Сети ЭВМ и телекоммуникации

Д. С. Мурашко

28 декабря 2014 г.

Глава 1

Калькулятор

Разработать приложение-сервер «Удаленный калькулятор», позволяющее по запросу выполнять математические операции, и удаленный клиент для сервера.

1.1 Функциональные требования

Серверное приложение должно реализовывать следующие функции:

1. Приём «быстрых» операций с аргументами от клиента. Должны поддерживаться следующие операции: сложение, вычитание, умножение, деление.
2. Вычисление «долгих» математических операций (факториал, квадратный корень) с последующей отложенной посылкой результата клиенту(отдельная операция, инициируемая сервером).
3. Обработка запроса на отключение клиента
4. Принудительное отключение клиента

Клиентское приложение должно реализовывать следующие функции:

1. Посылка операции с аргументами на вычисление
2. Получение результата вычислений«быстрых» операций
3. Получения результата вычислений«долгих» операций
4. Разрыв соединения
5. Обработка ситуации отключения клиента сервером

1.2 Нефункциональные требования

Серверное приложение:

1. Прослушивание определенного порта
2. Обработка запросов на подключение по этому порту от клиентов
3. Поддержка одновременной работы нескольких клиентов через механизм нитей

Клиентское приложение должно реализовывать следующие функции:

1. Установление соединения с сервером

1.3 Накладываемые ограничения

1. Ограничение на вводимые данные: результат выражения может "выйти"за пределы типа double (больше 19 разрядов), причем такая ситуация возможна для всех операций. Это является большим минусов приложения. Решить эту проблему возможно с помощью вычислений с произвольной точностью, использовав, к примеру, библиотеку GMP.
2. Ограничения на длину сообщения: максимальный размер 20 символов.Для правильного чтения/отправки сообщения требуется фиксированная длина.
3. Ограниченние, накладываемое на вычисление факториала: аргумент не должен быть больше 16 (идет переполнение long int)
4. Обрыв сессии - некорректное завершение работы клиентом. При некорректном завершении сессии клиентом он останется в состоянии "online что является минусом данного протокола

Глава 2

Реализация для работы по протоколу TCP

2.1 Прикладной протокол

Клиент и сервер обмениваются сообщениями. Сообщение от клиента – запрос, сообщение от сервера – ответ. В ходе работы клиент посылает запросы серверу. Сервер обязан отправить ответ. На каждый запрос должен быть отправлен только один ответ. В качестве сообщения передается строка с арифметическим выражением. Предусмотренны следующие команды: сложение, вычитание, умножение, деление, вычисление факториала и квадратного корня:

1. Формат для операций сложения, вычитания, умножения и деления:

   (a) Первое число

   (b) Знак операции (+, -, *, /)

   (c) Второе число

   (d) Равно (=)

   Дробная часть вводится через "."

2. Формат для операций факториал и квадратный корень:

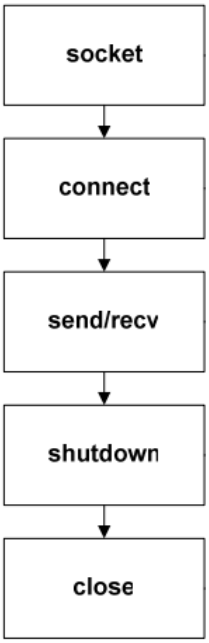
(a) Число

(b) Знак операции (!)

