

Automated Analysis of Cross-Distribution Compatibility of Linux Applications

Konstantin Vlasov
Institute for System Programming
Russian Academy of Sciences
email: vlasov@ispras.ru

Vladimir Rubanov
Institute for System Programming
Russian Academy of Sciences
email: vrub@ispras.ru

Andrey Smachev
Institute for System Programming
Russian Academy of Sciences
email: biga@ispras.ru

Abstract (English)

This paper presents the Linux Application Checker tool designed for automated analysis of cross-distribution compatibility of Linux applications. The need for such a tool comes from the well-known problem of incompatibilities between Linux distributions that prevent running an application on distributions which it was not designed for. This situation brings problems both to users (because they cannot run applications they need) and developers (because they need to develop “clones” of their applications for different distributions). Linux Application Checker is designed to largely simplify development of portable cross-distribution applications.

The tool analyses the application component external dependencies, takes into account inter-component relations and creates a detailed report with the list of external libraries and interfaces required by the application along with the information about which distributions provide these libraries and interfaces and which do not. In addition, Linux Application Checker executes the tests for compliance to the Linux Standard Base (LSB) standard and provides a simple way for certifying applications.

At the moment, Linux Application Checker is an official tool approved by the Linux Foundation for checking applications for LSB compliance, and it is also recommended to use by any developers interested in writing portable Linux applications.

Keywords: *Linux, LSB, application portability.*

Автоматизация анализа совместимости Linux приложений с различными дистрибутивами

Константин Власов
Институт системного
программирования РАН
email: vlasov@ispras.ru

Владимир Рубанов
Институт системного
программирования РАН
email: vrub@ispras.ru

Андрей Смачёв
Институт системного
программирования РАН
email: biga@ispras.ru

Abstract (Russian)

В статье представлен инструмент Linux Application Checker, предназначенный для автоматизированного анализа совместимости приложений с различными дистрибутивами Linux. Разработка приложений, которые могут работать без каких либо модификаций на различных дистрибутивах Linux, чрезвычайно актуальна в условиях наблюдаемого роста популярности данной платформы.

Linux Application Checker анализирует различные компоненты приложения (бинарные модули и скрипты) и выявляет набор внешних зависимостей приложения - главным образом конкретных версий ожидаемых от дистрибутива библиотек и необходимых интерфейсов (функций и глобальных данных). Сопоставляя полученные данные с базой знаний о конкретных дистрибутивах, Linux Application Checker позволяет разработчикам и пользователям приложений определять на каких дистрибутивах данное приложение может быть запущено. Также Linux Application Checker позволяет проводить тестирование приложений на соответствие стандарту LSB.

В настоящее время Linux Application Checker одобрен Linux Foundation в качестве официального средства сертификации приложений на соответствие LSB и рекомендуется к использованию всеми разработчиками, заинтересованными в переносимости их приложений между дистрибутивами Linux.

Keywords: *Linux, LSB, переносимость приложений.*

1 Введение

В настоящее время в мире насчитывается более 500 публичных дистрибутивов Linux (например, см. <http://lwn.net/Distributions/>). Каждый из таких дистрибутивов представляет собой уникальную комбинацию определенных версий/модификаций базовых компонентов, таких как ядро, библиотеки, системные утилиты, приложения и т.д. В данном докладе дистрибутивы Linux рассматриваются как платформы для обеспечения функционирования сторонних приложений (то есть не включенных в комплект поставки самим производителем дистрибутива). С этой точки зрения главными компонентами дистрибутива являются собственно ядро операционной системы и набор разделяемых библиотек, которые предоставляют приложениям прикладные бинарные интерфейсы (ABI) в виде функций и глобальных данных.

Проблема заключается в том, что в разных дистрибутивах поставляются разные версии библиотек, в том числе с уникальными изменениями, внесенными разработчиками дистрибутива. В итоге это может означать разные интерфейсы для приложений, как по составу, так и по поведению. Именно поэтому написать стороннее приложение, которое будет работать на всех дистрибутивах, да еще и без перекомпиляции (что важно для многих производителей ПО), оказывается сложной задачей. Производители дистрибутивов стараются смягчить эту проблему, поставляя несколько версий одной и той же библиотеки в составе дистрибутива, чтобы разные приложения могли использовать необходимые им версии. Усилия по стандартизации Linux в виде стандарта Linux Standard Base (LSB) [1]-[2] также способствуют появлению гарантированного набора базовых системных библиотек в основных дистрибутивах.

