Системное программное обеспечение локальных компьютерных сетей

Модель сетевого взаимодействия клиент-сервер

Денис Пынькин

2011 – 2012

e-mail: denis.pynkin@bsuir.by

http://goo.gl/32cTB

СЧАСТЬЕ ДЛЯ ВСЕХ, ДАРОМ, И ПУСТЬ НИКТО НЕ УЙДЕТ ОБИЖЕННЫЙ!

(c)Стругацкие, Пикник на обочине

Архитектура

Термин "клиент-сервер"означает такую архитектуру программного комплекса, в которой его функциональные части взаимодействуют по схеме "запрос-ответ".

Клиент или сервер?

С сетевой точки зрения

Если рассмотреть две взаимодействующие части этого комплекса, то одна из них (клиент) выполняет активную функцию, т. е. инициирует запросы, а другая (сервер) пассивно на них отвечает.

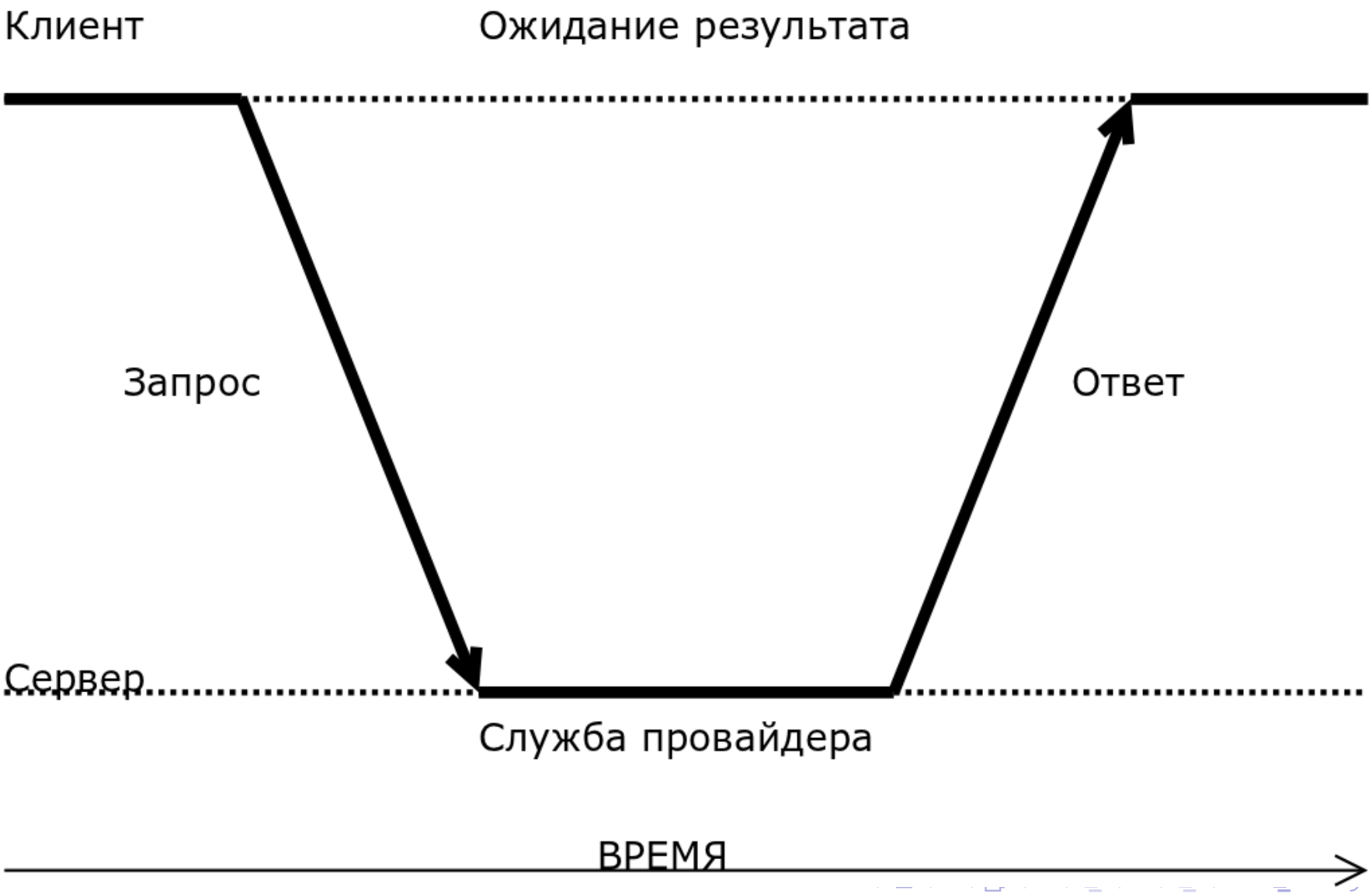
По мере развития системы роли могут меняться, например некоторый программный блок будет одновременно выполнять функции сервера по отношению к одному блоку и клиента по отношению к другому.