2.2 Архитектура приложения

2.2.1 Описание клиента

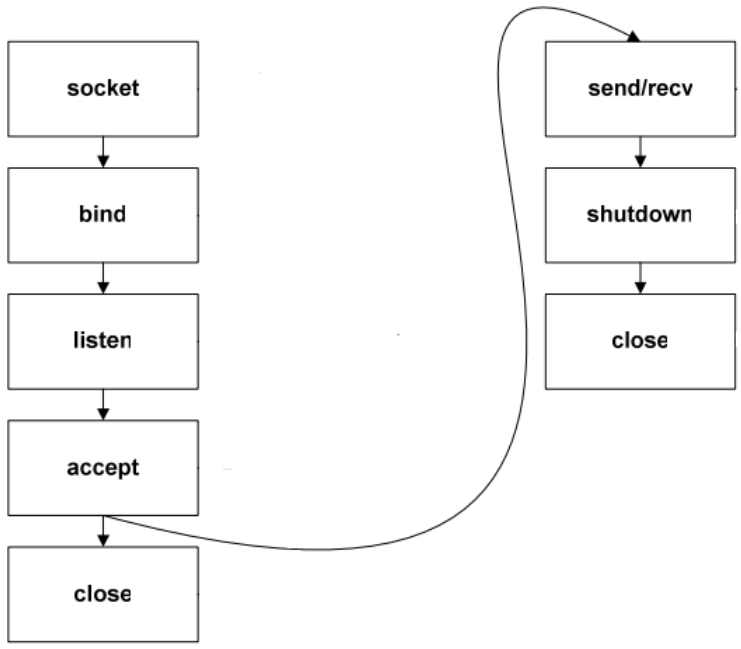
Клиент протокола TCP создаёт экземпляр сокета, необходимый для взаимодействия с сервером, организует соединение, осуществляет обмен данными, в соответствии с протоколом прикладного уровня. Структура TCP-клиента представлена ниже:



2.2.2 Описание сервера

Организация TCP-сервера отличается отTCP-клиента в первую очередь созданием слушающего сокета. Такой сокет находится в состоянии listen и предназначен только для приёма входящих соединений. В случае прихода запроса на соединение создаётся дополнительный сокет, который

и занимается обменом данными с клиентом. Типичная структура TCP-сервера и взаимосвязь сокетов изображена ниже:



а) Слушающий сокет б) Порождённый сокет

2.2.3 Дизайн приложения

После запуска сервер начинает прослушивать определенный порт (5001) и при подключении клиента, выделяет ему отдельный поток. При подключнии к серверу выводится:
Input Expression:
Далее клиент вводит выражение согласно протоколу. В случае ввода "быстрых"операций клиент сразу получает ответ в формате:
Answer = 45 и предлогается ввести следующее выражение.
Результат вычисления "долгих"математических операций (факториал, квадратный корень) посылаюся с отложенной посылкой результата клиенту. Для получения результата клиент вводит команду CHECK-F или CHECK-S для факториала или квадратного корня соответственно. Чтобы завершить соединение клиент должен ввести: q.

2.2.4 Многопоточное взаимодействие с несколькими клиентами

Для осуществления многоклиентского взаимодействия используются потоки, каждый поток защищен от другого клиента. Сервер при постоянном режиме прослушивает необходимый порт и при подключении клиента, выделяет ему отдельный поток и ждет сообщения от клиента. Поток завершается при отключении клиента. Сервер в любой момент может отключить подключившегося к нему клиента. Для этого требуется ввести команду:
k[numb],
где [numb]-номер подключившегося клиента. Сервер закроет поток, соответствующий этому клиенту, тем самым отключит выбранного клиента.

Описание среды разработки

Linux debian 3.2.0-4-486 1 Debian 3.2.60-1+deb7u3 i686 GNU/Linux.
Среда разработки - Eclipse.
Windows 7.
Среда разработки - Visual Studio 2010.

2.3 Тестирование

2.3.1 Описание тестового стенда и методики тестирования

Для тестирования приложения запускается сервер и несколько клиентов. В процессе тестирования проверяются основные возможности сервера по параллельному тестированию нескольких пользователей.

2.3.2 Тестовый план и результаты тестирования

Протесируем вначале быстрые операции: сложение, вычиание, умножение и деление. Проверим работу с положительными и отрицательными числами, деление на 0.
Input Expression:
2+2=
Answer = 4.000000

Input Expression:

5-6=
Answer = -1.000000

Input Expression:
-5+4=
Answer = -1.000000

Input Expression:
253.4678*4515=
Answer = 1144407.117000

Input Expression:
362626/57483435=
Answer = 0.006308

Input Expression:
3435/0=
Error, input divider != 0 !

