

УДК 621.001.5 + 004.89.002.53

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ

¹Власов Е.В., ¹Горюнова В.В., ¹Горюнова Т.И., ¹Жиляев П.С., ²Кухтевич И.И.

¹ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru;

²ГОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей
Минздравоохранения России, Пенза, e-mail: gvv17@mail.ru

Представлен краткий обзор решений в области интеграции и обработки распределенных данных лечебно-профилактических учреждений. Рассматриваются аспекты использования модульной онтологической системной технологии (МОСТ-технологии), определяющей механизм проектирования, функционирования и разработки интегрированных информационных систем из так называемых декларативных онтологических модулей (ДОМ). С помощью инструментальных средств моделирования решаются задачи развития интегрированных медицинских информационных систем (ИМИС), в том числе формирования стратегии развития в условиях изменения внешней среды; выбора целей ИМИС с учетом ограничений на потребляемые ресурсы; определения возможных сценариев достижения целей при выбранной стратегии, определения оптимального сценария и т.д.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, онтологии, декларативное моделирование, базы знаний, интегрированные среды

THE PARTICULAR QUALITIES OF DESIGN OF INTEGRATED MEDICAL SYSTEMS BASED ON CONCEPTUAL SPECIFICATIONS

¹Vlasov E.V., ¹Goryunova V.V., ¹Goryunova T.I., ¹Gillyaev P.S., ²Kuhtevich I.I.

¹Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru;

²Penza State Medical Refresher Institute, Penza e-mail: gvv17@mail.ru

There is the synopsis of decision by section of integration and processing distributed data. Also represented the aspects of declarative modeling, on basis of modular ontological system technology (MOST-technology) defining the mechanism of design, functioning and development of integrating information system of vso-called ontological modules (DOM). *With a help of modeling tools* we solve the problem of forecasting development of integrated medical information systems (IMIS) including the formation of development strategy under changes in external environment; the choice of intention (IMIS) with an accounting restrictions on the consumed resources; identify possible scripts of achieve the goal under the chosen strategy; determine the optimal script, etc.

Keywords: medical information systems, ontologies, declarative modeling, knowledge base, integrated medium

В информационном плане основой ИМИС является совокупность баз, банков и хранилищ данных, содержащих отраслевые информационные ресурсы, формирование которых осуществляется самостоятельно в своей части субъектами здравоохранения и системы ОМС в рамках локальных информационных систем, взаимодействующих на основе телекоммуникационной сети. С учетом того, что в системе аккумулируется не только медицинская, но и представительная социально-экономическая информация, она может выступать в роли информационного обеспечения любых органов управления администраций территорий.

Цель и задачи исследований. С помощью инструментальных средств моделирования решаются задачи развития интегрированных медицинских информационных систем (ИМИС), в том числе формирования стратегии развития в условиях изменения внешней среды; выбора целей ИМИС с учетом ограничений на потребляемые ресурсы; определения возможных сценариев до-

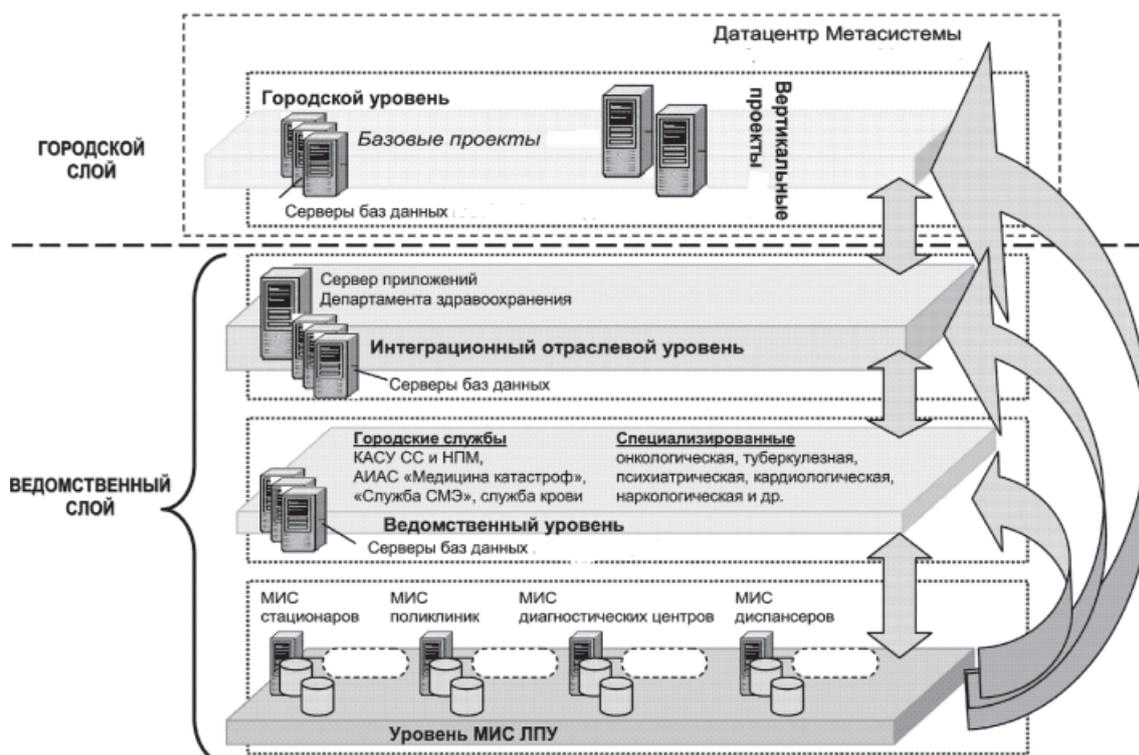
стижения целей при выбранной стратегии, определения оптимального сценария и т.д.