Клиент или сервер?

С функциональной точки зрения

Процессы, реализующие некоторую службу, например ФС или БД называются серверами.
Процессы, запрашивающие службы у серверов службы путем пересылки запроса и последующего ожидания ответа от сервера, называются клиентами.

Сетевое взаимодействие



Модель?

Модель клиент-сервер всегда была предметом множества дебатов и споров. Один из главных вопросов состоял в том, как точно разделить клиента и сервер.
Четкого разделения здесь не может быть.

Трехуровневая модель

- уровень пользовательского интерфейса
- уровень обработки
- уровень данных

Уровень пользовательского интерфейса

Уровень пользовательского интерфейса обычно реализуется на клиентах. Этот уровень содержит программы, посредством которых пользователь может взаимодействовать с приложением.
Простейший вариант пользовательского интерфейса не содержит ничего, кроме символьного (или графического) дисплея.

Уровень обработки

На этом уровне трудно выделить какие-то закономерности, обычно здесь реализуется логика работы программы.

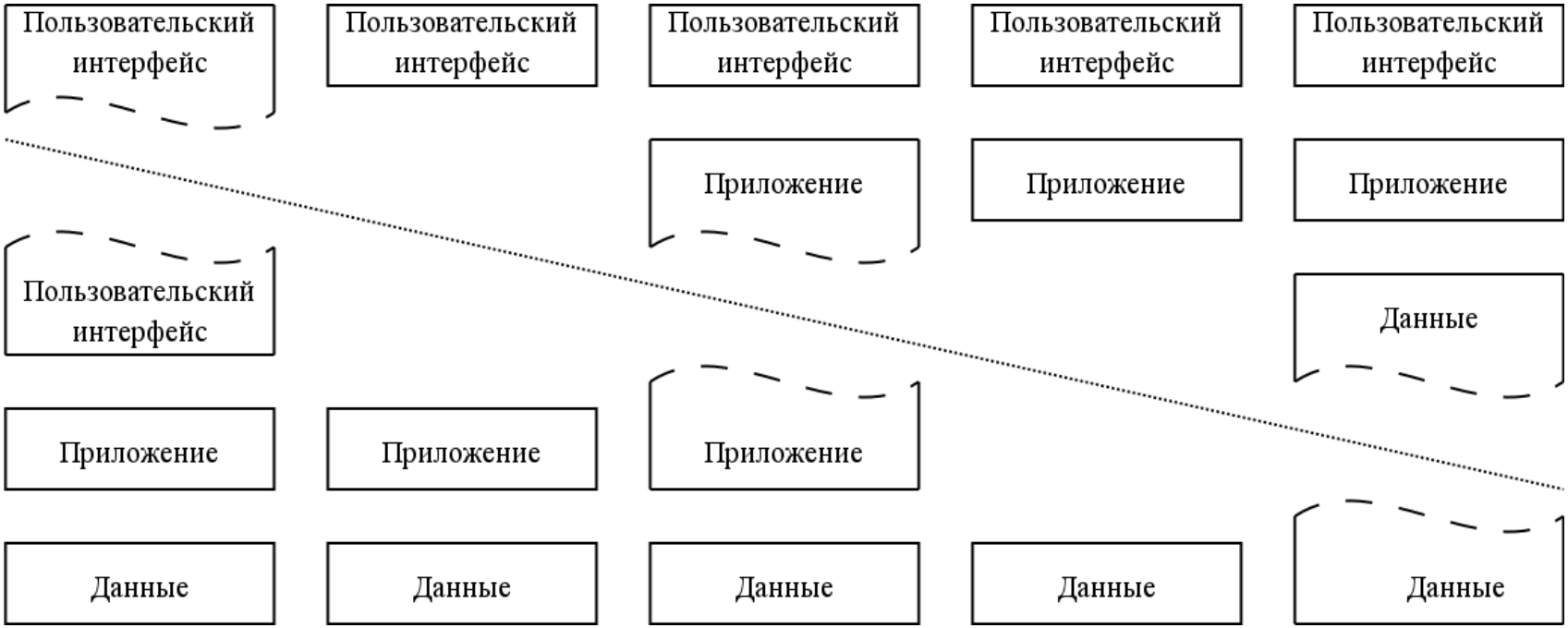
Уровень данных

На этом уровне находятся программы, которые поставляют данные обрабатывающим их приложениям.
В простейшем варианте уровень данных реализуется файловой системой, однако часто может использоваться и полнофункциональная база данных. В модели клиент-сервер этот уровень обычно находится на стороне сервера.

