

КОНВЕРГЕНТНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ И «ОБЛАКА» В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКЕ

А. Р. Дабагов

ЗАО «Медицинские технологии ЛТД»

Получена 15 июня 2013 г.

Аннотация. В статье рассматривается новый перспективный подход в области информационно-телекоммуникационных технологий – конвергентные архитектуры, включающий в себя виртуализацию ресурсов и «облачные» структуры. Показано, что последний обладает универсальностью, масштабируемостью, высокой скоростью развертывания, обеспечивает большие преимущества как для поставщиков сервисов, так и для конечных пользователей. Обсуждаются его применимость и преимущества в области медицинской информатики.

Ключевые слова: медицинская информатика, конвергентная инфраструктура, виртуализация, облачные вычисления

Abstract. In the article, a new sophisticated approach in the field of information and telecommunication technologies - convergent architecture, which includes the virtualization of resources and cloud computing is considered. It is shown that the approach has the versatility, scalability, high speed deployment, provides great benefits for both service providers and end users. The applicability and benefits of the approach in the field of medical Informatics are discussed.

Keywords: medical Informatics, converged infrastructure, virtualization, cloud computing.

Введение

В ряде предыдущих статей мы обсуждали как некоторые «рутинные» проблемы в области медицинской радиологии и информатики [1-3], так и вопросы построения медицинских информационных систем, в частности, наши собственные разработки и видение проблемы [4,5]. В [5] мы рассмотрели переход на «облачные» структуры для конкретной медицинской

информационной системы (МИС). В продолжение работы [5] мы хотели бы рассмотреть проблему с более общей точки зрения.

В обзоре по информатизации медицинских технологий [4] мы, в частности, отмечали, что, несмотря на многомиллиардные затраты на медицинскую информатику в мире в целом, ситуация в области медицинских инфо- и телекоммуникационных технологий (ИКТ) пока еще далека от идеальной. Последнее, повидимому, есть одно из последствий известной хаотизации в области ИКТ [6], возникающей как следствие проблем унификации и стандартизации, иными словами, отсутствия необходимой и достаточной открытости систем и информационного пространства в целом¹.

Также необходимо осознавать, что проблематика создания достаточно большой и при этом высоконадёжной информационно-телекоммуникационной системы есть лишь специфическая постановка не слишком новой задачи построения надёжных систем из ненадёжных элементов (см. напр. [7]). Действительно, если полупроводниковые и иные монтируемые элементы ИТ-систем могут (в принципе) обладать весьма высокой надёжностью, то элементы с механикой не могут быть безотказными принципиально; в больших системах вопросы надёжности становятся проблемой, которая, однако, на сегодняшний день вполне разрешима путем надлежащего подбора общей программно-аппаратной архитектуры, так же как и архитектур подсистем, совместно с выбором наиболее продвинутых из уже имеющихся технико-технологических решений в области обработки, хранения, передачи, реплицирования и защиты данных.

Отметим также, что при построении достаточно больших и производительных ИТ-комплексов вычислительные архитектуры, по-

¹ Таким образом мы хотим подчеркнуть, что понимаем «открытость» именно в смысле определения последней [8]. Часть алгоритмов, программно-аппаратных решений и архитектур ряда компонент информационно-телекоммуникационных систем могут быть «ноу-хау» их разработчика и/или производителя, важно только, чтобы это не нарушало принципов открытости, сформулированных ранее.

видимому, будут в ряде случаев требовать надлежащего проектирования и архитектуры зданий; таким образом, само понятие «архитектура» будет включать в себя все свои аспекты.

Парадигма развития и новые тенденции в ИКТ

Хорошо известно [9,10], что современная экономика и технологии развиваются циклически. Каждый новый цикл наступает в силу ряда системных причин² и представляет собой переход к новой ступени развития, новому технологическому укладу, в которых медицина составляет одно из приоритетных направлений. Ожидается, что когнитивные технологии [10] также будут содействовать переходу к новым технологическим укладам. Из [9,10] следует, что переход к новым циклам происходит на основе некоторой суммы новых и новейших технологий; таким образом, отдача инвестиций, сделанных в устаревающие технологии на спаде циклов, становится проблематичной.



Рис. 1. Вычислительная ткань (FC, FlexFabric). Отдельными островками показаны пулы виртуальных ресурсов. Системы контроля и управления на рис. не показаны (по [6], [11])

² Отдельная большая тема, которую мы в настоящей статье не рассматриваем (авт.).

Иначе говоря, переход медицинской информатики к новым концептам, технологиям и схемам развития в русле современных достижений ИКТ представляет собой естественный процесс как следствие прогресса технологий в целом. Облачные технологии составляют только его часть, обозначая намечаемый переход ИКТ к конвергентным инфраструктурам и включении в общую «вычислительную ткань» (также Flex Fabric, Fabric Computing, FC) – как это показано на Рис. 1.

Конвергентная инфраструктура, «облака» и новая медицинская информатика

Под конвергентной инфраструктурой мы будем понимать общий принцип физического и/или логического объединения ресурсов на основе какого-либо сходства, принадлежности либо подобия решаемых задач в некоторый агрегат или систему ресурсов (в общем случае подразумеваются, например, платформы, центр(ы) обработки (ЦОД), пулы ресурсов, коммуникации, системы и/или сети хранения/резервирования данных (SAN и/или NAS, в общем случае СХД), а также при необходимости системы репликации и хранения копий данных, с последующим их объединением (внедрением) на оговариваемых принципах и условиях в общую вычислительную ткань. Так, в случае конвергенции медицинских информационных систем (МИС) мы будем иметь сеть региональных инфокоммуникационных центров, в пределе – национальную и глобальную медицинскую информационную инфраструктуру.

Отметим, что имеется по крайней мере одна модель «зрелости» конвергентной инфраструктуры, разработанная фирмой HP – Converged Infrastructure Maturity Model (CI-MM) [11].

Исторически развитие конвергентных сетей стало продвигаться с разработки к началу 2008 г. стандарта протокола FCoE (Fibre Channel over Ethernet), что позволило инкапсулировать структуру Fibre Channel на транспорт сети Ethernet³, обеспечив тем самым максимальную совместимость

³ В отличие от обычного Ethernet здесь подразумевается т.н. lossless Ethernet на основе технологии Data Center Bridging (DCB).

оборудования и создание конвергентных сетей, или одной физической сети вместо двух – в первом приближении LAN и SAN, что позволяло объединять функционалы ЦОД и СХД, а также при наличии новых технологий хранения и обработки данных обеспечить практически 100% гарантию сохранности программ и данных, избавив конечного пользователя от дополнительных затрат и рисков.

При этом спецификация стандарта была внесена на рассмотрение Комитета T11 ANSI (American National Standards Institute) ведущими ИТ-компаниями США – IBM, Cisco, Sun Microsystems, Intel, Qlogic, Brocade и нек. др. Несмотря на довольно сильную конкуренцию, ведущие производители ИТ прекрасно понимают значение и важность открытых стандартов.

Посредством FcoE-протокола осуществляется прозрачная агрегация Fibre Channel to Ethernet, и одновременно поддержка на одном физическом линке трех стеков протоколов – FC, IP, и HPC (High Performance Computing Data Center Metering Protocol). Последнее обеспечивает возможность FC-доступа к данным на основе технологии DCB (Data Centre Bridging) при тех же самых задержке, защите, управлении трафиком и др. Таким образом, для FCoE могут быть использованы применяемые и ранее коммутаторы, драйверы, кабели и ПО, что, помимо прочих преимуществ, обеспечивает сохранение инвестиций во внедренные ранее технологии. Конвергентные подходы, минимизируя «хаотичность» в современных ИКТ, также приводят и к компактным, удобным во всех отношениях техническим решениям. В качестве примера можно привести компактный, но достаточно мощный датацентр фирмы DELL (рис.2, параметры указаны на рисунке).

Развивая последовательно концепции виртуализации и «облачных технологий», являющихся продуктом развития новых концептов и технологий ИТ, мы наконец получаем ячейки той самой «вычислительной ткани», «вычислительные фабрики», т.е. основу новой конвергентной инфраструктуры, которая, разрастаясь внутри «всемирной паутины», изменит саму ее сущность и, по мнению ряда аналитиков, окажется фактором, оказывающим

положительное влияние на общий промышленный рост и развитие новых «прорывных» технологий в целом.



Рис. 2. Пример конвергентной архитектуры - интегрированное решение DELL Converged Blade Data Center. 24 узла с сетью и SAN хранилищем в 10U, до 16 ядер (до 512 на шасси), 192Гб ОЗУ, 4x10 GbE CAN's, общая 20Tb+ SAN, резервирование SD карточек, 384 виртуальных машины (16:1, ядро/vCPU, 12Гб ОЗУ, 50Гб), поддержка до 40 GbE. Дисковые массивы с «горячей» заменой выдвинуты для демонстрации и в рабочем состоянии убираются в общую стойку.

Новая структура конвергентных МИС, проблемы и особенности

Для начала приведем некоторые цифры. Как следствие неконтролируемого роста ИТ, большинство организаций начиная с какого-то периода имеют в общем бюджете ИТ 70% операционных затрат, 15% - затраты на ремонт и обновление мат. части, таким образом на какие-либо «инновации» остается 15%. [11]. Другими словами, на функционирование и поддержание уходят 85% затрат на ИТ, в то время как на развитие остается всего 15%. Конвергентная инфраструктура позволяет обойти эти ограничения и перенаправить ресурсы с операционной деятельности к изменению самой парадигмы, создавая тем самым датацентры будущего и пул новых возможностей как для поставщиков ИКТ-услуг, так и для конечных

пользователей. Все новые технологии так или иначе подразумевают конвергентные архитектуры. Основанные на индустриальных стандартах, они подразумевают интеллектуальное лидерство, открытость и широкий выбор возможностей для конечного пользователя. Они также в итоге обеспечат значительное снижение затрат на ИТ и более компактную инфраструктуру [11].

Как известно, для, по крайней мере, подавляющего большинства ЛПУ информационные технологии не являются профильной деятельностью. Содержание квалифицированного штата сотрудников в области информационных технологий требует значительных затрат. Проблемы безопасности, надежности, хранения и резервирования данных, установка новых программ, обслуживание вычислительных комплексов и СХД, добавление дополнительной функциональности, управление жизненным циклом систем и др. представляют для них сложную и дорогостоящую задачу, сдерживая тем самым развитие самой медицинской информатики. Однако на новых облачных технологиях и конвергентной инфраструктуре практически вся ИТ-поддержка ЛПУ окажется заботой специализированных поставщиков ИТ-услуг, гарантирующих бесперебойную работу информационной части ЛПУ, кроме того, последнее должно будет оплачивать только фактически оказанные ИТ-услуги. В самих ЛПУ должен остаться лишь минимум специализированных терминалов и устройств, «тонких клиентов» и сетевой инфраструктуры со стеком протоколов, достаточным для работы с той или иной облачной структурой. При этом, возможно, станет выгоднее производить обработку медицинских данных на стороне провайдера, оставив на стороне ЛПУ лишь необходимый минимальный функционал. Для конечного пользователя это будет незаметно и не потребует каких-либо изменений привычных процедур.

Многоплатформенность, быстрая установка «по требованию» любых операционных систем и приложений, возможность их безопасной отладки на репликах сделает работу максимально удобной для конечного пользователя. Подключение биллинговых, бухгалтерских, ERP-систем, комплексных систем медицинского документооборота, иных систем “on demand” позволит

упорядочить внутренние функции ЛПУ, увеличить пропускную способность клиники, а все в сумме – улучшить качество обслуживания и лечения пациента. Для конкретного вендора переход на новые технологии будет также означать повышение эффективности работы оборудования и персонала, что скажется на ценах предоставляемых услуг.

Поскольку изменения, загрузки и переконфигурации в конвергентном датацентре делаются намного быстрее (часы-дни, в зависимости от сложности), уже установленные системы мы можем распространить и на другие ЛПУ, таким образом получив в пределе региональную систему. Отдельные ЛПУ при этом смогут обмениваться информацией друг с другом.

Специфическая проблематика

Хотя и не имея специфического опыта эксплуатации «облачных» МИС и соответствующих датацентров с конвергентной инфраструктурой, мы все же предполагаем, что в целях надежности и безопасности, в том числе от несанкционированной утечки критичных данных, медицинская инфраструктура должна быть как-то разграничена на физическом уровне, иметь отдельных поставщиков сервисов, специализированных на оказании услуг медицинским организациям (и, возможно, уполномоченным органам), и, находясь в окружении общей «вычислительной ткани», быть тем или иным образом отграниченной от неё на физическом и логическом уровнях, обладая собственной системой идентификации и аутентификации, собственными (например, виртуальными) каналами передачи критической информации и др. Другими словами, для медицинской информатики в целом, функционирующей в вышеописанных интегрированных инфраструктурах, должна быть некоторая общая концепция, политика и программы безопасности. Это должно обеспечиваться соответствующим инструментарием и/или настройкой брандмауэров, мониторов безопасности, управляющих и аудиторских программ.

Вторая и достаточно сложная проблема – специфические медицинские стандарты и приравняемые к ним документы (списки, онтологии, тезаурусы, описания, некоторые другие документы), а также их локализации. От этого зависит совместимость версий ПО, записей данных, в конечном счете – качество лечения пациента.

В последнее время наметилось известное противостояние между разработчиками систем, основанными на разных стандартах – EMR и OpenEHR [12]. По распространенному мнению, надежно работающие стандарты могут быть разработаны только тогда, когда сообщество, для которого они предназначены, имеет значительный опыт и хорошее понимание того, что именно они пытаются стандартизировать, и эти условия, по логике, не могут быть выполнены на инновационных или ранних стадиях работ.

Процесс принятия стандартов по своей природе основан на консенсусе, или по крайней мере значительной заинтересованности между партнерами, и трудно (и редко желательно) вводить стандарты там, где еще не достигнута широкая степень согласия. Самое подходящее время для принятия стандарта, это когда стихает активная и информированная оппозиция. Подход можно проиллюстрировать на основе сети Интернет, где основные «стандарты» именуемые «запрос для комментариев» (RFC), давно стали стандартами де-факто и никто не чувствует необходимости в их переделке либо «улучшении».

Попытки навязать стандарты, по которым не достигнут широкий консенсус, неизбежно терпят неудачу. И, хуже того, замедляют реальный процесс принятия стандартов.

Как отмечают некоторые авторы, работа над многими онтологиями продолжается уже в течение ряда лет, в основном в области разработки BFO (Basic Formal Ontology) OBO (Open Biological and Biomedical Ontologies), которые используются для улучшения работы вычислительных систем в области здравоохранения. BFO является основной формальной онтологией, а OBO является открытой биологической и биомедицинской онтологией. Эти наработки в настоящее время используются, чтобы улучшить структуру

верхнего уровня SNOMED CT. Отмечается, что OpenEHR–архетипы создаются быстрыми темпами, и их классификация и внутренняя структура не так строго увязаны, как они должны быть. Последнее может повлиять на корректность реализации вычислительных процедур. IAO (Information Artifact Ontology) пытается заполнить «пробелы» (gap - широкоупотребляемый термин в области разработки профилей открытых систем) в том, что можно назвать «онтологии реальности», путем определения «онтологии информации» Это правильный подход также для оценки качества онтологии openEHR (см. напр. [13]).

Однако для того, чтобы корректно работать со столь сложными словарями, например, чтобы построить структуру онтологии, провести их сравнение и др., необходим некий алгоритмический инструментарий. И, вообще говоря, вопрос, до какой степени можно автоматизировать процесс получения оптимальных решений, остается, на наш взгляд, открытым.

Заключение

Как мы видим, в современных ИКТ в последнее время стали все шире применяться конвергентные технологии и связанные с ними виртуализация ресурсов и облачные структуры. Уже имеется достаточно проработанный на сегодняшний день ряд программно-аппаратных решений, архитектур систем и новые технологии связи, поддерживаемые на программно-аппаратном уровне. Всё это открывает самые широкие возможности для решения задач медицинской информатики в области построения больших региональных автоматизированных медицинских систем.

Литература

1. А. Р. Дабагов. *Цифровая радиология и диагностика. Достижения и перспективы*. Журнал Радиоэлектроники (Интернет-издание), №5 2009 г., стр. 1-18. Москва: Издание ИРЭ РАН, <http://jre.cplire.ru/jre/may09/2/text.pdf>
2. А.Р. Дабагов. Современная цифровая радиология и диагностика в свете развития информационно-телекоммуникационных технологий. В сб.: 3 - я

- Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь», 2009, с. 942-946,
<http://jre.cplire.ru/jre/library/3conference/conf3rd.pdf>
3. А. Р. Дабагов. *Маммографический цифровой томосинтез в современной электронной медицине*. Журнал Радиоэлектроники (Интернет-издание), №4, 2012, с. 1-7, [http:// http://jre.cplire.ru/mac/apr12/9/text.pdf](http://jre.cplire.ru/mac/apr12/9/text.pdf)
 4. А. Р. Дабагов. Электронная медицина и проблемы построения интегрированных МИС. Биомедицинская радиоэлектроника, №5 2012 г., с. 40-49.
 5. А. Р. Дабагов. О построении типовой интегрированной МИС для радиологии и обслуживания медицинских предприятий других типов, организации обучения, обработки и представления статистических данных. Журнал Радиоэлектроники (Интернет-издание), №5, 2013, с. 1-20.
<http://jre.cplire.ru/jre/may13/1/text.pdf>
 6. Зеленцова Ж.Ю. Конвергентная инфраструктура. Обсуждение архитектуры (ч.1-3). Daily.Sec.Ru (электронный ресурс), октябрь-ноябрь 2012 г.,
<http://daily.sec.ru/publication.cfm?pid=36980>
 7. В. Задорожный, И. Малиновская. Надежная система из ненадежных элементов. «Открытые системы», № 12, 2000. Электронная версия:
<http://www.osp.ru/os/2000/12/178346/#top>
 8. Батоврин, В. К.; Васютович, В. В.; Гуляев, Ю. В., и др. Технология открытых систем. Под общей ред. Олейникова А.Я. Москва : Янус-К, 2004, 287 с.
 9. Кондратьев Н.Д., Яковец Ю.В., Абалкин Л. И. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды. М., изд. «Экономика», 2002, 766 с.
 10. Г.Г. Малинецкий, С.К. Маненков, Н.А. Митин, В.В. Шишов. Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша № 46. Когнитивный вызов и информационные технологии. Изд. ИПМ РАН, 2010 г. Электронная версия:
<http://spkurdyumov.narod.ru/malmatmit.htm>.

11. HP Converged Infrastructure: Reference Architecture Solution Block Design Guide 4AA2-6453ENW, Created August 2010; Updated November 2010, Rev.5 (Электронный ресурс),
http://www.qlogic.com/oempartnerships/hp/documents/converged/solution_block_4aa2-6453.pdf
12. Beale, Thomas. openEHR to ISO 13606-1, ISO 21090 mapping.
<http://www.openehr.org/wiki/dashboard.action>. [В Интернете] [Цитировано: 4 2 2012 г.] <http://www.openehr.org/wiki/display/stds/openEHR+to+ISO+13606-1%2C+ISO+21090+mapping>.
13. André Q Andrade, Maurício B Almeida, and Stefan Schulz. Revisiting ontological foundations of the OpenEHR Entry Model. <http://kr-med.org/icbofois2012/proceedings/ICBO2012/ICBO2012PapersSingleFiles/ICBO-2012-session4-paper23-andrade.pdf> (препринт в Интернете)