

Д.И. Приходько

ОСНОВНАЯ ТИПИЗАЦИЯ МУЛЬТИРАЗРЯДНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ¹

Аннотация. Рассматривается особый класс переносимых приложений – мультиразрядные приложения, представляющие собой специальные приложения, способные функционировать на нескольких выбранных режимах микропроцессора в экстремальных условиях окружающей среды. В техническом аспекте этот эффект позволяет за счет использования логической изоляции поврежденных частей микропроцессора осуществлять смену режима микропроцессора в большинстве случаев без потерь данных либо с минимальными потерями, связанными со снижением точности вычислений и долей накопленных повреждений в микропроцессоре. При наличии микропроцессора, который эксплуатируется в первую очередь в экстремальных условиях окружающей среды, например, в космическом пространстве, необходимы специальные приложения для использования технических возможностей доработанных микропроцессоров. Представлено место данного класса приложений с точки зрения имеющихся подходов.

Ключевые слова: мультиверсионные приложения, мультиразрядные приложения, компилятор.

D.I. Prikhodko

BASIC TYPING OF MULTI-BIT APPLICATIONS IN THE STRUCTURE OF MODERN SOFTWARE

Abstract. The author considers a special class of portable applications: multi-bit applications, which are special applications that can operate in several selected microprocessor modes in extreme environmental conditions. In a technical aspect, this effect allows, through the use of logical isolation of damaged parts of the microprocessor, to perform a microprocessor mode change in most cases without data loss, or with minimal losses associated with a decrease in calculation accuracy and the amount of accumulated damage in the microprocessor. In the presence of such a microprocessor, which is primarily operated in extreme environmental conditions, such as outer space, special applications are needed that can use the technical capabilities of modified microprocessors. The article describes the place of this class of applications in terms of existing approaches.

Keywords: multi-version applications, multi-bit applications, compiler.

Введение

В последнее время информационные технологии продолжают активно развиваться. IT-индустрия сегодня представлена крупными научно-техническими компаниями (Microsoft, Apple, Google, Yandex и др.), причем практически все крупные сектора находятся в зарубежных странах (Китай, США, Тайвань). В нашей стране также присутствуют крупные корпорации, отвечающие за разработку программных продуктов, например, для автоматизации бизнеса, выпущенные компанией 1С, поисковые системы Mail и Yandex.

© Приходько Д.И., 2023

¹ Публикация выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН «Проведение фундаментальных научных исследований (47 ГП)» по теме № FNEF-2022-0012 «Системы виртуального окружения: технологии, методы и алгоритмы математического моделирования и визуализации. 0580-2022-0012».

Приходько Дмитрий Игоревич

магистр, инженер вычислительных и электронно-вычислительных машин, Научно-исследовательский институт системных исследований РАН, Москва. Сфера научных интересов: информационные системы; вычислительные системы; операционные системы; эксплуатация вычислительных систем. SPIN-код: 9063-2855.

Электронный адрес: mitry1205@mail.ru

При этом взятый в прошлом десятилетии тренд на разработку переносимых приложений в настоящее время только усиливается; не последнюю роль в этом сыграла активизация импортозамещения. Перед разработчиком встает вопрос выбора программных приложений для разработки своих решений, особенно если речь идет о программных приложениях, предназначенных для вычислительных систем [1], которые эксплуатируются в экстремальных условиях [2] (например, в космосе).

Цель статьи – определить основные особенности мультиразрядных приложений и их классовую принадлежность.

Методология

В настоящее время в разработках используются несколько типов приложений.

Полноценные переносимые приложения для операционных систем. Разрабатываемые коды функционалов максимально идентичны по своему назначению с учетом специфики каждой из поддерживаемых систем, то есть исходный код написан таким образом, что он может быть легко перенесен на другую платформу. Например, приложения под MS-DOS и LINUX, CP-80, Windows CLI и EasyWin вполне могут содержать практически идентичный исходный код на уровне языка высокого уровня – Basic, Pascal, C++ и др.

Специальные версии для конкретных операционных систем. Разработка приложений под мобильные системы, которые урезаны по функционалу в отличие от компьютерных систем.

Полностью интерпретируемые приложения. Эта возможность является стандартной. Приложения исполняются при помощи специальной программы – интерпретатора. Такими приложениями являются, например, языки php, perl, python, Ruby, TCL и др.

Последние два типа приложений активно используются в настоящее время [3] как бизнесом в качестве основного инструмента для выдерживания конкуренции на рынке, так и непосредственно разработчиками свободного программного обеспечения. Первый тип приложения используется реже, однако в последнее время стал активно применяться, так как на отечественный рынок начинают выходить приложения, которые собраны на основе сборок linux под собственные нужды.

Рассмотрим приложения, которые подразумевают полноценный их перенос между различными операционными системами как наиболее сложными к исполнению методами. При этом из перекомпилируемых можно выделить следующие приложения:

- моноисполняемые, которые состоят из одной версии;
- мультиверсионные, состоящие из нескольких версий и собранные в один исполняемый файл; каждая версия извлекается особым способом по указанным в программе требованиям;

- мультиразрядные – особый класс приложений, который состоит из нескольких версий, причем количество версий равно количеству режимов микропроцессора.

Таким образом, можно представить несколько приложений, которые будут использоваться.

Результаты

Мультиразрядные приложения представляют собой набор нескольких версий. Возникает вопрос, чем же отличаются моноисполняемые, мультиверсионные и мультиразрядные приложения с детальной точки зрения.

Отличия мультиверсионных от мультиразрядных приложений можно увидеть на примерах ниже.

На Рисунке 1 представлена структура мультиверсионного приложения.

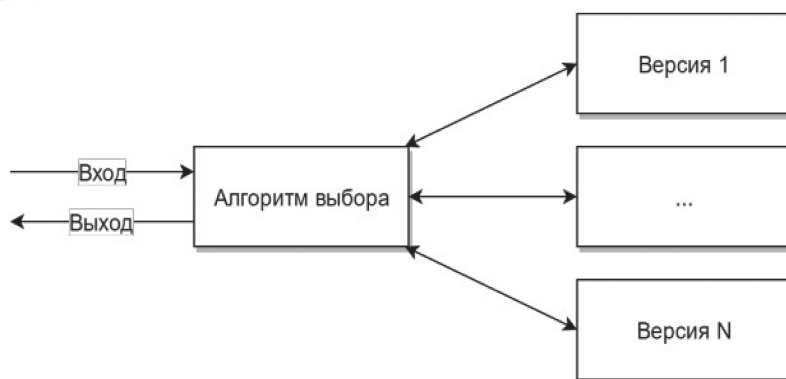


Рисунок 1. Структура мультиверсионного приложения

Источник: <http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/67178/balushkin2017.pdf?sequence=1>

Таким образом, мультиверсионное приложение собрано из нескольких версий и работает по вызову некоторого алгоритма.

Ярчайшим примером мультиразрядного приложения является приложение dual-exe, которое представляет собой сборку двух приложений (DOS и Windows) в одно (Рисунок 2).

Двойной Исполняемый Файл

MS-DOS-заголовок
MS-DOS Приложение
Сигнатура PE
PE-заголовок
Оptionальный PE-заголовок
Таблица секций
... данные ...

Рисунок 2. Структура исполняемого файла dual exe, использующаяся в Windows NTи MS_DOS

Источник: составлено автором.

Основное отличие – приложения работают на одном типе микропроцессора, поэтому могут работать на различных операционных системах (далее – ОС), не требуя при этом интерпретатора, в отличие от интерпретируемых приложений, а также перекомпиляции при переносе на другую ОС. Этот тип был популярен в 1990-е годы, когда возник вопрос о разработке приложений, которые могли бы работать одновременно на нескольких ОС – DOS и Windows.

Эта задача первоначально решалась встроенными в компиляторы средствами; в частности, Visual C++ версии 5.0 [4] поддерживает ключ `stub`, который позволяет вставить dos-приложение вместо заглушки. Компиляторы Borland (ныне Interals) тоже обладают аналогичным ключом, позволяющим заменить при необходимости dos-заглушку на полноценное приложение.

Результатом такого применения стало приложение, которое способно было работать как в ОС MS-DOS, так и в ОС Windows NT 32 bit.

В настоящее время тип приложений `dual exe` уже не создается по следующим причинам:

- утяжеление программного обеспечения; в процессе разработки возникают функции, которые зачастую несовместимы со старыми ОС;
- сложность разработки интерфейсов; например, графическое приложение в DOS разрабатывается крайне неудобно, если не использовать различные библиотеки языка C++, тогда как разработка под Windows 3x и Windows 32 bit с точки зрения графического интерфейса может быть вполне схожей по внешнему виду либо же иметь минимальные отличия;
- существенное устаревание DOS; единственным вариантом приложений является FreeDos – живой вариант MS-DOS, однако необходимы доработки (последняя официальная версия 6.22 была выпущена в 1994 году).

Например, усовершенствованный вариант `dual exe`, частично взятый за основу для мультиразрядных приложений, совместимых с ОС Windows, может выглядеть следующим образом (Рисунок 3):

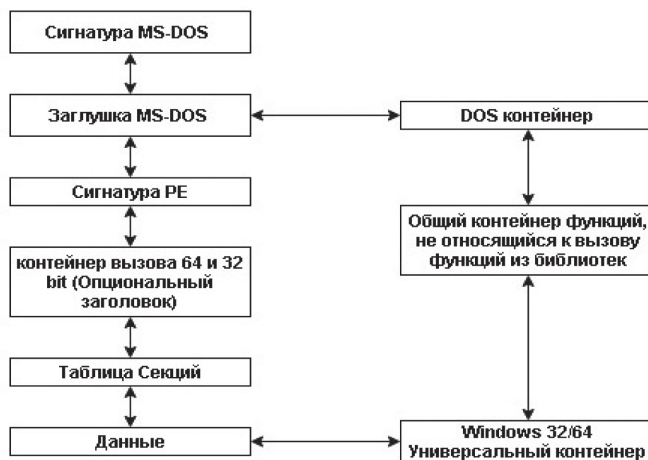


Рисунок 3. Структура контейнерной программы, работающей под DOS-16 bit, Windows 32 bit и Windows 64 bit

Источник: составлено автором.

Из Рисунка 3 видно, что хотя программа состоит из нескольких версий, есть два отличия от мультиверсионных:

- 1) версии собираются, то есть одна версия для каждого режима работы микропроцессора;
- 2) каждая версия ориентирована на свой режим микропроцессора.

Поэтому можно сделать следующий вывод: мультиразрядные приложения являются подмножеством мультиверсионных, которое отличается более компактным алгоритмом сжатия данных и полным ориентированием алгоритма переключения на режимы микропроцессора.

Обсуждение

Таким образом, мультиразрядные приложения являются прямым подмножеством мультиверсионных с некоторыми особенностями: у мультиверсионных приложений этих ограничений нет, а алгоритм распаковки может быть более расширенным по требованиям заказчика.

Однако это не всегда указывается. Например, в работе [5] предлагается общее построение мультиверсионного программного обеспечения, и так как не учитывается возможность изменения режимов работы, гарантировать работоспособность мультиверсионных приложений в общем случае нельзя.

В работе [6] рассмотрен вопрос реализации мультиверсионной операционной системы как набора нескольких параллельно работающих версий, однако при этом не рассматривается вопрос о том, что произойдет, если текущий режим микропроцессора не позволит использовать возможности текущего режима работы, и необходимо будет использовать предыдущий режим.

В работе [7] рассматривается модельный аспект мультиверсионного программного обеспечения; вопрос повреждения микропроцессора тоже не рассматривается в явном виде.

Заключение

Показано, что мультиразрядные приложения являются подмножеством мультиверсионных приложений, и относятся к компилируемому приложению, которое может состоять из полностью эквивалентных версий или частично собранных. Однако в отличие от мультиверсионных приложений мультиразрядные ориентированы на режимы микропроцессора, поэтому используются специализированные механизмы компактного представления данных, требующие в общем случае меньше ресурсов для их хранения.

Рассмотренные особенности в общем случае не используются для разработки бизнес-приложений, хотя являются ключевыми для приложений, работающих в экстремальных условиях [8]. Когда одним из способов повышения надежности информационной системы является снижение разрядности вычислений, что подразумевает так или иначе снижение версии ОС, данный способ становится актуальным.

Литература

1. Приходько Д.И., Мокряков А.В., Горшков В.В. Модель мультиразрядной компьютерной архитектуры, предназначенной для космических условий и ее ключевые особенности // Авиакосмическое приборостроение. 2022. № 11. С. 39–48. DOI: 10.25791/aviakosmos.11.2022.1308
2. Приходько Д.И. Разработка и оптимизация методов эксплуатации информационных систем как этапа их жизненного цикла с учетом воздействия агрессивной внешней среды: магистерская дис. : 01.04.02. М. : РГУ им. А.Н. Косыгина, 2021. 204 с.

3. Приходько Д.И., Мокряков А.В. Главные задачи скриптовых языков программирования // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года. Ч. 2. Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. С. 426–428. EDN ВР1ТХО.
4. Рихтер Дж. Windows для профессионалов (программирование в Win32 API для Windows NT 3.5 и Windows 95): Пер. с англ. М. : Русская редакция ТОО “Channel Trading Ltd”, 1995. 720 с.
5. Карцан И.Н., Ефремова С.В. Мультиверсионная модель программного обеспечения систем управления космическим аппаратом с ранжированием принятия решения // Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. Т. 22, № 1. С. 32–46. DOI: 10.31772/2712-8970-2021-22-1-32-46
6. Поздняков Д.А. Компонентная программная архитектура мультиверсионных систем обработки информации и управления // Современные наукоемкие технологии. 2006. № 4. С. 62–64. EDN JSADTP.
7. Ковалев И.В., Лосев В.В., Сарамуд М.В., Ковалев Д.И., Петросян М.О. К вопросу реализации мультиверсионной среды исполнения бортового программного обеспечения автономных беспилотных объектов средствами операционной системы реального времени // Вестник СибГАУ. 2017. № 1 (18). С. 58–61. EDN: YKCCWL.
8. Приходько Д.И., Мокряков А.В., Горшков В.В. Обзор базовых механизмов мультиязычных операционных систем, предназначенных для эксплуатации в космических условиях // Авиакосмическое приборостроение. 2022. № 12. С. 39–48.

References

1. Prikhodko D.I., Mokryakov A.V., Gorshkov V.V. (2022) Model' mul'tirazryadnoi komp'yuternoii arkhitektury, prednaznachennoi dlya kosmicheskikh uslovii i ee klyuchevye osobennosti [Model of a multi-bit computer architecture designed for space conditions and its key features]. *Aerospace Instrument-Making*. No. 11. Pp. 39–48. DOI: 10.25791/aviakosmos.11.2022.1308 (In Russian).
2. Prikhodko D.I. (2021) *Razrabotka i optimizatsiya metodov ekspluatatsii informatsionnykh sistem kak etapa ikh zhiznennogo tsikla s uchetom vozdeistviya agressivnoi vneshnei sredy: dis. magisterskaya: 01.04.02* [Development and optimization of methods for operation of information systems as a stage of their life cycle, taking into account the impact of aggressive environment: Master's Degree Thesis]: 01.04.02. Moscow : A.N. Kosygin RGU, 204 p. (In Russian).
3. Prikhodko D.I., Mokryakov A.V. (2019) Glavnye zadachi skriptovykh yazykov programmirovaniya [The main tasks of scripting programming languages]. In: *Molodezh' i nauka: aktual'nye problemy fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy: materialy II Vserossiiskoi natsional'noi nauchnoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Youth and Science: Actual Problems of Fundamental and Applied Research: Proc. II All-Russian National Scientific Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists]. Komsomolsk-on-Amur State University, 08-12 April 2019. Pp. 426–428. (In Russian).
4. Richter J. (1995) *Advanced Windows: The Developer's Guide to the WIN32 API for Windows NT 3.5 and Windows 95*. Microsoft Press. (Russian edition: Moscow: Publishing Department “Russian Edition” Channel Trading Ltd LLP, 1995. 720 p.)
5. Kartsan I.N., Efremova S.V. (2021) Mul'tiversiionnaya model' programmogo obespecheniya sistem upravleniya kosmicheskim apparatom s ranzhirvaniem prinyatiya resheniya [Multiversion model of software for spacecraft control systems with decision ranking]. *Siberian Aerospace Journal*. Vol. 22. No. 1. Pp. 32–46 DOI: 10.31772/2712-8970-2021-22-1-32-46 (In Russian).

6. Pozdnyakov D.A. (2006) Komponentnaya programmaya arkhitektura mul'tiversionnykh sistem obrabotki informatsii i upravleniya [Component software architecture of multiversion information processing and control systems]. *Modern High Technologies*. No. 4. Pp. 62–64. (In Russian).
7. Kovalev I.V., Losev V.V., Saramud M.V., Kovalev D.I., Petrosyan M.O. (2017) K voprosu realizatsii mul'tiversionnoi sredy ispolneniya bortovogo programmnoy obespecheniya avtonomnykh bespilotnykh ob"ektov sredstvami operatsionnoi sistemy real'nogo vremeni [To the issue of implementing a multi-version environment for executing on-board software of autonomous unmanned objects using the real-time operating system]. *Siberian Aerospace Journal*. No. 1 (18). Pp. 58–61 (In Russian).
8. Prikhodko D.I., Mokryakov A.V., Gorshkov V.V. (2022) Obzor bazovykh mekhanizmov mul'tirazryadnykh operatsionnykh sistem, prednaznachennykh dlya ekspluatatsii v kosmicheskikh usloviyakh [Overview of the basic mechanisms of multi-discharge operating systems designed for operation in space]. *Aerospace Instrument-Making*. No. 12. Pp. 39–48 (In Russian).