

ОБМІН ДОСВІДОМ

УДК 621.3.011.21; 612.66

РОЗПОДІЛЕНА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА З ГОЛОСОВИМ УПРАВЛІННЯМ

*Аполонов Є.В., Зелінський Н.Т., магістранти; Павлов О.І., ст.викладач
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

DISTRIBUTED INFORMATION-PROCESSING SYSTEM WITH VOICE CONTROL BASED ON OS ANDROID

*E. Apolonov, N.Zelinsky, undergraduates, O. Pavlov, senior lecturer
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

Вступ

Сучасні тенденції світового розвитку науки і техніки сприяють значному зростанню різноманітних універсальних і спеціалізованих інформаційних баз, автоматизованих інформаційних систем (АІС) та систем управління (АСУ), а також широкому їх використанню в повсякденному житті. Одночасно все більше уваги приділяється проблемі спрощення взаємодії людини з подібними системами і базами даних. На фоні означеного все помітнішими стають успіхи в області автоматизованого розпізнавання мовлення, які є одночасно як наслідками розвитку таких АІС, так і рушійною силою впровадження голосових технологій в ці АІС та АСУ, як найбільш перспективного і природного для людини способу взаємодії з ними.

Об'єднання різноманітних АІС каналами зв'язку дозволяє не тільки розширювати доступне інформаційне середовище людини, але і компромісно вирішувати певні принципові технічні проблеми автоматизованого розпізнавання і синтезу мовлення шляхом залучення розподілених обчислювальних ресурсів. Кінцевою ланкою таких розподілених систем все частіше обираються сучасні персональні засоби, такі як мобільні телефони, комунікатори, смартфони, планшети тощо.

В якійсь мірі прикладом сказаного може бути концепція універсального сервісу *Google* в області голосового розпізнавання, перетворення мовлення на текст, голосового перекладу, пошуку інформації за голосовим запитом, а також поява різноманітних пристроїв з голосовим управлінням, наприклад, цифрових диктофонів, словників-перекладачів, електронних довідників, пультів дистанційного керування тощо.

Враховуючи те, що в Україні існують власні унікальні розробки інтелектуальних інформаційних технологій [1—10], початок створення яких від-

носиться ще до часів робіт по тематиці штучного інтелекту академіка В.М.Глушкова, а їх сучасний розвиток продовжується у вигляді різноманітних наукових програм, наприклад ДНТП «Образний комп'ютер», — надзвичайно актуальним є своєчасне зайняття відповідного місця в міжнародному розподілі наукових сил при поширенні сучасної мікроелектронної техніки закордонних виробників.

В той же час, володіння інноваційними технологіями створення власної спеціалізованої мобільної розподіленої інформаційно-обчислювальної системи (РІОС) і інтеграції її зі стандартними АІС і АСУ дозволяє не тільки об'єднувати переваги останніх з такими перевагами, як незалежністю політики прав доступу та адміністрування, повним контролем змісту баз даних та технічного функціонування сервісу, але і самостійно застосовувати голосовий сервіс в таких областях, як зв'язок, навігація, радіокерування, контроль і управління машинами, механізмами і технологічними процесами, впроваджувати голосові технології при автоматизація вирішення задач в медицині, освіті, культурі, побуті.

Таким чином, питання створення спеціалізованої РІОС з голосовим управлінням на базі персональних портативних мобільних пристроїв (ППМП) та потужних стаціонарних серверів за концепцією «багато мобільних клієнтів — багато серверів» є надзвичайно актуальними і становлять об'єкт дослідження в рамках даної статті.

Сучасні ППМП та їх операційні системи

До ППМП, які в базовій комплектації або за допомогою додаткових інтерфейсних модулів можуть бути використаними для створення на їх основі клієнтської частини РІОС можна віднести такі:

- Персональні цифрові помічники *PDA (Personal Digital Assistant)*.
- Кишенькові персональні комп'ютери (КПК).
- Мобільні телефони, смартфони, комунікатори.
- Планшети, нетбуки, смартбуки, ноутбуки.

Найбільш поширеними операційними системами (ОС) для ППМП на сьогодні є такі [11]: *Android* фірми *Google Inc.*, [12, 13]; *iPhone OS (iOS, Mac OS X)* фірми *Apple Inc.*, [14]; *BlackBerry* фірми *Research In Motion*, [15]; *Bada* фірми *Samsung Electronics*; *Symbian* фірми *Symbian Ltd.*, [16]; *Windows Phone* фірми *Microsoft*, [17].

Однією з проблем, яку доводиться вирішувати при створенні РІОС є вибір типу ППМП за характеристиками його апаратної частини [18] та/або його ОС [19].