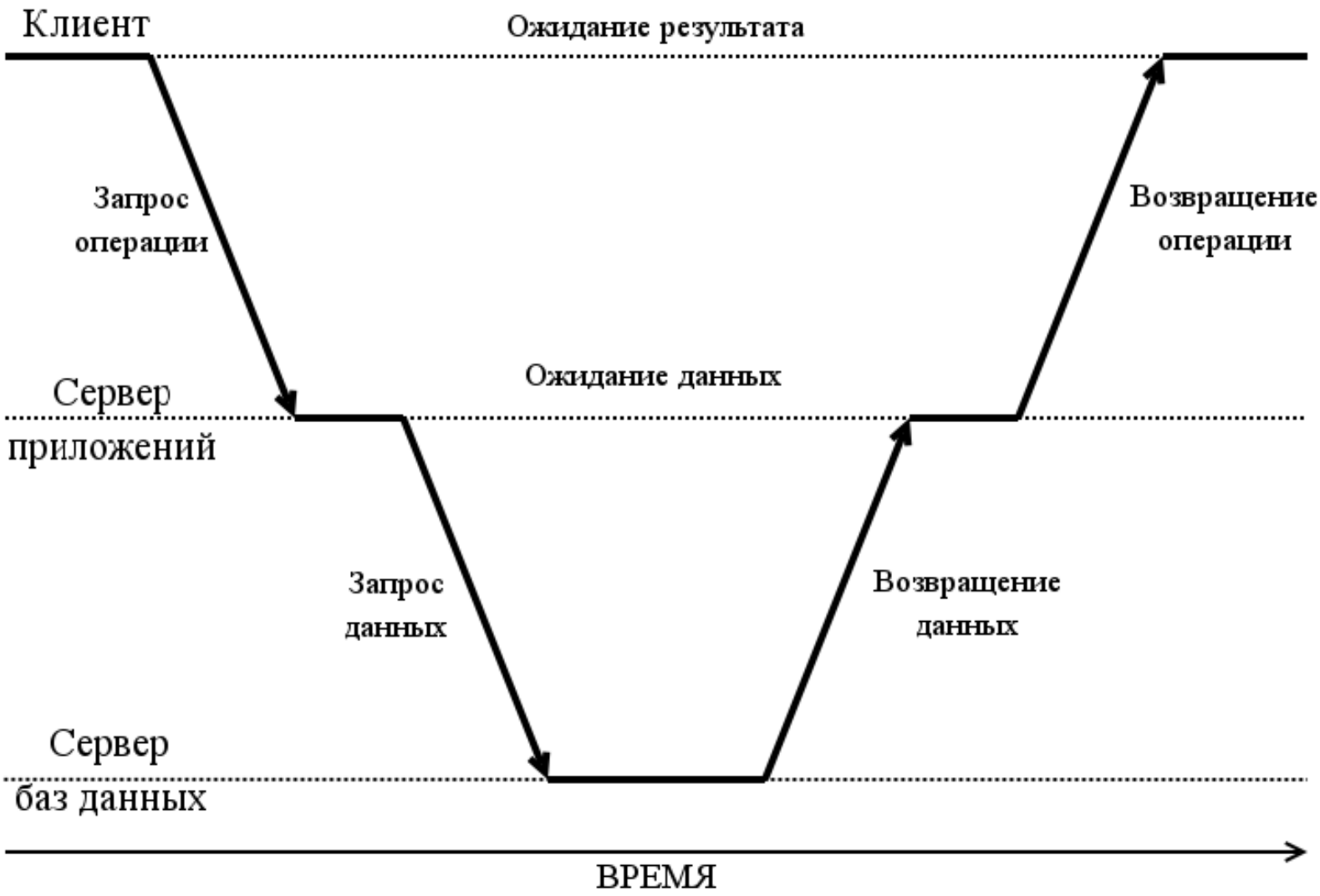
Уровень данных

На этом уровне находятся программы, которые поставляют данные обрабатывающим их приложениям.
В простейшем варианте уровень данных реализуется файловой системой, однако часто может использоваться и полнофункциональная база данных. В модели клиент-сервер этот уровень обычно находится на стороне сервера.
Специфическим требованием этого уровня является требование сохранности – это означает, что когда приложение не работает, данные должны сохраняться в определенном месте в расчете на дальнейшее использование.

Физически двухзвенная архитектура



Физически трехзвенная архитектура



Вертикальное распределение

Во множестве приложений обработка данных организована как многозвенная архитектура приложений клиент-сервер. Особенностью такого типа является то, что он о достигается размещением логически разных компонентов на различных физических машинах.

Вертикальное распределение

Во множестве приложений обработка данных организована как многозвенная архитектура приложений клиент-сервер. Особенностью такого типа является то, что он о достигается размещением логически разных компонентов на различных физических машинах.

Горизонтальное распределение

При таком типе распределения клиент или сервер может содержать физически разделенные части логически однородного модуля, причем работа с каждой из частей может протекать независимо. Это делается для выравнивания нагрузки.

Вертикальное распределение

Во множестве приложений обработка данных организована как многозвенная архитектура приложений клиент-сервер. Особенностью такого типа является то, что он о достигается размещением логически разных компонентов на различных физических машинах.

Горизонтальное распределение

При таком типе распределения клиент или сервер может содержать физически разделенные части логически однородного модуля, причем работа с каждой из частей может протекать независимо. Это делается для выравнивания нагрузки.

peer-to-peer

Для некоторых несложных приложений выделенного сервера может не быть вообще. Такую организацию обычно называют одноранговым распределением.

Модель взаимодействия типа клиент-сервер и проектирование ПО

