TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG

THỰC TẬP LẬP TRÌNH NHÚNG VHT

Dự án gNode 5G

Người thực hiện:

Ngô Sỹ Trung 19020644

QH-2019-I/CQ-R Khoa Điện tử Viễn thông

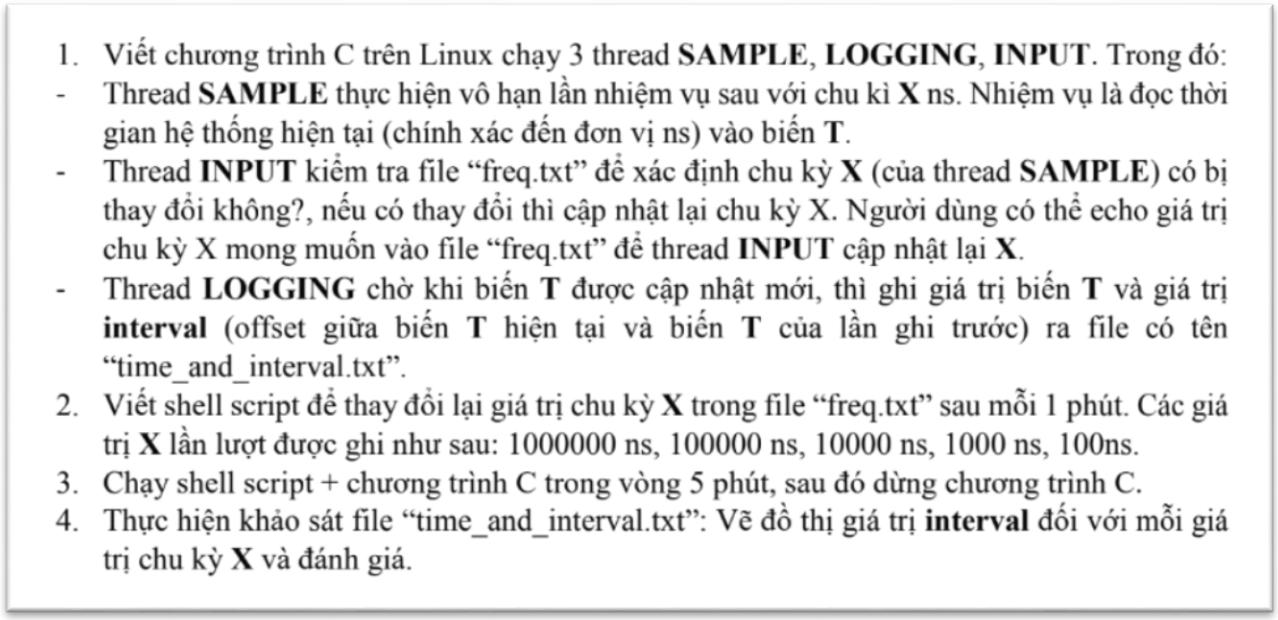
Thời gian thực hiện:

Từ 07/07/2022 tới 19/7/2022

Hà Nội, 2021

1. Nội dung cần thực hiện

Nhiệm vụ được giao là viết chương trình bằng ngôn ngữ lập trình C có nội dung được trình bày như Hình 1.1.



1. Viết chương trình C trên Linux chạy 3 thread **SAMPLE**, **LOGGING**, **INPUT**. Trong đó:
- Thread **SAMPLE** thực hiện vô hạn lần nhiệm vụ sau với chu kì **X** ns. Nhiệm vụ là đọc thời gian hệ thống hiện tại (chính xác đến đơn vị ns) vào biến **T**.
- Thread **INPUT** kiểm tra file "freq.txt" để xác định chu kỳ **X** (của thread **SAMPLE**) có bị thay đổi không?, nếu có thay đổi thì cập nhật lại chu kỳ X. Người dùng có thể echo giá trị chu kỳ X mong muốn vào file "freq.txt" để thread **INPUT** cập nhật lại **X**.
- Thread **LOGGING** chờ khi biến **T** được cập nhật mới, thì ghi giá trị biến **T** và giá trị **interval** (offset giữa biến **T** hiện tại và biến **T** của lần ghi trước) ra file có tên "time_and_interval.txt".
2. Viết shell script để thay đổi lại giá trị chu kỳ **X** trong file "freq.txt" sau mỗi 1 phút. Các giá trị **X** lần lượt được ghi như sau: 1000000 ns, 100000 ns, 10000 ns, 1000 ns, 100ns.
3. Chạy shell script + chương trình C trong vòng 5 phút, sau đó dừng chương trình C.
4. Thực hiện khảo sát file "time_and_interval.txt": Vẽ đồ thị giá trị **interval** đối với mỗi giá trị chu kỳ **X** và đánh giá.

Hình 1.1 Nội dung nhiệm vụ được giao

Yêu cầu chính:

- Làm quen với việc lập trình phân luồng xử lý.
- Tìm hiểu công việc lập trình yêu cầu tính toán trong thời gian thực.
- Học cách đánh giá kết quả thu về, từ đó đưa ra phương thức tối ưu.
- Làm quen với việc lập trình xử dụng dòng lệnh hệ thống (Shell Script)

2. Lý thuyết cần tìm hiểu

2.1. Phân luồng trong C

Thông thường, việc chỉ sử dụng một quy trình (process) để chạy nhiều tác vụ đem lại hiệu suất không cao do các lệnh phải xử lý lần lượt. Vậy nên để có thể thực hiện nhiều nhiệm vụ đồng thời trong một quy trình cần sử dụng tới chức năng phân luồng. Công việc phân luồng này có mục đích tạo ra các luồng xử lý riêng biệt, tuy nhiên vẫn sử dụng bộ nhớ toàn cục chung và vẫn có thể tác động lẫn nhau.

Ngôn ngữ C cung cấp chức năng tạo ra các luồng xử lý có tên là **pthread** bao gồm các hàm chính như sau.

