UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Redes de Computadores

TP1: Protocolo Olímpico

Luiz Henrique Silva Lelis

07/05/2016

1 Visão Geral

No trabalho proposto foi implementado um sistema atendendo a todos os requisitos básicos dispostos na documentação. Foi requisitado que se implementasse um sistema cliente/servidor no qual o cliente entrasse com o tempo do atleta e o servidor retornasse a sua respectiva posição. O sistema seria utilizado como um protocolo olímpico durante as Olimpíadas de 2016. O código foi escrito em linguagem C e a biblioteca dos sockets foi usada para tornar a comunicação possível. Todo programa num Sistema Operacional que tem contato externo, por meio de rede, usa socket. Por esse motivo, o uso da biblioteca de sockets é indispensável. Por fim, os algoritmos de busca e ordenação implementados foram baseados no livro: *"Projeto de Algoritmos com Implementações em Pascal e c"*

2 Implementação

O código possui 5 arquivos principais:

- cliente.c - Recebe os parametros da linha de comando, e utiliza sockets para iniciar uma comunicação com o servidor
- servidor.c - Recebe os parametros da linha de comando, aceita a conexão com um cliente e chama as funções para fazer a ordenação e a busca
- funcoes.c - Todas as funções do programa utilizadas pelo cliente ou pelo servidor encontram-se nesse arquivo
- funcoes.h - Estruturas como o registro (tempo de cada atleta) e a tabela de tempos estão nesse arquivo. Além deles, os cabeçalhos das funções também se encontram nesse arquivo
- makefile - Arquivo responsável por compilar o código e gerar os executáveis do cliente e servidor.

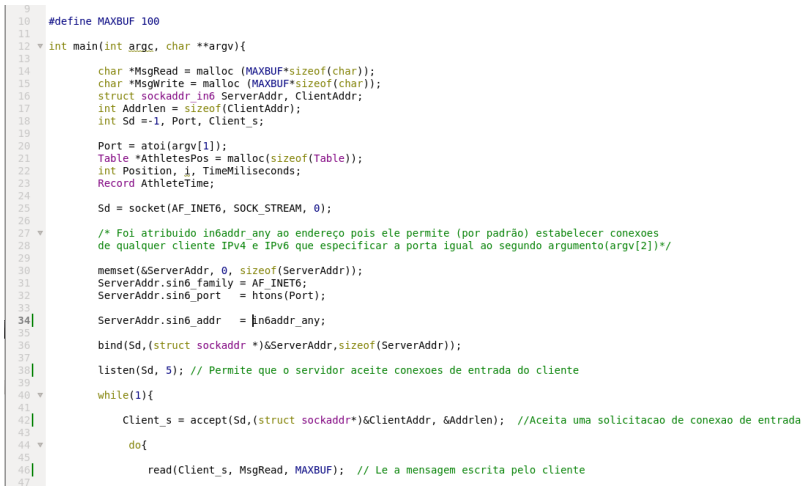
As duas estruturas principais do programa - Registro(Record) e Tabela(Table) - foram utilizadas para armazenarem os tempos dos atletas e serem manipuladas durante a ordenação e busca dos tempos. O Registro(Record) possui somente a Chave(Key) que corresponde ao tempo do atleta em milissegundos. Já a Tabela(Table), possui um array de Registros (onde todos os tempos ficam armazenados) e um inteiro n que representa o tamanho da tabela.

Para resolver o problema da ordenação de tempos, foi usado o método da inserção (InsertionSort). Foi escolhido esse método pois é o melhor quando temos uma estrutura quase totalmente ordenada de entrada. No caso atual, a tabela está quase totalmente ordenada pois a cada inserção de um novo tempo, terá uma nova ordenação.

No servidor, o programa faz primeiramente a inserção do novo tempo, depois ordena a tabela e por último faz a busca na tabela para saber em qual índice o respectivo tempo se encontra. A busca está sendo realizada através do algoritmo de busca binária (BinarySearch).

