

Ovsyannikov Aleksandr Sergeevich, PhD in Technical Science, Associated Professor of the Department of Information Systems and Technology, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation. Tel.: +79178174807. E-mail: oats23@mail.ru

Burova Maria Aleksandrovna, postgraduate student, the Department of Information Systems and Technology, Samara State Railway University, Samara, Russian Federation. Tel.: +79171094026. E-mail: mb612@rambler

References

1. Burova M.A., Kosolapov A.M., Ovsyannikov A.S. Shema prinyatiya resheniya dlya kontrolya mnogoparametricheskogo dinamicheskogo obekta [Decision plan for controlling multivariable dynamic object]. *Materialy XIX RNTK PGUTI*. Samara, 2012, pp. 223-224.
2. Korn G., Korn T. *Spravochnik po matematike (dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov)* [Handbook of mathematics (for scientists and engineers)]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 531 p.
3. Burova M.A., Kosolapov A.M., Ovsyannikov A.S. Kontrol dinamicheskogo obekta po nezavisimym parametram [Monitoring a dynamic object using independent parameters]. *Vestnik transporta Povolzhya*, 2013, no. 1, pp. 58-61.
4. Burova M.A., Kosolapov A.M., Ovsyannikov A.S. Kontrol odnoparametricheskogo dinamicheskogo obekta s pamyaty [Control of one-parameter dynamic object with memory]. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2014, vol. 12, no. 2, pp. 86-88.
5. Ovsyannikov A.S. *Razrabotka metoda avtomaticheskogo kontrolya kanalov tonalnoy chastoty* [Development of a method of voice channels automatic control]. Avtoref. diss. kand. techn. nauk, Moscow, MEIS, 1983.

Received 05.06.2015

УДК 004.7

ЛАБОРАТОРНАЯ СРЕДА ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ПРОТОКОЛА X11

Кубалиев Ж.М., Ружников В.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: kubalievzh@gmail.com

В статье рассматривается проблема построения лабораторной среды с целью анализа графического протокола X11 оконной системы X Windows, которая является стандартом оконных систем в Unix-подобных операционных системах.

Ключевые слова: протокол X11, система X Windows.

Введение

Особенностью графической оконной системы X Windows является клиент-серверная архитектура, использующая для взаимодействия сетевой протокол X11. Как следствие удачно реализованной архитектуры появляется возможность запуска приложений локально на терминале клиента, так и удаленно на сервере с выводом графической информации на дисплей терминала удаленного клиента.

Однако различные варианты используемого на сервере программного обеспечения требуют различных условий по пропускной способности сети, в которой планируется использование клиентских терминалов. На текущий момент нет готовых решений, предназначенных для анализа протокола X11. В связи с этим в данной статье

описан метод построения сетевой среды для анализа работы протокола X11 с целью дальнейшего изучения его работы.

Оконная система X Windows использует протокол X11 для взаимодействия графического X сервера с X клиентами. В основе алгоритма работы лежит множественный контроль этапов работы (см. рис.1).

Анализ работы протокола X11

Для сбора статистических данных была разработана лабораторная среда (рис.2):

- настроены виртуальные машины клиента и сервера на базе ОС GNU/Linux;
- установлен и настроен шлюз между клиентом и сервером (по технологии WANem);
- настроена система X Windows для передачи проходящего между клиентом и сервером трафика;

- настроена система регистрации событий (170 видов) в журнал для дальнейшего анализа.

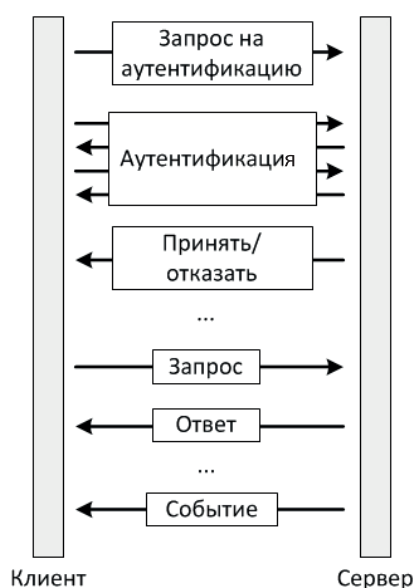


Рис.1 Пример взаимодействия клиента и сервера

Шлюз WANem используется для контроля пропускной способности сетевого подключения между клиентом и сервером.

Для качественного анализа работы протокола X11 необходима соответствующая среда, включающая в себя:

- виртуальную машину – сервер, с установленным оконным пакетом X Windows;
- виртуальную машину – клиент, с установленным оконным пакетом X Windows;
- виртуальную машину – шлюз, с установленным программным пакетом WANem;
- настроенный трассировщик пакетов на виртуальной машине клиента.

Наиболее ответственным участком лабораторной среды является трассировщик пакетов, в задачу которого входит разделение сетевого трафика на дискретные пакеты или сообщения с последующим анализом частоты появления конкретных типов сообщения и расчет суммарного объема передаваемых данных.