Hàm khởi tạo luồng:

```
#include <pthread.h>

int pthread_create(pthread_t *thread, const pthread_attr_t *attr,
                   void *(*start)(void *), void *arg);
                                    Returns 0 on success, or a positive error number on error
```

Hàm thoát luồng:

```
include <pthread.h>

int pthread_join(pthread_t thread, void **retval);
                                    Returns 0 on success, or a positive error number on error
```

2.2. Đồng bộ các luồng trong chương trình

Để đồng bộ hoá các luồng, tránh gây xung đột khi nhiều luồng tác động vào cùng một biến toàn cục, pthread cung cấp hàm khởi tạo mutex phục vụ cho việc đồng bộ dữ liệu giữa các luồng.

Hàm khởi tạo mutex như sau:

```
   pthread_mutex_t mtx = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
```

Sau khi khởi tạo các lệnh cần động bộ sẽ được thực hiện trong các khoá mutex, hàm khoá và mở khoá mutex như sau:

```
#include <pthread.h>

int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex);
int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex);
                                    Both return 0 on success, or a positive error number on error
```

2.3. Hàm tạo thời gian nghỉ (sleep)

Trong C có nhiều hàm tạo thời gian nghỉ, trong đó có thể kể đến như sleep(), usleep(), nếu cần độ phân giải tốt hơn có thể dùng tới hàm nanosleep() và clock_nanosleep().

Trong đó, hàm clock_nanosleep() được sử dụng rộng rãi hơn khi làm việc với chức năng phân luồng bởi hàm này tính toán thời gian nghỉ dựa vào gốc thời gian được lấy ban đầu, điều này giúp giảm ảnh hưởng của việc xử lý các luồng khác tới thời gian nghỉ. Trong khi đó hàm nanosleep() khởi tạo thời gian nghỉ chỉ khi chương trình chạy tới hàm, việc phải xử lý nhiều lệnh trước khi tới hàm nanosleep() có thể làm thời gian ghi nhận có sai số lớn.

Hàm clock_nanosleep có thể được khởi tạo như sau:

```
int clock_nanosleep(clockid_t clockid, int flags,
       const struct timespec *request, struct timespec *remain);
```

Returns 0 on successfully completed sleep,
or a positive error number on error or interrupted sleep

2.4. Tập lệnh Shell Scripts

Shell là một chương trình thông dịch lệnh của một hệ điều hành, cung cấp cho người dùng khả năng tương tác với hệ điều hành bằng cách gõ từng lệnh trong terminal, đồng thời trả lại kết quả thực hiện lệnh lại cho người sử dụng.

Shell Script là một tập hợp các lệnh Shell giúp người lập trình giảm thiểu thời gian và tránh sai sót khi phải nhập nhiều lệnh Shell. Shell Script thường bắt đầu bằng dòng lệnh #!/bin/bash và lưu dưới định dạng file .sh. Cú pháp trong Shell Script tương tự như cú pháp khi gõ trên Terminal vì vậy khá dễ dàng để thực hiện.

3. Các chương trình triển khai

Toàn bộ các chương trình chạy và có tệp liên quan được đẩy lên Github tại đường dẫn: Thread_and_Time_project

Các phần chính trong chương trình được trình bày như sau.

3.1. Chương trình C

Chương trình C chạy ba luồng chính như đề bài đặt ra được trình bày chi tiết dưới đây.

3.1.1. Luồng INPUT

Luồng INPUT có chức năng nhận giá trị X mong muốn từ tệp "freq.txt" để làm tham chiếu cho chu kỳ lấy mẫu. Nếu giá trị X trong tệp thay đổi thì cập nhật lại giá trị X.

```
void *Input_function(void *INPUT)
{
   while(1){
   // Read input from freq.txt
   fscanf (fp_X, "%d", &X);
   }
}
```

3.1.2. Luồng SAMPLE

Luồng SAMPLE ghi nhận thời gian hiện tại của hệ thống theo chu kỳ X nhận được từ luồng INPUT, thời gian được lưu vào biến T để luồng LOGGING tiếp tục xử lý.

```
void *Sample_function(void * SAMPLE)
{

   // Read current date and time of the system
   clock_gettime(CLOCK_REALTIME, &ts);
   char buff[100];

   while(1)
   {

      ts.tv_nsec += X;

      if(ts.tv_nsec > 1000000000)
      {
         // temp = ts.tv_nsec;
         ts.tv_nsec = ts.tv_nsec - 1000000000;
         ts.tv_sec++;
      }
      clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME,TIMER_ABSTIME,
&ts,NULL);
```

```
      // Save current time
      clock_gettime(CLOCK_REALTIME,&current);

      // return flag for Input
      input_flag = 0;

      // Create signal for LOGGING thread
      pthread_mutex_lock(&mtx_sample);
      sample_flag = 1;
      pthread_cond_signal(&condition_sample);
      pthread_mutex_unlock(&mtx_sample);
   }
}
```

3.1.3. Luồng LOGGING

Khi có giá trị T nhận được từ luồng SAMPLE, luồng LOGGING tiến hành tính toán sai lệch so với thời gian ngay trước đó, sau đó ghi giá trị thời gian và sai số vào tệp "time_and_interval.txt".

