

Проектування сучасних систем сервісів на прикладі мобільної медичної системи для мешканців прифронтових селищ в зоні АТО

Проектирование современных систем сервисов примере мобильной медицинской системы для жителей прифронтовых сел в зоне АТО

Designing modern service systems based on the example of m-Health for frontline settlement residents in the ATO area

1. Номер державної реєстрації теми - 0117U002435

2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Петренко А.І., Петренко А.И., Petrenko Anatoly I.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Зростання складності сучасних інформаційних систем, включаючи грид/хмарні - інфраструктури, зумовило поширення модульного підходу до розробки їх програмного забезпечення з використанням стандартизованих по можливості інтерфейсів між частинами, як це передбачено концепцією сервіс-орієнтованої архітектури (SOA). Дана архітектура представлена у вигляді набору сервісів і процесів, які можна комбінувати, а також змінювати з часом відповідно до змін вимог з допомогою планувальників потоку завдань (workflows). Однак хмарні SOA мають відмінності від SOA, побудованих на ізольованих е-інфраструктурах, перш за все, в використанні переваг віртуалізації як апаратних (серверів), так і програмних (ОС) ресурсів.

Робота присвячена дослідженню необхідних змін в сервіс-орієнтованих архітектурах (SOA) у зв'язку з загальною тенденцією переносу прикладних застосувань у хмарне середовище, зокрема, в Європейську відкриту наукову хмару. Досліджені базові відмінності традиційних SOA першого покоління (на основі веб-сервісів з уніфікованими протоколами зв'язку) і хмарних MSA нового покоління (на основі мікро-сервісів з контейнерами), показані доцільні шляхи їх конвергенції з ціллю забезпечення ефективної віртуалізації хмарних апаратних і системних ресурсів. Досліджені також доцільність використання семантичних моделей для вибору необхідних сервісів за функціональними і нефункціональними ознаками з реєстрів сервісів, можливість автоматизації проектування систем сервісів для хмарного середовища. В роботі запропонована інноваційна методика проектування мікро-сервісних хмарних додатків на базі доменних онтологій предметних галузей з перетворенням онтології бізнес-процесів у послідовні моделі (CIM, PIM, PSM) з поступовим збільшенням впливу параметрів сервісної платформи, яка застосовується для реалізації системи сервісів. Нарешті для зручності користувачів узагальнені наявні макро-сервіси репозитаріїв FIWARE і ProgrammableWeb.

Застосування сервіс-орієнтованих архітектур (SOA) і розподілених реєстрів сервісів дозволяє значно знизити собівартість та підвищити якість прикладного програмного забезпечення, що створюється, а також забезпечує шляхи інтегрування додатків в межах сукупності великої кількості інформаційних систем підприємства чи кількох підприємств в межах країни або континенту. Запропоноване застосування сервіс-орієнтованого підходу до проектування мобільної медичної системи персонального моніторингу і лікування пацієнтів з хронічними захворюваннями і сформовано перелік сервісів пацієнта, лікаря та підтримки самої платформи як пропозицію до третього етапу національної реформи медицини.

(рос.)

Рост сложности современных информационных систем, включая грид / облачные - инфраструктуры, обусловило распространение модульного подхода к разработке их программного обеспечения с использованием стандартизованных интерфейсов между частями, как это предусмотрено концепцией сервис-ориентированной архитектуры (SOA). Данная архитектура представлена в виде набора сервисов и процессов, которые можно

комбинировать, а также изменять со временем в соответствии с изменениями требований за счет планировщиков потока задач (workflows). Однако облачные SOA имеют отличия от SOA, построенных на изолированных e-инфраструктурах, прежде всего, в использовании преимуществ виртуализации как аппаратных (серверов), так и программных (ОС) ресурсов.

Работа посвящена исследованию необходимых изменений в сервис-ориентированных архитектурах (SOA) в связи с общей тенденцией переноса прикладных приложений в облачную среду, в частности, в Европейскую открытую научную облако. Исследованы базовые различия традиционных SOA первого поколения (на основе веб-сервисов с унифицированными протоколами связи) и облачных MSA нового поколения (на основе микро-сервисов с контейнерами), показаны целесообразные пути их конвергенции с целью обеспечения эффективной виртуализации облачных аппаратных и системных ресурсов. Исследованы также целесообразность использования семантических моделей для выбора необходимых сервисов по функциональным и нефункциональным признакам из реестров сервисов, возможность автоматизации проектирования систем сервисов для облачного среды. В работе предложена инновационная методика проектирования микро-сервисных облачных приложений на базе доменных онтологий предметных областей с преобразованием онтологии бизнес-процессов в последовательные модели (CIM, PIM, PSM) с постепенным увеличением влияния параметров сервисной платформы, которая применяется для реализации системы сервисов. Наконец для удобства пользователей обобщены имеющиеся макро-сервисы репозиториях FIWARE и ProgrammableWeb.

Применение сервис-ориентированных архитектур (SOA) и распределенных реестров сервисов позволяет значительно снизить себестоимость и повысить качество прикладного программного обеспечения, создается, а также обеспечивает пути интегрирования приложений в пределах совокупности большого количества информационных систем предприятия или нескольких предприятий в пределах страны или континента. Предложенное применение сервис-ориентированного подхода к проектированию мобильной медицинской системы персонального мониторинга и лечения пациентов с хроническими заболеваниями и сформирован перечень сервисов пациента, врача и поддержки самой платформы как предложение к третьему этапу национальной реформы медицины.

Применение сервис-ориентированных архитектур (SOA) и распределенных реестров сервисов позволяет значительно снизить себестоимость и повысить качество прикладного программного обеспечения, которое создается, а также обеспечивает пути интегрирования приложений в пределах совокупности большого количества информационных систем предприятия или нескольких предприятий в пределах страны или континента. Предложено применение сервис-ориентированного подхода к проектированию мобильной медицинской системы персонального мониторинга и лечения пациентов с хроническими заболеваниями и сформирован перечень сервисов пациента, врача и поддержки самой платформы как предложение к программе третьего этапа национальной реформы медицины.

(англ.)

The increasing complexity of modern information systems, including grid / cloud infrastructures, has led to the expansion of a modular approach to developing their software using standardized interfaces between parts, as foreseen by the Service Oriented Architecture (SOA) concept. This architecture is presented as a set of services and processes that can be combined, and modified over time according to changes in requirements with the help of workflow schedulers (workflows). However, cloud SOAs have differences from SOAs built on isolated e-infrastructures, above all, in taking advantage of the virtualization of both hardware (server) and software (OS) resources.

The work is devoted to the study of the necessary changes in service oriented architectures (SOA) in connection with the general tendency of transfer of applications to the cloud environment, in particular, to the European open scientific cloud. The basic differences between traditional first-generation SOA (based on web services with unified communications protocols) and next-generation cloud MSA (based on microservices with containers) are explored, the feasible ways of converging them to provide effective virtualization of cloud hardware and system resources are shown. The feasibility of using semantic models to discover the required services based on functional and non-functional features from the service registers, the possibility of automating the design of service systems for a cloud environment are also investigated. The project proposes an innovative method of designing microservice cloud applications based on domain ontologies of subject industries with transformation of business process ontology into sequential models (CIM, PIM, PSM) with gradual increase of influence of parameters of the service platform, which is used to implement the service system. Finally, for the convenience of users, the available macro services of the FIWARE and Programmable Web repositories are presented.

The use of service-oriented architectures (SOA) and distributed service registers can significantly reduce the cost and quality of application software that is created, as well as provide ways to integrate applications across a large number of enterprise or multiple enterprise information systems across a country or continent. The application of a service-oriented approach to designing a mobile medical system for personal monitoring and treatment of patients with chronic diseases is considered and a list of patient services, physician and platform support is proposed as a proposal for the third stage of national medical reform.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Шука Р.В., Иванов С.С., Терентьев О.М., Бідюк П.І., Макуха М.П. Комп'ютерна програма "SAS Similar Trajectories". – Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, № 71750, 05 травня, 2017 року.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Основна ідея полягає в розробці єдиного підходу до проектування комплексу програмних додатків на основі використання SOA-парадигми, при цьому, застосування методів інтелектуального аналізу даних посилює ефективність і надійність додатків, а використання онтологій предметних областей сприяє динамічній інтеграції сервісів від різних розробників (постачальників) у єдине сервісне середовище.

Роботи авторів визнані в світі як піонерські з застосування сервісних підходів в інженерії. На даний момент не існує прямих аналогів запропонованої методології побудови системи сервісів з динамічною архітектурою на основі сервіс-орієнтованих обчислень для інженерних та медичних застосувань. Досягнуті результати досліджень дозволяють підвищити ефективність використання високопродуктивних обчислювальних ресурсів у прикладних обчисленнях та суттєво спростити розширення функціоналу міждисциплінарних програмних обчислювальних комплексів, а також заощадити на їх підтримці та подовжити життєвий цикл такого програмного забезпечення.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Прогнозована вигода від впровадження даного підходу - пришвидшення розробки розподілених прикладних додатків на 20-30% за рахунок швидкого, простішого графічного програмування сценаріїв обчислень (по відношенню до WS-BPEL-процесів), та надання кінцевим користувачам систем принципово ширших можливостей з адаптації та розширення функцій при створенні прикладних застосувань. Запропонований репозитарій сервісів відрізняється тим, що має універсальний характер (особливо в галузі сервісів управління платформи і сервісів додатків лікаря і пацієнта), тому на його базі можна з мінімальними

витратами розгортати мобільні системи різного призначення і адаптувати їх до завдань підтримки конкретних планів лікування хворих шляхом масштабування сервісів: виключення деяких з них, додавання нових, заміни одних на інші такого ж призначення.

Підраховано, що завдяки новим інформаційним технологіям можна знизити витрати на медичне обслуговування літніх людей на 25 %, а материнську і дитячу смертність - на 30 %. Крім того, ці технології дозволять підвищити ККД лікарів у сільській місцевості: кожен лікар зможе обслуговувати в кілька разів більше пацієнтів, що при гострій нестачі лікарів на периферії серйозно поліпшить показники здоров'я населення.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Отримані результати можуть використовуватися у прикладній науці про сервіси, їх менеджмент та інжиніринг. Зацікавленими можуть бути користувачі, які бажають створювати свої невеличкі власні хмарні додатки, з застосування технологій MSA, базованих на використанні мікро-сервісів і контейнерів, включаючи вибір архітектури мікро-сервісної системи, а також користувачі, які бажають перенести в хмару свої існуючі напрацювання, з попереднім перетворенням своїх наявних монолітних додатків у сукупність веб-сервісів і наступним розгортанням їх в контейнерах хмари з можливістю автоматичного пошуку. В проекті містяться також рекомендації підприємствам, які бажають перетворити свої IT-системи на хмарні додатки в інформаційному середовищі підприємства, з одночасного використання MSA і SOA підходів: SOA переважно для інтеграції додатків і інформаційних систем, а MSA на рівні окремого додатка. В цілому результати проекту сприяють прискоренню *диджиталізації* сучасного суспільства.

8. Стан готовності розробки.

Розроблений прототип платформи сервіс-орієнтованого проектування прикладних застосувань в якості гнучкого мережевого засобу вибору і оркестрування сервісів. Змінюючи склад веб-сервісів репозитарію, можна розширити існуюче рішення (окрім підтримки мобільної медицини) на моделювання бізнес-процесів і розроблення інтероперабельних додатків для е-управління.

9. Існуючі результати впровадження.

Методологія інтелектуальної обробки записів параметрів пацієнтів і натільний сенсор, фіксуючий сигнали його дихання, переданні для тестування в Державну установу "Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України" для створення бази даних сигналів для навчання нейронної системи розпізнавання стану хвороби пацієнтів.

10. Форма участі інвестора (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проект і%, частка від прибутку %, інше)

11. Обсяг інвестицій (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).

12. Мета інвестицій (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).

13. Назва організації, телефон, E-mail

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Інститут прикладного системного аналізу (ІПСА), (044) 28090-90-46, tolja.petrenko@gmail.com.ua

14. Фото розробки



Рис.1. Макет натільного сенсора сигналів дихання пацієнтів

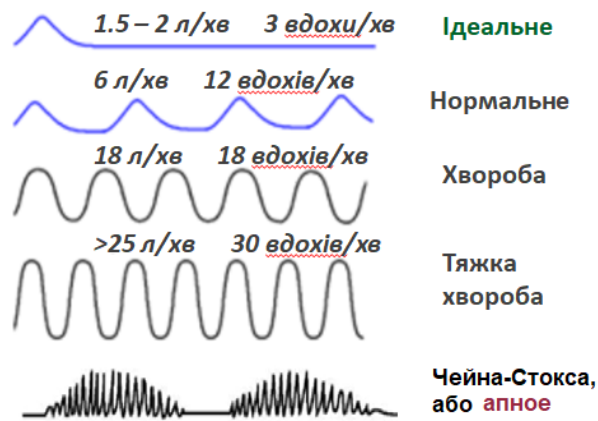


Рис.2. Як Ви дихаєте?

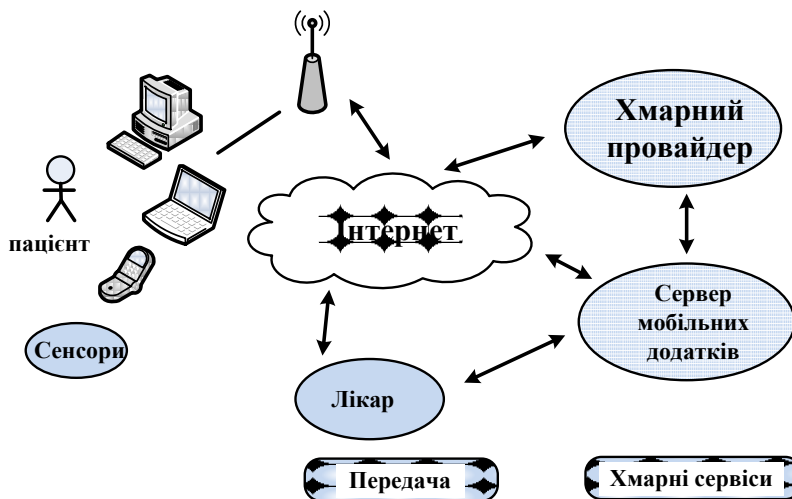


Рис.3. Організація медичних послуг у хмарі

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Petrenko A., Bulakh B. Automatic Service Orchestration for e-Health Application // *Advances in Science. Technologies and Engineering Systems Journal*, 4(4), 2019. - pp. 244-250; DOI: 10.25046/aj040430
2. Petrenko A., Bulakh B. Intelligent Service Discovery and Orchestration // 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 08-12 Oct 2018, proceedings, Kyiv, 2018, pp. 1-5. doi: 10.1109/SAIC.2018.8516723
3. A. Petrenko. Detection of human respiration patterns using deep convolution neural networks / A. Petrenko, R. Kyslyi, I. Pysmennyi // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* ISSN 1729-3774, 4/9 (94) 2018, pp.5-17
4. Bidyuk P.I., Gozhyj O.P., Kalinina I.O., Gozhyj V.O. Analysis of uncertainty types for model building and forecasting dynamic processes. – in *Advances in Intelligent Systems and Computing*: Berlin, Springer, 2018, Vol. 689, pp. 66 – 78.
5. Petrenko A. Development of the system of patient's personal data security in distributed health care platform /Petrenko A., Kyslyi R., Pysmennyi I. // *Технологічний аудит та резерви виробництва* — № 4/2(42), 2018, с.10-15.

6. Bidyuk P., Terentiev O., Prosyankina-Zharova T. Dynamic Processes Forecasting and Risk Estimation Under Uncertainty Using Decision Support Systems // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 29 May-2 June 2017, Kyiv, Ukraine, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – 795-800 p. – IEEE Catalog Number: CFP17K03-USB. – ISBN: 978-1-5090-3005-7
7. Petrenko O.O., Petrenko A.I. A Model-driven Ontology Approach for Developing Service System Applications // Journal of Computer Science Applications and Information Technology, 2017, 2(4): 1-7
8. Petrenko O.O., Petrenko A.I. Cyber-Physical Medical Platform for Personal Health Monitoring // Journal of Scientific Achievements.- 2 (8).August 2017; 2 (8) 24-28
9. Zagorodny A.G. Ukrainian National Grid (UNG): Current state and prospects / Zagorodny A.G., Petrenko A.I., Svistunov S.Y. -// The EGI Conference 2017 and The INDIGO Summit 2017, 9-12 May 2017, Catania
10. Bidyuk P.I., Telenyk S.F., Zharikov E.V. Yasochka M. Assessment of cloud service provider quality metrics // International IEEE Conference: UkrMiCo-2017; September 12-14, Odesa
11. Бідюк П.І., Братусь О.В. Разработка методов восстановления пропущенных значений и прогнозирования временных рядов // Проблемы управления и информатики, 2017, № 5, с. 13-21
12. Бідюк П.І., Шубенкова І.А., Петрова С.К. Системний підхід до моделювання та прогнозування на основі регресійних моделей і фільтра Калмана // Системні дослідження та інформаційні технології, 2017, № 2, с. 52 – 61.
13. Anatoly Petrenko, Roman Kyisliy, Ihor Pismennyi. Blockchain as a service for medical records // "Системні дослідження і інформаційні технології", №3, 2017.
14. Петренко О.О. Особливості реалізації сервіс-орієнтованих додатків у хмарі // Системні дослідження і інформаційні технології - № 3, 2017. – С.29-42.
15. Кунєцова Н.В., Бідюк П.І. Системний підхід до аналізу ризиків // Системні дослідження та інформаційні технології, 2018, № 2, с. 124 – 140.
16. Т. В. Шулькевич. Математичний апарат інтелектуального аналізу даних для прогнозування нелінійних нестационарних процесів / Т. В. Шулькевич, І. В. Баклан, О. В. Нестеренко, Ю. М. Селін //Реєстрація, зберігання і обробка. даних, 2017. Т. 19. № 1. С. 9-21.
17. A. Petrenko. Service-oriented Mobile Healthcare / O.O. Petrenko, A.I.Petrenko // Вісник Університету «Україна», Серія «Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика».-№2(19). 2018.- С. 14-19.
18. Pysmennyi I., Kyslyi R., Petrenko A. Edge computing in multi-scope service-oriented mobile healthcare systems // Системні дослідження та інформаційні технології, №1, 2019р. - с. 118-126
19. Petrenko A.I. Service-oriented Mobile Healthcare / Petrenko A.I., Petrenko O. // LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, - 2018, - 64 p. ISBN-10: 6134990353.
20. Petrenko A.I.< «Collaborative Complex Computing Environment (Com-Com)» // Book “Top 10 Contributions on Bioinformatics & Systems Biology” (Chapter09), Avid Science, Індія, 2018

16. Ключові слова до розробки: сервіс-орієнтована архітектура (SOA), мікросервіс, віртуалізація, контейнер, хмара, інтерфейс API, мікросервісна архітектура (MSA), онтологія, семантика, модельно-керований підхід, Європейська відкрита наукова хмара (EOSC).