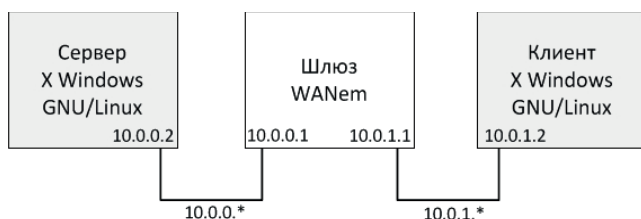


Рис. 2 Взаимодействие X клиента с X сервером

В модельной среде регистрировались следующие виды пакетов, посылаемых через сеть асинхронно:

- запрос (Request): посылается клиентом серверу для инициализации сервера на выполнение какого-либо действия, например создания окна, кнопки на форме;

- отклик (Reply): ответ сервера на запрос, возвращает клиенту данные, сформированные по его запросу;

- событие (Event): уведомление клиента о каком-либо событии на стороне сервера. Данное событие может быть результатом предыдущего запроса или таких действий, как нажатие на клавишу, мышку;

- сообщения об ошибках (Error): уведомления клиенту в случае возникновения ошибки на стороне сервера.

В журнале регистрировались запросы как CreateWindow, PutImage, GetImage, PolyLine и ImageText8 и т.д., контролировались важные события, такие как ButtonPress (нажатие на кнопку мыши), MotionNotify (перемещение курсора мыши). Некоторые запросы оконной системы X Windows не имели откликов, например связанные с перемещением мыши. Такие события группировались и посылались единым потоком.

Особенностью работы X клиента является взаимодействие с X сервером по протоколу TCP/IP в асинхронном режиме. В связи с этим в системе регистрации была реализована многопоточная запись. В целях минимизации влияния жесткого диска на сбор сетевых данных разработанная программа мониторинга протокола X11 записывала минимально необходимые сведения о проходящих сетевых пакетах в лог-файл. Запись каждого пакета сопровождалась штампом времени с точностью до 1 мс. Трассировщик, записывающий информацию обо всех пакетах, работал с заданным приоритетом -20 (nice -20) во избежание потери пакетов.

Формат записываемых в лог-файл пакетов содержит следующие данные:

- последовательный номер пакета;
- размер окна;
- длину пакета.

Этих данных достаточно для определения состояния соединения (активно или разорвано) в конкретный момент времени. Каждый пакет включает информацию о типе сообщения – запрос, событие или ошибка.

Построенная лабораторная среда позволяет проводить детальный анализ протокола X11 по последовательности пакетов.

На рис. 3 приведен один из образцов пересылаемых пакетов между X сервером и X клиентом:

- 1) время отправки пакета;

- 2) порядковый номер клиент;
- 3) тип записи (запрос, отклик, событие);
- 4) количество байт в пакете;
- 5) последовательность;
- 6) длина пакета;
- 7) маркер (функция);
- 8) запрос;
- 9) номер окна.



Рис. 3 Формат сетевого пакета X11

Анализ проходящих пакетов дает представление о формате протокола и активности проходящих в оконной системой X операций. Проанализировав некоторый объем собранной в результате мониторинга работы протокола X11 информации, можно сделать следующий вывод. Система X Windows использует пять основных категорий сообщений:

- геометрия: данный вид передает информацию о геометрических объектах – линия, полигон и их координаты в метрической системе;
- картинки, включая перемещения курсора на экране (используемые функции X_PutImage, X_GetImage и др.);
- ввод: к этой категории относятся события – нажатие клавиш клавиатуры и мыши;
- текст: к данной категории относятся все сообщения, содержащие текстовые данные, которые, как правило, помимо текста, также содержат информацию о положении курсора;
- окна: этот вид сообщений включает информацию о типе, цвете, координатах, отображаемых системой X Windows окнах.

Анализ протокола X11, помимо разделения сообщений на категории, сводится к исследованиям в следующих направлениях:

- относительная важность сообщения для стабильной работы системы X Windows;
- изменение активности передачи конкретных типов сообщений в течение работы приложения системы X Windows;
- использование коротких последовательностей сообщений, отражающих высокоуровневую работу приложений;
- зависимость размера служебной информации от типа сообщения и их группировка по типу.

Заключение

Построение лабораторной среды имеет строгую зависимость от поставленной перед исследова-

телями задачи. В данной статье рассмотрена лабораторная среда, построенная с целью исследования внутреннего устройства и работы графического протокола X11.

Основной целью исследования является разработка алгоритма эффективного сжатия протокола X11, который позволит комфортно использовать протокол в сетях с низкой пропускной способностью и высокой латентностью.