Ngoài ra luồng LOGGING còn ghi giá trị sai số ra tệp ".txt" tương ứng với giá trị chu kỳ X tham chiếu để thuận tiện hơn cho việc vẽ đồ thị.

```
void *Logging_function(void *LOGGING){

   while(1){
      pthread_mutex_lock(&mtx_sample);
      while(sample_flag ==0)
      {
         pthread_cond_wait(&condition_sample,
&mtx_sample);
      }

      // Point to offset_data_X.txt
      fp_offset = fopen(file_name,"a");

      // Calculate offset
      // offset = ((double)ts.tv_sec + 1.0e-9*ts.tv_nsec) -
((double)ts_previous.tv_sec + 1.0e-9*ts_previous.tv_nsec);
      // printf("%.9f seconds\n", offset);

      diff_sec     =     ((long)     current.tv_sec)     -
ts_previous.tv_sec ;
      diff_nsec;

      if(ts_previous.tv_nsec    !=    current.tv_nsec    ||
ts_previous.tv_sec != current.tv_sec)
      {
```

```
         if(current.tv_nsec > ts_previous.tv_nsec)
         {
            diff_nsec       =       current.tv_nsec       -
ts_previous.tv_nsec;
         }
         else
         {
            diff_nsec  =  1000000000  +  current.tv_nsec  -
ts_previous.tv_nsec ;
            diff_sec = diff_sec - 1;
         }
         fprintf(file,"\n%ld.%09ld", diff_sec, diff_nsec);

      }

      ts_previous.tv_nsec = current.tv_nsec;
      ts_previous.tv_sec  = current.tv_sec;

      // Save offset to specific file name
      // fp_offset = fopen(file_name,"a");
      if (fp_offset){
         fprintf(fp_offset,    "%ld.%09ld\n",    diff_sec,
diff_nsec);
      }
      else{
         printf("Failed to open the file \n");
      }
      fclose(fp_offset);

      // Save date and time to "time_and_interval.txt"
      fp = fopen("time_and_interval.txt","a");
      if (fp){
         fputs(T,fp);
      }
      else{
         printf("Failed to open the file \n");
      }
      fclose(fp);

      // Return sample_flag value to continue save time
value
      sample_flag = 0;

      pthread_mutex_unlock(&mtx_sample);

   }
}
```

3.2. Tập lệnh Shell Script

Tập lệnh Shell Script có chức năng thay đổi giá trị chu kỳ X sau mỗi 1 phút, đồng thời biên dịch và chạy chương trình C trong vòng 5 phút và dừng chương trình.

Tập lệnh được viết chi tiết như sau.

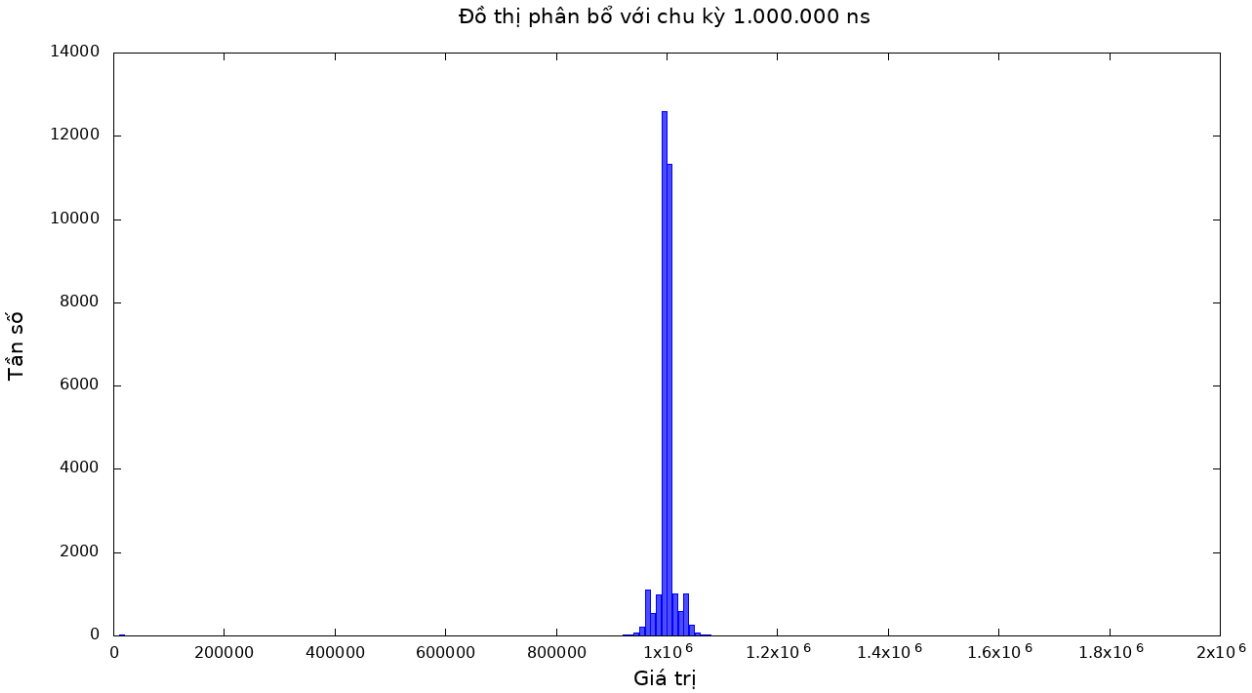
```
#!/bin/bash

# clear or remove data form file
> time_and_interval.txt
rm *offset_data_*

# Compile C program
gcc -pthread -o Thread Time_Interval_Thread.c

# get time with X period for (interval) seconds, can be
changed for better surveying
interval=60

#run 5 times
for i in {6..2}
do
     X_fake=$((10 ** $i))

    # > offset_data_$(X_fake).txt

    echo "$X_fake" > freq.txt
    echo "X frequency: $X_fake" >> time_and_interval.txt
    echo       "X       frequency:       $X_fake"       >>
offset_data_$(X_fake).txt

    # run program for (interval) seconds
    timeout $interval ./Thread "$X_fake"
    # sleep 10
done
```