Input Expression:
-56/-78=
Answer = 0.717949

Теперь проверим долгие операции: факториал и квадратный корень. Проверим работу, как поведет себя приложение при задании неверных аргументов для этих операций, а также протестируем отложенную посылку результата.
строку ввести Input Expression:
4!
Wait

Input Expression:
45-90=
Answer = -45.000000

Input Expression:
CHECK-F
Factorial = 24

Input Expression:
45

Wait

Input Expression:
57/89=
Answer = 0.640449

Input Expression:
CHECK-S
Sqrt = 6.708204

Input Expression:
-5!
Error, input Factorial > 0 !

Input Expression:
-5
Error, input Root >= 0 !

При задании достаточно большого аргумента для факториала, приложение "падает т.к. результат операции выходит из максимального значения типа long int Input Expression:
20!
Wait

Input Expression:
CHECK-F
Factorial = -2102132736
Проверим работу приожения с слишком большими числами:
Input Expression:
4444444444444444444444444444+99999999999999999999999999999999999999999999=
Too long expression!

Проверим многопоточность - запустим несколько клиентов одновременно (проверялось 4 клиента одновременно, но максимально возможно 10). Приложение работает корректно со всеми клиентами.
Проверим независимость потоков: для этого добавим sleep(10) для одной из операций. При вычислении этой операции данный поток ждет 10 секунд, другой, не "спит работает правильно.

При вводе неверных данных (к примеру: abc), приложение также "падает т.к. данные не соответствуют протоколу.

Глава 3

Реализация для работы по протоколу UDP

3.1 Прикладной протокол

Прикладной протокол UDP ничем не отличается от TCP, т.к. также передается строка с арифметическим выражением (см.2.1, описывающий протокол для взаимодействия по TCP).

3.2 Архитектура приложения и Тестирование

Архитектура приложения и тестирование такие же как у TCP, единственное различие - реализация многопоточности. Так как в данной реализации не предусматривается установления логического соединения, то удобна организация асинхронного сервера, реагирующего на сообщения. Поэтому реализация такой задачи была осуществлена с помощью логики, а не потоков.

Глава 4

Выводы

4.1 TCP

TCP – протокол с обеспечением надежности передачи. TCP гарантирует, что данные не потеряются в пути, придут в правильном порядке и не придут дважды. Однако, так как TCP – потоковый протокол, может возникнуть проблема, связанная с вызовом read/recv , т.к. он может считать лишь часть сообщения. Таким образом, для чтения одного сообщения может понадобиться несколько вызовов read/recv. Поэтому в данном приложении длина сообщения ограниченна. Также протокол TCP требует, чтобы все отправленные сегменты данных были подтверждены с приёмного конца, т.е. используется алгоритм обратной связи.

4.2 UDP

Протокол UDP называют протоколом ненадёжной доставки. Протокол UDP обеспечивает только доставку дейтаграммы и не гарантирует её выполнение. При обнаружении ошибки дейтаграмма просто стирается. Протокол не поддерживает виртуального соединения с удалённым модулем UDP. Чаще всего базируется на принципах динамической маршрутизации (каждая дейтаграмма передаётся по оптимальному маршруту). Основное достоинство — простота.

Приложения

Описание среды разработки

Linux debian 3.2.0-4-486 1 Debian 3.2.60-1+deb7u3 i686 GNU/Linux.
Среда разработки - Eclipse.
Windows 7.
Среда разработки - Visual Studio 2010.

Листинги

TCP сервер

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #include <sys/types.h>
4  #include <sys/socket.h>
5  #include <netinet/in.h>
6  #include <string.h>
7  #include <math.h>
8  #include <gmp.h>
9  #include <stdbool.h>
10 #define max_conn 10
11 #define max_delays_num 100
12 #define BUFLEN 40
13
14 int socks[max_conn];
15 int sockfd;
16
17 long int fact_args[max_delays_num];
18 pthread_t fact_thread[max_delays_num];
19 long int fact_res[max_delays_num];
20
21 double sqrt_args[max_delays_num];
22 pthread_t sqrt_thread[max_delays_num];
23 double sqrt_res[max_delays_num];
```