Вибір ППМП та ОС для клієнтської частини РІОС

Основними критеріями вибору типу ППМП для створення спеціалізованої РІОС є такі:

1. Апаратна функціональність ППМП: наявність інтегрованих мікрофону, динаміку, камери, віртуальної і механічної клавіатури, високоякісно-

го дисплею; наявність засобів комутації по протоколах *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *GPRS*, *EDGE*, *3G*, *HSDPA*; наявність вбудованого *MicroSD*-кардридеру; висока продуктивність, малогабаритність, енергозабезпечення.

2. Програмна функціональність ОС ППМП: наявність засобів розробки програмного забезпечення (ПЗ); відкритий вихідний код ОС і набір пакетів розробки програм *SDK (Software Development Kit)* разом з інструментаріями для розробки (*Development Tools*).

Виходячи з вищевикладених критеріїв, найбільш кращим вибором ППМП для створення спеціалізованої РІОС на сьогодні є мобільні телефони з інтелектуальними функціями портативних ПК — смартфони, які набули небувалого поширення в останні два роки.

Одними з найбільш поширених таких пристроїв з бюджетною вартістю і розвинутою функціональністю в останній рік стали смартфони на різних апаратних платформах, але з однаковою ОС *Android*, наприклад моделі *Samsung Galaxy Gio*, *HTC Legend* та інші.

Структура і можливості ОС *Android*

Один з можливих варіантів подання архітектури ОС *Android* представлений на рис. 1 [20].

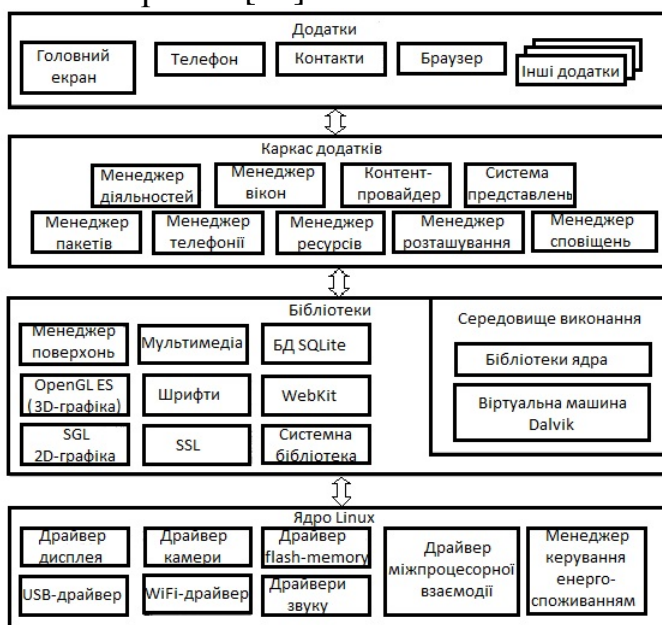


Рис. 1. Архітектура операційної системи *Android*

входять в *OpenGL*, *WebKit*, *FreeType*, *SSL*, бібліотеки підтримки *libc*, бази даних *SQLite* і мультимедіа-бібліотек (*Media Framework*). Ці вбудовані в ОС *Android* бібліотеки отримали іменування **нативних** [21]. Однією з основних нативних бібліотек є системна бібліотека, яка розроблена на основі ОС *Linux*.

Бібліотеки цього рівня по своєму функціональному призначенню можна розділити на такі групи [20]: системна бібліотека *C*; менеджер поверхонь; функціональні бібліотеки *C/C++*.

Найнижчим (базовим) рівнем ОС *Android* є рівень ядра, яке реалізоване на базі ОС *Linux*. На цьому рівні розташовуються основні служби для управління процесами, пам'яттю, файловою системою.

Наступним рівнем ОС *Android* є рівень бібліотек — набір найбільш поширених бібліотечних функцій, які використовуються розробниками при створенні системного та прикладного ПЗ мовою *C/C++*, наприклад таких, які

Для розроблення системи «клієнт — сервер» [22] цікавими є такі компоненти:

- *SSL (Secure Sockets Layer)* бібліотека, яка призначена для роботи з сокетом і забезпечує безпечну передачу даних по мережі.
- Бібліотеки мультимедіа (*Media Framework*), необхідні для реалізації завдань запису і відтворення аудіо- і відеоконтенту. Ці бібліотеки підтримують безліч форматів відео- і аудіоданих, список яких постійно поповнюється (*MPEG4, H.264, WAV, PCM, MP3* і ін.).

Доступ до функцій цих бібліотек з боку розробників реалізується через використання *Application Framework*-каркасу додатків.

Оскільки програмісти дуже часто створюють програми для ОС *Android* з використанням мови *Java*, а не *C/C++*, то це теж знайшло своє відображення на рівні бібліотек. Середовище виконання *Dalvik VM (Dalvik Virtual Machine)* грає роль деякого шлюзу для *Java*-додатків, що дозволяє їм отримувати доступ до кореневих бібліотек ОС, забезпечуючи тим самим необхідну функціональність *Java*-програм. Слід зауважити, що *Dalvik VM* істотно відрізняється від *Java VM*.