4. Kết quả và thảo luận

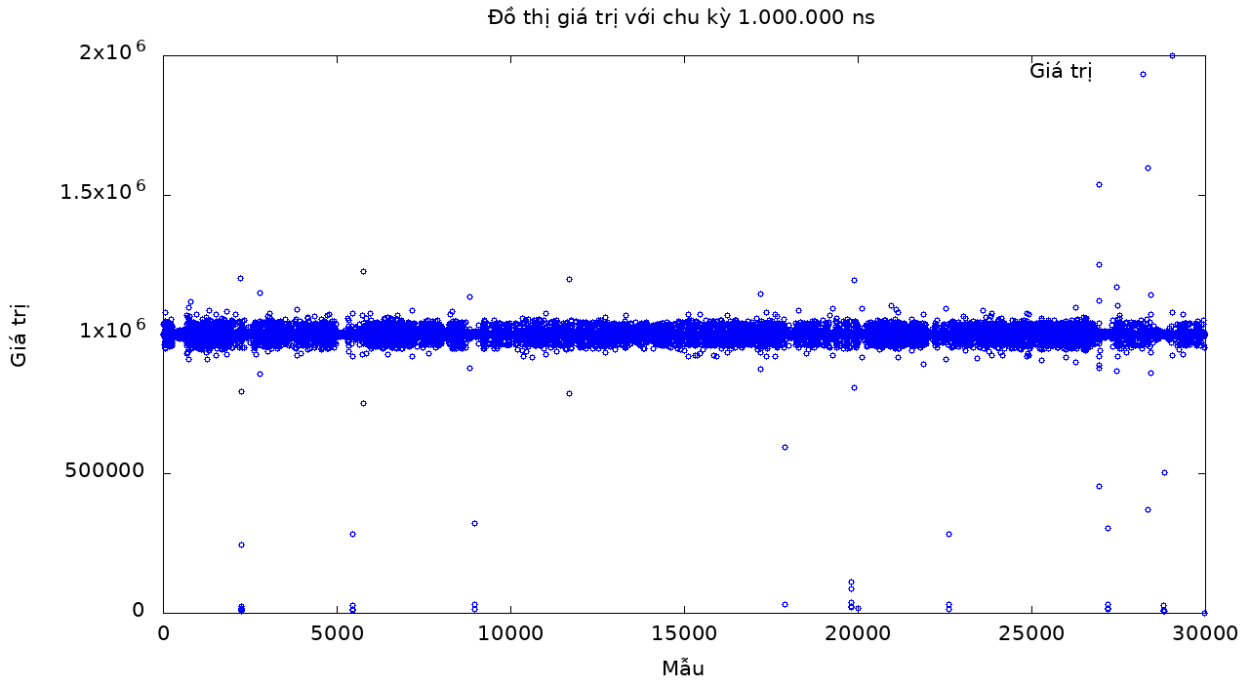
Các mục dưới đây khảo sát kết quả chu kỳ chương trình thu được. Những kết quả này được vẽ đồ thị phân bổ giá trị để so sánh với giá trị chu kỳ X mong muốn, từ đó đưa ra đánh giá và kết luận

4.1. Khảo sát chu kỳ 1.000.000ns

Đồ thị phân bổ và đồ thị giá trị tương ứng với chu kỳ 1.000.000ns được thể hiện như hình Hình 4.1 và Hình 4.2.



Hình 4.1 Đồ thị phân bổ ứng với giá trị chu kỳ 1.000.000ns



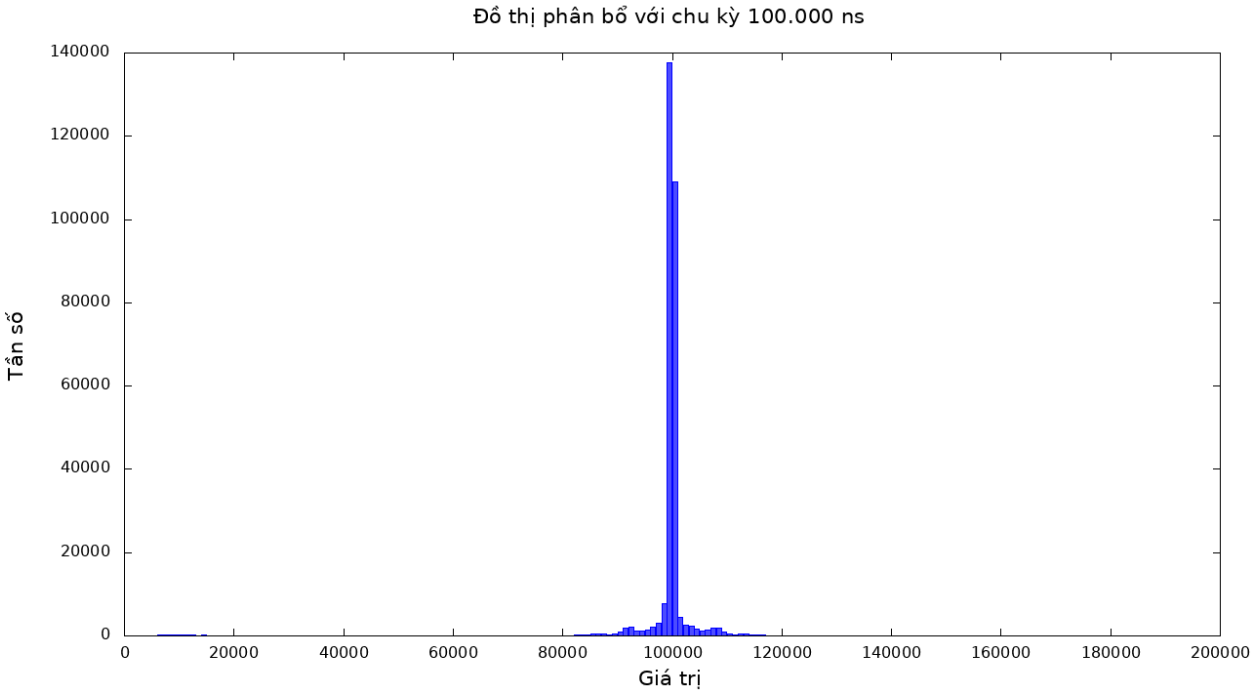
Hình 4.2 Đồ thị giá trị ứng chu kỳ 1.000.000 ns

Lấy mẫu được khoảng 30.000 mẫu, từ hai biểu đồ cho thấy hầu hết kết quả trả về nằm xung quanh giá trị chu kỳ mong muốn.