Однако, разработчикам приложений достаточно сложно найти централизованные сведения о составе различных дистрибутивов для анализа переносимости своих приложений и для принятия решений о возможных конкретных мерах по улучшению этой переносимости. Именно поэтому актуальной задачей становится сбор такой информации и разработка средств автоматизированного анализа переносимости приложений между основными дистрибутивами, сведения о которых имеются в такой базе данных.

В данной статье представлены результаты работ Центра верификации ОС Linux [3] при Институте системного программирования РАН (ИСП РАН) [4], посвященные указанной

проблематике. Представлена база знаний о дистрибутивах и инструмент автоматизированного анализа совместимости Linux-приложений с дистрибутивами - Linux Application Checker.

2 База знаний Linux Foundation

Для стандартизации, защиты и продвижения Linux крупнейшими ИТ-компаниями, среди которых стоит упомянуть IBM, Intel, HP, Novell, Oracle, был создан международный консорциум Linux Foundation [5], который в настоящее время представляет собой основную в мире площадку, объединяющую усилия и экспертизу различных организаций и лиц, заинтересованных в успешном развитии Linux.

Для централизованного анализа экосистемы Linux в рамках программы LSB Infrastructure [6] (совместно Linux Foundation и ИСП РАН) была создана база данных, содержащая информацию о составе различных дистрибутивов (в первую очередь наличие определенных библиотек и интерфейсов), о внешних зависимостях реальных приложений и о стандартизованных в рамках стандарта LSB элементах.

В настоящее время эта база данных включает более 80 таблиц с суммарно 25 миллионами записей. Основную часть данных занимают сведения о дистрибутивах и приложениях. По состоянию на сентябрь 2008 года база содержит информацию о 53 дистрибутивах и 1087 приложениях. Информация постоянно обновляется. Эти сведения используются в том числе для поддержки принятия решений по развитию стандарта LSB.

Содержимое базы данных доступно для удобного просмотра с поиском и кросс-навигацией с помощью специализированной информационной системы LSB Database Navigator [7].

3 Linux Application Checker

Чтобы эффективно использовать информацию из построенной базы знаний Linux Foundation для анализа совместимости конкретных приложений с имеющимися в базе дистрибутивами, был разработан инструмент Linux Application Checker (краткое название App Checker), созданный в рамках программы LSB Infrastructure в российском Центре верификации ОС Linux.

Linux Application Checker предоставляет пользователю визуальный веб-интерфейс, который обеспечивается простым веб-сервером,

встроенным в инструмент. На стартовой странице (Application Check) пользователю предлагается указать полный набор компонентов тестируемого приложения. В этот набор могут входить следующие данные:

- отдельные файлы;
- каталоги со всем содержимым;
- установочные пакеты и архивы форматов RPM, DEB, TAR.GZ, TAR.BZ2;
- присутствующие в системе установленные пакеты.

В процессе тестирования App Checker просматривает содержимое архивов и каталогов, извлекает файлы, подлежащие проверке (исполняемые двоичные файлы, разделяемые библиотеки, а также скрипты, написанные на языках Shell, Perl и Python) и проводит над ними серию тестов.

Выполняемые тесты можно разделить на две группы: проверка совместимости приложения с различными дистрибутивами Linux (информация о которых имеется в базе знаний Linux Foundation) и проверка приложения на соответствие стандарту LSB. Тесты из первой категории предназначены для всех разработчиков, перед которыми стоит задача обеспечения работоспособности их приложения на различных Linux платформах. Пользователю выдаётся набор отчётов, в которых перечислены проблемы, не позволяющие использовать приложение на определенных дистрибутивах. Самой часто встречающейся проблемой является отсутствие необходимых версий библиотек или

интерфейсов в тех или иных дистрибутивах. App Checker считывает из ELF-файлов секции `.dynamic` и выделяет оттуда записи типа `DT_NEEDED`, в которых и перечислены все библиотеки, необходимые для запуска приложения. Также анализируются секции `.dynsym` и `.symtab`, откуда извлекается информация о необходимых приложению внешних ELF-символах (интерфейсах). Разумеется, при анализе учитываются все внутренние зависимости между компонентами приложения, и пользователю выдаётся только список внешних библиотек и интерфейсов, которые не содержатся в компонентах самого приложения.