Над системними бібліотеками і функціональними бібліотеками віртуальної машини розташовуються основні служби управління ОС *Android* — каркас додатків. Під рівнем додатків мається на увазі набір стандартних програм для *Android*-пристроїв, за допомогою яких можна здійснювати основні характерні для них операції. Це, наприклад, програма для керування контактами, телефонії і СМС, поштовий клієнт тощо. Особливістю даної ОС є те, що стандартні додатки не відрізняються пріоритетом від стороннього ПЗ користувача рівня додатків, а тому перші можна замінити на власні (альтернативні) додатки на свій смак.

Вимоги до РІОС та її структура

Автономним функціональним прототипом РІОС «Тлумач-2012», можливість створення якої розглядається в даній статті є експериментальний зразок усномовного словника-перекладача «Тлумач-2009», розробленого в рамках ДНТП «Образний комп'ютер» в Міжнародному науково-навчальному центрі інформаційних технологій та систем НАН та МОН України. Пристрій «Тлумач-2009» виконаний у вигляді кишенькового ПК на базі двоядерного СП *ADSP-BF561 (BlackFin)* з тактовою частотою ядра 600 МГц. Для забезпечення максимальної ефективності реалізації інформаційної технології усномовного словника-перекладача в пристрої «Тлумач-2009» використовується спеціалізована ОС реального часу, написана на мові асемблера *BF5xx* та *ANSI C*.

Функціональність пристрою «Тлумач-2009» обмежується унікальністю апаратної платформи, відсутністю модуля вбудованого бездротового зв'язку, роботою тільки в автономному варіанті.

Для подолання вказаних недоліків була сформульована задача реалізації технології інформаційного усномовного словника-перекладача у вигляді автономного варіанту пристрою «Тлумач-2012» на базі поширених сучасних смартфонів з ОС *Android*, та у вигляді РІОС «Тлумач-2012» з забезпечення можливості реалізації як технології «клієнт — сервер», так і технології «багато клієнтів — багато серверів».

Враховуючи досвід створення високотехнологічних портативних пристроїв мовленнєвої інформатики [1—10] можна сформулювати такі вимоги до програмної частини спеціалізованої РІОС: реалізація архітектури «клієнт — сервер» з можливістю її масштабування до архітектури «багато мобільних клієнтів — багато стаціонарних серверів»; розподіл обчислювальних операцій між клієнтом і сервером; забезпечення мережевої взаємодії; можливість автономної роботи клієнтської частини.

РІОС «Тлумач-2012» на базі ППМП з ОС *Android*

Концепція автономного варіанту пристрою «Тлумач-2012» на базі ППМП з ОС *Android* базується на тому, що всі інформаційно-обчислювальні функції реалізуються власними ресурсами платформи ППМП. База даних (еталони голосових команд тощо) також зберігається на ресурсі пристрою (флеш-носії).

Концепція РІОС «Тлумач-2012» за технологією «клієнт — сервер», яка показана на рис. 2, легко розширюється до концепції «багато клієнтів — багато серверів».

Обидві концепції базуються на розділенні функцій запису та відтворення аудіо даних від процедури розпізнавання: алгоритми розпізнавання та база еталонів розташовуються на віддалених серверах, клієнтська частина забезпечує лише введення/виведення аудіо даних з попередньою їх обробкою. Переваги: зниження навантаження на пристрій, тобто позбавлення від затримки; легкість розширення бази еталонів; модифікація в алгоритмах розпізнавання не веде до оновлення клієнтської частини.

Концепція віртуального інтерфейсу ППМП

Оскільки йдеться про створення ПЗ у вигляді додатків до штатної ОС *Android*, виникає необхідність узгодження прикладного ПЗ (усномовної інформаційної технології «Тлумач») з сервісом вказаної ОС.

Для роботи прикладного ПЗ необхідно володіти можливістю повноцінної взаємодії з такими апаратними ресурсами: мікрофоном, гучномовцем, графічним дисплеєм, *TouchScreen* панеллю, флеш-пам'яттю, модулем бездротового зв'язку.

