

**КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПЗ ДЛЯ
РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
СИСТЕМ¹**

Павлов О. І., Пантасенко В. В., Ящук А. Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна,
op-mail@ukr.net

**DEVELOPMENT CONCEPT OF SPECIALIZED SOFTWARE FOR DISTRIBUTED
INFORMATION-COMPUTATIONAL SYSTEMS**

O. I. Pavlov, V.V. Pantasenko, A. F. Iashchuk
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Вступ

Використання спеціалізованих розподілених систем² в промисловості, медицині, та інших сферах діяльності людини є актуальним питанням сьогодення [1, 2]. Досвід розробки та експериментальної експлуатації систем даного типу, а саме розподіленої бездротової системи з голосовим управлінням [3, 4] і бездротової розподіленої інформаційно-обчислювальної системи (РІОС) для офтальмологічних досліджень [5] виявив певні зауваження та рекомендації щодо принципів побудови їх програмного забезпечення (ПЗ).

Спільною особливістю роботи таких та подібних РІОС є те, що ПЗ, яке закладається в систему, працює за жорсткими, не типізованими (унікальними для кожної системи) алгоритмами оброблення інформації. Тому, при внесенні змін до роботи ПЗ таких систем виникає потреба його повної перекompіляції та повторної інсталяції. При цьому кожен раз мають бути задіяними програмісти високої кваліфікації з боку розробника РІОС та прикладні спеціалісти вузького профілю з боку її користувача або адміністратора. Все це уповільнює, ускладнює та робить затратною будь-яку модифікацію ПЗ.

Постановка задачі

Таким чином, питання аналізу та оптимізації методики створення ПЗ спеціалізованих РІОС, яка б забезпечувала можливість простої та, до певної міри, гнучкої модифікації і супроводу їх ПЗ, а також простого керуван-

¹ <http://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/1169>

² Набір незалежних (апаратно автономних) комп'ютерів (засобів реєстрації, обробки, зберігання, відтворення та передачі даних), які взаємодіють між собою для вирішення певної задачі і видаються їх користувачам єдиною об'єднаною системою [1].

ня даними на етапі експлуатації є актуальним і не розкритим у повному обсязі. Розроблення такої методики і є задачею, яка розглядається далі.

Концепція створення ПЗ для спеціалізованих РІОС

Виходячи з досвіду, набутого авторами під час створення спеціалізованих РІОС [3—5] і аналізу проблем, які виникають під час її експлуатації і розбудови, пропонується така концепція створення ПЗ для подібних систем:

1. Не створювати завершене ПЗ, а розподілити його на частини, одна з яких буде незмінною базовою (подібно до ПЗ проміжного рівня [1]), а інша — гнучкою та придатною до легкого розширення на етапі експлуатації.

2. Для взаємодії частин ПЗ використовувати конфігураційні файли, в яких описувати сценарій поведінки РІОС (подібно до концепції розподілених документів, *distributed documents*, [1, 2]).

3. Для полегшення опису сценарію поведінки РІОС потрібно на етапі розробки базового ПЗ проаналізувати всі можливі сценарії, обмежити їх кількість і різноманітність циркулюючої інформації, структурувати елементи сценаріїв, максимально уніфікувати їх характеристики, відокремити сталі параметри від змінних.

4. Для реалізації поведінки, описаної в файлах конфігурацій треба розробити бібліотеку функцій, які будуть здатні реалізовувати типові елементи сценаріїв та спеціалізований інтерпретатор даних (змінних параметрів сценаріїв), які будуть зчитуються з таких файлів, а також спеціалізовану скриптову мову для опису цих даних. Використання стандартних універсальних мов опису мета даних і відповідних інтерпретаторів є недоцільним через їх зайву універсальність, складність, ресурсоємність.

5. Спеціалізована скриптова мова має забезпечувати максимально простий опис сценарію поведінки РІОС адміністратором та не ускладнювати інтерпретацію даних базовою частиною ПЗ.

Отже, для розробки спеціалізованої скриптової мови мають бути проаналізованими особливості роботи спеціалізованої РІОС, або цілого класу РІОС, призначених для виконання схожих задач. При цьому має бути визначена логіка поведінки програмного забезпечення РІОС під час інтерактивної взаємодії з користувачем. Ця логіка поведінки має бути закладена в конфігураційний файл і має містити інформацію про відповідність між шаблонними елементами графічного інтерфейсу користувача і даними, що їх наповнюють.