В дополнение к списку зависимостей App Checker выводит, где возможно, различные сведения и рекомендации из базы знаний Linux Foundation, например рекомендации, чем заменить устаревшие (deprecated) интерфейсы, или советы включить определенную библиотеку в состав поставки приложения.

LSB-тесты более специфичны. Их основное назначение — анализ расхождений со стандартом LSB с целью их устранения, а также создание отчёта, на основе которого сертификационная комиссия сможет вынести заключение о соответствии (или несоответствии) приложения стандарту LSB. Анализ требуемых библиотек и интерфейсов здесь также выполняется, но полученный список сравнивается не с базой дистрибутивов, а с информацией о стандартизованных LSB элементах (приложение

The screenshot shows the Linux Application Checker interface. At the top, there's a navigation bar with 'Application Check', 'Result History', 'Help', 'About', and 'Administration'. The main content area displays 'Analysis Results for alsa-1.0.11-32.7 on x86'. A yellow banner states 'Some compatibility problems detected'. Below this, two bullet points indicate: 'There are 5 of 28 distributions (see below) that provide all the required libraries and interfaces.' and 'The Application uses 2 external libraries incompatible with LSB 3.2.'. A navigation bar below the banner includes 'Distribution Compatibility', 'App Components', 'External Libraries', 'External Interfaces', and 'LSB Certification'. A paragraph explains the compatibility status. At the bottom, a table shows the compatibility status for SLES 10.

Summary		Missing Libraries		Missing Interfaces		Comments
Distribution	Status	Common	Unknown	Common	Unknown	
SLES 10	OK	none	none	none	none	

Рис. 1. Заголовок страницы отчёта Linux Application Checker.

не должно использовать библиотеки и интерфейсы за пределами стандартизованного LSB подмножества). Помимо этого проверяются другие аспекты, регламентируемые LSB, такие как бинарная структура ELF-файлов и пакетов RPM, использование специального LSB-загрузчика, и т. д.

3.1 Использование отчетов Linux Application Checker

По окончании тестирования Linux Application Checker выводит отчёт, общий вид которого представлен на рис. 1. В верхней части находится краткий вердикт результатов тестирования, которое может либо пройти успешно, либо сообщить о частичной совместимости, либо выдать вердикт о полной несовместимости приложения с известными дистрибутивами. Чуть ниже можно видеть сводку (summary) по основным аспектам совместимости, таким как количество дистрибутивов, на которых приложение запустится без проблем, или количество используемых нестандартных библиотек и интерфейсов. Далее расположены пять вкладок-отчетов, на каждой из которых можно найти детальную информацию, имеющую отношение к проблемам совместимости. Рассмотрим содержимое этих вкладок более подробно.

3.1.1 Отчет Distribution Compatibility

Эта вкладка открыта по умолчанию и содержит краткую сводку о том, с какими дистрибутивами из числа присутствующих в базе Linux Foundation приложение совместимо, а с какими — нет. Информация представлена в виде таблицы, где каждая строчка соответствует конкретному дистрибутиву и окрашена в зеленый, оранжевый или красный цвет согласно статусу совместимости. Важно понимать, что анализ на совместимость гарантирует лишь возможность запуска приложения, что не всегда означает корректную работу. Основную часть анализа составляет проверка наличия в дистрибутиве всех библиотек и интерфейсов, необходимых для работы приложения. Наведя указатель мыши на ячейку со статусом для конкретного дистрибутива, можно увидеть количество недостающих библиотек и интерфейсов, а щёлкнув по любой такой ячейке — развернуть таблицу, отобразив эти данные сразу для всех дистрибутивов. Стоит отметить, что существует особая категория библиотек «Unknown»: в неё входят те элементы, о наличии или отсутствии которых в дистрибутиве ничего

