

УДК 004.75

А.Л. Молчанов, Р.Т. Файзуллин

Изучение свойств эффективности и робастности работы мультиплексной системы

Статья посвящена изучению свойств эффективности и робастности мультиплексных систем. Анализ свойств эффективности и робастности достигается за счет различных и многократных экспериментов по передаче видеофайла.

Ключевые слова: эффективность, робастность, мультиплексная система.

Задача исследования. Сегодня с развитием и глобализацией Internet и используемых технологий передачи данных проблема повышения эффективности функционирования компьютерных сетей встает наиболее остро, затрагивая и подчиняя себе полный спектр различных решений и разработок. На сегодняшний день защищенная передача видеoinформации по вычислительной сети является востребованной задачей. Необходимость в такой защите возникает при передаче конфиденциальной информации, организации видеоконференций, организации платной трансляции видео. Для осуществления защищенной передачи необходимо создать механизм, учитывающий большой объем защищаемых данных (видеоролики высокого качества), однородность передаваемых данных и необходимость потоковой обработки данных в реальном времени. Все чаще для подобных задач используются системы мультиплексной передачи данных. В данной статье будет рассмотрен пример мультиплексной системы передачи данных и проведен анализ ее эффективности и робастности.

Решение задачи. Для проведения экспериментов и изучения свойств эффективности и робастности используем мультиплексную систему. В качестве передаваемой информации используем видеофайл original.avi. Для разбиения видеофайла на части используем ПО VirtualDubMod со встроенным редактором скриптов AviSynth. Для обмена данными между компьютерами используем менеджер XStarter.

Работа данной мультиплексной системы может быть представлена в виде эскиза на рис. 1.

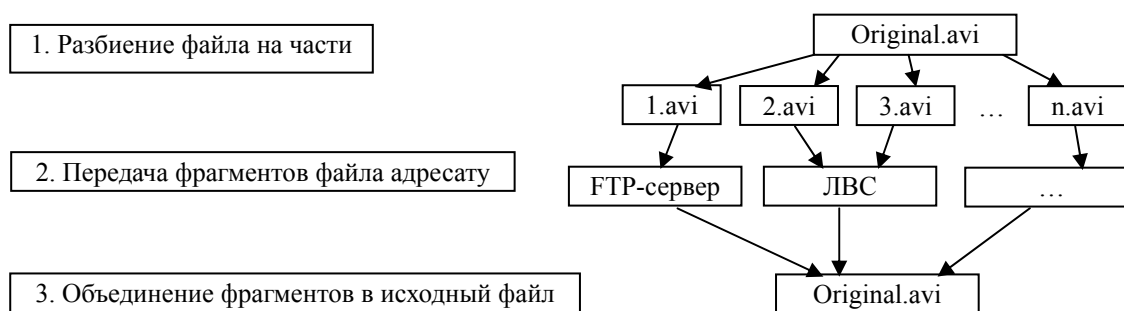


Рис. 1. Схема работы мультиплексной системы

Для первого этапа используем VirtualDubMod со встроенным редактором AviSynth. Пусть n – количество фрагментов разбиения исходного файла N . В результате разбиения avi файла будем иметь n avi-файлов. Редактор AviSynth позволяет разбивать видеофайл покадрово, т.е. наименьшим фрагментом разбиения является 1 кадр. Максимальное количество фрагментов определяется количеством кадров видеофильма.

Пример скрипта, разбивающего видеофайл:

```

A=AviSource("C:\ishod\original.avi")
A1=Trim(A,1,2000)
A1
  
```

Команда AviSource открывает исходный видеофайл. Команда Trim выделяет из файла фрагмент, ограниченный номерами кадров, указанных в скобках.

Использование AviSynth дает возможность применить к разбиению несколько обратимых операций, которые повышают надежность операции передачи. Так, например, команда Reverse дает обратную видеозапись, т.е., применив эту команду на компьютере отправителя, можно формировать фрагменты прямой и обратной записи для передачи, на компьютере получателя восстанавливать исходное изображение.

Для обмена информацией воспользуемся ПО XStarter. Данный менеджер позволяет автоматически забирать фрагменты из заранее определенной папки на компьютере отправителя и отправляет в определенную папку на компьютере получателя, а также запускает программу для объединения фрагментов.

Система XStarter должна быть запущена как на компьютере отправителя, так и на компьютере получателя.

Задача отслеживает изменения в папке Ishot, при обнаружении файла с расширением avi запускается программа VirtualDubMod, в которой исходный файл будет разделен на фрагменты.

Поместим файл original.avi в папку Ishot, задача автоматически перейдет в режим выполнения. Запустим скрипт, который разделит исходный файл. В результате разделения получим в папке Input n -е количество фрагментов файлов. Система XStarter, обнаружив в папке Input файлы с расширением .avi, запустит задачу по передаче фрагментов файлов.

Для передачи фрагментов используем различные способы и протоколы передачи данных.

Рассмотрим передачу фрагментов через FTP-сервер и по локальной сети.

Для проведения экспериментов используется один видеофайл.