Литература

1. Adrian Nye. X Protocol Reference Manual for Version 11 of the X Window System (Definitive Guides to the X Window System) (V.0). O'Reilly Media, 2001. – 500 p.
2. Adrian Nye. XLIB Reference Manual(R4/R5) for Version 11, (Volume 2) (Definitive Guides to the X Window System). O'Reilly Media, 1994. – 935 p.
3. Bell T. Text Compression. Prentice Hall, 1990. – 318 p.
4. Barkakati N. X Window System Programming. Sams, 1991. – 750 p.
5. Douglas A. Young. The X Window System: Programming and Applications with Xt, OSF/Motif. Prentice Hall, 1994. – 656 p.
6. Foley J.D. Fundamentals of Interactive Computer Graphics (Systems Programming Series). Addison Wesley, 1982. – 664 p.
7. Jones O. Introduction to The X Window System. Prentice Hall, 1988. – 528 p.
8. Kozierok C. The TCP/IP Guide: A Comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference. No Starch Press, 2005. – 1616 p.
9. Mansfield N. The Joy of X: The Architecture of the X Window System. UIT Cambridge Ltd., 2010. – 380 p.
10. Nelson M. The data compression book: Featuring fast, efficient data compression techniques in C. M&T Books, 1991. – 527 p.
11. Rosenthal D., Flowers J., Scheifler R., Gettys J. X Window System, Third Edition: The Complete Reference to Xlib, X Protocol, ICCM, XLFID, X Version 11, Release 5. Digital Press, 1992. – 1000 p.
12. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition. The MIT Press, 2009. – 1312 p.

Получено 03.06.2015

Кубалиев Жоламан Максutowич, аспирант Кафедры программного обеспечения и управления в технических системах Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-777-426-88-20э E-mail: kubaliyevzh@gmail.com

Ружников Вадим Александрович, к.т.н., доцент, декан Факультета базового телекоммуникационного образования ПГУТИ. Тел. (8-846) 228-00-50. Email: rv@psuti.ru

LAB ENVIRONMENT FOR ANALYSIS OF X11 PROTOCOL

Kubaliyev Zh.M., Ruzhnikov V.A.

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara. Russian Federation

E-mail: kubaliyevzh@gmail.com

All GUI applications in UNIX environment require both graphic and data communication protocols, and these applications are interactive. That means if performance would be lower some threshold, users will mark them as unapplicable. Also there is a high performance threshold, when users will not be able to detect improvements under its growing. The problem of low performance network can be sold by graphic protocol compression. However this approach for the high performance networks does not work. For example, network transmits graphic command much faster then command is generated by application or faster then graphic server capabilities to receive and process them. Also there is a case, when application operates fast enough under current resources. Here user will miss all application improvements if application provides feedback at 100 ms, and compression would be inappropriate. However generally the network is a bottleneck, and both compute server and graphic sever have reserve cycles for graphic protocol compression. Graphic protocol is a machine language that provides for application program operating in the one computer to interact with graphics server operating in another computer. This work is devoted to problem of lab environment development for X11 graphic protocol analysis for research and following developing of method providing network traffic reducing between X-server and X-user.

Keywords: X11, X Windows system

DOI: 10.18469/ikt.2015.13.3.18

Kubaliyev Zholaman Maksutovtch, postgraduate student, the Department of Software and Management in Technical Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunication and Information, Samara, Russian Federation Tel.: +77774268820. E-mail: kubaliyevzh@gmail.com

Ruzhnikov Vadim Aleksandrovich, PhD in Technical Science, Associated Professor, the Dean of Faculty of Basic Telecommunication Education, Povolzhskiy State University of Telecommunication and Information, Samara, Russian Federation. Tel.: +78462280050. E-mail: rv@psuti.ru

References

1. Adrian Nye. *X Protocol Reference Manual for Version 11 of the X Window System (Definitive Guides to the X Window System) (V.0)*. O'Reilly Media, 2001. 500 p.
2. Adrian Nye. *XLIB Reference Manual (R4/R5) for Version 11, (Volume 2) (Definitive Guides to the X Window System)*. O'Reilly Media, 1994. 935 p.
3. Bell T. *Text Compression*. Prentice Hall, 1990. 318 p.
4. Barkakati N. *X Window System Programming*. Sams, 1991. 750 p.
5. Douglas A. Young. *The X Window System: Programming and Applications with Xt, OSF/Motif*. Prentice Hall, 1994. 656 p.
6. Foley J.D. *Fundamentals of Interactive Computer Graphics (Systems Programming Series)*. Addison Wesley, 1982. 664 p.
7. Jones O. *Introduction to The X Window System*. Prentice Hall, 1988. 528 p.
8. Kozierok C. *The TCP/IP Guide: A Comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference*. No Starch Press, 2005. 1616 p.
9. Mansfield N. *The Joy of X: The Architecture of the X Window System*. UIT Cambridge Ltd., 2010. 380 p.
10. Nelson M. *The data compression book: Featuring fast, efficient data compression techniques in C*. M&T Books, 1991. 527 p.

11. Rosenthal D., Flowers J., Scheifler R., Gettys J. *X Window System, Third Edition: The Complete Reference to Xlib, X Protocol, ICCM, XLFD, X Version 11, Release 5*. Digital Press, 1992. 1000 p.
12. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Stein C. *Introduction to Algorithms, 3rd Edition*. The MIT Press, 2009. 1312 p.

Received 03.06.2015