Основна ідея роботи скриптової мови і її інтерпретатора базується на створенні і використанні файлів конфігурації до кожного можливого сценарію поведінки ПЗ. Наприклад, для реалізації чисельних типових задач опитування студентів під час дистанційного навчання можна запропонувати таку структуру конфігураційного файлу, в якій за кожен елемент інтерфейсу відповідає поле з назвою медіа елементів або команд (посилань на

функції), які приводять до тої чи іншої операції при їх активації користувачем під час інтерактивної взаємодії. Медіа елементами можуть бути довільні графічні чи аудіо елементи, які подаються в певному форматі, обраному на етапі розробки інтерпретатора. Командами можуть бути фіксований набір узагальнених операцій, передбачений для даної спеціалізованої РІОС. В такий спосіб забезпечується гнучкість РІОС щодо певного класу можливих сценаріїв (шляхом відкладання написання частини скрипту ПЗ «на потім») і в той же час обмежується різноманітність таких сценаріїв. Останнє дозволяє закладати в базову частину ПЗ полегшену (спеціалізовану) версію інтерпретатора таких файлів конфігурації.

У кожному файлі конфігурації також мають знаходитися посилання на наступний і попередній файли конфігурації для переходу від одного графічного інтерфейсу до іншого (такого самого типу або відмінного). Узагальнена модель, або парадигма, яка визначає розподілення та зв'язок ресурсів РІОС і на якій базується побудова спеціалізованого ПЗ наведена на рис. 1.



Рис.1. Узагальнена парадигма побудови спеціалізованого ПЗ РІОС

Створення тестового зразка ПЗ спеціалізованої РІОС з використанням викладеної концепції

Для перевірки і підтвердження вище описаної концепції була створена бездротова РІОС для вивчення іноземних мов. Система складається з мобільного персонального пристрою, стаціонарної електронно-обчислювальної машини (СЕОМ) і бездротового каналу передачі даних. В якості мобільного пристрою було обрано смартфон [6] на базі операційної системи *Android* [7]. В якості СЕОМ – персональний комп'ютер (ПК) на базі операційної системи *Windows*. Програмне забезпечення для СЕОМ і портативного мобільного пристрою розроблено з використанням мови програмування *Java*.

ПЗ мобільного пристрою реалізує режим роботи системи, подібний до проходження навчальної програми оксфордського університету “*Family and Friends*” [8]. В даному варіанті передбачається вивчення іноземної мови у форматі прослуховування вимови диктора (аудіювання) і відпрацювання навичок власної вимови шляхом повторення почутих речень або словосполучень. Файл конфігурації та графічний інтерфейс користувача показані на рис. 2.

```
image: task2/img02.png  
sound: task2/sound02.mp  
next: task3.conf  
prev: task1.conf
```



Рис.2. Файл конфігурації і графічний інтерфейс користувача експериментальної РІОС

Базова частина ПЗ мобільного пристрою розроблена з метою забезпечення взаємодії його компонентів між собою (процесор, пристрої вводу-виводу інформації, вбудовані мікрофон і динамік, запам'ятовуючий пристрій, пристрої бездротового зв'язку). Додатково до неї входить рівень бібліотек функцій (т. н. інтерфейс прикладного програмування), логіка роботи з базою даних і алгоритми мережевої взаємодії РІОС.

Інтерпретатор скриптової мови виконаний у вигляді окремого модуля базової частини ПЗ мобільного пристрою. Цим забезпечується збереження цілісності алгоритмів роботи системи при модернізації (оновленні з метою усунення існуючих помилок або додавання нових сценаріїв роботи) інтерпретатора.

Актуальні версії конфігураційних файлів знаходяться у базі даних смартфона на запам'ятовуючому пристрої (вбудована пам'ять або SSD-картка). Ці файли містять спеціалізовані скрипти, записані у текстовому вигляді, зручному для сприйняття і редагування людиною без спеціальних знань. Тип файлів – *.conf.*, максимально спрощений формат опису даних, який можна вважати форматом типу «ключ — значення», наведений на рис. 2. Медіа елементи знаходяться у окремих директоріях бази даних. За кожний тип графічного інтерфейсу відповідає відповідний йому конфігураційний файл і директорія з медіа ресурсами.

Програмне забезпечення СЕОМ створене з метою забезпечення адміністрування бази даних медіа ресурсів і файлів конфігурації, забезпечення можливості завантаження оновлень до останньої актуальної версії навчальної програми на мобільному пристрої.

Алгоритм мережевої взаємодії

Розроблено два режими взаємодії мобільної та стаціонарної частини експериментальної РІОС.

Перший режим призначений для оновлення програмного забезпечення мобільного пристрою до останньої актуальної версії навчальної програми. Він полягає в тому, що мобільна частина надсилає запит на оновлення стаціонарній частині розподіленої системи, після чого остання у фоновому режимі завантажує найактуальніші версії файлів медіа ресурсів і файлів конфігурації на мобільному пристрої.