Разделим скриптом видеофайл на 5 частей, менеджер XStarter отправит 2 части видеофайла через FTP-сервер, а 3 части – по локальной сети. Запущенная программа XStarter на компьютере получателя, обнаружив в локальной папке avi-файлы, запустит задачу приема файлов с FTP-сервера. Все фрагменты будут собраны в локальной папке на компьютере получателя. Соответственно после окончания выполнения задачи загрузки файлов запустится задача, которая откроет VirtualDubMod для объединения фрагментов файлов в исходный клип.

Таким образом, получаем исходный видеофайл на компьютере получателя. Мультиплексирование проходит на сеансовом уровне модели ISO/OSI.

Рассмотрим графическую функцию выполнения эксперимента, а именно изменение времени выполнения эксперимента при передаче одного и того же файла.

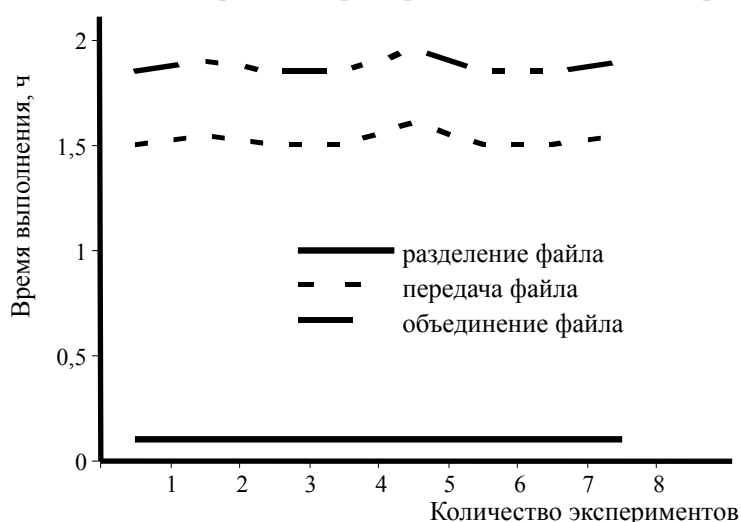


Рис. 1. График изменения времени выполнения экспериментов

Как видно на рис. 1, описанная выше система дает стабильные результаты на этапах разделения и объединения файлов. Так как во всех проведенных экспериментах на компьютер получателя передан файл оригинала, основной функцией для оценки было выбрано время выполнения эксперимента. При выполнении экспериментов не было утеряно ни одного пакета. Во всех экспериментах время разделения файла составило 0,1 ч. Аналогично время объединения пакетов во всех экспериментах стабильно. Небольшие отклонения по времени при передаче частей исходного файла обусловлены посторонними факторами работы сети. Таки образом, при проведении экспериментов вышеописанная система дала стабильные результаты по передаче файла, несмотря на некоторые отклонения при этапе передачи. При выполнении большого количества опытов отклонение от среднего времени передачи файла не превысило 5 мин. Для объективности результата опыт по передаче файла был повторен 35 раз.

Рассмотрим понятие робастности применительно к мультиплексной системе.

Пусть u – проект, мультиплексная система, v – нагрузка, это часть системы, которая не может быть заранее спланирована, предопределена проектом (природа, случай). Проект выбирается из

множества допустимых проектов $u \in U$, нагрузка может принимать любые значения, $v \in E_v$, E_v – пространство значений нагрузки. Рассмотрим случай, когда при создании системы невозможно точно оценить конкретные значения нагрузки, соответственно неизвестно и множество ее возможных значений.

Функционирование системы оценим параметрами a_i и b_j , в формировании значений которых принимает участие как допустимое решение u , так и реализовавшаяся нагрузка v , т.е. $a_i = a_i(u, v)$, $b_j = b_j(u, v)$. Эффективность функционирования системы задается условиями, которые в обобщенном виде можно записать: $a_i(u, v) = 0, b_j(u, v) \leq 0$.

Множество

$$R = \{(u, v) | u \in U, a_i(u, v) = 0, b_j(u, v) \leq 0\}$$

есть отношение, которое задает многозначное отображение $u \rightarrow v$, где каждому проекту u , ставится в соответствие множество эффективно обрабатываемых нагрузок v , называемое множеством робастности проекта u :

$$V(u) = \{v | (u, v) \in R\}.$$

Задача о максимальной робастности есть задача

$$V(u) \rightarrow \max_{u \in U}.$$

Проект (u^*) будет удовлетворять решению данной задачи, если

$$u^* = \arg \max_{u \in U} \xi(V(u)),$$

где $\xi()$ – некоторая функция множества, оценивающая множество робастности $V(u)$ [1].

Основными параметрами оценки эффективности мультиплексной системы могут являться:

- скорость исполнения задания по передаче видеофайла,
- степень надежности программного обеспечения, используемого при передаче,
- уязвимость частей секрета и исходного файла при передаче,
- возможность потери части исходного файла и методы восстановления.

К минусам данной системы можно отнести ограниченность передачи фрагментов возможностями системы XStarter.