```
24
25 void* fun(void* arg){
26    int newsockfd = *(int*)arg;
27    while(1){
28       char text[60],tmp[60];
29       int kill_client=0;//нужно ли убить заданного клиента
30       int exit_server=0;
31       int numb;
32       fgets(text,59,stdin);
33       if(text[0]=='q'){
34          printf("exit\n");
35          shutdown(sockfd,2);
36          close(sockfd);
37
38       }
39       if(text[0]=='k'){
40          kill_client=1;
41          numb=text[1]-48;
42          printf("numb␣%d\n",numb);
43       }
44       else {
45          kill_client=0;
46
47       }
48       if (kill_client==1){
49          shutdown(socks[numb],2);
50          close(socks[numb]);
51          kill_client=0;
52       }
53
54    }
55 }
56 void* threads(void* arg) {
57    int newsockfd = *(int*)arg;
58    char buffer[BUFLEN], ans[BUFLEN];
59    int n;
60    while (1){
61       bzero(buffer, BUFLEN);
62       n = read(newsockfd, buffer, BUFLEN-1);
63       if (strlen(buffer)>30){
64          write(newsockfd, "Too␣long␣expression!\n", strlen("
              Too␣long␣expression!\n"));
65       }
66       else
67       calculation(buffer, ans, n, newsockfd);
68    }
69 }
70
71 long int factorial(long int x) {
```

```
72      return !x ? 1 : x * factorial(x - 1);
73  }
74
75  void run_fact(void* args) {
76
77      int* sockfd_p = (int*) args;
78      int sockfd = *sockfd_p;
79      fact_res[sockfd] = factorial(fact_args[sockfd]);
80  }
81
82  void run_sqrt(void* args) {
83      int* sockfd_p = (int*) args;
84      int sockfd = *sockfd_p;
85      sqrt_res[sockfd] = sqrt(sqrt_args[sockfd]);
86  }
87
88  void calculation(char *buffer, char *ans, int n, int
        newsockfd) {
89      int i, j;
90      long int f,ansf;
91      double a, b, k, answer;
92      char temp1[BUFLEN],temp2[BUFLEN];
93      int size;
94      //printf("Received: %s\n", buffer);
95
96      bzero(temp1, BUFLEN);
97      bzero(temp2, BUFLEN);
98      if (strncmp(buffer, "CHECK_F", 7) == 0) {
99          if (fact_res[newsockfd] != 0) {
100
101             sprintf(temp1, "Factorial␣=␣%ld\n", fact_res[
                    newsockfd]);
102             write(newsockfd, temp1, strlen(temp1));
103             printf("factorial␣=␣%ld\n", fact_res[newsockfd]);
104             fact_res[newsockfd] = 0;
105         }
106         else {
107             write(newsockfd, "Not␣yet", strlen("Not␣yet"));
108         }
109         return;
110     }
111
112     if (strncmp(buffer, "CHECK_S", 7) == 0) {
113         if (sqrt_res[newsockfd] != 0) {
114             sprintf(temp1, "Sqrt␣=␣%lf\n", sqrt_res[newsockfd]);
115             write(newsockfd, temp1, strlen(temp1));
116             printf("sqrt␣=␣%lf\n", sqrt_res[newsockfd]);
117             sqrt_res[newsockfd] = 0;
118         }
```

```
119         else {
120             write(newsockfd, "Not yet", strlen("Not yet"));
121         }
122         return;
123     }
124 
125     for (i = 1; i < (BUFLEN-1); i++) {
126         //factorial
127         if (buffer[i] == '!'){
128             strncpy(temp1, buffer, i);
129             f = atoi(temp1);
130             break;
131         }
132         //sqrt
133         if (buffer[i] == '#'){
134             strncpy(temp1, buffer, i);
135             a = atof(temp1);
136             break;
137         }
138         // *, /, +,-
139         if ((buffer[i] == '*') ||(buffer[i] == '/') ||(buffer[i
                ] == '+') || (buffer[i] == '-'))  {
140             strncpy(temp1, buffer, i);
141             a = atof(temp1);
142             break;
143         }
144     }
145     //end expression
146     for (j = 0; j < (BUFLEN-1); j++) {
147         if (buffer[j] == '=') {
148             strncpy(temp2, buffer + i + 1, j - i - 1);
149             b = atof(temp2);
150             break;
151         }
152     }
153 
154     if (buffer[i] == '+'){
155         answer = a+b;
156         sprintf(ans, "Answer = %lf\n", answer);
157         write(newsockfd, ans, strlen(ans));
158     }
159     if (buffer[i] == '-'){
160         answer = a-b;
161         sprintf(ans, "Answer = %lf\n", answer);
162         write(newsockfd, ans, strlen(ans));
163     }
164     if (buffer[i] == '*'){
165         answer = a*b;
166         //mpz_mul (answer,a,b);
```