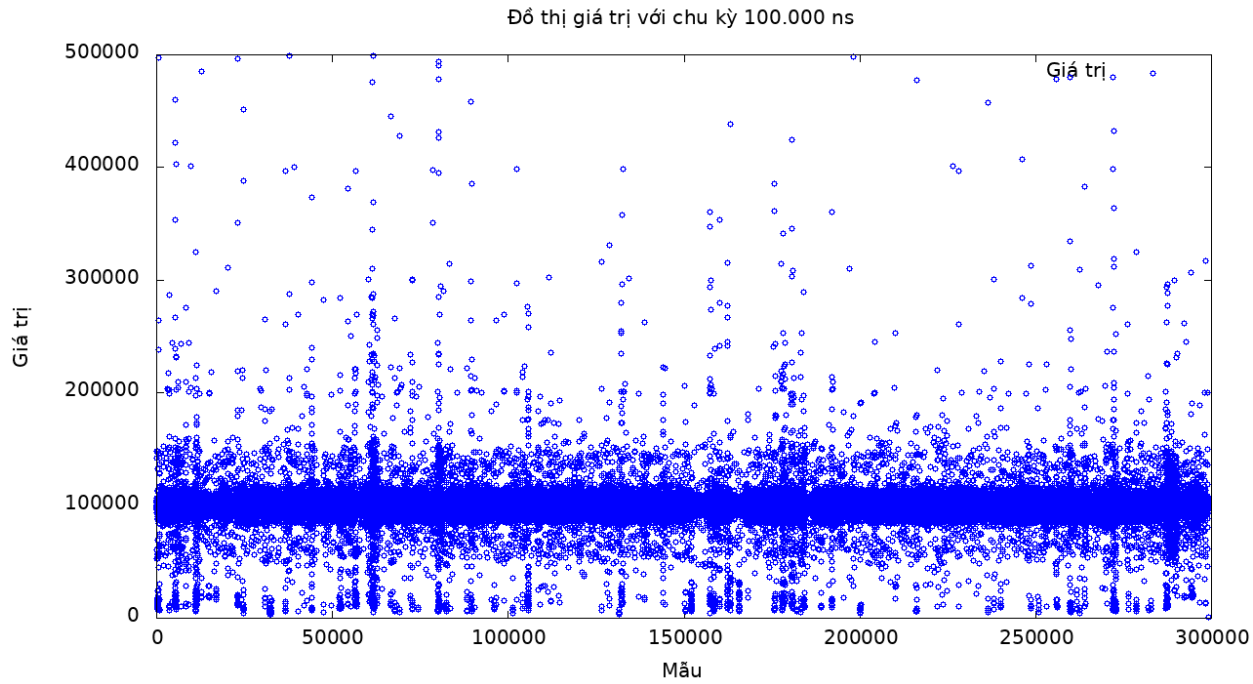
Biểu đồ phân bố cho thấy hai cột tần số cao nhất nằm ngay tại trung tâm vạch giá trị 1.000.000. Ngoài ra đồ thị giá trị cũng cho thấy vùng giá trị xung quanh khá hẹp, chứng tỏ chương trình đã xử lý tốt đối với trường hợp chu kỳ này.

4.2. Khảo sát chu kỳ 100.000ns

Hình 4.3 và Hình 4.4 thể hiện biểu đồ phân bổ và đồ thị giá trị khi chu kỳ mong muốn là 100.000 ns



Hình 4.3 Đồ thị phân bổ ứng với giá trị 100.000 ns



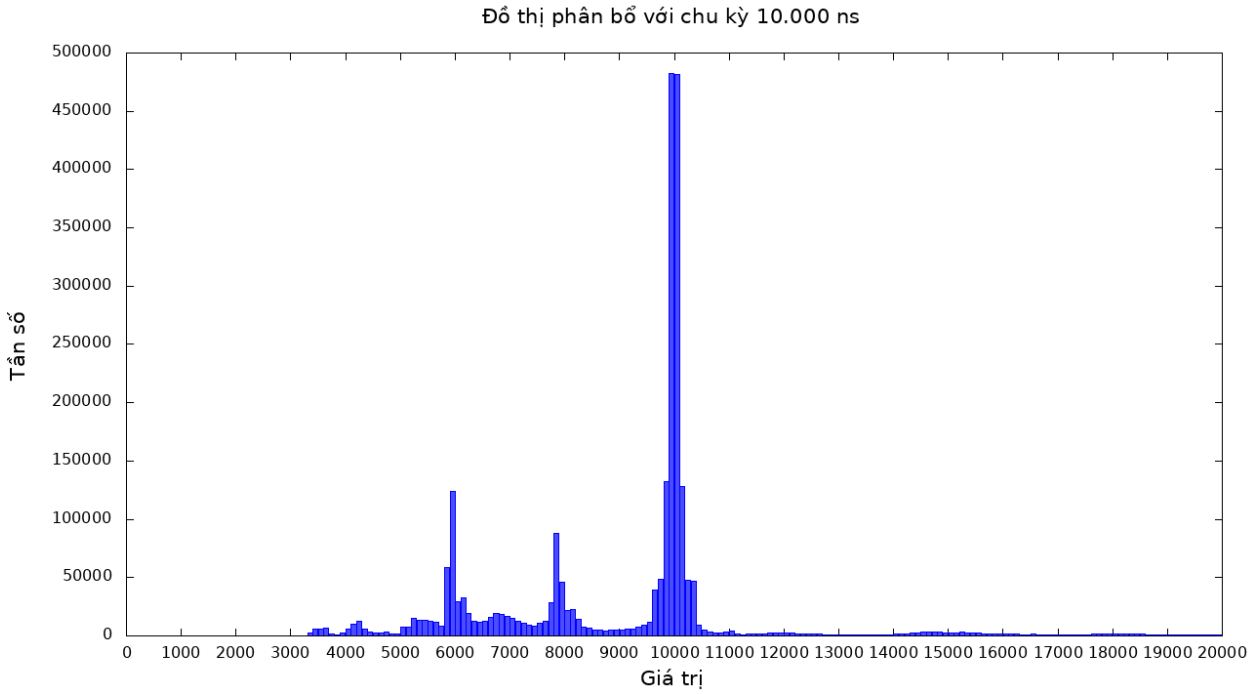
Hình 4.4 Đồ thị giá trị ứng với chu kỳ 100.000 ns

Lấy mẫu khoảng 300000 mẫu, tương tự như trường hợp chu kỳ trước, phần lớn giá trị vẫn nằm xung quanh giá trị mong muốn, hai cột tần số cao nhất vẫn nằm tại chính giữa vạch giá trị 100.000 trong biểu đồ phân bố.