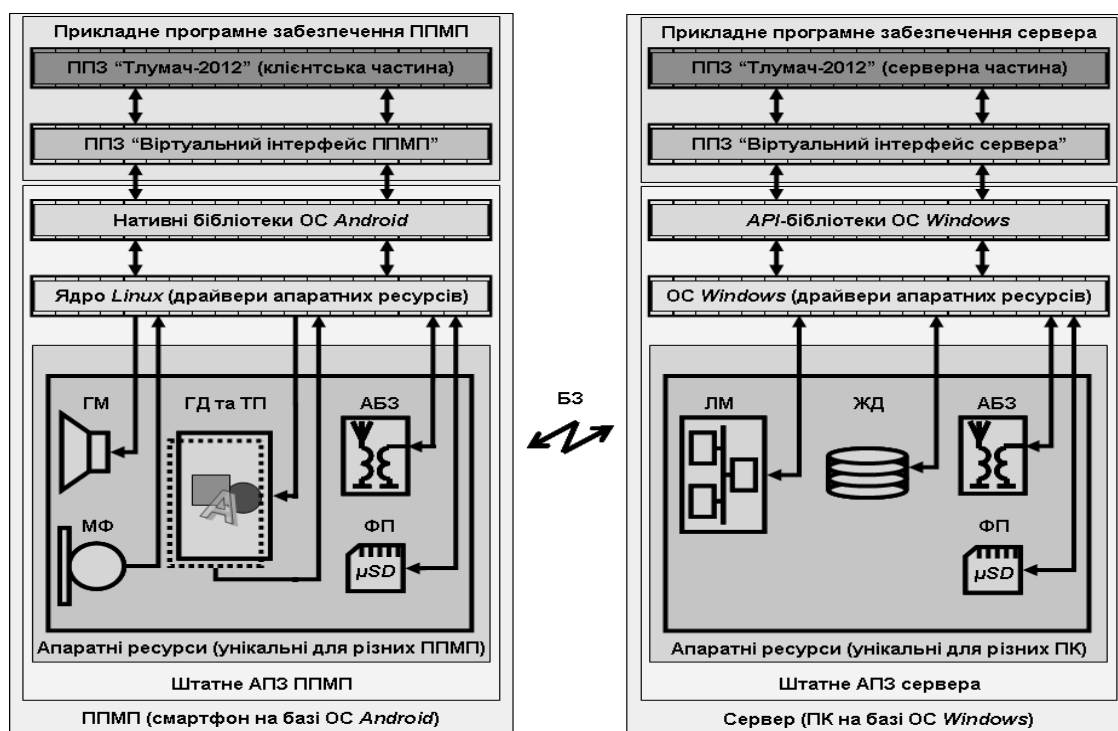


Рис. 2. РІОС «Тлумач-2012»,

ГМ — гучномовець, МФ — мікрофон, ЦАП/АЦП — цифро-аналоговий та аналого-цифровий перетворювачі, ГД — графічний дисплей, ТП — тактильна панель, КГД — контролер ГД, КТП — контролер ТП, БЗ — бездротовий зв'язок, АБЗ — антена БЗ, КБЗ — контролер БЗ, ФП — флеш пам'ять, КФП — контролер ФП, ЛМ — локальна мережа, ЖД — жорсткий диск, ППЗ — прикладне ПЗ, АПЗ — апаратно-програмне забезпечення

Безпосередня робота прикладного ПЗ з апаратними ресурсами смартфону є неможливою, оскільки різні смартфони мають різні апаратні ресурси, підтримка яких на рівні прикладного ПЗ перетворить його на клон тої самої ОС *Linux*. Таким чином, залишається можливість роботи з апаратними ресурсами смартфонів через сервіс, який надає їх ОС. Це з одного боку уніфікує програмний інтерфейс апаратної частини, а з іншого боку обмежує розробника прикладного ПЗ через платформа-залежність будь-якого програмного *API* від відповідної ОС.

Для того щоб позбутися залежності прикладного інтерфейсу від типу ОС доцільно модифікувати існуюче прикладне ПЗ (усномовну інформаційну технологію «Тлумач») таким чином, щоб відокремити в ній частину, яка реалізує віртуальний прикладний інтерфейс і частину, яка займається обробкою сигналів і користується лише сервісом першої.

Відповідно на платформі смартфону потрібно реалізувати аналогічну за функціями програму, яка буде перетворювати апаратно-незалежний (але операційно-залежний) інтерфейс на **віртуальний** прикладний інтерфейс гіпотетичного віртуально ППМП зі вказаними апаратними модулями.

Взаємодія потоків процесу віртуального інтерфейсу ППМП

Розглянемо детально один з можливих варіантів реалізації концепції віртуального інтерфейсу ППМП на платформі смартфону з ОС *Android*, рис. 3.