```
167         sprintf(ans, "Answer␣=␣%lf\n", answer);
168         write(newsockfd, ans, strlen(ans));
169     }
170     if (buffer[i] == '/'){
171         if (b==0){
172             write(newsockfd,"Error,␣input␣divider␣!=␣0␣!\n",
                    strlen("Error,␣input␣divider␣!=␣0␣!\n"));
173         }
174         else {
175             answer = a/b;
176             sprintf(ans, "Answer␣=␣%lf\n", answer);
177             write(newsockfd, ans, strlen(ans));
178         }
179     }
180     if (buffer[i] == '#'){
181         if (a<0){
182             write(newsockfd,"Error,␣input␣Root␣>=␣0␣!\n",strlen(
                    "Error,␣input␣Root␣>␣0␣!\n"));
183         }
184         else {
185             sqrt_args[newsockfd] = a;
186             sqrt_res[newsockfd] = 0;
187             pthread_create(&(sqrt_thread[newsockfd]),
188                     NULL,
189                     run_sqrt,
190                     (void*) &newsockfd);
191             write(newsockfd, "Wait\n", strlen("Wait\n"));
192         }
193     }
194     if (buffer[i] == '!'){
195         if (f<=0){
196             write(newsockfd,"Error,␣input␣Factorial␣>␣0␣!\n",
                    strlen("Error,␣input␣Factorial␣>␣0␣!\n"));
197         }
198         else {
199             fact_args[newsockfd] = f;
200             fact_res[newsockfd] = 0;
201             pthread_create(&(fact_thread[newsockfd]),
202                     NULL,
203                     run_fact,
204                     (void*) &newsockfd);
205             write(newsockfd, "Wait\n", strlen("Wait\n"));
206         }
207     }
208 }
209
210 int main(int argc, char *argv[]) {
211     int newsockfd, portno, clilen;
212     char buffer[BUFLEN], ans[BUFLEN];
```

```
213     struct sockaddr_in serv_addr, cli_addr;
214     int n;
215     pthread_t worker_thread[max_conn];
216     /* First call to socket() function */
217     sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
218     if (sockfd < 0) {
219        perror("ERROR opening socket");
220        exit(1);
221     }
222     /* Initialize socket structure */
223     bzero((char *) &serv_addr, sizeof(serv_addr));
224     portno = 5001;
225     serv_addr.sin_family = AF_INET;
226     serv_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
227     serv_addr.sin_port = htons(portno);
228
229     const int on = 1;
230     setsockopt(sockfd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, &on, sizeof(
          on));
231     if (bind(sockfd, (struct sockaddr *) &serv_addr, sizeof(
          serv_addr)) < 0) {
232        perror("ERROR on binding");
233        exit(1);
234     }
235
236     /* Now start listening for the clients, here process will
237      * go in sleep mode and will wait for the incoming
            connection
238      */
239     listen(sockfd, 5);
240     clilen = sizeof(cli_addr);
241
242     pthread_t keyboard;
243     int worker_count = 0;
244     pthread_create(&keyboard, NULL, fun, (void*) &newsockfd);
245     /* If connection is established then start communicating
          */
246     while (1){
247        int worker_socket[max_conn];
248        int i;
249        printf("Waiting\n");
250        /* Accept actual connection from the client */
251        newsockfd = accept(sockfd, (struct sockaddr *) &
              cli_addr, &clilen);
252        printf("Connection %d\n", newsockfd-4);
253
254        socks[worker_count]=newsockfd;
255        if (newsockfd <= 0) {
256           perror("ERROR on accept");
```

```
257             break;
258         }
259         pthread_create(&(worker_thread[worker_count]),
260                 NULL,
261                 threads,
262                 (void*) &newsockfd);
263         worker_count++;
264         /*for (i = 0; i < worker_count; i++) {
265                 pthread_join(worker_thread[i], NULL);
266             }*/
267     }
268
269     return 0;
270 }
```

Файл сборки Makefile