С точки зрения прикладного программиста, протоколы TCP/IP, как и большинство других протоколов компьютерной связи, просто предоставляет основные механизмы передачи данных. В частности протоколы TCP/IP, позволяют устанавливать соединение между 2-мя прикладными программами и передавать данные в прямом и обратном направлении. Поэтому *принято считать*, что протоколы TCP/IP обеспечивают одноранговую или прямую связь.

Основная модель сетевого взаимодействия

Необходимость применения принципа организации взаимодействия типа клиент-сервер связана с решением проблемы согласования условий соединения.
Модель взаимодействия типа клиент-сервер предусматривает согласование условий соединения наиболее простым способом:

она требует, чтобы для взаимодействия любой пары приложений, один из участников приступал к работе заранее и ждал (возможно в течение неопределенного времени) до тех пор, пока к нему не обратится второй участник соединения.

Архитектура клиента

Приложения действующие в качестве клиентов концептуально проще приложений выполняющих функции серверов.

- основной части клиентского программного обеспечения не нужно взаимодействовать с несколькими серверами

Приложения действующие в качестве клиентов концептуально проще приложений выполняющих функции серверов.

- основной части клиентского программного обеспечения не нужно взаимодействовать с несколькими серверами
- основная часть клиентского программного обеспечения применяется в виде обычных прикладных программ – не требуются привилегии

Приложения действующие в качестве клиентов концептуально проще приложений выполняющих функции серверов.

- основной части клиентского программного обеспечения не нужно взаимодействовать с несколькими серверами
- основная часть клиентского программного обеспечения применяется в виде обычных прикладных программ – не требуются привилегии
- большая часть клиентского обеспечения не заботится о правилах защиты, поскольку в этом вопросе оно полагается на ОС

Определение местонахождения сервера

Определение местонахождения сервера – первейшая и одна из самых выжных задач клиентского программного обеспечения!!!