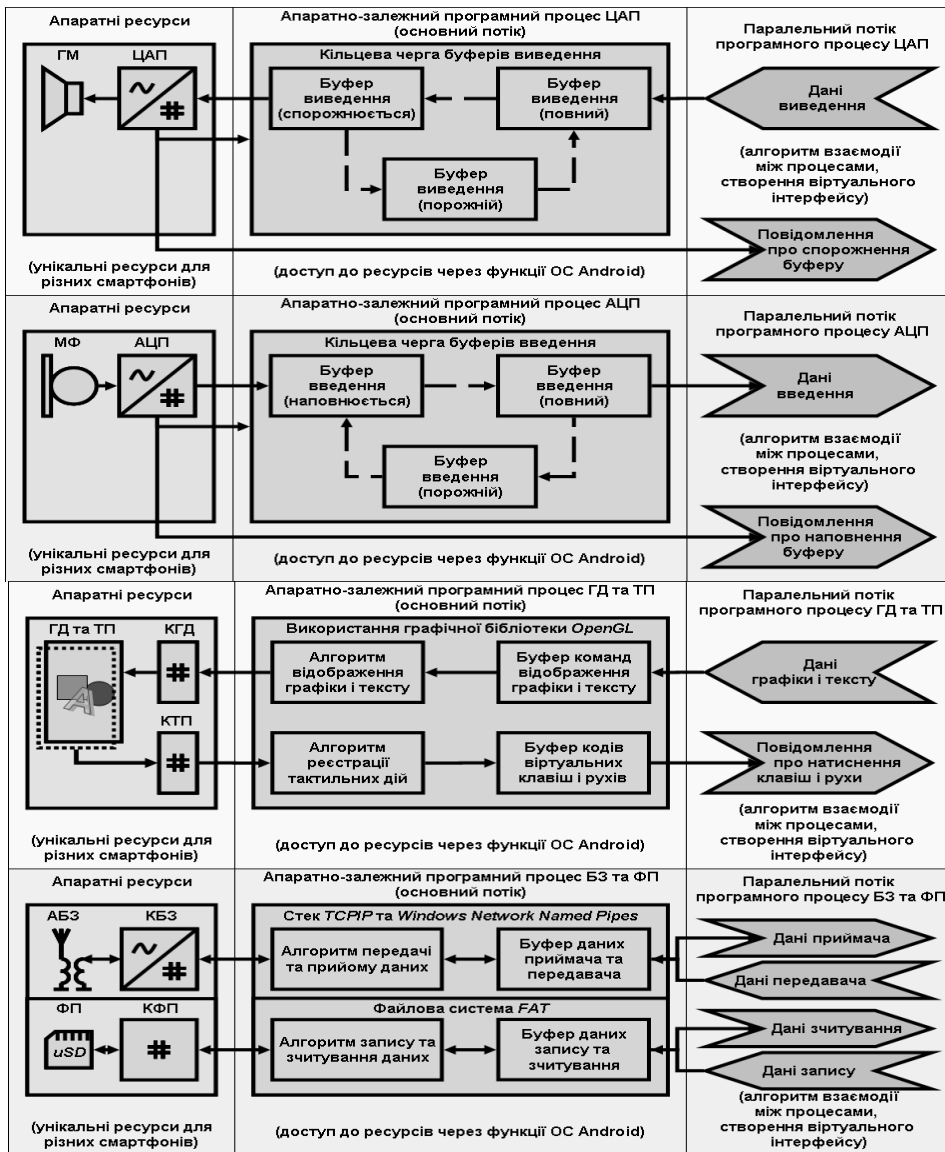


Рис. 3. Схема взаємодії потоків в межах процесу віртуального інтерфейсу ППМП

Основні складнощі, які виникають при реалізації віртуального інтерфейсу ППМП на базі сервісу різних ОС, в тому числі і ОС *Android*, є обмеженість цього сервісу правилами самої ОС. Багатозадачність і синхронізація між різними задачами (процесами) в таких системах забезпечується шляхом генерації і прийому системних повідомлень, які надходять в чергу повідомлень відповідного процесу. Для обробки своєї черги повідомлень кожен запущений процес виконує нескінченний цикл очікування повідомлення про якусь системну подію, його вторинного перетворення і відправлення до відповідної функції, яка займається реакцією на таке повідомлення.

Для створення віртуального інтерфейсу гіпотетичного персонального пристрою бажано реалізувати систему станів і прапорців (статусу апаратури), відображену на пам'ять та типовий набір уніфікованих функцій програмування режимів, запису, зчитування, прийому, передавання даних, абстрагуючись від технологій утворення каналів зв'язку та таке інше.

Для реалізації перетворення системно-залежного інтерфейсу на віртуальний найкращим рішенням є створення в рамках одного процесу декількох паралельних потоків, рис. 3. Один (основний) потік буде займатися роботою з чергою системних повідомлень і викликом відповідних функцій їх обробки, а інший (додатковий паралельний) потік буде моніторити спільну з основним потоком пам'ять і реалізовувати віртуальний інтерфейс гіпотетичного пристрою, надаючи можливість будь-якому іншому запущеному процесу мати доступ до апаратних ресурсів смартфона вже через віртуальний інтерфейс.