```
1 all:
2     gcc main.c -o my_server -lm -lpthread
3
4 clean:
5     rm my_server
6     rm *.o
```

TCP клиент

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <sys/types.h>
3  #include <sys/socket.h>
4  #include <netinet/in.h>
5  #include <ctype.h>
6  #define BUFLEN 40
7  int main(int argc, char *argv[])
8  {
9      int sockfd, portno, n;
10     struct sockaddr_in serv_addr;
11     struct hostent *server;
12
13     char buffer[BUFLEN];
14
15     if (argc < 3) {
16         fprintf(stderr,"usage␣%s␣hostname␣port\n", argv[0]);
17         exit(0);
18     }
19     portno = atoi(argv[2]);
```

```
20      /* Create a socket point */
21      sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
22      if (sockfd < 0)
23      {
24         perror("ERROR opening socket");
25         exit(1);
26      }
27      server = gethostbyname(argv[1]);
28      if (server == NULL) {
29         fprintf(stderr,"ERROR, no such host\n");
30         exit(0);
31      }
32
33      bzero((char *) &serv_addr, sizeof(serv_addr));
34      serv_addr.sin_family = AF_INET;
35      /* bcopy((char *)server->h_addr,
36              (char *)&serv_addr.sin_addr.s_addr,
37                   server->h_length);*/
38      serv_addr.sin_port = htons(portno);
39
40      /* Now connect to the server */
41      if (connect(sockfd,&serv_addr,sizeof(serv_addr)) < 0)
42      {
43         perror("ERROR connecting");
44         exit(1);
45      }
46      /* Now ask for a message from the user, this message
47       * will be read by server
48       */
49
50      while (1) {
51
52         printf("Input Expression:\n");
53         bzero(buffer, BUFLEN);
54         fgets(buffer, BUFLEN-1, stdin);
55         if (strcmp(buffer, "q\n") == 0) {
56            printf("Exit\n");
57            close(sockfd);
58            break;
59         }
60         n = write(sockfd, buffer, strlen(buffer));
61         if (n <= 0) {
62            printf("Error writing to socket\n");
63            close(sockfd);
64            exit(0);
65         }
66
67         bzero(buffer, BUFLEN);
68         n = read(sockfd, buffer, BUFLEN-1);
```

```
69        if (n <= 0) {
70           printf("Error reading socket!\n");
71           close(sockfd);
72           exit(0);
73        }
74
75        printf("%s\n", buffer);
76
77     }
78     return 0;
79  }
```