Материалы и методы исследования

ИМИС представляет собой комплекс организационно и технологически связанных территориально-распределенных информационных систем, относящихся к четырем возможным уровням: уровень локальных информационных систем лечебно-профилактических учреждений, уровень ИС медицинских служб (ведомственный), интеграционный отраслевой и интеграционный городской (рисунок). Уровень медицинских информационных систем ЛПУ представлен локальными системами автоматизации стационарных ЛПУ (многопрофильных больниц, специализированных больниц и госпиталей) и системами автоматизации амбулаторно-поликлинических ЛПУ (поликлиник, женских консультаций, диагностических центров и диспансеров).

Результаты исследований и их обсуждение

Обзор решений по интеграции распределенных данных и знаний в ИМИС [1, 2] может быть представлен информационными структурами, приведенными ниже.



Уровни ИМИС

Хранилища данных. Во многих компаниях одним из первых инструментариев интегрированных информационных систем (ИИС) были хранилища данных, которые работают по принципу центрального склада. Хранилища данных отличаются от традиционных баз данных (БД) тем, что они проектируются для поддержки процессов принятия решений, а не просто для эффективного сбора и обработки данных.

Хранилища знаний. Если хранилища данных содержат в основном количественные данные, то хранилища знаний ориентированы в большей степени на качественные данные. ИМИС генерируют знания из широкого диапазона баз данных (включая Lotus Notes), хранилищ данных, рабочих процессов, внешних баз, Web-страниц (как внешних, так и внутренних), и обязательно информации от пользователей. Таким образом, хранилища знаний подобны виртуальным складам, где знания должны быть распределены по большому количеству серверов.

В некоторых случаях в роли интерфейса к реляционной базе данных может выступать Web браузер, как традиционный, так и специализированный.

Базы данных и базы знаний. Знания можно извлекать из рабочих процессов, обзоров текущих событий и широкого диапазона других источников. Знания, приходящие из рабочих процессов, базируются

на рабочих материалах, предложениях и т.п. Кроме того, базы знаний могут быть спроектированы в расчете на ведение хронологического учета деятельности лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), касающейся, например, работы с лекарственными средствами.

Базы данных для обучения персонала. Обучающие БД могут использоваться для поддержки операций или генерации информации о деятельности ЛПУ в целом, или о конкретном клиническом процессе и диагностике в частности.

Базы знаний оптимальных решений. Обычно подобные знания накапливаются в процессе использования различных тестов при поиске эффективных путей решения задач. После того как организация получила знания о наилучшем решении, доступ к ним может быть открыт для сотрудников корпорации. Например, компания Huges Electronics, входящая в состав General Motors, ведет базу данных лучших проектов реконструкции предприятий.

На сегодняшний день основными по объему источниками структурированных данных выступают реляционные базы данных, хотя это могут быть и файловые системы, и XML базы данных, расширяющие масштабы своего применения, и другие типы источников информации. Вне зависимости от выбранного метода хранения данных первая проблема интеграции гетерогенных

данных, с которой приходится сталкиваться при формировании хранилища (репозитория) информационных ресурсов ИМИС, – это разнообразие моделей и схем данных, низкий уровень их абстракции, малая адекватность отражения семантики предметной области. Например, хорошим решением может быть переход к некоторой объектно-ориентированной модели данных на основе онтологий, которые по многим параметрам близки к семантическим моделям, где ключевой единицей является сложно структурированный информационный объект (концепт), поддерживающий различные атрибуты, участвующий в различных ассоциациях с другими объектами [2-4].

Для описания объектно-ориентированных моделей данных применяется ряд языков описания объектных схем данных, например:

- ♦ ODL – стандарта ODMG объектно-ориентированных БД;
- ♦ RDFS (Resource Definition Framework Schema) – W3C стандарт позволяет описывать схемы классов и их свойств с учетом их наследования, ограничений;
- ♦ OWL (Web Ontology Language) – специализация RDFS, ориентированная на описание предметных онтологий.

Переход от реляционной модели данных к объектно-ориентированной является необходимым этапом в построении открытого информационного хранилища. Объектно-ориентированная модель позволяет:

- повысить уровень абстракции модели предметной области;
- удобно выделить канонические схемы данных, представляющие собой пересечение экспортных схем данных, соответствующих различным предметным областям, строить унифицированные объектные запросы на доступ к распределенным данным с последующим агрегированием результатов запросов в соответствии с каноническими схемами;
- иметь унифицированный формат представления данных (в случае RDFS и OWL), обеспечивающий неплохую синтаксическую и семантическую интероперабельность.

В вопросе интеграции (точнее, технической интероперабельности) распределенных данных все большую силу набирает технология Web-сервисов как средства предоставления унифицированного, платформо-независимого интерфейса для удаленного доступа к информационным ресурсам. Технология Web-сервисов базируется на таких открытых XML-стандартах, как:

- SOAP (Simple Object Access Protocol) – XML-протокол для удаленного вызова методов Web-сервисов;

- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) – описывает модель данных, предназначенную для каталогизации и обнаружения услуг, предоставляемых Web-сервисами;

- WSDL (Web Services Description Language) – язык описания интерфейсов Web-сервисов.

Для описания композиций Web-сервисов на данный момент различными ассоциациями предлагается ряд стандартов. Среди них можно отметить следующие языки описания автоматизированных потоков работ, участниками которых являются Web-сервисы:

- WSFL (Web Services Flow Language) – позволяет определять композиции Web-сервисов в виде графовой модели рабочего процесса;

- BPML (Business Process Modeling Language) – определяет блочную модель композиции Web-сервисов;

- BPEL4WS (Business Process Execution Language For Web-Services) – представляет собой гибрид блочной и графовой моделей описания взаимодействий Web-сервисов.

Эти языки позволяют описывать композиции Web-сервисов, что позволяет определять сложные, распределенные процессы по извлечению, обработке и интеграции информации.

Итак, можно выделить метод осуществления процесса сбора и интеграции распределенных данных, который базируется на трех технологиях:

- объектные ИМИС, соответствующие некоторым предметным областям;
- механизм Web-сервисов как средство построения внешних интерфейсов к таким ИМИС;

- аппарат рабочих процессов как средство управления обработкой и интеграции информационных потоков.

Предлагается расширить эти технологические рамки, применив модульную онтологическую системную технологию (МОСТ-технологию).

Использование возможностей МОСТ-технологии [2-6]:

- обеспечить системе большую открытость для подключения новых информационных ресурсов;
- возможности распределенного и автономного поиска;
- построение систем поддержки принятия решений.

На начальном этапе построения онтологии должны быть выполнены следующие задачи:

- создание и документирование словаря терминов;

- описание правил и ограничений, согласно которым на базе введенной терминологии формируются достоверные утверждения, описывающие состояние системы;

- построение модели, которая на основе существующих утверждений позволяет формировать необходимые дополнительные утверждения.

Для определения технологий разработки концептуальных спецификаций введен термин «декларативное моделирование» [5], которое включает формальный аппарат описания процессов построения онтологии и предполагает разработку интегрированных средств реализации следующих функциональных задач:

- ♦ обозначение целей и области применения создаваемой онтологии;

- ♦ построение онтологии, которое включает:

- 1) фиксирование знаний о лечебно-профилактической предметной области (ЛПрО), т.е. определение основных понятий и их взаимоотношений в выбранной предметной области; создание точных непротиворечивых определений для каждого основного понятия и отношения; определение терминов, которые связаны с этими терминами и отношениями;

- 2) кодирование, т.е. разделение совокупности основных терминов, используемых в онтологии, на отдельные классы понятий;

- 3) выбор или разработку формальных средств (специальных языков для представления онтологии);

- 4) непосредственно задание фиксированной концептуализации на выбранном языке представления знаний.

Декларативное моделирование подразумевает глубокий структурный анализ предметной области. Простейший алгоритм декларативного моделирования может быть представлен следующими составляющими:

- ♦ выделение концептов – базовых понятий данной предметной области;

- ♦ определение «высоты дерева онтологий» – количество уровней абстракции;

- ♦ распределение концептов по уровням;

- ♦ построение связей между концептами – определение отношений и взаимодействий базовых понятий;

- ♦ консультации с различными специалистами для исключения противоречий и неточностей.

Декларативное моделирование начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов.

Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. Результатом моделирования является словарь терминов, точных их определений и взаимосвязей между ними. Таким образом, концептуальная проработка реализации системы распределенного управления в основном сводится к созданию онтологии, которая выполняется классически в результате взаимодействия исполнителей и экспертов. МОСТ-технология определяет механизм проектирования, функционирования и разработки сети распределенного управления (в стандартном варианте, иерархического типа) из так называемых декларативных онтологических модулей (ДОМ) или декларантов. При этом статическая структура распределенной сети ДОМ определяет «стратегию» процессов управления, а динамический механизм отработки ДОМ описывает «альтернативу» процессов управления в сети распределенного управления ИМИС.

МОСТ-технология должна обеспечивать не только доступ к онтологиям, но и функции контроля версий, репликации, экспорта/импорта, что предоставляет «прозрачный» доступ к актуальным версиям любых онтологий, которые могут применяться при анализе данных.

Идентификатор онтологии должен однозначно определять её «базовое» месторасположение относительно других серверов системы, обеспечивая быстрое нахождение источника данных в распределенной сети [7–8].

МОСТ-технология дает возможность формального описания процессов поведения сети онтологических модулей, служит основой верификации, трансформации и оценки производительности систем распределенного управления.

Использование подобной технологии обеспечивает:

- универсальное программирование данных независимо от типа их источника;

- обеспечивается поддержка обобщенных приложений;

- упрощает поиск, просмотр, изменение и анализ данных для приложений, утилит и средств разработки;

- возможность использования одного интерфейса для доступа к разным уровням абстракции данных (когда метаданные доступны через единый программный интерфейс).

Выводы

Описанные принципы МОСТ-технологии являются ключевыми элементами обеспечения логики внутри сетевого взаимодействия узлов ИМИС. Кроме описан-

ной функциональности МОСТ-технология обладает некоторыми дополнительными возможностями управления стратегиями передачи сообщений и организации иерархических сетей.

Для каждой системы в отдельности производится анализ её данных и формирование отдельной онтологии с метаданными (онтологической модели), описывающей их структуру и характер. Этот процесс автоматизируется средствами реинжиниринга данных и осуществляется соответствующими специалистами.

Список литературы

1. Гаврилова Т. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // Новости искусственного интеллекта. – 2003. – № 2. – С. 24–30.
2. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в интеллектуальных информационных системах // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – Т. 8, № 10. – С. 48–55.
3. Горюнова В.В. Проектирование систем технического обслуживания и ремонта с использованием онтологий // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2009. – № 12. – С. 23–28.
4. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в управлении промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008. – № 2. – С. 59–64
5. Горюнова В.В. Декларативное моделирование распределенных систем управления промышленными процессами. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 9. – С. 62–70.
6. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 12. – С. 25–29.
7. Результаты проекта Ontoweb (<http://ontoweb.org>).

8. Публикации по управлению знаниями (<http://www.bigc.ru/publications/bigspb/km>).

References

1. Gavrilova T. Ontologicheskij podxod k upravleniyu znaniyami pri razrabotke korporativnyx informacionnyx sistem // Novosti iskusstvennogo intellekta, no. 2, 2003. pp. 24–30
2. Goryunova V.V. Modul'naya ontologicheskaya sistemnaya texnologiya v intellektual'nyx informacionnyx sistemax // Informacionno-izmeritel'nye i upravlyayushhie sistemy. 2010. T8 no. 10. pp. 48–55.
3. Goryunova V.V. Proektirovanie sistem texnicheskogo obsluzhivaniya i remonta s ispol'zovaniem ontologij. // Nejrokomp'yutery: razrabotka i primenenie. 2009. no. 12. pp. 23–28.
4. Goryunova V.V. Modul'naya ontologicheskaya sistemnaya texnologiya v upravlenii promyshlennymi processami. // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. 2008, no. 2, pp. 59–64.
5. Goryunova V.V. Deklarativnoe modelirovanie raspredelennyx sistem upravleniya promyshlennymi processami // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. 2009, no. 9, pp. 62–70.
6. Goryunova V.V. Ontologicheskij podxod k proektirovaniyu sistem texnicheskogo obsluzhivaniya // Avtomatizaciya i sovremennye texnologii. 2009, no. 12, pp. 25–29.
7. Rezul'taty proekta Ontoweb (<http://ontoweb.org>).
8. Publikacii po upravleniyu znaniyami (<http://www.bigc.ru/publications/bigspb/km>).

Рецензенты:

Михеев М.Ю., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информационные системы и технологии», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза;

Молотилев Б.А., д.м.н., профессор, зав. кафедрой, ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей», г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 17.01.2014.