Взаємодія між процесами клієнта та сервера

Обмін даними між процесами клієнтської частини РІОС, яка працює на базі ППМП з ОС *Android* і серверної частини РІОС, яка працює на стаціонарних ПК з ОС *Windows* або *Linux* здійснюється за допомогою протоколу *TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)*. Всі три операційні системи, *Android*, *Windows* та *Linux* підтримують цей протокол, який надає багато стандартних засобів взаємодії для доступу та передачі даних між різнорідними системами, включаючи протокол передачі файлів *FTP* і протокол емуляції терміналу *Telnet*. Це стійка масштабована міжплатформова середа для додатків «клієнт — сервер». *Microsoft TCP/IP* пропонує інтерфейс *Windows Sockets*, який є дуже зручним для розробки додатків клієнт-сервер. Ці додатки можуть працювати на стеках інших виробників з інтерфейсом *Windows Sockets* [23].

Результати створення тестової РІОС

Для перевірки викладених вище концепцій і тестування запропонованої структури РІОС було створено розподілену систему за технологією «клієнт — ехо-сервер».

Був випробуваний варіант РІОС з клієнтською і серверною частинами на базі двох різних ПК з ОС *Windows*. Обидві частини ПЗ були реалізованими мовою *ANSI C*. Була перевірена можливість масштабування такої РІОС шляхом випадкового запуску і зупинення незалежних клієнтських процесів при кількості одночасно працюючих процесів не менше 100.

Була перевірена можливість реалізації клієнтської частини на смартфонах різних виробників з ОС *Android* при використанні мови *Java*.

При реалізації тестового алгоритму роботи клієнта на смартфонах з ОС *Android*, було передбачено поле виводу повідомлень сервера, поле редагування тексту та кнопку встановлення з'єднання і відправки тексту.

Вибір даних, які передаються, у вигляді текстового рядку було обумовлено бажанням промодельовати передачу номерів кодової книги при голосовому керуванні, чи визначенні місцеположення клієнта через його *GPS*-координати тощо. Крім текстових даних також можна передавати файли зображень та звуку, організувати потоковий неперервний обмін.

Результати експериментального випробовування прототипу РІОС при здійсненні обміну даних між клієнтами з ОС *Windows* та з ОС *Android* і серверу з ОС *Windows* приведені на рис. 4.

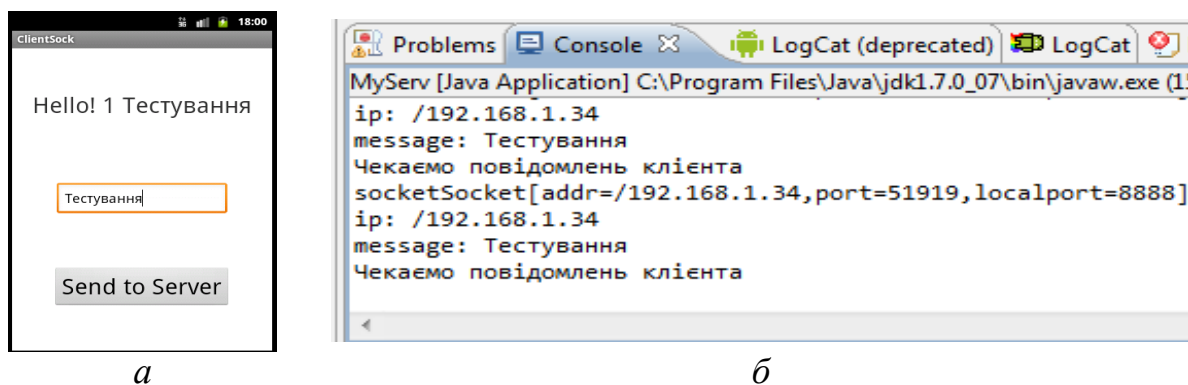


Рис. 4. Результати роботи РІОС при тестовому обміні даними
а) клієнт на смартфоні з ОС *Android*; б) сервер-консоль *Eclipse IDE* на ПК з ОС *Windows*

Висновки

Сучасні ППМП на базі ОС *Android* зі штатним АПЗ можуть бути використаними в якості термінальних пристроїв для побудови на їх основі спеціалізованих РІОС з голосовим управлінням за технологією «клієнт — сервер» та «багато клієнтів — багато серверів». Уніфікація програмних інтерфейсів ППМП з різними ОС може бути зроблена за допомогою реалізації віртуального інтерфейсу ППМП. Обмін даними між процесами РІОС краще реалізовувати за допомогою технології сокетів Берклі, які підтримуються більшістю сучасних ОС. Обмін даними між процесами окремих потоків доцільніше реалізовувати за допомогою технології системних повідомлень. Застосування вказаних підходів дозволяє створити масштабовану РІОС з кількістю одночасно працюючих клієнтів 100 і більше з сервером на ПК типу *Intel Core i3* з ОС *Windows XP*.

Література

1. Патент на корисну модель № 48218 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Голосовий портативний словник-перекладач / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 5, 2010р.
2. Патент на корисну модель № 48219 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Спосіб автоматичного пошуку мовленнєвого фрагмента в суцільному масиві звукозапису / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 5, 2010р.
3. Патент на корисну модель № 48220 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Голосовий електронний довідник / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 5, 2010р.

4. Патент на корисну модель № 48221 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Спосіб усномовного перекладу слів і словосполучень / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 5, 2010р.

5. Патент на корисну модель № 50009 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Спосіб голосового управління відеотелефоном радіомережі / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М., Рябов О. П.; Бюл. № 10, 2010р.

6. Патент на корисну модель № 50010 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Пристрій голосового управління відеотелефоном радіомережі / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М., Рябов О. П.; Бюл. № 10, 2010р.

7. Патент на корисну модель № 51137 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Спосіб голосового управління цифровим диктофоном / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 13, 2010р.

8. Патент на корисну модель № 51138 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Пристрій голосового управління цифровим диктофоном / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 13, 2010р.

9. Патент на корисну модель № 51139 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Спосіб введення-виведення інформації голосом в комп'ютерних та телекомунікаційних системах / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 13, 2010р.

10. Патент на корисну модель № 52235 U, Україна, МПК(2009), G10L 15/00. Головова клавіатура / Вінцюк Т. К., Гриценко В. І., Павлов О. І., Стасевич П. А., Тертичний Г. М.; Бюл. № 16, 2010р.

11. Mobile operating system. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system. — Назва з екрана.

12. Free and open-source software. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Free_and_open-source_software. — Назва з екрана.

13. Comparison of Android devices. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Android_devices. — Назва з екрана.

14. List of iOS devices. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_iOS_devices. — Назва з екрана.

15. List of BlackBerry products. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_BlackBerry_products. — Назва з екрана.

16. Comparison of Symbian devices. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Symbian_devices. — Назва з екрана.

17. List of Windows Phone devices. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Windows_Phone_devices. — Назва з екрана.

18. Comparison of smartphones. — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_smartphones. — Назва з екрана.

19. . Comparison of mobile operating systems — електрон. дані. — режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_mobile_operating_systems. — Назва з екрана.

20. Голощапов А. Л. Google Android: программирование для мобильных устройств. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 448 с: ил.

21. Хашими С., Коматинени С., Маклин Д. Разработка приложений для Android. — СПб.: Питер, 2011. — 736 с: ил.

22. Клиент-сервер. — електрон. дані. — режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Клиент-сервер>. — Назва з екрана.

23. Telecommunication technologies — телекоммуникационные технологи / Семёнов Ю. А. — Электрон. дані. — ГНЦ ИТЭФ, 2013. — режим доступу: <http://book.itep.ru>.

References

1. Patent na korisnu model no. 48218 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. Golosoviy portativniy slovnik-perekladach / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 5, 2010r.

2. Patent na korisnu model no. 48219 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. SposIb avtomatichnogo poshuku movlennEvogo fragmenta v sutslInnomu masivI zvukozapisu / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 5, 2010r.
3. Patent na korisnu model no. 48220 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. Golo-soviy elektronniy dovIdnik / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 5, 2010r.
4. Patent na korisnu model no. 48221 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. SposIb us-nomovnogo perekladu slIv I slovospoluchen / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 5, 2010r.
5. Patent na korisnu model no. 50009 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. SposIb golosovogo upravlnnya vIdeotelefonom radIomerezhI / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M., Ryabov O. P.; Byul. no. 10, 2010r.
6. Patent na korisnu model no. 50010 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. Pri-strIy golosovogo upravlnnya vIdeotelefonom radIomerezhI / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M., Ryabov O. P.; Byul. no. 10, 2010r.
7. Patent na korisnu model no. 51137 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. SposIb golosovogo upravlnnya tsifrovim diktofonom / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 13, 2010r.
8. Patent na korisnu model no. 51138 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. Pri-strIy golosovogo upravlnnya tsifrovim diktofonom / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 13, 2010r.
9. Patent na korisnu model no. 51139 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. SposIb vvedennya-vivedennya InformatsIYi golosom v komp'yuternih ta telekomunikatsIynih sistemah / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 13, 2010r.
10. Patent na korisnu model no. 52235 U, UkraYina, MPK(2009), G10L 15/00. Golo-sova klavIatura / VIntsyuk T. K., Gritsenko V. I., Pavlov O. I., Stasevich P. A., Tertichniy G. M.; Byul. no. 16, 2010r.
11. http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system.
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Free_and_open-source_software.
13. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Android_devices.
14. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_iOS_devices.
15. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_BlackBerry_products.
16. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Symbian_devices.
17. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Windows_Phone_devices.
18. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_smartphones.
19. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_mobile_operating_systems.
20. Goloschapov A. L. Google Android: programmirovaniye dlya mobilnyih ustroystv. SPb. BHV-Peterburg, 2011, 448 p.
21. Hashimi S., Komatineni S., Maklin D. Razrabotka prilozheniy dlya Android. SPb. Piter, 2011, 736 p.
22. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Klient-server>.
23. SemYonov Yu.A. (GNTs ITEF), <http://book.itpe.ru>.

Аполонов Є. В., Зелінський Н. Т., Павлов О. І. Розподілена інформаційно-обчислювальна система з голосовим управлінням на базі ОС Android. Розглянуто можливості використання персональних портативних мобільних пристроїв (ППМП) на базі ОС Android в якості терміналів та автономних вузлів, а також стаціонарних ПК на базі ОС Windows в якості серверів розподіленої інформаційно-обчислювальної системи (РІОС) з голосовим управлінням. Сформульовано критерії вибору ППМП та ОС для клієнтських терміналів, а також вимоги до РІОС та її структура. Представ-

лено концепції побудови РІОС за технологією «клієнт — сервер» та «багато клієнтів — багато серверів». Запропоновано концепцію віртуального інтерфейсу ППМП та віртуального інтерфейсу сервера. Розглянуто взаємодію між потоками в межах процесу віртуального інтерфейсу ППМП клієнтського терміналу та взаємодію між процесами клієнтської і серверної частини як в автономному варіанті, так в рамках РІОС.

Ключові слова: інформаційно-обчислювальна система, розподілені обчислення, голосове управління, операційна система Android, технологія клієнт — сервер.

Аполонов Е. В., Зелинский Н. Т., Павлов О. И. Распределенная информационно-вычислительная система с голосовым управлением на базе ОС Android. Рассмотрены возможности использования персональных портативных мобильных устройств (ППМУ) на базе ОС Android в качестве терминалов и автономных узлов, а также стационарных ПК на базе ОС Windows в качестве серверов распределенной информационно-вычислительной системы (РИВС) с голосовым управлением. Сформулированы критерии выбора ППМУ и ОС для клиентских терминалов, а также требования к РИВС и ее структура. Представлено концепции построения РИВС по технологии «клиент — сервер» и «много клиентов — много серверов». Предложено концепцию виртуального интерфейса ППМУ и виртуального интерфейса сервера. Рассмотрены взаимодействие между потоками в рамках процесса виртуального интерфейса ППМУ клиентского терминала и взаимодействие между процессами клиентской и серверной частей, как в автономном варианте, так в рамках РИВС.

Ключевые слова: информационно-вычислительная система, распределенные вычисления, голосовое управление, операционная система Android, технология клиент — сервер.

Apolonov E. V., Zelinsky N. T., Pavlov O. I. Distributed information-processing system with voice control based on OS Android.

Introduction. Trends of increase of ACS and AIS and their use in everyday life are discussed. The need a voice mode of human interaction with AIS is mentioned. Noticed that network integration of AIS allows to combine their resources and contributes to progress in speech recognition. The emergence of smart phones and their widespread use is the desire to use them as personal voice terminals for access to distributed information networks.

Main part. Possibility of use of Android-based personal portable mobile devices (PPMD) like terminals and like autonomous units, as well as possibility of use of Windows-based stationary PC like servers of distributed data-processing system (DDPS) with voice control are considered. Criteria for selection of PPMD and OS of client terminals, as well as requirements DDPS and its structure are formulated. Concept of building of DDPS by "client - server" and "a lot of clients — many servers" technologies are submitted. Concept of a PPMD virtual interface and server virtual interface are offered. Communication between threads within the process of the PPMD virtual interface of client terminal and the interaction between the processes of the client and server in the autonomous mode, as well as in the DDPS mode are considered. The results of experimental tests of the prototype of DDPS when exchanging data between Windows and Android clients, and Windows Server are running; the accuracy and reliability of embedded solutions and scalability of DDPS are confirmed.

Conclusions. Modern PPMD on Android OS with can be used as terminal devices for construction on the basis of their different specialized voice control DDPS with technology "client - server" and "a lot of customers - many servers". Unification APIs of PPMD with different OS can be done by implementing a virtual PPMD interface. Exchanging data between processes of DDPS better sell through technology Berkeley sockets, which are supported by most modern operating systems. Exchanging data between threads of individual processes better implement with technology of system messages. Application of these approaches allow

to create a scalable DDPS with the number of concurrent clients 100 or more with server by PC with Intel Core i3 CPU and OS Windows XP.

Keywords: *information-processing system, distributed computing, voice control, Android operating system, client — server technology.*