TCP клиент Windows

```
1
2
3  #include "stdafx.h"
4  #include <stdio.h>
5  #include <sys/types.h>
6  #include <winsock2.h>
7  #include <ws2tcpip.h>
8  #include <string.h>
9  #include <stdlib.h>
10 #include <ws2def.h>
11 #include <ctype.h>
12 #include "io.h"
13
14 #pragma comment (lib, "Ws2_32.lib")
15 #pragma comment (lib, "Mswsock.lib")
16 #pragma comment (lib, "AdvApi32.lib")
17
18 #define bzero(b,len) (memset((b), '\0', (len)), (void) 0)
19 #define bcopy(b1,b2,len) (memmove((b2), (b1), (len)), (void)
      0)
20
21 int main(int argc, _TCHAR* argv[])  //char *argv[]
22 {
23    //int portno, n;
24    int n;
25    int portno = 5001;
26    SOCKET sockfd;
27    WSADATA wsaData;
28    struct sockaddr_in serv_addr;
29    struct hostent *server;
30
31    char buffer[256];
32
```

```
33      /*if (argc < 3) {
34         fprintf(stderr,"usage %s hostname port\n", argv[0]);
35         exit(0);
36      }*/
37
38
39      //portno = atoi(argv[2]);
40      /* Create a socket point */
41      // Initialize Winsock
42
43       n = WSAStartup(MAKEWORD(2,2), &wsaData);
44       if (n != 0) {
45           printf("WSAStartup failed with error: %d\n", n);
46           return 1;
47       }
48      /* Create a socket point */
49       sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
50       if (sockfd == INVALID_SOCKET)
51       {
52           perror("ERROR opening socket");
53           exit(1);
54       }
55
56      /*sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
57      /*if (sockfd < 0)
58      {
59         perror("ERROR opening socket");
60         exit(1);
61      }*/
62      server = gethostbyname("192.168.56.101");
63      if (server == NULL) {
64           fprintf(stderr,"ERROR, no such host\n");
65           exit(0);
66       }
67      //server = gethostbyname(argv[1]);
68      /*if (server == NULL) {
69         fprintf(stderr,"ERROR, no such host\n");
70         exit(0);
71      }*/
72      bzero((char *) &serv_addr, sizeof(serv_addr));
73       serv_addr.sin_family = AF_INET;
74       bcopy((char *)server->h_addr,
75              (char *)&serv_addr.sin_addr.s_addr,
76                   server->h_length);
77       serv_addr.sin_port = htons(portno);
78
79      if (connect(sockfd,(sockaddr*) &serv_addr,sizeof(serv_addr
           )) <0)
80      {
```

```
81        perror("ERROR connecting");
82        exit(1);
83    }
84    while (1) {
85        printf("Input Expression:\n");
86        bzero(buffer, 256);
87        fgets(buffer, 255, stdin);
88        if (strcmp(buffer, "q\n") == 0) {
89            printf("Exit\n");
90            closesocket(sockfd);
91            break;
92        }
93        n = send(sockfd, buffer, strlen(buffer),0);
94        if (n < 0) {
95            perror("ERROR writing to socket");
96            exit(1);
97        }
98        bzero(buffer, 256);
99        n = recv(sockfd, buffer, 255,0);
100       if (n < 0) {
101           perror("ERROR reading from socket");
102           exit(1);
103       }
104       printf("%s\n", buffer);
105   }
106   return 0;
107}
```