Para resolver o problema do IPv4 e IPv6 no servidor, toda a conexão foi tratada como IPv6. Esse modelo foi escolhido pois o socket IPv6 tem compatibilidade com os nós IPv4. Foi atribuido in6addr_any ao endereço do servidor

pois ele permite (por padrão) estabelecer conexoes de qualquer cliente IPv4 e IPv6 que especificar a porta igual ao segundo argumento(argv[2]).



```c
#define MAXBUF 100

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

        char *MsgRead = malloc (MAXBUF*sizeof(char));
        char *MsgWrite = malloc (MAXBUF*sizeof(char));
        struct sockaddr_in6 ServerAddr, ClientAddr;
        int Addrlen = sizeof(ClientAddr);
        int Sd =-1, Port, Client_s;

        Port = atoi(argv[1]);
        Table *AthletesPos = malloc(sizeof(Table));
        int Position, i, TimeMiliseconds;
        Record AthleteTime;

        Sd = socket(AF_INET6, SOCK_STREAM, 0);

        /* Foi atribuido in6addr_any ao endereço pois ele permite (por padrão) estabelecer conexoes
        de qualquer cliente IPv4 e IPv6 que especificar a porta igual ao segundo argumento(argv[2])*/

        memset(&ServerAddr, 0, sizeof(ServerAddr));
        ServerAddr.sin6_family = AF_INET6;
        ServerAddr.sin6_port   = htons(Port);

        ServerAddr.sin6_addr   = in6addr_any;

        bind(Sd,(struct sockaddr *)&ServerAddr,sizeof(ServerAddr));

        listen(Sd, 5); // Permite que o servidor aceite conexoes de entrada do cliente

        while(1){

            Client_s = accept(Sd,(struct sockaddr*)&ClientAddr, &Addrlen);  //Aceita uma solicitacao de conexao de entrada

             do{

                read(Client_s, MsgRead, MAXBUF);  // Le a mensagem escrita pelo cliente
```

Figure 1: Aceitando conexões de clientes IPv6 e IPv4

No caso do cliente, foi preciso inicialmente verificar se o endereço seria IPv4 ou IPv6. Para isso, foi usada a função inet_pton que converte o endereço de texto para a forma binária. Além disso, a função retorna um inteiro. Se for igual a 1, o endereço a ser convertido é um endereço válido. Dessa forma, se passar o AF_INET como parâmetro da função inet_pton, e o valor retornado for 1, significa que se trata de um endereço IPv4. Por outro lado, quando se passa AF_INET6, e o inteiro retornado for igual a 1, se trata de um endereço IPv6. Feito isso, usa-se a funcao socket() para retornar um descritor de sockets, e depois connect() para estabelecer uma conexão com o servidor.

Outro problema resolvido pelo sistema foi o tratamento do tempo de entrada. O tempo começa a ser tratado no cliente e termina seu tratamento no servidor. No cliente, a leitura da entrada é feita de caractere por caractere ignorando o espaço, tab e \r. A leitura so termina quando aparece um \n. Com isso, a string enviada para o servidor não tem espaços. A função que realiza essa leitura e edição é a ReadAndEditStr() da biblioteca funcoes.h. Com isso, no servidor, a mensagem é convertida de string para inteiro pela função ChangeToMilisec(). A funcao percorre a string atribuindo o valor numerico a uma string auxiliar. Quando chega o caractere descrevendo o tempo (h/m/s/ms), o valor numérico é multiplicado pela quantidade correspondente em milissegundos. Por exemplo, se a entrada do programa é 10h 3s, será passado para o servidor como 10h3s. No servidor, dentro da função ChangeToMilisec(), a string auxiliar receberá primeiro 10, esse valor será multiplicado por 3600000 ao receber o h (1h = 3600000ms). Feito isso, a auxiliar receberá agora 3, e ao percorrer o s, esse valor será multiplicado por 1000 (1s = 1000ms). Por fim, retorna-se a soma dos valores em milissegundos, no caso retornaria 3600000+1000.

O tempo em milissegundos é inserido na tabela, ocorre uma ordenação por InsertionSort e por fim, é feito uma busca binária. O índice do tempo buscado na tabela corresponde à colocação do atleta. Esse índice é convertido novamente para uma string (sprintf) e retornado para o cliente para ser impresso na tela

```c
int    Sd=-1, Rc;
struct in6_addr ServerAddr;
struct addrinfo Hints, *Res=NULL;
char *MsgWrite = malloc (MAXBUF*sizeof(char));
char *MsgRead = malloc (MAXBUF*sizeof(char));

memset(&Hints, 0x00, sizeof(Hints));
Hints.ai_flags = AI_NUMERICSERV;
Hints.ai_family = AF_UNSPEC;
Hints.ai_socktype = SOCK_STREAM;

Rc = inet_pton(AF_INET, argv[1], &ServerAddr);
if (Rc == 1){ // endereco valido de IPv4?
   Hints.ai_family = AF_INET;
   Hints.ai_flags = AI_NUMERICHOST;
}
else{
   Rc = inet_pton(AF_INET6, argv[1], &ServerAddr);
   if (Rc == 1){ // endereco valido de IPv6?
      Hints.ai_family = AF_INET6;
      Hints.ai_flags = AI_NUMERICHOST;
   }
}

getaddrinfo(argv[1], argv[2], &Hints, &Res); //Pega a informacao do endereco para o servidor

// A funcao socket() retorna um descritor de sockets que representa um endpoint.
Sd = socket(Res->ai_family, Res->ai_socktype, Res->ai_protocol);

// Usa a função connect () para estabelecer uma conexão com o servidor.
connect(Sd, Res->ai_addr, Res->ai_addrlen);

do{
    ReadAndEditStr(MsgWrite, MAXBUF);
    write(Sd, MsgWrite, strlen(MsgWrite)+1);
    read(Sd, MsgRead, MAXBUF);
    if(atoi(MsgRead)>=0)
        printf("%s\n", MsgRead);
} while(atoi(MsgRead)>=0);
```

