_pthreads02.c>

## Θέμα 3

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που να δημιουργεί έναν πίνακα με 1.000.000 τυχαίες ακέραιες τιμές στο διάστημα [0,10.000] και να χρησιμοποιεί 10 νήματα pThreads έτσι ώστε να τον ταξινομήσει με τον αλγόριθμο rank\_sort. Ο αλγόριθμος rank\_sort μετρά το πλήθος των τιμών που είναι μικρότερες από την τρέχουσα τιμή και η τιμή αυτή προσδιορίζει τη θέση της τρέχουσας τιμής στην ταξινομημένη λίστα. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_pthreads03.c>

## Θέμα 4

Τι θα εμφανίσει κατά την εκτέλεσή του ο ακόλουθος κώδικας;

|  |
| --- |
| #include <pthread.h>  #include <stdio.h>  #define T 5  int gl = 0;  intptr\_t flag = 0;  void \*work(void \*tid) {    intptr\_t id = (intptr\_t)tid;    int lo = 0;    static int st = 0;    while (flag != id)      ;    ++lo;    ++st;    ++gl;    printf("THREAD ID: %ld, Static: %d, Global: %d Local:%d\n", id, st, gl, lo);    flag++;  }  int main() {    pthread\_t threads[T];    for (intptr\_t i = 0; i < T; i++)      pthread\_create(&threads[i], NULL, work, (void \*)i);    for (int i = 0; i < T; i++)      pthread\_join(threads[i], NULL);    printf("Global: %d\n", gl);    return 0;  } |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_pthreads04b.c>

## Θέμα 5

Το πρόγραμμα που δίνεται υπολογίζει το εσωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων με 1.000.000 τυχαίες τιμές το καθένα. Μετατρέψτε το πρόγραμμα έτσι ώστε να έτσι να χρησιμοποιεί 5 pThreads νήματα για να επιτύχει το ίδιο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιήστε mutex για αμοιβαίο αποκλεισμό της ενημέρωσης της μεταβλητής inner\_product.

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <stdlib.h>  #include <time.h>  #define N 1000000  int main() {  double \*a;  double \*b;  double inner\_prod = 0.0;    a = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    b = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    srand(time(NULL));    for (int i = 0; i < N; i++) {      a[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;      b[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;    }    for (int i = 0; i < N; i++) {      inner\_prod += a[i] \* b[i];    }    printf("%.2f\n", inner\_prod);    free(a);    free(b);  } |
| <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/inner_product.c> |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_pthreads05.c>

# Β. OpenMP

## Θέμα 1

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που χρησιμοποιώντας το OpenMP να δημιουργεί 4 νήματα και να εμφανίζει τα ακόλουθα μηνύματα:

* Το νήμα 0 να εμφανίζει το μήνυμα “Hello”.
* Το νήμα 1 να εμφανίζει το μήνυμα “Hi”.
* Το νήμα 2 να εμφανίζει το μήνυμα “Geia”.
* Το νήμα 3 να εμφανίζει το μήνυμα “Hallo”.

Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp01.c>

## Θέμα 2

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που χρησιμοποιώντας το OpenMP να πραγματοποιεί τα ακόλουθα. Να δέχεται ως όρισμα γραμμής εντολών έναν ακέραιο αριθμό x και να εμφανίζει το άθροισμα των ριζών όλων των ακεραίων αριθμών από το 1 μέχρι και το x, χρησιμοποιώντας 2 νήματα. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp02.c>

## Θέμα 3

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που χρησιμοποιώντας το OpenMP να γεμίζει έναν πίνακα με 1.000.000 τυχαίες ακέραιες τιμές από το 1 μέχρι και το 5 και να εμφανίζει τον πίνακα συχνοτήτων, Οι υπολογισμοί να πραγματοποιηθούν μοιράζοντας την εργασία σε 2 νήματα. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp03.c>

## Θέμα 4

Τι πρόκειται να εμφανίσει ο ακόλουθος κώδικας κατά την εκτέλεσή του.

|  |
| --- |
| #include <omp.h>  #include <stdio.h>  #define N 4  int main() {    int a = 0;    int b = 0;  #pragma omp parallel for default(none) shared(a) private(b) num\_threads(4)    for (int i = 0; i < N; i++) {      a++;      b++;    }    printf("%d %d\n", a, b);    return 0;  } |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp04.c>

## Θέμα 5

Το πρόγραμμα που δίνεται υπολογίζει το εσωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων με 1.000.000 τυχαίες τιμές το καθένα. Μετατρέψτε το πρόγραμμα έτσι ώστε να έτσι να χρησιμοποιεί 5 pThreads νήματα για να επιτύχει το ίδιο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιήστε mutex για αμοιβαίο αποκλεισμό της ενημέρωσης της μεταβλητής inner\_product.