Другий режим призначений для інтерактивної взаємодії користувача з системою. Користувач має можливість записати за допомогою вбудованого у мобільний пристрій мікрофона вимову тих чи інших слів або словосполучень. Мовленнєвий сигнал зберігається у цифровому вигляді й надсилається на СЕОМ. Стаціонарна частина розподіленої системи проводить розпізнавання мовлення і порівнює отримані дані (текстову інформацію отриману з голосу користувача) з еталонними. При наявності помилок система автоматично знаходить і виділяє їх. Оброблена інформація завантажується на МПП та декодується, після чого приймається рішення про правильність вимови користувачем почутого ним словосполучення. Режими мережевої взаємодії СЕОМ та портативного мобільного пристрою показані на рис. 3.



Рис.3. Режими мережевої взаємодії СЕОМ та портативного мобільного пристрою

Висновки

Описана концепція розробки спеціалізованого ПЗ, основними рисами якої є адаптація для вирішення спеціальних задач концепції застосування ПЗ проміжного рівня [1] та концепції застосування розподілених документів [1, 2], поданих у вигляді спрощених конфігураційних файлів, створення

спеціалізованої скриптової мови для опису їх вмісту і використання інтерпретатора сценаріїв, розміщених у таких конфігураційних файлах полегшує вирішення проблеми обслуговування і розбудови РІОС (зміни контенту, поведінки та структури сценаріїв) на етапі її експлуатації. Такий підхід є раціональним, оскільки:

- Зменшує ресурсомне навантаження на окремі компоненти розподіленої інформаційно-обчислювальної системи.
- Не потребує перепрограмування і перекомпіляції програмного забезпечення при редагуванні вмісту, або створенні нових сценаріїв подій в ході роботи.
- Дає можливість гнучкого керування і динамічного створення нових сценаріїв роботи за рахунок принциповій відсутності жорсткого алгоритму зміни сценаріїв.
- Надається можливість закладати у систему нові сценарії людині, від якої не вимагаються інженерні або технічні знання.

Дана концепція успішно підтверджена створенням експериментальної бездротової розподіленої інформаційно-обчислювальної системи для автоматизованого вивчення іноземних мов.

Перелік посилань

1. Tanenbaum A. S. Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition) / A. S. Tanenbaum, M. Van Steen. – Prentice Hall,. 2006. – 686 p.

2. Ellmer E. Consistency Management of Distributed Documents using XML and Related Technologies [Електронний ресурс] / E. Ellmer, W. Emmerich, A. Finkelstein, D. Smolko, A. Zisman. – Dept. of Computer Science University College London. – 27 p. – Режим доступу: <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/A.Finkelstein/papers/xml.pdf>

3. Аполонов Є. В. Розподілена інформаційно-обчислювальна система з голосовим управлінням на базі ОС Android / Є. В. Аполонов, Н. Т. Зелінський, О. І. Павлов // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2012. – № 51. – с. 132-144. – Режим доступу: <http://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/321>

4. Аполонов Є. В. Застосування РІОС для обробки мовлення і голосового управління / Є. В. Аполонов, Н. Т. Зелінський, О. І. Павлов // Матеріали VII науково-технічної конференції студентів, аспірантів та викладачів, 17 - 18 квітня 2013 р. – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – С. 18–20. – Режим доступу: ftp://tor.kpi.ua/pub/pavlov/Articles/Pavlov_Zastosuvannja_RIOS_dlja_obrobki_movlennja_i_golosovogo_upravlinnja_2013_Radiojelektronika_v_21_stoletii_p_18_20.pdf.pdf

5. Пантасенко В. В. Бездротова розподілена інформаційно-обчислювальна система для офтальмологічних досліджень / В. В. Пантасенко, А. Ф. Ящук, О. І. Павлов // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2014. – № 59. – с. 130-137. – Режим доступу: <http://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/826>

6. Allen S. Pro Smartphone Cross-Platform Development. iPhone, Blackberry, Windows Mobile and Android Development and Distribution / S. Allen, V. Graupera, L. Lundrigan. – Apress Berkely, 2010. – 288 p. – doi: 10.1007/978-1-4302-2869-1.

7. *The Android Source Code* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://source.android.com/source/index.html>. – Назва з екрану.

8. “*Family and Friends*” [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<https://elt.oup.com/student/familyandfriends/?cc=ua&selLanguage=uk>. – Назва з екрану.

