ISSN 2224-087X. Електроніка та інформаційні технології. 2015. Випуск 5. С. 159–166
Electronics and information technologies. 2015. Issue 5. P. 159–166

УДК 004.422.8

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСОБІВ КРОСПЛАТФОРМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Г. Злобін, О. Чмихало

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Ген. Тарнавського, 107, 79017, Львів, Україна
zlobin@electronics.lnu.edu.ua

Виконано порівняльний аналіз засобів кросплатформного програмування. Засоби кросплатформного програмування розділено на три групи: кросплатформні мови програмування на рівні компіляції, кросплатформні мови програмування на рівні виконання та кросплатформні інтерпретатори. Інформація впорядкована за кількістю підтримуваних операційних систем (у напрямі зменшення). Наведено також інформацію про стандартизовані бібліотеки часу виконання та програмні каркаси, які використовують у кросплатформному програмуванні. Для обґрунтування результатів аналізу використано індекс популярності мов програмування TIOBE.

Ключові слова: кросплатформне програмування, інтерпретатор, компілятор, інструментальна оболонка.

Кросплатфо́рмність (багатоплатфо́рмність) — це здатність програмного забезпечення працювати більш ніж на одній платформі або операційній системі. Кросплатформність програмного забезпечення набула особливого значення після завершення ери практично безроздільного панування платформи Wintel (x86 процесор + Microsoft Windows). Як бачимо з рис. 1, частка робочих місць з не-Wintel платформою у 2012 р. перевищила 65 % і продовжує збільшуватись. Це зробило економічно привабливим кросплатформне програмування в галузі розробки прикладного програмного забезпечення.

Зазначимо, що чи не першим випадком кросплатформності прикладного програмного забезпечення була можливість запуску програм для CP/M в IBM DOS (MS-DOS). Правда, це було зумовлено не тонким розрахунком фірми IBM, а тим, що IBM DOS 1.0 була, по суті, операційною системою CP/M, переписаною для 16-бітного процесора Intel 8088.

Мови програмування, які можна використати для кросплатформної розробки програм, поділяють на три групи:

кросплатформні мови програмування на рівні компіляції – для цих мов є компілятори для різних платформ (C, C++, Pascal, Fortran, Ада тощо);

кросплатформні мови на рівні виконання (Java і C#) – результатом роботи компілятора в цих мовах є байт-код, який можна запускати на різних платформах за допомогою віртуальних машин (Java VM для Java і CLR для C#);

кросплатформні інтерпретатори – для цих мов є інтерпретатори (PHP, Perl, Python, Tcl, Ruby тощо) для різних платформ.

© Злобін Г., Чмихало О., 2015

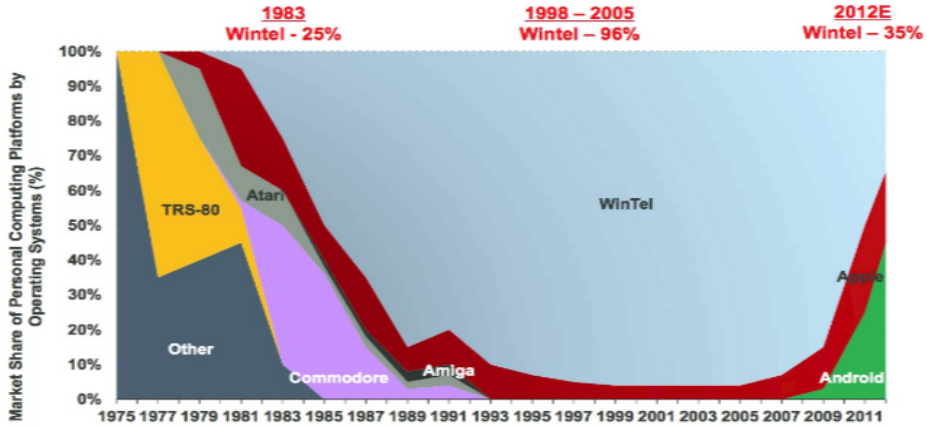

Рис. 1. Співвідношення програмно-апаратних платформ за 1975–2012 рр. [1]

Розглянемо короткі характеристики кросплатформних мов програмування на рівні компіляції.