При проведении экспериментов система показала стабильные показатели по времени передачи, также потерь и перехват пакетов данных не обнаружено. Возможно такое задание разбиения, при котором потеря даже нескольких частей не повлияет на итоговый результат, при этом отдельные части не дадут представления об оригинале.

В данной системе есть ряд факторов, влияющих на положительный результат, которые не могут быть заранее определены. Так, например, важно наличие необходимых каталогов для автоматического запуска некоторых задач. Условия выполнения задач могут быть изменены пользователями в процессе эксплуатации системы, при этом общая стабильность системы нарушена не будет. При этом могут возникать ситуации неуспешной передачи при неправильной эксплуатации системы XStarter. Возможен вариант, когда получатель не знает заранее количество элементов секрета. В таком случае отправитель может создать скрипт объединения фрагментов и передать его получателю в одном из фрагментов секрета. Для этого возможно использовать методы стеганографии.

Важно также оценить, насколько важна потеря одного из фрагментов при передаче. При достаточно малом размере фрагмента потеря даже нескольких фрагментов не приведет к критическому изменению видеофайла. В противном случае можно предусмотреть фрагменты таким образом, чтобы они накладывались друг на друга, тогда при избирательном объединении фрагмента полученный видеофайл будет очень близок к исходному.

Одним из важных преимуществ данной системы является использование программного обеспечения, находящегося в свободном доступе и не являющегося коммерческим. Это дает возможность построить данную систему в любой сети передачи данных для специалиста, не владеющего основами программирования. Как правило, большинство разработок в этой области базируются на специальном программном обеспечении. Так, в работе П.А. Мельниченко, А.А. Шелупанова [5] в качестве элементов мультиплексной системы выступают различные участники связи, для перехода контрольного пакета данных по произвольным участкам сети потребуется специальное программное обеспечение.

Данная вариация системы не имеет аналогов, тем не менее строится по всем правилам мультиплексной системы. В качестве мультиплексора и демультимплексора используется AviSynth, передающий компонент системы автоматизированный с помощью XStarter.

Не рассматривая в рамках данной статьи уязвимости конкретных способов передачи, остановимся на возможности восстановления исходной информации при перехвате некоторых частей секрета. В случае разбиения исходного файла на достаточно малые части восстановление исходного секрета может быть затруднено. Для усиления степени уязвимости можно использовать обратимые команды AviSynth, такие как воспроизведение записи в обратном направлении, а также некоторые фильтры, которые могут не только убирать лишний «шум» из видеофайла, но и добавлять его.

Что касается степени надежности ПО, используемого в данной системе, то возможна доработка данных систем непосредственно пользователем. Система XStarter на сегодняшний день не располагает возможностями по передаче по всем известным сетям передачи данных и поддерживает ограниченное количество протоколов, фактически позволяя работать с FTP, HTTP, SFTP, электронной почтой, использовать файлообменники [2–4, 6].

Заключение. На основе проведенных исследований возможно сделать следующие выводы:

1. Изученная система передачи данных соответствует мультиплексному способу передачи данных.
2. Изученная система передачи данных может быть эффективна и робастна при соблюдении первоначальных условий приема и передачи данных.
3. Система передачи данных обладает достаточным функционалом для безопасной передачи данных.

Литература

1. Кулагин В.В. Надежность как робастность. Задача о максимальной робастности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mmr.gubkin.ru/uploads/submitted_papers/Koulaguin.pdf, свободный (дата обращения: 20.08.2012).
2. Система мультиплексирования разнесенного TCP/IP трафика / В.И. Ефимов, Р.Т. Файзуллин // Вестник Томского государственного университета. – 2005. – № 14. – С. 115–118.
3. Схема разделения секрета на основе метрических характеристик данных для защищенной передачи видеопотоков / А.А. Свенч, Р.Т. Файзуллин // Компьютерная оптика. – 2007. – Т. 31, вып. 3. – С. 70–72.
4. Щерба Е.В. Метод защиты канала передачи видеoinформации на основе мультиплексирования трафика // Вопросы защиты информации. – 2008. – № 1(80). – С. 55–60.
5. Имитационное моделирование системы передачи сообщений, использующей варьирование маршрутов / П.А. Мельниченко, А.А. Шелупанов // Доклады ТУСУРа. – 2008. – Т. 1, № 1. – С. 118–120.
6. Никонов В.И. Методы защиты информации в распределенных компьютерных сетях с помощью алгоритмов маршрутизации // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 1 (21), ч. 2. – С. 219–224.

Молчанов Алексей Леонидович

Магистрант Омского государственного технического университета (ОмГТУ)

Тел.: 913-612-38-62

Эл. почта: rfo31@inbox.ru

Файзуллин Рашид Тагирович

Д-р техн. наук, профессор ОмГТУ

Тел.: (383-2) 67-02-87

Эл. почта: r_fayzullin@omgtu.ru

Molchanov A.L., Faizullin R.T.

Studying of properties of efficiency and robust works of multiplex system

The article is devoted to studying of properties of efficiency and a robust of multiplex systems. The analysis of properties of efficiency and a robust is reached at the expense of various and repeated experiments on video file transfer.

Keywords: efficiency, robust, multiplex system.