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <stdlib.h>  #include <time.h>  #define N 1000000  int main() {  double \*a;  double \*b;  double inner\_prod = 0.0;    a = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    b = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    srand(time(NULL));    for (int i = 0; i < N; i++) {      a[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;      b[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;    }    for (int i = 0; i < N; i++) {      inner\_prod += a[i] \* b[i];    }    printf("%.2f\n", inner\_prod);    free(a);    free(b);  } |
| <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/inner_product.c> |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp05.c>

## Θέμα 6

Τι πρόκειται να εμφανίσει ο ακόλουθος κώδικας κατά την εκτέλεσή του; Τι θα αλλάξει αν προστεθεί στην εντολή #pragma το schedule(static,1) ;

|  |
| --- |
| #include <omp.h>  #include <stdio.h>  #define N 8  int main() {  #pragma omp parallel for num\_threads(4)  for (int i = 0; i < N; i++) {      int my\_rank=omp\_get\_thread\_num();      if (my\_rank==3)        printf("%d ", i);    }      return 0;  } |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_omp06.c>

# Γ. MPI

## Θέμα 1

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που χρησιμοποιώντας το MPI να δημιουργεί δύο διεργασίες και η πρώτη διεργασία να στέλνει τον αριθμό 42 στη δεύτερη η οποία και θα τον εμφανίζει. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_mpi01.c>

## Θέμα 2

Γράψτε ένα πρόγραμμα σε C που χρησιμοποιώντας το MPI να δημιουργεί 7 διεργασίες. Οι διεργασίες με αριθμούς από το 1 μέχρι και το 6 να υπολογίζουν το άθροισμα των ακεραίων από το 1 μέχρι την τιμή που βρίσκεται στην θέση του πίνακα {50, 45, 33, 17, 19, 28} που υποδηλώνεται από τον αριθμό της διεργασίας (π.χ. η διεργασία 1 θα πρέπει να υπολογίζει το άθροισμα από το 1 μέχρι και το 50, η διεργασία 2 θα πρέπει να υπολογίζει το άθροισμα από το 1 μέχρι το 45, κ.ο.κ.). Τα αποτελέσματα να αποστέλλονται στη διεργασία 0 η οποία θα τα αθροίζει και θα εμφανίζει το τελικό αποτέλεσμα. Γράψτε τις εντολές μεταγλώττισης και εκτέλεσης του προγράμματος.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_mpi02.c>

## Θέμα 3

Επιλύστε το προηγούμενο θέμα χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση MPI\_Reduce.

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_mpi03.c>

## Θέμα 4

Τι θα εμφανίσει ο ακόλουθος κώδικας όταν εκτελεστεί για 2 διεργασίες.

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <mpi.h>  #include <stdlib.h>  #define N 10  int main(void)  {    int comm\_sz, my\_rank;    MPI\_Init(NULL, NULL);    MPI\_Comm\_size(MPI\_COMM\_WORLD, &comm\_sz);    MPI\_Comm\_rank(MPI\_COMM\_WORLD, &my\_rank);    int a[N] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};    int local\_n = N / comm\_sz;    int local\_a[local\_n];    MPI\_Scatter(a, local\_n, MPI\_INT, local\_a, local\_n, MPI\_INT, 0, MPI\_COMM\_WORLD);    if (my\_rank == 1)    {      for (int i = 0; i < local\_n; i++)      {        printf("%d", local\_a[i]);      }    }    MPI\_Finalize();    return 0;  } |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_mpi04.c>

## Θέμα 5

Το πρόγραμμα που δίνεται υπολογίζει το εσωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων με 1.000.000 τυχαίες τιμές το καθένα. Μετατρέψτε το πρόγραμμα έτσι ώστε να έτσι να χρησιμοποιεί 5 διεργασίες για να επιτύχει το ίδιο αποτέλεσμα.