Таблиця 1

Кросплатформні мови програмування на рівні компіляції

Інструментальна оболонка	Підтримувані компілятори / кількість мов програмування	Підтримувані ОС / їхня кількість
1	2	3
Qt Creator	GCC, Clang, MinGW, MSVC, Linux ICC, GCCE, RVCT, WINSCW/8	Linux, OS X, Windows, Unix, iOS, Android, Blackberry 10, WinRT, Embedded Linux, QNX/10
Eclipse	C/C++, Fortran/3	AIX, FreeBSD, HP-UX, Linux, Mac OS X, OpenSolaris, Solaris, QNX, Microsoft Windows, Android (ARM)/10
Free Pascal	Free Pascal Compiler, Object Pascal, частково GNU Pascal, ISO Extended Pascal/4	MS DOS, FreeBSD, Linux, Mac OS X, Microsoft Windows, Sun Solaris, Haiku/7
Lazarus	Free Pascal Compiler/1	Linux, FreeBSD, Mac OS X, Microsoft Windows, Android /5
Code::Blocks	MinGW, GCC C/C++, GNU ARM GCC, GNU AVR GCC, GNU GCC Compiler for PowerPC, Digital Mars C/C++, Digital Mars D, SDCC, Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom, Intel C++, GNU Fortran, GNU ARM, GNU GDC/15	Windows, Linux, Mac OS X, Unix/4
NetBeans IDE	C, C++, Ада/3	Windows, Linux, FreeBSD, Solaris /4

Закінчення табл. 1

1	2	3

Embarcadero RAD Studio XE7	Delphi, C, C++/3	Windows, Mac OS X, iOS, Android/4
Microsoft Visual Studio Code	C/C++/Objective-C/3	Linux, Mac OS X/2

У табл. 2 наведено короткі характеристики кросплатформних мов на рівні виконання (через велику кількість інструментальних засобів для Java їхній перелік неповний).

Таблиця 2

Кросплатформні мови програмування на рівні виконання

Інструментальна оболонка	Підтримувані компілятори/ кількість мов програмування	Підтримувані ОС/їх кількість
Eclipse *	Java	AIX, FreeBSD, HP-UX, Linux, Mac OS X, OpenSolaris, Solaris, QNX, Microsoft Windows, Android (ARM)/10
NetBeans IDE *	Java	Windows, Linux, FreeBSD, Solaris /4
IntelliJ IDEA*	Java	Windows, Linux, Mac OS X/3
Microsoft Visual Studio Code	C#, Java/2	Linux, Mac OS X/2
.NET Core 5	C#	Linux, Mac OS X/2
Mono	C#	Linux, Mac OS X/2

У табл. 3 наведено коротку характеристику кросплатформних інтерпретаторів

Таблиця 3

Кросплатформні інтерпретатори

Інструментальна оболонка	Підтримувані інтерпретатори	Підтримувані ОС
Eclipse	Perl, PHP, JavaScript, Python, Ruby/5	AIX, FreeBSD, HP-UX, Linux, Mac OS X, OpenSolaris, Solaris, QNX, Microsoft Windows, Android (ARM)/10
NetBeans IDE	JJava, JavaFX, PHP, JavaScript, HTML5, Python, Groovy /7	Windows, Linux, FreeBSD, Solaris/4
Embarcadero RAD Studio XE7	HTML5/1	Windows, Mac OS X, iOS, Android/4
Xojo IDE	Real Basic/1	OS X, Windows, Linux, iOS/4
Komodo IDE/Komodo Edit	Perl, PHP, Python, Ruby, Tcl. JavaScript, CSS3, HTML5, XML, XSLT/10	Linux, Mac OS X, Windows/3
PyCharm	Python, JavaScript, HTML/3	Windows, Linux, Mac OS X/3
Intellij IDEA	Java/1	Windows, Linux, Mac OS X/3
Aptana Studio 3	JavaScript, PHP, Ruby, Python/4	Windows, Linux, Mac OS X/3
Microsoft Visual Studio Code	Python, PHP,JavaScript, JSON, XML, HTML, CSS /7	Mac OS X, Linux/2

На жаль, авторам невідомі дослідження популярності засобів кросплатформного програмування, тому скористаємось індексом TIOBE [2], за яким оцінюють популярність мов програмування.

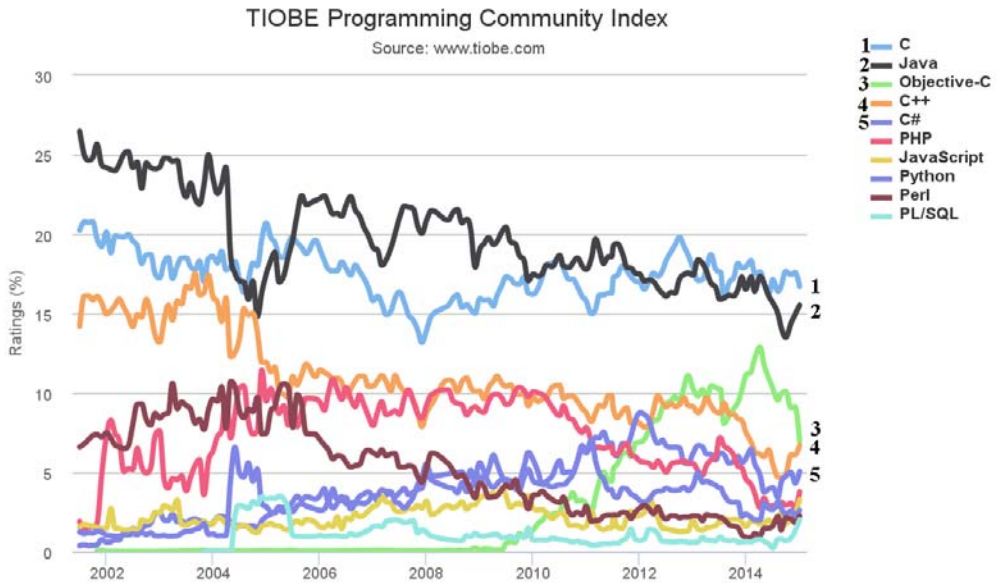

Рис. 2. Популярність мов програмування за період 2002–січень 2015 рр. [2]

Як випливає з [2], найпопулярнішими понад десять років є мови програмування С (на січень 2015 р. 16,703 %) та Java (15,528 %), які широко використовують для кросплатформного програмування. Менш популярними є С++ (6,705 %), С# (5,045), PHP (3,784), Python (2,613), Perl (2,256), Delphi/Object Pascal (0,837 %). Ще одним чинником відбору може бути кількість операційних систем і кількість апаратних платформ, для яких можна використовувати засоби кросплатформної розробки. Не менш важливими для кросплатформного програмування є стандартизовані бібліотеки часу виконання. Зокрема, стандартом стала бібліотека мови Сі. Свої стандартні бібліотеки мають С++, Java, Python, Ruby, які надають разом з засобами розробки і які доступні на підтримуваних платформах. Зазначимо також про деякі великі кросплатформні бібліотеки – такі як Qt, GTK +, FLTK, STL, Boost, OpenGL, SDL, OpenAL, OpenCL. У табл. 4 стандартні бібліотеки часу виконання розділені на бібліотеки з відкритим кодом та бібліотеки із закритим кодом.

Таблиця 4

Стандартні бібліотеки та програмні каркаси з відкритим та закритим кодом

Бібліотеки та програмні каркаси з відкритим кодом/відкриті стандарти	Бібліотеки та програмні каркаси із закритим кодом
Boost, GIMP ToolKit, GTK+, FLTK, Kivy, OpenCV, OpenCL, OpenGL, SDL, Apache Cordova, Tk	
OpenAL (ранні версії)	OpenAL (пізні версії)
Qt	Qt
Simple DirectMedia Layer	Unity3D

GTK+ (від The GIMP ToolKit) – кросплатформний набір інструментів для створення графічних інтерфейсів користувача. Разом із Qt є одним із найпопулярніших інструментів для X Window System. Розроблений для растрового графічного редактора GIMP у 1997 р. Спенсером Кімбалом (Spencer Kimball) та Петером Матісом (Peter Mattis), членами eXperimental Computing Facility (XCF) в UC Berkeley. Розвивається в рамках проекту GNU і є вільним програмним забезпеченням. Код GTK+ поширюється під ліцензією LGPL, що дає змогу використовувати GTK+ не тільки для розробки вільного ПЗ, а й для створення власницьких програм, не вимагаючи від виробників закритих програм виплати роялті або купівлі спеціальної ліцензії. Спеціально спроектований для підтримки не тільки C/C++, а й інших мов програмування, таких як Perl і Python, що в поєднанні з використанням візуальної побудови інтерфейсу за допомогою Glade дає змогу суттєво спростити розробку і скоротити час написання графічних інтерфейсів.

FLTK (Fast Light Tool kit) – кросплатформна бібліотека інструментів з відкритим сирцевим кодом (ліцензія LGPL) для побудови графічного інтерфейсу користувача (GUI). Працює в ОС UNIX/Linux X11, Microsoft Windows і Mac OS X.

Стандартна бібліотека шаблонів (англ. Standard Template Library (STL)) – бібліотека для C++, що містить набір узгоджених узагальнених алгоритмів, контейнерів, засобів доступу до їхнього вмісту і різних допоміжних функцій. Опис стандартної бібліотеки шаблонів входить до стандарту мови C++.

Boost – набір бібліотек, які розширюють функціональність C++. Більшість бібліотек поширюють за ліцензією Boost Software License, розробленою для використання з проектами як з відкритим сирцевим кодом, так і закритим. Проект створений після прийняття стандарту C++, коли багато хто був незадоволений невнесенням у стандарт деяких бібліотек. Багато з фундаторів Boost є членами комітету зі стандартизіції C++ і декілька Boost-бібліотек прийняті для внесення у Technical Report 1 та C++0x.

OpenGL (англ. Open Graphics Library – відкрита графічна бібліотека) – специфікація, що визначає незалежний від мови програмування кросплатформний програмний інтерфейс (API) для написання застосунків, що використовують 2D та 3D комп'ютерну графіку. Цей інтерфейс містить понад 250 функцій, які можна застосовувати для малювання складних тривимірних сцен з простих примітивів. Широко застосовують в індустрії комп'ютерних ігор і віртуальної реальності, у графічних інтерфейсах (Compiz, Clutter), для візуалізації наукових даних, у системах автоматизованого проектування тощо.

Simple DirectMedia Layer (SDL) – кросплатформна мультимедіа-бібліотека, що вільно поширюється разом з сирцевим кодом. Написана мовою C, яка надає простий інтерфейс до графіки, звуку та пристроїв уведення на різних платформах. Бібліотека SDL надає такі засоби, як швидке виведення 2D-графіки, обробку введення, програвання звуку, виведення 3D через OpenGL і безліч інших супутніх операцій у кросплатформному вигляді незалежно від використовуваної системи. Це спрощує створення застосунків та ігор, яким необхідно швидко виводити двомірну графіку, програвати звук, використовувати просунуту обробку вводу користувача тощо. Бібліотеку випускають під ліцензією LGPLv2 її підтримують щонайменше Linux, Windows, Windows CE, BeOS, Mac OS X, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, BSD/OS, Solaris, IRIX і QNX.

OpenAL (Open Audio Library) – кросплатформний прикладний програмний інтерфейс (API) для роботи з аудіоданими. Розроблений для ефективної взаємодії з багатока-

нальним звуком у тривимірному просторі. Ранні версії OpenAL мали відкритий початковий код, однак пізніші ревізії є власницьким програмним забезпеченням.

OpenCL (від англ. Open Computing Language) – програмний каркас для створення комп'ютерних програм, пов'язаних з паралельними обчисленнями на різних графічних (англ. GPU) і центральних (англ. CPU) процесорах. До програмного каркаса OpenCL входять мова програмування, яка ґрунтується на стандарті C99, та інтерфейс програмування комп'ютерних програм (англ. API). Каркас OpenCL забезпечує паралельність на рівні як інструкцій, так і даних та є реалізацією техніки GPGPU. Це повністю відкритий стандарт, його використання доступне на базі вільних ліцензій. Мета OpenCL полягає в тому, щоб доповнити OpenGL і OpenAL, які є відкритими галузевими стандартами для тривимірної комп'ютерної графіки і звуку, використанням можливостей GPU. Розробляє і підтримує OpenCL некомерційний консорціум Khronos Group, до якого входить багато великих компаній, зокрема Apple, AMD, ARM, Intel, nVidia, Qualcomm, Sun Microsystems, Sony Computer Entertainment.

OpenCV (від англ. Open Computer Vision) – бібліотека для роботи з комп'ютерним зором, обробкою зображень, комп'ютерним навчанням та числовими алгоритмами загального призначення. Містить понад 2 500 оптимізованих алгоритмів. Бібліотеку поширюють під ліцензією BSD, вона підтримує мови C, C++, Python та Java. Підтримувана Windows, Linux, Mac OS, iOS та Android.

Qt – програмний каркас для створення кросплатформних програм з великим набором можливостей: створення графічного інтерфейсу, робота з мережею, дво- та тривимірною графікою, веб-контентом, базами даних тощо. Каркас написаний мовою C++ та дає змогу створювати кроплатформні програми для низки різноманітних платформ: Windows, Linux/X11, OS X, Android, iOS, Windows 8, QNX/BlackBerry 10, Embedded Linux, VxWorks, Integrity. Поширюється як під вільними ліцензіями (GPLv3, LGPL2/3), так і під комерційною ліцензією. Можна використовувати для розробки мовою Python (PyQt, PySide).

Також розглянемо деякі відомі нам засоби розробки кросплатформних програм для інтерпретованих мов:

Apache Cordova – програмний каркас для створення мобільних застосунків, що продовжує розвиток платформи PhoneGap після передачі проекту компанією Adobe в руки фонду Apache. Для побудови програм використовують HTML, JS, CSS. Підтримувані такі мобільні платформи: Android, bada, BlackBerry 10, iOS, Firefox OS, Tizen, Windows Phone 7/8, Windows 8;

Kivy – кросплатформний програмний каркас, написаний мовою Python, який орієнтований на створення новітніх креативних користувацьких інтерфейсів та мобільних застосунків. Підтримує створення програм для програмних платформ Linux, Windows, OS X, Android and iOS. Поширюваний під ліцензією MIT;

Unity3D – кросплатформний пропріетарний програмний каркас та система для створення комп'ютерних ігор. Підтримує низку програмних, мобільних та ігрових платформ: BlackBerry 10, Windows Phone 8, Windows, OS X, Linux, Android, iOS, Unity Web Player, Adobe Flash, PlayStation, Xbox, Wii. Поширюваний у вільному варіанті (обмежені деякі можливості) та з платною ліцензією. Для програмування можна використовувати мови C# (найчастіше), а також UnityScript та Boo;

Tk – вільний відкритий кросплатформний набір віджетів та програмних засобів для створення графічних інтерфейсів для стільниць. Перший випуск відбувся 1991 р. Ство-

рений на початку як розширення мови Tcl. Може бути використаний для створення графічних інтерфейсів мовами Ada, Haskell, Perl, Python, Ruby, Rexx та Common Lisp;

wxWidgets – набір віджетів та програмних засобів для створення графічних інтерфейсів. Підтримує Windows, OS X, iOS, Linux/Unix, а також деякі інші платформи. Можна використовувати разом з мовами Python, Perl, Ruby, C++ тощо.

Отже, за популярністю мов програмування серед компіляторів перше місце посідає мова програмування C, серед інтепретаторів – мова Java.

За індексом Tiobe у січні 2015 р. мова програмування Delpi/Object Pascal посідає 20-те місце. Серед інтепретаторів Visual Basic.Net посідає 16-те місце, а Visual Basic — 17-те.

За кількістю операційних систем, у яких можна скористатись згаданими в огляді засобами розробки, їх розташовано в табл. 1–3. Останній рядок у табл. 1 з двома підтримуваними ОС займає Microsoft Visual Studio Code, у табл. 2 три останні рядки з двома підтримуваними ОС займають Microsoft Visual Studio Code, .NET Core 5, Mono, у табл. 3 останній рядок з двома підтримуваними ОС посідає Microsoft Visual Studio Code.

Як і треба було очікувати, кількість стандартних бібліотек з відкритим кодом майже в чотири рази перевищує кількість стандартних бібліотек із закритим кодом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. http://www.theatlantic.com/business/archive/2013/05/the-11-most-fascinating-charts-from-mary-meekers-epic-slideshow-of-internet-trends/276350/
2. http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html

Стаття: надійшла до редакції 14.10.2013,
доопрацьована 20.11.2013,
прийнята до друку 27.11.2013

COMPARATIVE ANALYSIS OF TOOLS FOR CROSSPLATFORM PROGRAMMING

G. Zlobin, O. Chmykhalo

Ivan Franko National University of Lviv,
107 Tarnavsky St., UA–79017 Lviv, Ukraine
zlobin@electronics.lnu.edu.ua

The article provides a comparative analysis of crossplatform programming tools. Crossplatform programming tools are divided into three groups: crossplatform compiled languages (Table 1), crossplatform programming languages at the execution level (Table 2) and crossplatform interpreters (Table 3). The information in Tables 1-3 ordered by number of the supported operating systems (descending). Table 4 provides information about standardized libraries and frameworks used in crossplatform programming. To substantiate the results of the analysis the index of popularity of programming languages TIOBE is used.

Key words: crossplatform programming, interpreter, compiler, integrated development environment.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРОГРАММИРОВАИЯ

Г. Злобин, А. Чмыхало

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. Ген. Тарнавского, 107, 79017, Львов, Украина
zlobin@electronics.lnu.edu.ua

Выполнено сравнительный анализ средств кроссплатформенного программирования. Средства кроссплатформенного программирования разделено на три группы: кросплатформные языки программирования на уровне компиляции, кроссплатформенные языки программирования на уровне исполнения и кроссплатформенные интерпретаторы. Информация упорядочена по количеству поддерживаемых операционных систем (в сторону уменьшения). Приведено информацию о стандартизированных библиотеках времени исполнения и программных каркасах, которые используют в кроссплатформенном программировании. Для обоснования результатов анализа также использован индекс популярности языков программирования TIOBE.

Ключевые слова: кроссплатформенное программирование, интерпретатор, компилятор, инструментальная оболочка.