# Сравнительный анализ реализованных методов кодирования

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

1

ДП 05.00.ПЗ

Разраб.

Веялкин И. А.

Пров.

Пацей Н. В.

Консульт.

Пацей Н. В.

Н. Контр.

Шиман Д. В.

Утв.

Урбанович П. П.

Сравнительный анализ реализованных методов кодирования

Лит.

Листов

6

БГТУ 64419902, 2013

В данном разделе приводится сравнительный анализ методов кодирования содержимого кадрового буфера при его передачи через канал связи, реализованных в рамках разработки программного средства, представленного в дипломном проекте. Мобильное приложение для удаленного управления компьютером, разработанное в рамках поставленной задачи реализует следующий список методов кодирования:

– метод «Без кодеривания» (Raw Encoding);

– метод «Копирование прямоугольников» (CopyRect Encoding);

– метод «Увеличивающиеся прямоугольники» (Rising Rectangle);

– метод «Сжатые увеличивающиеся прямоугольники» (Compact Rising Rec-tangle);

– метод кодирования на основе алгоритма кодирования «Hextile»;

– метод кодирования на основе сжатия по алгоритму DEFLATE;

– алгоритм кодирования и расширение Tight;

– метод кодирования на основе алгоритма сжатия ZRLE;

Реализованный набор методов необходим для достижения цели оптимального использования имеющегося у пользователя канала связи между сервером и клиентом VNC системы, ограниченным по пропускной способности. Ряд алгоритмов реализует преобразования с целью уменьшения объема передаваемых данных, ценой повышения вычислительной нагрузки в процессе прямого и обратного преобразования содержимого удаленного кадрового буфера по описанным методам, с другой стороны существуют методы на целенные на снижение вычислительной нагрузки в процессе подготовки данных к передаче и получении, однако, это достигается за счет увеличения объема передаваемых данных по каналу связи. Преобразования, производимые описанными методами, делятся на две группы: с потерей качества и без потери качества в передаваемом изображении (данных содержимого удаленного кадрового буфера). В общем случае методы, реализованные в представленном программном средстве описаны в разделе 3.

## Описание компонентов платформы и метода эксперимента

Удаленным сервером выступает персональный компьютер с следующими ключевыми характеристиками и программным обеспечением:

– операционная система MS Windows 8 64 разрядная версия;

– центральный процессор Intel Core i3 (Ivy Bridge) ядра ГГц кэш шина;

– ОЗУ DDR3 10 Гб частота;

– сетевой интерфейс (технология Ethernet) Qualcomm Atheros AR8151;

У

– VNC сервер UltraVNC 1.1.8.1 64 разрядная версия.

Экспериментальное тестирование работы VNC системы с применением разработанного мобильного VNC клиента проводилась в рамках сети организованной по протоколу IEEE 802.11 (WiFi) и поддерживаемой средствами модема маршрутизатора ZTE ZXV10 W300 с поддержкой протокола версий 802.11 b и g и скоростями передачи соответственно до 54 Мбит/с.

Представленное в дипломе программное средство-клиент VNC системы тестировалось на ряде мобильных устройств перечисленных ниже:

– Samsung Galaxy Tab 2 P3200 (Android 4, ЦПУ 2 ядра по 1 ГГц, 802.11a/b/g/n);

– ASUS Google Nexus 7 (Android 4.2, ЦПУ 4 ядра по 1,2 ГГц, 802.11b/g/n);

– Sony Xperia mini pro sk17i (Android 2.3, ЦПУ 1 ядро 1 ГГц, 802.11b/g/n);

– Samsung Galaxy Tab P1000 (Android 2.3, ЦПУ 1 ядро 1 ГГц, 802.11b/g/n);

На всем протяжении процесса тестирования было установлено сетевое соединение по протоколу IEEE 802.11 (WiFi) с максимальной интенсивностью вещания, установленной в настройках WiFi ZTE ZXV10 W300, а так же тестируемые компоненты (удаленно управляемый компьютер, мобильные устройства) находились в зоне прямой видимости на близком радиусе вокруг обслуживающей WiFi-точки. То есть были созданы идеальные сетевые устройства для проведения экспериментального тестирования производительности и оптимальности с точки зрения оперируемого объема данных алгоритмов кодирования данных кадрового буфера.

В качестве исследуемых параметров были выбраны скорость обратного преобразования данных удаленного кадрового буфера (закодированного содержимого кадрового буфера удаленной операционной системы, полученного на клиентской стороне), а так же объем закодированной информации, передаваемой по каналу связи в ходе работы, необходимый для описания соответствующей области обновления (в общем случае полного обновления содержимого кадрового буфера). Данные параметры являются наиболее репрезентативными, так как непосредственно влияют на производительность работы мобильного приложения (задержкой между появлением изменений на удаленной стороне и их отображением на клиентской стороне системы удаленного управления), загрузку канала связи и возможными материальными расходами на передачу информации по каналу.

Для измерения показателей была разработана и реализована подсистема аудита работы мобильного приложения и встроена в подсистему получения и обработки данных закодированного удаленного буфера.

## Результаты измерений параметров работы реализованных методов кодирования

Далее будут приведены сводные данные по результатам исследования работы реализованных методов кодирования содержимого удаленного кадрового буфера при его передаче по каналу связи. Экспериментальные исследования проводились в режиме цветовой палитры глубиной 24 бита.

Для обработки полученных результатов было написано специальное Web–приложение на языке JavaScript. Особенности реализации и алгоритм которого (исходный код) представлен в приложении Ж.

В таблице 5.1 представлены результаты экспериментальных исследований работы реализованных методов кодирования с точки зрения уменьшения объема передаваемых данных на мобильный клиент, представленный в данном дипломе. Таблица 5.1 содержит данные по каждому из реализованных методов преобразования содержимого удаленного кадрового буфера, а именно средний объем информации приходящийся на единицу передачи данных удаленного кадрового буфера (пикселя передаваемой области), полученного как среднее значения из выборки, содержащей размеры передаваемой области, и объем данных, полученных от сервера в различных условиях.

Таблица 5.1 – Средний объем передаваемой информации, приходящийся на один пиксель содержимого удаленного кадрового буфера

|  |  |
| --- | --- |
| Метод кодирования | Средний объем передаваемой информации, байт/пиксель |
| Кодирование без преобразование | 4,1948 |
| Кодирование расширяющимися прямоугольниками | 1,1555 |
| Кодирование сжатыми расширяющимися прямоугольниками | 0,5295 |
| Сжатие Zlib | 0,1429 |
| Преобразование по алгоритму Tight | 0,1206 |
| Преобразование по алгоритму Hextile | 0,7107 |
| Преобразование по алгоритму ZRLE | 0,2651 |

Таблица 5.2 содержит данные по всем реализованным методам кодирования и дает представление о среднем времени, затрачиваемым различными мобильными устройствами на процесс обратного преобразования полученных данных о содержимом удаленного кадрового буфера. Усредненные данные получены на основании выборки, содержащей размеры декодируемой области и замеров времени, необходимого для процесса декодирования каждой конкретной области.

Таблица 5.2 – Среднее время, требуемое для декодирования одного пикселя закодированного содержимого удаленного кадрового буфера

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод кодирования | Среднее время требуемое, для декодирования одного пикселя данных удаленного кадрового буфера, с/пиксель | | | |
| Samsung Galaxy Tab P1000 | Sony Ericsson Xperia mini pro | Samsung Galaxy Tab 2 P3200 | Asus Nexus 7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кодирование без преобразование | 0,0008 | 0,0004 | 0,0011 | 0,0009 |
| Кодирование расширяющимися прямоугольниками | 0,0002 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0012 |

Продолжение таблицы 5.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кодирование сжатыми расширяющимися прямоугольниками | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 |
| Сжатие Zlib | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| Преобразование по алгоритму Tight | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 |
| Преобразование по алгоритму Hextile | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0020 |
| Преобразование по алгоритму ZRLE | 0,0002 | 0,0004 | 0,0008 | 0,0007 |

Таблица 5.3 является логическим обобщением данных таблицы 5.1 и представляет данные о величине отношения передаваемого объема данных к объему данных после декодирования свойственного каждому из реализованных методов кодирования содержимого удаленного кадрового буфера. Данные являются усредненным значением, полученным на основании объема информации полученной от сервера и информации об объеме раскодированных данных для обновленной области.

Таблица 5.3 – Средняя величина отношения передаваемого объема данных к объему данных после декодирования

|  |  |
| --- | --- |
| Метод кодирования | Средняя величина отношения, байт/пиксель |
| Кодирование без преобразование | 1,0000 |
| Кодирование расширяющимися прямоугольниками | 5,2850 |
| Кодирование сжатыми расширяющимися прямоугольниками | 8,9856 |
| Сжатие Zlib | 31,8460 |
| Преобразование по алгоритму Tight | 45,1515 |
| Преобразование по алгоритму Hextile | 10,8964 |
| Преобразование по алгоритму ZRLE | 46,6580 |

Таблица 5.4 представляет сведения о, средней величине объема передаваемого данных, которые удается сжать (сэкономить при передаче) в процессе работы каждого из реализованных методов кодирования, приходящейся на единицу передачи данных удаленного кадрового буфера (пикселя передаваемой области), которая получена, как среднее значения из выборки, содержащей размеры передаваемой области, и объем данных, полученных от сервера, а так же объеме раскодированной информации, описывающей обновляемую область удаленного кадрового буфера. Величина есть отношение разницы объема раскодированных данных передаваемой области удаленного кадрового буфера от объема закодированных данных области к количеству пикселей в данной передаваемой области.

Таблица 5.4 – Среднее количество информации, сжимаемое при передаче одного пикселя данных удаленного кадрового буфера

|  |  |
| --- | --- |
| Метод кодирования | Средняя количество информации, байт/пиксель |
| Кодирование без преобразование | 0,0000 |
| Кодирование расширяющимися прямоугольниками | 2,8445 |
| Кодирование сжатыми расширяющимися прямоугольниками | 3,5912 |
| Сжатие Zlib | 4,1689 |
| Преобразование по алгоритму Tight | 3,8794 |
| Преобразование по алгоритму Hextile | 3,2893 |
| Преобразование по алгоритму ZRLE | 3,7349 |

Диаграммы, составленные на основе приведенных ранее результатов анализа реализованных методов, и, представляющие визуализированные сводные данные по результатам эксперимента, представлены в приложении И, К, Л соответственно.

Стоит так же отметить, что результаты измерений были подвергнуты статистической проверке. Это было сделано исходя из наличия погрешности в измерении. Рассматривалась погрешность при измерении величины времени, а именно значений среднего времени, требуемого для декодирования одного пикселя закодированного содержимого удаленного кадрового буфера. Измерение данной величины проводилась с использованием средств, предоставляемых библиотекой Android SDK. Ограничением, накладываемым используемым интерфейсом программирования приложений, является точность, с которой можно проводить требуемые замеры. Так для измерения времени, которое система непосредственно тратит на выполнения программного кода реализации метода обратного преобразования данных содержимого удаленного кадрового буфера, доступна точность не более одной миллисекунды. С учетом возможностей современного аппаратного обеспечения, а именно центральных процессоров мобильных устройств, на которых устанавливается операционная система Android, и, в частности, мобильных устройств, на которых проводились исследования (мобильный телефон Sony Ericsson Xperia Mini pro с тактовой частотой одноядерного центрального процессора 1 ГГц, планшетный компьютер Samsung Galaxy Tab P1000 с тактовой частотой одноядерного центрального процессора 1 ГГц, планшетный компьютер Samsung Galaxy Tab II P3200 с тактовой частотой двух ядерного центрального процессора 1 ГГц, планшетный компьютер ASUS Nexus 7 с тактовой частотой четырех ядерного центрального процессора 1,2 ГГц) можно говорит о недостаточной точности измерений. Этот факт подтверждается на практике, когда в ряде реализованных методов обратного преобразования данных содержимого удаленного кадрового буфера, не использующих алгоритмы сжатия на базе алгоритма DEFLATE, либо формата изображения, сжатого с потерями, JPEG, при необходимости раскодирования небольших областей (до 128 пикселей шириной и 128 пикселей высотой, как было установлено в результате эксперимента) передаваемого участка кадрового буфера время, затраченное на выполнение обратного преобразования полученных от сервера данных, меньше одной миллисекунды. Результаты, полученные в ходе практического использования и измерения, показывают, что отмеченным устройствам требуется на раскодирование подобных небольших областей порядка сотен микросекунд, а требуемое время на обратное преобразование обратно-пропорционально размеру области и может сводится до наносекунд. Подобные случаи необходимости раскодирования небольших областей в ходе получения экспериментальных данных для последующего анализа могут вносить существенные погрешности и требуют оценки и, при необходимости, исключения из рассматриваемой выборки.

В качестве модели распределения была выбрана модель нормального распределения. Согласно правилу «Трех сигм» – практически все значения нормально распределённой случайной величины лежат в интервале [32]. Более строго – не менее чем с 99,7 % вероятностью значение нормально распределённой случайной величины лежит в указанном интервале (при условии, что величина истинная, а не полученная в результате обработки выборки). Здесь *σ* это среднеквадратическое отклонение – показатель рассеивания значений случайной величины относительно ее математического ожидания. Если же истинная величина неизвестна (как в данном случае), то следует пользоваться не *σ*, а *s*, где *s* – стандартное отклонение – это оценка среднеквадратического отклонения случайной величины *x* относительно её математического ожидания на основе несмещённой оценки её дисперсии. Таким образом, правило трёх сигм преобразуется в правило трёх *s* и звучит следующим образом: практически все значения (не менее чем с 99,7 % вероятностью) нормально распределённой случайной величины лежат в интервале .

Значение стандартного отклонения рассчитывается по следующей формуле:

, (5.1)

где *s* – стандартное отклонение;

*n* – объем выборки;

*x*i – i-й элемент выборки;

– среднее арифметическое выборки.

Согласно формуле (5.1) все значения, которые не входят в рассчитанный интервал были отброшены как имеющие большую погрешность в измерении.

## Вывод по разделу

Из представленных в данном разделе сводных сведений должна быть понятна потребность в реализованном наборе методов преобразования содержимого удаленного кадрового буфера при его передаче через канал связи. Реализованные алгоритмы, как было описано в разделе 3, обладают определенными особенностями дающие им преимущества ряде возможных условий работы, однако у каждого реализованного подхода к кодированию существует и негативные особенности работы, которые не позволяют выбрать один из имеющихся алгоритмов, как универсальный, и использовать его в абсолютно любых условиях, заменив все другие описанные подходы.