UDP сервер Windows

```
1
2 #define _CRT_SECURE_NO_DEPRECATE
3 #include <stdio.h>
4 #include <stdlib.h>
5 #include <winsock2.h>
6 #include <ws2tcpip.h>
7 #include <string.h>
8 #include <assert.h>
9 #include <math.h>
10
11 #pragma comment (lib, "Ws2_32.lib")
12 #pragma comment (lib, "Mswsock.lib")
13 #pragma comment (lib, "AdvApi32.lib")
14
15 #define BUFLEN 100  //Max length of buffer
16 #define PORT 5001   //The port on which to listen for
    incoming data
```

```
17 #define snprintf _snprintf
18
19 #define bzero(b,len) (memset((b), '\0', (len)), (void) 0)
20 #define bcopy(b1,b2,len) (memmove((b2), (b1), (len)), (void)
       0)
21
22
23 long int factorial(long int x) {
24    return !x ? 1 : x * factorial(x - 1);
25 }
26 void calculation(char *buffer,char *answer) {
27    int i, j;
28    long int f;
29    double a, b, k;
30    char temp1[BUFLEN],temp2[BUFLEN];
31    int size;
32    printf("Received: %s\n", buffer);
33    bzero(temp1, BUFLEN);
34    bzero(temp2, BUFLEN);
35    for (i = 1; i < 255; i++) {
36       //factorial
37       if (buffer[i] == '!'){
38          strncpy(temp1, buffer, i);
39          f = atoi(temp1);
40          printf("f = %d\n", f);
41          break;
42       }
43       //sqrt
44       if (buffer[i] == '#'){
45          strncpy(temp1, buffer, i);
46          a = atof(temp1);
47          printf("k = %f\n", a);
48          break;
49       }
50       // *, /, +,-
51       if ((buffer[i] == '*') ||(buffer[i] == '/') ||(buffer[i
             ] == '+') || (buffer[i] == '-'))  {
52          strncpy(temp1, buffer, i);
53          a = atof(temp1);
54          printf("a = %f\n", a);
55          break;
56       }
57    }
58    //end expression
59    for (j = 0; j < BUFLEN-1; j++) {
60       if (buffer[j] == '=') {
61          strncpy(temp2, buffer + i + 1, j - i - 1);
62          b = atof(temp2);
63          printf("b = %f\n", b);
```

```
64              break;
65          }
66      }
67      if (buffer[i] == '+'){
68          sprintf(answer, "Answer = %f", a+b);
69      }
70      if (buffer[i] == '-'){
71          sprintf(answer, "Answer = %f", a-b);
72      }
73      if (buffer[i] == '*'){
74          sprintf(answer, "Answer = %f", a*b);
75      }
76      if (buffer[i] == '/'){
77          if (b==0){
78              sprintf(answer, "Error, input divider != 0 !\n");
79          }
80          else {
81              sprintf(answer, "Answer = %f", a/b);
82          }
83      }
84      if (buffer[i] == '#'){
85          if (a<0){
86              sprintf(answer, "Error, input Root >= 0 !\n");
87          }
88          else {
89              sprintf(answer, "Sqrt = %f", sqrt(a));
90          }
91      }
92      if (buffer[i] == '!'){
93          if (f<=0){
94              sprintf(answer, "Error, input Factorial > 0 !\n");
95          }
96          else {
97              sprintf(answer, "Factorial = %d", factorial(f));
98          }
99      }
100 }
101
102 void die(char *s)
103 {
104     perror(s);
105     exit(1);
106 }
107
108 int main() {
109     //struct mySocket s;
110     int n;
111     int num=0; //количество циклов для shutdown
112     struct sockaddr_in servaddr, cliaddr,portno;
```

```
113     int sock;
114     socklen_t len;
115     len = sizeof(cliaddr);
116     char mesg[BUFLEN];
117 
118     // Initialize Winsock
119     WSADATA wsaData;
120      n = WSAStartup(MAKEWORD(2,2), &wsaData);
121      if (n != 0) {
122          printf("WSAStartup failed with error: %d\n", n);
123          return -1;
124      }
125 
126     sock = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDP);
127     if (sock == INVALID_SOCKET)
128      {
129          die("socket");
130      }
131 
132     memset((char *) &servaddr, 0, sizeof(servaddr));
133     bzero(&servaddr, sizeof(servaddr));
134      servaddr.sin_family = AF_INET;
135      servaddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
136      servaddr.sin_port = htons(PORT);
137 
138      if( bind(sock , (struct sockaddr*)&servaddr, sizeof(
            servaddr) ) == -1)
139      {
140          die("bind");
141      }
142     while(1)
143      {
144           char answer[BUFLEN];
145           bzero(mesg, sizeof(mesg));
146               recvfrom(sock, mesg, BUFLEN, 0, (struct sockaddr
                      *) &cliaddr, &len);
147            calculation(mesg,answer);
148            sendto(sock, answer, strlen(answer), 0, (struct
                   sockaddr *)&cliaddr,sizeof(cliaddr));
149            printf("%s\n",answer);
150      }
151     closesocket(sock);
152      return 0;
153 
154 }
```

UDP клиент

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <string.h>

#define BUFLEN 100

int main(int argc, char*argv[])
{
    int sockfd,n,portno;
    struct sockaddr_in servaddr,cliaddr;
    char sendline[BUFLEN];
    char recvline[BUFLEN];

    portno = atoi(argv[2]);
    sockfd=socket(AF_INET,SOCK_DGRAM,0);

    bzero(&servaddr,sizeof(servaddr));
    servaddr.sin_family = AF_INET;
    servaddr.sin_addr.s_addr=inet_addr(argv[1]);
    servaddr.sin_port=htons(portno);

    //Start connect
    while (1) {
        printf("\nInput␣Expression:\n");
        if(fgets(sendline, BUFLEN,stdin) != NULL)
            sendto(sockfd,sendline,strlen(sendline),0,
                    (struct sockaddr *)&servaddr,sizeof(
                        servaddr));
        /*if (sendline[strlen(sendline)-2]== '!' || sendline[
            strlen(sendline)-2]== '#') {
                    printf("Wait...\n");
                }*/
        if (strcmp(sendline, "q\n") == 0) {
                    printf("Exit\n");
                    close(sockfd);
                    break;
        }
        bzero(recvline,BUFLEN);
        n=recvfrom(sockfd,recvline,BUFLEN,0,NULL,NULL);
        printf("%s\n", recvline);
    }
    return 0;
}
```