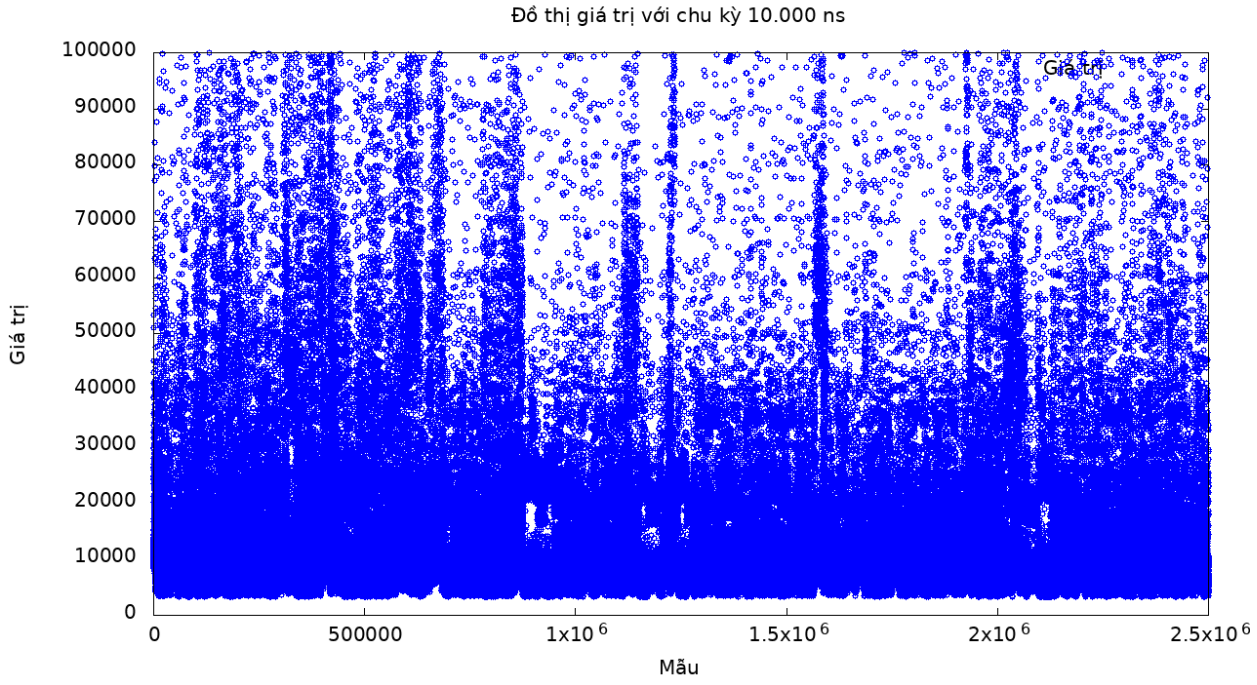
Đồ thị giá trị cho thấy vùng giá trị xung quanh giá trị mong muốn đã rộng hơn so với trường hợp trước đó chứng tỏ chương trình bắt đầu xử lý bớt hiệu quả khi làm việc với chu kỳ thấp hơn.

4.3. Khảo sát chu kỳ 10.000ns

Hình 4.5 và Hình 4.6 biểu diễn giá trị thu được khi lấy mẫu với giá trị 10.000ns



Hình 4.5 Biểu đồ phân bố ứng với chu kỳ 10.000 ns



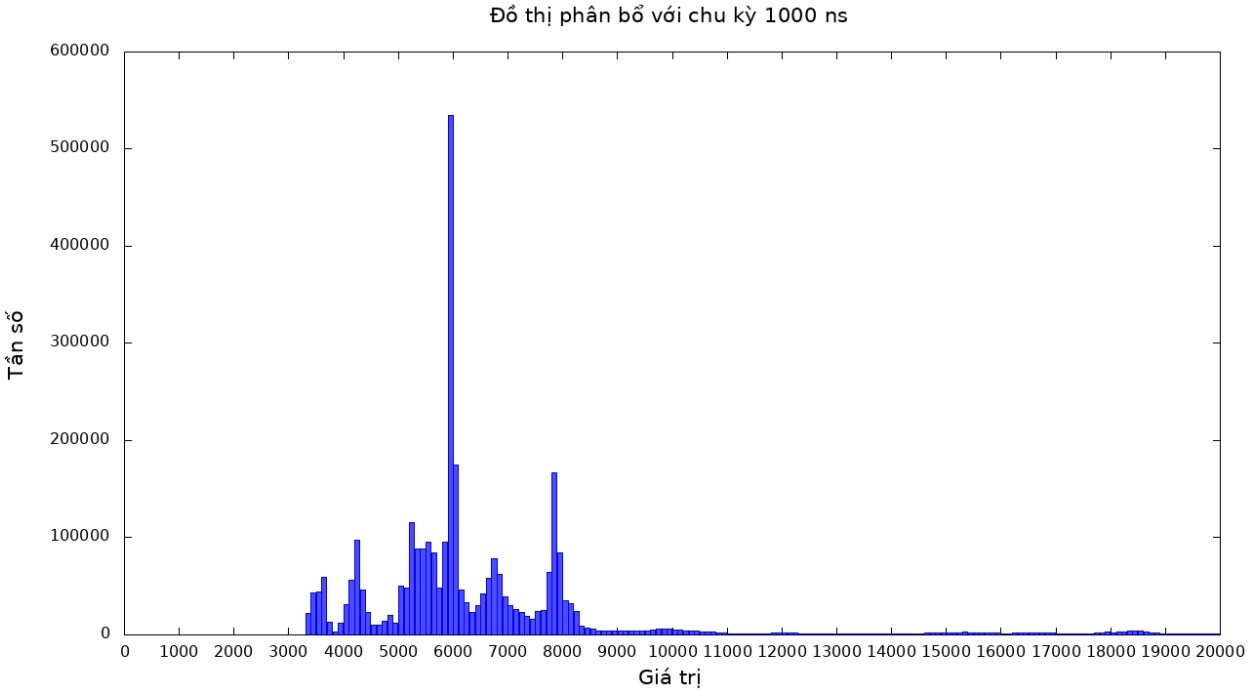
Hình 4.6 Đồ thị giá trị tương ứng với chu kỳ 10.000 ns

Lấy mẫu được khoảng 2.500.000 giá trị, dựa vào biểu đồ phân bổ nhận thấy vẫn có đã số giá trị nằm xung quanh chu kỳ mong muốn, tuy nhiên vùng giá trị đã bị trải rộng đáng kể, cụ thể là lấy được những giá trị với chu kỳ thấp hơn mong muốn, cần tìm hiểu thêm để giải thích cho trường hợp này.