не известно. Такая ситуация вызвана тем, что хранение всего содержимого для каждого дистрибутива слишком сильно увеличило бы базу данных и затруднило её использование. Поэтому была выделена специальная группа так называемых «известных» разделяемых библиотек, в которую включаются библиотеки, которые могут включаться в состав дистрибутивов для совместного использования различными приложениями. Это позволяет исключить хранение библиотек, присутствующих в дистрибутиве исключительно как часть какого-то самостоятельного приложения, и тем самым значительно уменьшить размер запоминаемых данных. В настоящее время список включает 723 записи soname «известных» библиотек и продолжает постоянно пополняться по мере выхода новых версий.

Таким образом, первая страница отчёта позволяет быстро определить, какие дистрибутивы предоставляют все необходимые приложению библиотеки и интерфейсы, а для проблемных дистрибутивов узнать (посредством гиперссылок, открывающих дополнительные информационные окна), чего именно не хватает в конкретном дистрибутиве.

Помимо вышперечисленного, существует ещё один аспект анализа, который не является тестом на совместимость, но который может заметно облегчить процедуру портирования приложения. В силу различных обстоятельств нередко происходит так, что в список зависимостей приложения включена библиотека, из которой не используется ни одного интерфейса. App Checker отслеживает такие ситуации и сообщает о наличии «ненужных» библиотек. Разработчик, обладая этой информацией, сможет подправить опции компоновщика так, чтобы эти неиспользуемые библиотеки не подключались, и, таким образом, практически без затрат улучшить совместимость с теми дистрибутивами, на которых этих библиотек нет.

3.1.2 Отчет App Components

Следующая вкладка предоставляет детальные сведения о протестированных компонентах приложения (см. рис. 2). К таким компонентам относятся отдельные бинарные модули, разделяемые библиотеки и различные скрипты, входящие в поставку приложения. Для каждого такого компонента выводятся сведения о степени его совместимости с дистрибутивами и со стандартом LSB (зависимости от других компонентов приложения исключаются) с указанием количества конкретных проблем (отсутствующих библиотек и интерфейсов). Это

Distribution Compatibility App Components External Libraries External Interfaces LSB Certification						
Component	Distribution Compatibility	Missing Libraries	Missing Interfaces	Unneeded Libraries	LSB 3.2 Compatibility	Comments
PKG:/usr/bin/acconnect	26 of 28 (list...)	none	3 of 14 (...)		3 interfaces are since LSB 4.0	
PKG:/usr/bin/alsamixer	22 of 28 (list...)	1 of 5 (...)	25 of 45 (...)		1 non-LSB library, 6 non-LSB interfaces	

Рис. 2. Вкладка App Components

позволяет быстро идентифицировать проблемные компоненты в составе больших приложений. По ссылкам в ячейках таблицы можно перейти к более детальной информации.

3.1.3 Отчет External Libraries

На третьей вкладке, изображённой на рис. 3, представлены данные об используемых приложением библиотеках. Для каждой библиотеки приводятся следующие сведения:

- список компонентов приложения, которым требуется указанная библиотека;
- количество интерфейсов, используемых приложением из данной библиотеки;
- дистрибутивы, в которых библиотека присутствует;
- статус библиотеки по отношению к стандарту LSB.

При помощи фильтров пользователь может настроить отображение только интересующих его сведений. В частности, можно ограничить список анализируемых дистрибутивов, например, исключив все устаревшие (выпущенные ранее определённого года), или показав только библиотеки, имеющие проблемы совместимости.

3.1.4 Отчет External Interfaces

Данная вкладка практически полностью аналогична предыдущей, только предоставляет сведения на уровне интерфейсов вместо

библиотек. В число отображаемых данных добавляются версии интерфейсов и имена библиотек, экспортирующих указанные интерфейсы.