References

1. Tanenbaum A. S. and Steen M. Van. (2006) *Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition)*. Prentice Hall., 686 p.
2. Ellmer E., Emmerich W., Finkelstein A., Smolko D. and Zisman A. () *Consistency Management of Distributed Documents using XML and Related Technologies*. Dept. of Computer Science University College London, 27 p.
3. Apolonov E. V., Zelinsky N. T. and Pavlov O. I. (2012) Distributed information-processing system with voice control based on OS Android. *Visn. NTUU KPI, Ser. Radiotekh. radioaparotobuduv.*, no. 51, pp. 132-144. (in Ukrainian).
4. Apolonov Ye. V., Zelinskyi N. T. and Pavlov O. I. (2013) Zastosuvannia RIOS dlia obrobky movlennia i holosovoho upravlinnia [Application of RIOS for speech processing and voice control]. *Materialy VII naukovo-tehnichnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta vykladachiv*, Kyiv, NTUU «KPI», pp. 18-20.
5. Pantasenko V. V., Iashchuk A. F. and Pavlov O. I. (2014) Wireless distributed information-computational system for ophthalmic research. *Visn. NTUU KPI, Ser. Radiotekh. radioaparotobuduv.*, no. 59, pp. 130-137. (in Ukrainian)
6. Allen S., Graupera V. and Lundrigan L. (2010) *Pro Smartphone Cross-Platform Development. iPhone, Blackberry, Windows Mobile and Android Development and Distribution*. Apress Berkely, 288 p. doi: 10.1007/978-1-4302-2869-1.
7. *The Android Source Code*. Available at: <http://source.android.com/source/index.html>
8. “Family and Friends” Available at: <https://elt.oup.com/student/familyandfriends/?cc=ua&selLanguage=uk>.

Павлов О. І., Пантасенко В. В., Яцук А. Ф. Концепція розробки спеціалізованого ПЗ для розподілених інформаційно-обчислювальних систем. Описана концепція розробки ПЗ для бездротової розподіленої інформаційно-обчислювальної системи, робота якого заснована на використанні розподілених документів у вигляді спрощених конфігураційних файлів, вміст яких описується за допомогою спеціалізованої скриптової мови і обробляється за допомогою спеціалізованого інтерпретатора сценаріїв.

Результатом розробки є створення та аналіз впровадження базового структурованого ПЗ, спеціалізованого інтерпретатора конфігураційних файлів та спеціалізованої скриптової мови, а також використання їх в тестовій розподіленій інформаційно-обчислювальній системі для вивчення іноземних мов. Описується складові ПЗ розробленої РІОС та їх функціональність. Наводяться основні характеристики розробленого ПЗ. Описані файли конфігурації, за допомогою яких відбувається динамічне керування алгоритмами роботи РІОС. Розроблені принципи мережевої взаємодії окремих складових частин РІОС в основних режимах роботи.

Ключові слова: мобільний пристрій, опис даних, мережева взаємодія, інтерпретатор, скриптова мова, персональний комп'ютер, розподілена система, програмне забезпечення, розподілені документи, динамічне керування, Android.

Павлов О. И., Пантасенко В. В., Яцук А. Ф. Концепция разработки специализированного ПО для распределенных информационно-вычислительных систем. Описана концепция разработки ПО для беспроводной распределенной информационно-вычислительной системы, работа которого основана на использовании распределенных документов в виде упрощенных конфигурационных файлов, содержание которых описывается с помощью специализированного скриптового языка обрабатывается с

помощью специализированного интерпретатора сценариев.

Результатом разработки является создание и анализ внедрения базового структурированного ПО, специализированного интерпретатора конфигурационных файлов и специализированного языка сценариев, а также их использование в тестовой распределенной информационно-вычислительной системе, для изучения иностранных языков. Описываются составляющие разработанной РИВС и их функциональность. Приводятся основные характеристики разработанного ПО. Описаны файлы конфигурации, с помощью которых происходит динамическое управление алгоритмами работы РИВС. Разработаны принципы сетевого взаимодействия отдельных составляющих РИВС в основных режимах работы.

Ключевые слова: мобильное устройство, описание данных, сетевое взаимодействие, интерпретатор, скриптовый язык, персональный компьютер, распределенная система, программное обеспечение, динамическое управление, Android.

O. Pavlov, V. Pantasenko, A. Iashchuk. Development concept of specialized software for distributed information-computational systems. The concept of development for the wireless distributed information-computational system is described. Its work is based on the use of distributed documents in the form of simplified configuration files. Their content is described using specialized scripting language and processed using specialized script interpreter.

The result of the development is the creation and the analysis of the basic structured software implementation, specialized script interpreter, and the specialized scripting language, as well as their use in the test distributed information-computational system for learning foreign languages. The components of the developed system and their functionality are described. The main characteristics of the developed software are considered. The configuration files that contain dynamic control algorithms of the system work are described. Network interaction principles between each system component in the main modes are developed.

Keywords: mobile device, description data networking, interpreter, scripting language, personal computer, distributed system, software, dynamic management, Android.