Определение местонахождения сервера

Определение местонахождения сервера – первейшая и одна из самых выжных задач клиентского программного обеспечения!!!

- доменное имя или IP-адрес сервера могут быть заданы в виде константы во время трансляции клиентской программы

Определение местонахождения сервера

Определение местонахождения сервера – первейшая и одна из самых выжных задач клиентского программного обеспечения!!!

- доменное имя или IP-адрес сервера могут быть заданы в виде константы во время трансляции клиентской программы
- клиентская программа может требовать у пользователя указывать имя сервера при ее вызове

Определение местонахождения сервера

Определение местонахождения сервера – первейшая и одна из самых выжных задач клиентского программного обеспечения!!!

- доменное имя или IP-адрес сервера могут быть заданы в виде константы во время трансляции клиентской программы
- клиентская программа может требовать у пользователя указывать имя сервера при ее вызове
- информация о местонахождении сервера предоставляется из постоянного хранилища данных

Определение местонахождения сервера

Определение местонахождения сервера – первейшая и одна из самых выжных задач клиентского программного обеспечения!!!

- доменное имя или IP-адрес сервера могут быть заданы в виде константы во время трансляции клиентской программы
- клиентская программа может требовать у пользователя указывать имя сервера при ее вызове
- информация о местонахождении сервера предоставляется из постоянного хранилища данных
- для поиска сервера используется отдельный протокол

Определение местонахождения сервера

Еще один аспект поиска сервера следует из того, какой тип сервиса предоставляется сервером.
От этого зависит нужно ли использовать какой-либо определенный сервер или же можно использовать первый ответивший.
В качестве альтернативы в ответе сервера может также содержаться список других серверов.

Алгоритм клиентов с установлением логического соединения

Задача построения клиента с использованием протокола TCP является самой простой из всех задач сетевого программирования.

Алгоритм клиента TCP:

1. Найти IP-адрес и номер порта протокола сервера, с которым необходимо установить связь.
2. Распределить сокет
3. Указать, что для соединения нужен произвольный, неиспользуемый порт протокола на локальном компьютере и позволить ПО TCP выбрать такой порт
4. Подключить сокет к серверу
5. Выполнить обмен данными с сервером по протоколу прикладного уровня
6. Закрыть соединение

Анализ параметра адреса

Хотя каждая клиентская программа может указывать адрес и порт по-своему, существует общепринятый синтаксис этих параметров:

- сначала имя, а вторым параметром порт
  `telnet server port`
- имя и порт рассматриваются как один параметр, разделенный двоеточием
  `lftp -e ls ftp.mgts.by:21`

Пример: функция для создания сокета

```
1  int mksock( char *host, char * service, char * proto, struct sockaddr_in *sin)
2  {
3  struct hostent *hptr;
4  struct servent *sptr;
5  struct protoent *pptr;
6  int sd=0, type;
7
8    memset( sin, 0, sizeof( *sin));
9    sin->sin_family = AF_INET;
10
11   if( hptr = gethostbyname( host))
12     memcpy( & sin->sin_addr, hptr->h_addr, hptr->h_length);
13   else return -1;
14
15   if ( ! ( pptr = getprotobyname( proto)) ) return -1;
16
17   if( sptr = getservbyname( service, proto))
18     sin->sin_port = sptr->s_port;
19   else
20   if( (sin->sin_port = htons(( unsigned short) atoi (service))) == 0) return -1;
21
22   if ( strcmp( proto, "udp") == 0)
23     type = SOCK_DGRAM;
24   else
25     type = SOCK_STREAM;
26
27   if ( (sd = socket( PF_INET, type, pptr->p_proto)) < 0){
28     perror( "Ошибка при распределении сокета");
29     return -1;
30   }
31   return sd;
32 }
```