3.1.5 Отчет LSB Certification

Эта вкладка создана для облегчения процесса сертификации приложения на соответствие стандарту LSB. Пользователю выводится список всех обнаруженных проблем, который можно группировать либо по компонентам, либо по категориям ошибок. Если приложение соответствует LSB, разработчик может начать процедуру сертификации, перейдя по соответствующей ссылке в онлайн сертификационную систему Linux Foundation. Ему будет предложено создать учётную запись (если он не делал этого ранее), зарегистрировать продукт и загрузить результаты тестирования, подготовленные App Checker. В случае успешной сертификации приложение будет включено в официальный реестр LSB-сертифицированных продуктов.

Distribution Compatibility App Components External Libraries External Interfaces LSB Certification					
<p>The table below lists all external libraries required by your Application (based on DT_NEEDED ELF section). LSB and Distribution presence statuses are provided for each library. You can adjust distributions of interest and the report will be updated appropriately.</p> <p>Select distributions... (28 of 28 selected)</p> <p>Component: <input type="text" value="All"/> Show: <input type="text" value="All"/> 6 libraries shown. [Reset all filters]</p>					
Library	Dependent Application Components	Interfaces Actually Used	Presence in Distributions	In LSB 3.2?	More Info
libc.so.6	26 components (...)	114	28 of 28 (list...)	Yes	Details...
libdl.so.2	20 components (...)	4	28 of 28 (list...)	Yes	Details...

Рис. 3. Вкладка External Libraries.

3.2 Загрузка данных на сервер Linux Foundation

Даже если приложение не проходит тест на LSB, информацию о нём можно загрузить в базу данных Linux Foundation. Это помогает анализировать реальные потребности разработчиков программ и учитывать их при обсуждении состава будущих версий стандарта LSB. На странице результатов присутствует специальная ссылка «upload», при щелчке по которой открывается форма загрузки. В ней требуется указать имя приложения, его версию, некоторые данные о типе приложения и его характеристиках, после чего информация о составе приложения и его зависимостях будет загружена на FTP-сервер Linux Foundation, откуда она будет далее внесена в базу данных. Данные о загруженных таким образом приложениях можно видеть в LSB Database Navigator по ссылке <http://linuxfoundation.org/navigator/browse/app.php>.

4 Заключение

Различия в дистрибутивах Linux на уровне предоставляемых приложениям операционной системой сервисов, библиотек и функций определенно создают проблемы для независимых разработчиков приложений, которым часто приходится создавать отдельные сборки их программ для каждого из основных дистрибутивов. К счастью, инициативы по стандартизации платформы Linux и усилия производителей дистрибутивов по поддержке унаследованных приложений приводят к появлению определенного базиса, на наличие которого можно рассчитывать в большинстве популярных дистрибутивов. Приложения, использующие возможности только этого базиса, становятся вполне переносимыми между

различными дистрибутивами даже на бинарном уровне.

Ведущие мировые ИТ-компании в рамках консорциума Linux Foundation прилагают серьезные усилия для облегчения поддержки Linux производителями независимых приложений. Представленные в данной статье база знаний и инструмент Linux Application Checker, разработанные по заказу Linux Foundation российскими специалистами, являются в настоящее время основными инфраструктурными компонентами, позволяющими разработчикам Linux приложений эффективно анализировать и обеспечивать переносимость своих приложений. Также, Linux Application Checker является официальным средством автоматизированной сертификации приложений на LSB-совместимость. Последнюю версию инструмента можно загрузить со страницы проекта LSB Infrastructure [6].

5 Ссылки

- [1] *Linux Standard Base Homepage*.
<http://www.linuxfoundation.org/en/LSB/>.
- [2] V. Rubanov. *Linux Standard Base (LSB): "Single Linux" Specification and Support Infrastructure*. In Proceedings of SECR 2007.
- [3] *Центр верификации ОС Linux*.
<http://linuxtesting.org/>
- [4] *Институт системного программирования РАН*.
<http://ispras.ru/>
- [5] *Linux Foundation*.
<http://linuxfoundation.org/>
- [6] *LSB Infrastructure Program*.
<http://ispras.linuxfoundation.org/>
- [7] *LSB Database Navigator*.
<http://linuxfoundation.org/navigator/>