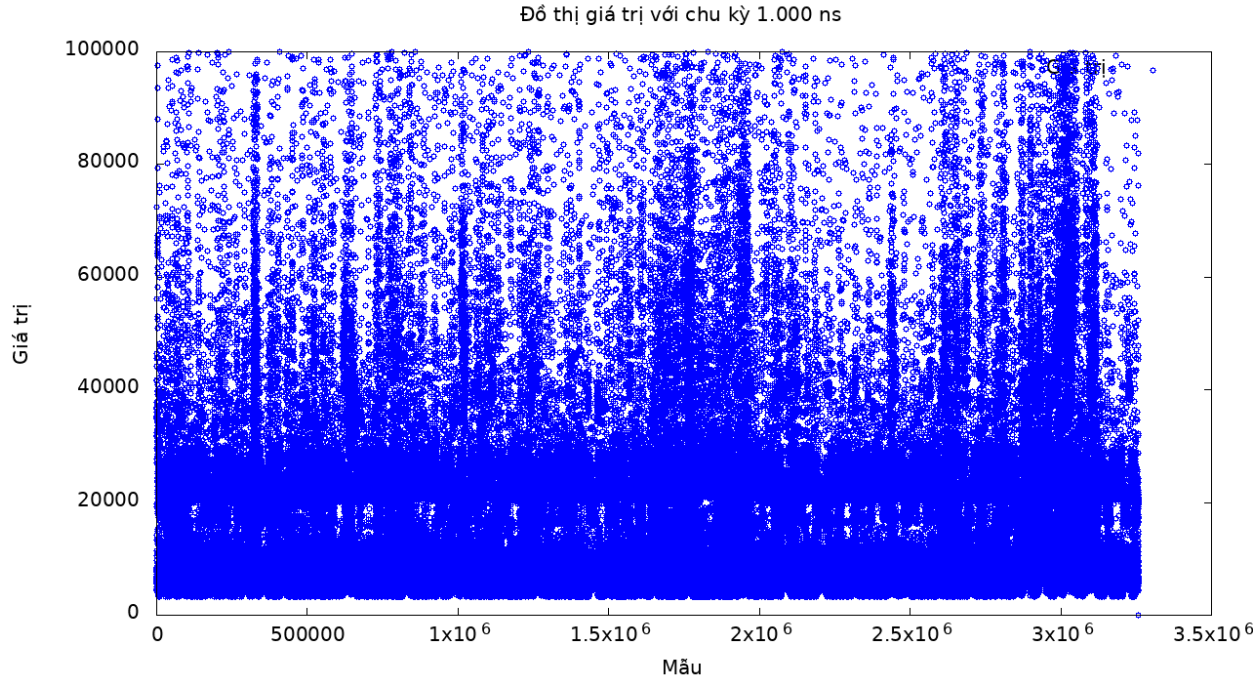
Với việc giá trị thu được bị trải rộng cùng với số lượng lớn giá trị, đồ thị giá trị bắt đầu kém khả quan nên việc đánh giá chủ yếu sẽ phụ thuộc vào đồ thị phân bổ.

4.4. Khảo sát chu kỳ 1.000ns

Hình 4.7 và Hình 4.8 thể hiện biểu đồ phân bổ và đồ thị giá trị ứng với chu kỳ 1.000 ns