Figure 2: Configuração para clientes IPv6 ou IPv4

posteriormente.

3 Compilação & Execução

Para compilar basta usar o comando:

```
make
```

Para executar deve-se seguir as intruções do enunciado:

```
./servidor [porta]
```

```
./cliente [ip/nome] [porta]
```

Inicia-se a comunicação cliente/servidor.

4 Resultados

Primeiramente, foi feito o teste de comunicação, para verificar se o programa estava aceitando comunicações de endereços IPv4 e IPv6. Para isso, foi adicionado ao cliente o seguinte código:

```c
    if(Res->ai_family == AF_INET) {
         printf("%s  e um endereco IPv4\n",argv[1]);
    } else if (Res->ai_family == AF_INET6) {
         printf("%s e um endereco IPv6\n",argv[1]);
    } else {
         printf("%s e um formato desconhecido %d\n",argv[1],Res
             ->ai_family);
    }
```

```
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ ./cliente 127.0.0.1 3005
127.0.0.1  e um endereco IPv4
^C
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ ./cliente ::1 3005
::1 e um endereco IPv6
^C
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ ./cliente localhost 3005
localhost  e um endereco IPv4
^C
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$
```

Figure 3: Teste com entrada de endereços IPv6, IPv4 ou nome

Os resultados obtidos seguem abaixo:

Além desse teste, foi testado a conexão com o servidor. O teste da comunicação cliente/servidor e das particularidades do Protocolo Olímpico seguem abaixo:

CLIENTE

```
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ make
gcc servidor.c funcoes.c -o servidor
gcc cliente.c funcoes.c -o cliente
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ ./cliente 127.0.0.1 3005
1h 3s
1
1h 3m 4s 444ms
2
0h 33m 44s 333ms
1
289ms
1
2h
5
465m
6
334ms 44s 33m 0h
3
288ms
1
1h 2m 33m 346ms
7
22h
10
-8
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$
```

SERVIDOR

```
luizhlelis@luizlelisPC:~$ cd /media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1/
luizhlelis@luizlelisPC:/media/DADOS_750GB/UFMG/Quinto/Redes/TP1$ ./servidor 3005
```

Figure 4: Teste comunicação cliente/servidor

Ao encerrar o cliente (entrada de um valor negativo), o servidor deve continuar seu funcionamento normalmente, aguardando pela conexão de um novo cliente. Esse novo cliente deve ter uma nova tabela de tempos e começar as configurações do início. O teste para verificar o funcionamento nessas condições segue abaixo(no teste, o serviço do servidor já está rodando na porta 3005):

Figure 5: Teste - encerra a comunicação com um cliente e inicia nova conexão

5 Conclusão

Analisando o exposto acima, observa-se resultados bastante satisfatórios. O programa aceita comunicação de endereços IPv4, IPv6 ou de hostNames. Além disso, os tempos inseridos são tratados e armazenados e a ordenação e busca são realizados em um tempo satisfatório. Por fim, a posição do respectivo atleta é retornada para o cliente. Sendo assim, os objetivos propostos foram resolvidos possibilitando que o problema do Protocolo Olímpico fosse concluído com êxito.

6 Referências

IBM Knowledge Center – **Example: Accepting connections from both IPv6 and IPv4 clients**. Disponível em: `<https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ssw\_i5\_54/rzab6/xacceptboth.htm?lang=pt-br>`. Acesso em 8 de maio de 2016.

ZIVIANI, Nivio. **Projeto de algoritmos com implementações em Pascal e C. 3**. ed. Belo Horizonte: Cengage, 2004.