Пример: создание сокета

```
1
2   #include <stdio.h>
3   #include <errno.h>
4   #include <string.h>
5   #include <netdb.h>
6   #include <sys/types.h>
7   #include <sys/socket.h>
8   #include <arpa/inet.h>
9
10  int mksock( char *host, char * service, char * proto, struct sockaddr_in *sin);
11
12  main( void)
13  {
14
15  char * host = "pop.gmail.com";
16  char * service = "imap";
17  char * proto = "tcp";
18  struct sockaddr_in sin;
19  int sd;
20
21   if ( sd = mksock( host, service, proto, &sin) == -1) {
22      printf( "Ошибка при создании сокета\n");
23      return 1;
24   }
25
26   printf( "Адрес сервера %s = %s\n", host, inet_ntoa( sin.sin_addr));
27   printf( "Адрес порта %s = %X\n", service, sin.sin_port);
28
29   return 0;
30  }
```

Пример: создание сокета
результат работы программы

```
Адрес сервера pop.gmail.com = 74.125.39.108
Адрес порта imap = 143
```

Подключение сокета к TCP серверу

Производится с помощью вызова `connect`. Этот вызов выполняет 4 задачи:

1. проверяет, является ли сокет действительным и не был ли он подключен
2. заполняет поле адреса конечной точки в дескрипторе сокета (из 2-го параметра)
3. выбирает локальный адрес в дескрипторе сокета, если он еще не задан
4. инициирует соединение TCP и возвращает результат в вызывающую программу

Взаимодействие с сервером при использовании TCP

Если соединение установлено, то обычно прикладной протокол определяет взаимодействие по принципу запрос-ответ. Для этого используется вызовы `send` и `recv` (`write` и `read`). Поскольку ПО TCP не учитывает границ между записями, то в любой программе, принимающей данные из соединения TCP, необходимо предусмотреть возможность получения данных в виде фрагментов, составляющих лишь несколько байтов.

```
1  char *req, *buf;
2
3  send( sd, req, strlen(req), 0)
4
5  while( n = recv( sd, buf, buflen, 0) > 0 ){
6    buf += n;
7    buflen -= n;
8  }
```

Закрытие соединения TCP

Для корректного завершения соединения и освобождения сокета вызывается функция `close`. Однако часто возникает ситуация, когда сервер не знает будут ли еще приходить запросы от клиента и наоборот, когда клиент не знает все ли данные выдал сервер.
Механизм частичного закрытия `shutdown` позволяет устранить неопределенность в работе прикладных протоколов, которые передают произвольный объем информации в ответ на запрос. В таких случаях клиент выполняет операцию частичного закрытия после передачи последнего запроса; затем сервер закрывает соединение после передачи последнего ответа.

Алгоритм клиентов без установления логического соединения

В этом алгоритме проблема надежности игнорируется.

1. Найти IP-адрес и номер порта протокола сервера, с которым необходимо установить связь.
2. Распределить сокет
3. Указать, что для соединения нужен произвольный, неиспользуемый порт протокола на локальном компьютере и позволить ПО UDP выбрать такой порт
4. Указать сервер, на который должны передаваться сообщения.
5. Выполнить обмен данными с сервером по протоколу прикладного уровня
6. Закрыть сокет

Подключенный и неподключенный режимы

В клиентском приложении сокет UDP может использоваться в одном из 2-х основных режимов: подключенном и неподключенном.
Подключенные сокеты удобно применять для взаимодействия с конкретным сервером, а неподключенные – если адресат может меняться, в этом случае нужно для каждого сообщения указывать адрес сервера.
Если используется подключение, то вызов функции `connect` только записывает информацию об удаленной точке в дескриптор сокета. Даже если вызов успешен, это еще не означает, что адрес удаленной точки действителен или что сервер является достижимым.

Закрытие соединения UDP

Применение функции `close` приводит к тому, что ПО UDP будет отбрасывать все дальнейшие пакеты. При этом удаленная сторона не информируется о закрытии соединения, поэтому приложения нужно проектировать таким образом, чтобы удаленный участник знал,как долго сокет должен оставаться доступным до его закрытия.
Вызов функции `shutdown` не отправляет каких-либо сообщений удаленной стороне и сокет просто помечается, как неприменимый для передачи данных в указанном направлении.

Ненадежность UDP

Клиентское ПО, в котором используется протокол UDP, должно обеспечивать надежность с помощью различных методов, таких как контроль за последовательностью поступления пакетов, подтверждения, тайм-ауты и повторная передача. Проектирование правильных, надежных и эффективных протоколов для больших сетей требуют большого опыта.

Спасибо за внимание!
Вопросы?