Hình 4.7 Biểu đồ phân bố ứng với giá trị chu kỳ 1000 ns

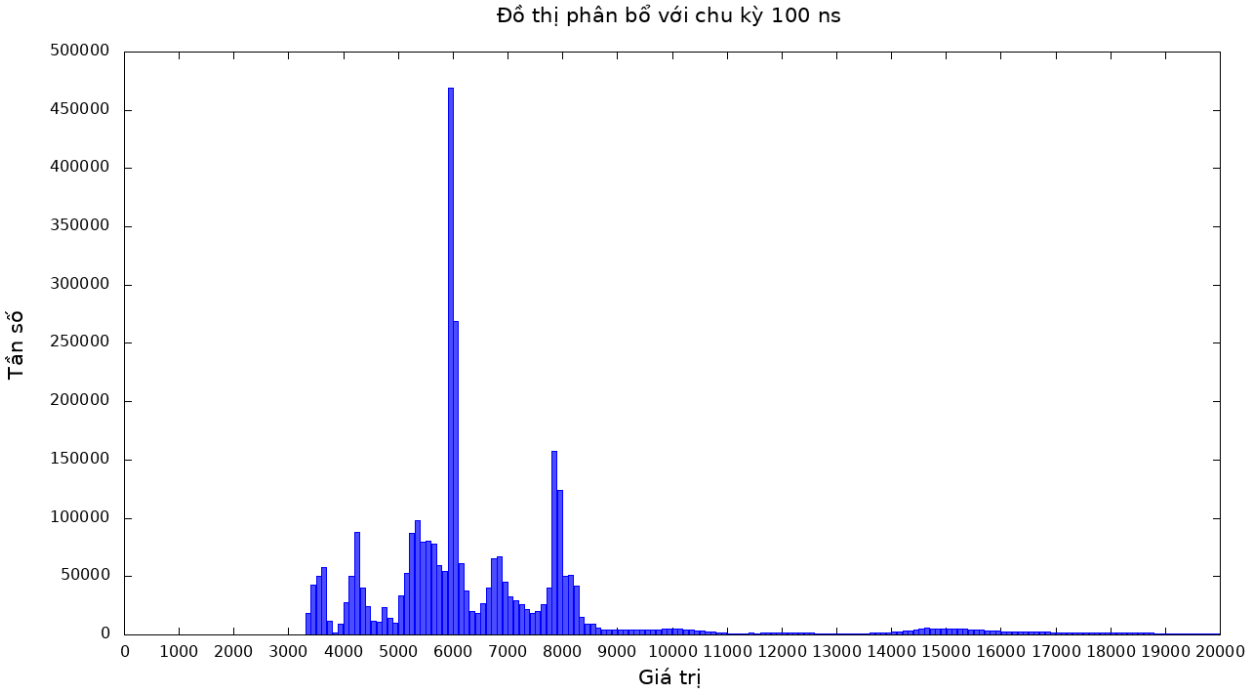


Hình 4.8 Đồ thị giá trị tương ứng với chu kỳ 1000 ns

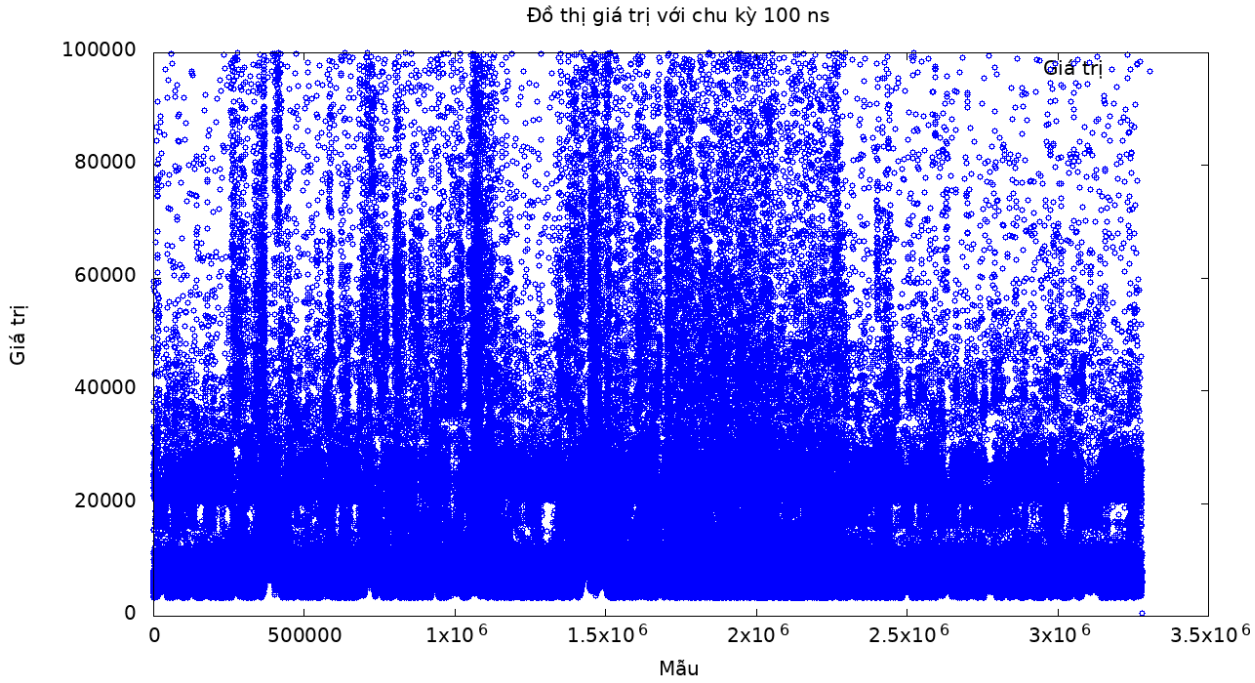
Lấy mẫu được khoảng 3.250.000 giá trị, tương tự trường hợp trên đồ thị giá trị rất kém khả quan. Từ biểu đồ phân bổ cho thấy chương trình không lấy được mẫu với giá trị mong muốn. Những mẫu thu được có giá trị nằm chủ yếu trong khoảng từ [3.200ns; 8.000ns], vùng này lại khá tương đồng với vùng giá trị lệch đi như trong trường hợp 10.000ns, khả năng đây là vùng giá trị máy tính thường xuyên trả về khi làm việc với giá trị tần số nhỏ.

4.5. Khảo sát chu kỳ 100ns

Với chu kỳ tham chiếu nhỏ nhất, biểu đồ phân bổ và đồ thị được thể hiện trong Hình 4.9 và Hình 4.10



Hình 4.9 Biểu đồ phân bổ ứng với chu kỳ 100 ns



Hình 4.10 Đồ thị giá trị tương ứng với chu kỳ 100 ns

Đối với trường hợp chu kỳ này, cả hai biểu đồ phân bổ và đồ thị giá trị trả về kết quả khá giống với trường hợp 1.000ns, chứng tỏ máy tính không thể lấy được mẫu với giá trị thấp hơn nữa. Ngoài ra kết quả cũng cho thấy khoảng giá trị [3.200ns, 8.000ns] là khoảng giá trị thấp nhất mà chương trình có thể lấy mẫu được.

Nhận xét:

- Chu kỳ càng cao khi giá trị trả về càng chính xác
- Kết quả tương đối tốt với trường hợp 1.000.000ns, 100.000ns và 10.000ns.
- Với hai trường hợp còn lại, kết quả trả về không đạt được mục tiêu đặt ra.
- Cần phải tối ưu cho chương trình và tìm đọc hiểu thêm nếu muốn làm việc với hệ thống chạy trong thời gian thực.

5. Kết luận

Việc xử lý dữ liệu trong thời gian thực gặp rất nhiều khó khăn khi làm việc với các tham số rất nhỏ, cần phải đọc thêm để nắm rõ cách thức vận hành và quy trình hoạt động của hệ thống mới có thể tiếp tục tối ưu chương trình.

Các nội dung đã học được:

- Lập trình phân luồng xử lý trong hệ thống
- Chú ý hơn về các thành phần trong chương trình và thuật toán
- Trình bày báo cáo hợp lý

Các vấn đề gặp phải bao gồm:

- Chưa hiểu rõ về Thread và Timer
- Còn hạn chế trong khâu xử lý dữ liệu
- Việc tối ưu các thuật toán vẫn còn phụ thuộc vào người hướng dẫn