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <stdlib.h>  #include <time.h>  #define N 1000000  int main() {  double \*a;  double \*b;  double inner\_prod = 0.0;    a = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    b = (double \*)malloc(sizeof(double) \* N);    srand(time(NULL));    for (int i = 0; i < N; i++) {      a[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;      b[i] = (double)rand() / (double)RAND\_MAX;    }    for (int i = 0; i < N; i++) {      inner\_prod += a[i] \* b[i];    }    printf("%.2f\n", inner\_prod);    free(a);    free(b);  } |
| <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/inner_product.c> |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/prepare_mpi05.c>

# Δ. Java concurrency

## Θέμα 1

Το ακόλουθο πρόγραμμα δημιουργεί έναν πίνακα 1.000.000 θέσεων με τυχαίες ακέραιες τιμές στο διάστημα [0,99]. Με τη χρήση 10 νημάτων υπολογίστε και εμφανίστε τον πίνακα συχνοτήτων.

|  |
| --- |
| import java.util.Random;  public class Exams01 {    final static int N = 1\_000\_000;    final static int M = 100;    static int a[] = new int[N];    static int frequency[] = new int[M];    public static void main(String[] args){      Random random = new Random(1729);      for (int i = 0; i < N; i++) {        a[i] = random.nextInt(M);      }        for (int i = 0; i < N; i++) {        frequency[a[i]]++;      }      for (int i = 0; i < M; i++) {        System.out.printf("%d --> %d\n", i, frequency[i]);      }    }  } |
| <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/PrepareJavaConcurrency01a.java> |

Λύση: <https://github.com/chgogos/ceteiep_pdc/blob/master/exams_preparation/PrepareJavaConcurrency01b.java>

## Θέμα 2

Το πρόγραμμα που δίνεται υπολογίζει το εσωτερικό γινόμενο δύο διανυσμάτων με 1.000.000 τυχαίες τιμές το καθένα. Μετατρέψτε το πρόγραμμα έτσι ώστε να έτσι να χρησιμοποιεί 5 διεργασίες για να επιτύχει το ίδιο αποτέλεσμα.

|  |
| --- |
| import java.util.Random;  public class PrepareJavaConcurrency02a {      final static int N = 1\_000\_000;      static double a[] = new double[N];      static double b[] = new double[N];      public static void main(String[] args) {          Random random = new Random(1729);          for (int i = 0; i < N; i++) {              a[i] = random.nextDouble();              b[i] = random.nextDouble();          }          double inner\_prod = 0.0;          for (int i = 0; i < N; i++) {              inner\_prod += a[i] \* b[i];          }          System.out.printf("Inner product: %.2f\n", inner\_prod);      }  } |
|  |

## Θέμα 3

Τι θα εμφανίσει ο ακόλουθος κώδικας κατά την εκτέλεσή του;

|  |
| --- |
| import java.util.Random;  public class PrepareJavaConcurrency03a extends Thread {      final static int T = 5;      static int order = T - 1;      int tid;      public PrepareJavaConcurrency03a(int tid) {          this.tid = tid;      }      public void run() {          while (tid != order)              ;          System.out.print(tid);          order--;      }      public static void main(String[] args) throws InterruptedException {          Thread myThreads[] = new Thread[T];          for (int t = 0; t < T; t++) {              myThreads[t] = new PrepareJavaConcurrency03a(t);              myThreads[t].start();          }          for (int t = 0; t < T; t++)              myThreads[t].join();      }  } |

Λύση:

## Θέμα 4

Μετασχηματίστε τον ακόλουθο κώδικα έτσι ώστε να εκτελεί την ίδια εργασία χρησιμοποιώντας α) Runnable interface και β) lambda function.

|  |
| --- |
| import java.util.Random;  public class PrepareJavaConcurrency03a extends Thread {      final static int T = 5;      static int order = T - 1;      int tid;      public PrepareJavaConcurrency03a(int tid) {          this.tid = tid;      }      public void run() {          while (tid != order)              ;          System.out.print(tid);          order--;      }      public static void main(String[] args) throws InterruptedException {          Thread myThreads[] = new Thread[T];          for (int t = 0; t < T; t++) {              myThreads[t] = new PrepareJavaConcurrency03a(t);              myThreads[t].start();          }          for (int t = 0; t < T; t++)              myThreads[t].join();      }  } |

Λύση: