

## КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ МНОГОМОДАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ

---

*Глазков С.В., Ронжин А.Л. Контекстно-зависимые методы автоматической генерации многомодальных пользовательских веб-интерфейсов.*

**Аннотация.** При разработке интерактивных динамических веб-приложений необходимо учитывать не только используемые типы данных и способы их ввода/вывода, но и обеспечить способность приложения анализировать текущие условия, в которых будет проходить взаимодействие с пользователем, и соответствующим образом адаптировать мультимедийный контент с целью повышения удобства и естественности человеко-машинного диалога. В статье проведен анализ современных работ, связанных с автоматической генерацией веб-интерфейсов, проектированием многомодальных пользовательских веб-приложений, а также рассмотрены подходы к описанию, извлечению и обработке контекстной информации, необходимой для настройки веб-интерфейса к текущим условиям эксплуатации в процессе взаимодействия с пользователем.

**Ключевые слова:** все проникающие компьютерные технологии, многомодальные интерфейсы, контекст, гетерогенные мобильные устройства.

*Glazkov S.V., Ronzhin A.L. Context-dependent methods of automatic generation of multimodal user web-interfaces.*

**Abstract.** In the course of the development of interactive dynamic web-applications it is necessary to take into account used data types, their input/output means, as well as provide application capability to analyze current conditions, in which interaction with a user will be conducted, and correspondingly adapt multimedia content in order to improve the usability and naturalness of man-machine dialogue. Survey of modern papers concerned with automatic generation of web-interfaces, development of multimodal user web-applications is presented in the paper. Approaches to description, extraction and processing of context information required for fitting web-interface to the current conditions of usage during interaction with a user are considered.

**Keywords:** pervasive computing technologies, multimodal interfaces, context, heterogeneous mobile devices.

---

**1. Введение.** Развитие всепроникающих компьютерных технологий, участвующих в интеллектуализации окружающего нас пространства, трансформирует образ нашей жизни. Для концентрации внимания пользователя на выполнении задачи и сокращения времени, необходимого для изучения способов взаимодействия с прикладными сервисами, всепроникающие компьютерные приложения должны быть осведомлены о текущем контексте, в котором они функционируют. Способность приложений анализировать текущие условия эксплуатации, в том числе, текущее состояние пользователя, физического окружения, вычислительных ресурсов, и динамически адаптировать сценарий взаимодействия с пользователем является одним из главных тре-

бований при разработке всепроникающих приложений. Для его выполнения необходимо, чтобы и пользователь, и приложение извлекали и обрабатывали контекстную информацию «всегда и везде» [1]. В этих условиях возможности графических пользовательских интерфейсов оказываются недостаточными, и наиболее перспективными считаются веб-сервисы, строящие взаимодействие с пользователем на основе анализа и синтеза нескольких естественных модальностей.

Далее в статье представлен анализ современных работ, связанных с автоматической генерацией веб-интерфейсов, проектированием многомодальных пользовательских веб-приложений, а также рассмотрены подходы к описанию, извлечению и обработке контекстной информации, необходимой для настройки веб-интерфейса к текущим условиям эксплуатации в процессе взаимодействия с пользователем.

**2. Анализ методов генерации пользовательских интерфейсов к веб-сервисам.** Традиционные веб-интерфейсы поддерживают ограниченное число входных/выходных модальностей, с помощью которых пользователь может вводить данные и воспринимать результаты работы веб-приложения. В тоже время большинство исследователей в области многомодальных интерфейсов рассматривают различные устройства и методы ввода данных, такие как: клавиатуры, стилусы, камеры, устройства слежения за взглядом, био-сканеры, голосовые устройства, устройства для чтения карт памяти и другие. Однако веб-интерфейсы поддерживают только некоторые из них, такие как клавиатуры, мыши, голосовой ввод.

Средства управления интерфейсом различаются в соответствии с характеристиками устройства в зависимости от контекстной информации, а также типов данных, передаваемых сервису. Например, если пользователь неподвижен, клавиатурный ввод был бы более удобным и надежным, чем ввод с помощью других устройств. Голосовой ввод был бы более подходящим при управлении автомобилем, на прогулке, или при использовании устройства с маленьким экраном.

Для выявления информации о характеристиках веб-сервиса и способе его использования был предложен широкий спектр подходов [2,3,4]. В таблице 1 кратко представлены характеристики наиболее оригинальных методов. Существующие в настоящее время методы можно разделить на те, которые используют дополнительную информацию к WSDL (Web Service Description Language) файлу, и те, которые позволяют создавать многомодальный интерфейс только на основе WSDL файла. Первый класс методов настраивают пользовательский

интерфейс только на основе WSDL файла описания сервиса без непосредственного участия поставщиков услуг [5,6,7].

Таблица 1. **Перечень работ по созданию пользовательских интерфейсов для веб-сервисов.**

Авторы	Год	Особенности	Входные данные	Технология	Способ создания
Kassoff и др. [12]	2003	Разработан основанный на XML подход WSGUI для описания браузерных пользовательских интерфейсов к веб-сервисам	WSDL, GUID	HTML	Ручной
Kawash [11]	2004	Предложен инструментарий "Web Service UI Descriptor" (SUID) для описания пользовательского интерфейса	SUID	Не определен	Ручной
Khushraj и др. [10]	2005	Генерируется интерфейс по OWL-S описанию, содержащему нотации к пользовательскому интерфейсу	WSDL, OWLS	HTML	Ручной
Steele и др. [7]	2005	Предложена технологическая платформа генерации XForms и VoiceXML интерфейсов на основе WSDL файла	WSDL	XForms, VoiceXML	Автоматический
Velez and Velez [6]	2006	Предлагается подход создания интерфейса на основе XForms, предоставляя доступ к нему посредством электронной почты	WSDL	XForms	Автоматический
Spillner и др. [9]	2007	Анализируются типы данных XML схемы документа WSDL и генерируется пользовательский интерфейс на основе технологии XForms.	WSDL, GUIDD	XForms	Автоматический
Broll и др. [8]	2007	Предлагается метод семантического описания услуг, включая настройки пользовательского интерфейса	WSDL, OWLS	HTML, J2ME	Автоматический
Song and Lee [5]	2007	Анализируется удобство пользовательского интерфейса веб-браузеров при доступе к услугам	WSDL	XForms	Автоматический

Однако, поскольку WSDL описывает только набор операций, предоставляемых сервисом и тип данных входных сообщений, то второй класс методов использует для совершенствования интерфейса вспомогательную информацию от поставщиков услуг, которая включает дополнительное логическое описание пользовательского интерфейса [8,9,10,11,12]. В 2003 году был предложен стандарт WSGUI (Web Service Graphical User Interface), облегчающий создание веб-сервисов за счет независимого описания пользовательского интерфейса в абстрактном виде и таблицы стилей, на основе которой может быть сгенерировано множество вариантов интерфейсов, соответствующих возможностям клиентских устройств [12].

С другой стороны, методы генерации пользовательских интерфейсов к веб-приложениям можно разделить на: статические и динамические. Поскольку статические методы всегда создают один и тот же пользовательский интерфейс для заданного сервиса, они не учитывают изменения условий эксплуатации [3,11,12]. На основе динамических методов интерфейсы к веб-сервисам создаются во время взаимодействия с пользователем и модифицируются в соответствии с изменением контекстной информации. Для того чтобы сгенерировать улучшенный интерфейс, учитывающий условия эксплуатации, необходимо принимать во внимание контекстную информацию. Это значит, что информации, используемой стандартными методами, становится недостаточно для создания дружественных пользовательских интерфейсов к интерактивным веб-приложениям. Кроме того, следует отметить, что в большей части существующих веб-приложений применяют в пользовательских интерфейсах только одну модальность и создают в основном графический интерфейс. В тоже время наиболее перспективными и исследуемыми на сегодняшний день являются многомодальные пользовательские интерфейсы, использующие несколько естественных для человека модальностей для ввода и вывода данных.

**3. Средства проектирования многомодальных интерфейсов для веб-приложений.** В настоящее время используется несколько технологий для построения многомодальных интерфейсов, включая SALT (Speech Application Language Tags) [13], X+V (XHTML + Voice) [14] и другие. С помощью этих технологий многомодальные интерфейсы создаются путем расширения XHTML (Extensible Hypertext Markup Language — расширяемый язык разметки гипертекста) голосовой функциональностью. Подход Xforms, описанный в работе [6], также используется для замены HTML форм, которые имеют ограничения при обработке структурированных данных. Xforms ис-

пользует XML данные в качестве входных и упрощает использование сложных функций.

Исследование способов проектирования многомодальных интерфейсов для веб-приложений также велось в рамках европейских проектов TERESA [15] и ICARE [16]. Многомодальный интерфейс, созданный в проекте TERESA, является расширением интерфейса, разработанного ранее в работе [17], позволявшего создавать либо графический, либо голосовой интерфейс. Программные средства TERESA включают набор утилит для создания многомодальных интерфейсов на основе логических описаний конфигураций гетерогенных устройств. В проекте ICARE была разработана многокомпонентная среда для создания многомодальных интерфейсов. С тех пор как веб-сервисы используются для обеспечения совместного взаимодействия приложений, поставщики услуг главным образом не предоставляют дополнительную информацию о пользовательских интерфейсах и их сервисах. Именно поэтому средства ICARE отличаются от вышеупомянутых тем, что не используют логических описаний пользовательских интерфейсов. Также перечисленные здесь средства генерации многомодальных интерфейсов не учитывают контекст, в котором созданное приложение будет использоваться.

Чтобы предоставить пользователю удобный многомодальный интерфейс, необходимо проанализировать характеристики мобильного клиентского устройства, контекстную информацию, связанную с пользователем, а также типы данных, которые будут использоваться при вводе и выводе. В работе SUPPLE [18] несмотря на то, что описано проектирование одномодального интерфейса, предложен оригинальный алгоритм динамической оптимизации пользовательского интерфейса к условиям применения веб-сервиса. Суть работы алгоритма состоит в следующем. Когда приходит запрос на формирование пользовательского интерфейса для определенного устройства и конкретного пользователя, алгоритм осуществляет генерацию такого варианта интерфейса, который бы удовлетворял ограничениям устройства и минимизировал бы предполагаемые усилия пользователя для выполнения действий с веб-приложением.

**4. Анализ контекстной информации при генерации веб-интерфейса.** В 2004 году был разработан стандарт CC/PP (Composite Capabilities/Preference Profiles), описывающий требования к описанию характеристик устройств и предпочтений пользователя, которые могут быть использованы для адаптации контента, выводимого на клиентском устройстве [19]. Рассмотрим далее особенности создания кон-

текстной модели на основе стандарта СС/РР. Контекстная информация необходима для того, чтобы генерировать пользовательский интерфейс, оптимизированный под конкретного пользователя. Стандарт СС/РР использует базовый язык описания мета-данных RFD (Resource Description Framework) для перечисления возможностей устройства и настроек пользователя [20]. Предложенная в работе [21] структура профиля UARprof (User Agent Profile) реализована на основе стандарта СС/РР и состоит из 6 компонентов (Таблица 2).

Таблица 2. UARprof компоненты и их свойства

Компонент	Свойства
Аппаратная платформа	Параметры экрана, параметры процессора и др.
Программная платформа	Тип и версия ОС, протоколы, кодеки, Java и др.
Характеристики сети	Свойства сети, безопасность, версия Bluetooth и др.
Веб-браузер	Тип и версия браузера, версия HTML, поддержка Java апплетов, XHTML и др.
WAP технология	WML версия, формат, скрипт
Технология PUSH (webcasting или netcasting)	Поддержка PUSH, алфавит, размер сообщения, и др.

Для того чтобы сгенерировать удобный для пользователя много-модальный интерфейс, нужна как информация об устройстве, так и контекстная информация пользователя [22,23]. Например, если использовать информацию о местонахождении пользователя или его передвижении, более продуманный и подходящий для данного контекста интерфейс может быть сгенерирован. Однако, структура UARprof не предназначена для описания контекстной информации пользователя, поэтому в работе [3] был предложен более полный вариант структуры, включающей описание профиля пользователя.

Контекстная информация пользователя меняется постоянно, поэтому на момент доступа все данные уже должны быть собраны, чтобы сгенерировать соответствующий интерфейс. Пользовательский контекст добавляется в профиль устройства и передается на сервер, генерирующий интерфейс, в момент запроса сервиса пользователем. Предполагается, что разработчик интерфейса всегда может воспользоваться актуальной контекстной информацией. Исследование вопросов сбора и использования пользовательской информации проводилось в рамках работ [24,25], но они не рассматривали вопрос о передаче собранной информации на сервер.

В 1994 году в работе [26] было введено понятие контекстно-зависимого приложения, которое способно следить и реагировать на изменение контекста конкретного пользователя. С тех пор многие исследователи дополнили или изменили возможные типы контекста в соответствии с их собственными целями и задачами. Например, в работе [3] используется схема СС/РР для передачи профиля и выбраны те объекты и свойства контекстной информации, которые необходимы для создания интерфейсов для веб-сервисов, опираясь на исследования [26].

Контекстная информация собирается и обрабатывается с помощью датчиков, встроенных или подключенных к устройству. Например, географическое положение устройства может быть получено с помощью GPS, а местоположение может быть определено из сети оператора или настроек пользователя. В таблице 3 представлено предложение в работе [3] описание атрибутов компоненты UserContext, отвечающей за контекст пользователя. Генерация пользовательского интерфейса для веб-сервиса на основе контекстной информации производится в два этапа. Сначала список обрабатываемых операций и XML схема извлекаются из WSDL файла. XML схема конвертируется в схему с ветвящейся структурой [27], которая в итоге используется на этапе генерации пользовательского интерфейса.

Таблица 3. Пример описания контекста пользователя

<b>Атрибут</b>	<b>Описание</b>
Действие	Действие пользователя (неподвижен, идет, едет)
Температура	Температура по Цельсию
Сетевой трафик	Средний объем сетевого трафика за последнее время
Фоновый шум	Окружающий акустический шум
Освещение	Освещение вокруг устройства
Время	Локальное время устройства
Географическое положение	Данные, полученные от GPS устройства
Место	Локальное местоположение пользователя (аэропорт, кафе и др.)
Предпочтительное устройство ввода	Устройство ввода, которому пользователь отдает предпочтение

Для того чтобы адаптировать пользовательский интерфейс к текущему контексту, необходимо заранее определить альтернативные способы ввода данных для каждого элемента веб-сервиса. В таблице 4

представлены примеры элементов управления веб-приложений, используемых для ввода данных [3]. Всего в XML стандарте существует 44 простых встроенных типов данных, для каждого из которых может быть использован свой набор управляющих элементов. Например, для типа данных `xsd:boolean` могут быть выбраны следующие элементы управления: текстовое поле, флаг, список и голос. Этот список может быть уменьшен на основе контекстной информации пользователя. Например, если устройство не поддерживает голосовой ввод, элемент управления голосом должен быть исключен. Если пользователь управляет автомобилем – голосовой способ ввода является наиболее предпочтительным по сравнению с визуальным или графическим. Если пользователь сам выбрал предпочтительный для него способ ввода, соответствующий элемент управления должен быть выбран по умолчанию.

Таблица 4. Пример элементов управления для ввода данных

Элемент управления	Описание	Где применяются
Текстовое поле	Одна строка для ввода текста	X + V, SALT, XForms
Текстовое окно	Несколько строк для ввода текста	X + V, SALT, XForms
Кнопка переключатель	Отображает все варианты выбора, и обязательно указывает на один из них	X + V, SALT, XForms
Флаг	Позволяет выбрать один или несколько элементов	X + V, SALT, XForms
Список	Позволяет выбрать один элемент из списка	X + V, SALT, XForms
МультиСписок	Позволяет выбрать несколько элементов из списка	XForms
Голос	Принимает на вход голосовое сообщение	X + V, SALT, VoiceXML
Данные	Элемент управления, который принимает на вход данные (соответствующие типу <code>xsd:date</code> )	XForms

Если на момент генерации интерфейса остается несколько пригодных вариантов реализации способа ввода, то выбирается тот, который считается наиболее пригодным в данном случае. В работе [3] описан метод, позволяющий автоматически генерировать многомодальные пользовательские интерфейсы, используя файлы описания веб-сервисов WSDL и учитывая контекстную информацию. В основе ме-



тогда лежит СС/РР стандарт, что позволяет описывать как контекстную информацию, так и характеристики устройств. Данный метод позволяет выделять требуемые обработчики операций и связанные с ними типы входных сообщений, представленные в форме схемы XML, и выбирать наиболее подходящий элемент ввода в соответствии с типом входных сообщений и контекстной информацией.

В работе [3] рассматривается метод для оценивания соответствия входной модальности типу управляющего элемента диалогового окна с учетом текущего контекста. Для определения пригодности модальности элементу управления предложенный метод использует контекстную информацию пользователя и параметры его устройства, которые определяются путем анализа характеристик аппаратной платформы, свойств веб-браузера и контекста пользователя.

Каждый атрибут контекстной информации  $C_i, 1 \leq i \leq m$  оценивается с учетом его пригодности для элемента пользовательского интерфейса  $V_j, 1 \leq j \leq n$ , предназначенного для ввода данных. Большинство атрибутов контекста имеют строковые значения. Оценки пригодности элемента управления  $e_{i,j}$  рассчитываются в диапазоне от 0 до 1.0. Например, чем выше размер экрана и его разрешение, тем больше оценка пригодности графического интерфейса для отображения элементов ввода данных. Для голосового интерфейса чаще всего действует противоположное правило.

Чтобы учесть важность влияния атрибута контекста  $C_i$  на элемент ввода дополнительно вводятся весовые коэффициенты  $a_{i,j}$  для элемента ввода  $V_j$ . Тогда пригодность  $V_j$  некоторой модальности, использующейся в управляющем элементе веб-интерфейса, в зависимости от текущих значений атрибутов контекста  $C_i$  может быть вычислена как линейная комбинация взвешенных оценок пригодности  $e_{i,j}$ :

$$V_j = \sum_{i=1}^m e_{i,j} a_{i,j}.$$

Задачей настоящего исследования является разработка многомодального веб-интерфейса для системы удаленного управления оборудованием интеллектуального зала, адаптированного для использования на мобильных гетерогенных клиентских устройствах [28,29]. На основе проанализированных выше подходов будет сформирован набор атрибутов контекста, характерных для данной предметной области;

составлен сценарий взаимодействия пользователя с системой; проанализировано, какие типы данных будут выводиться на экран, и с помощью каких управляющих элементов будет реализована обратная связь с пользователем.

**5. Заключение.** Увеличение окружающих нас сервисов и услуг с различными способами доступа и сценариями функционирования ведет к потере концентрации внимания пользователя при выполнении основной задачи. Удобство взаимодействия и контекстно-зависимая настройка к текущим условиям эксплуатации, включая предпочтения пользователя и особенности его/ее местоположения, текущей деятельности, становятся одними из основных требований, предъявляемых к современным веб-приложениям. Разрабатываемая архитектура много-модальной веб-системы доступа к управлению оборудованием интеллектуального зала учитывает особенности современных мобильных гетерогенных устройств, а также специфику предметной области, влияющую на выбор и настройку элементов пользовательского интерфейса.

## Литература

1. Roy N., Roy A., Das S.K. Context-aware resource management in multi-inhabitant smart homes: An H-learning based approach // *Pervasive and Mobile Computing Journal*, vol. 2, Issue 4, November 2006, pp. 372–404.
2. Ferris C., Fareel J. What are web services // *Communications of the ACM* 46 (6), 2003. pp. 31–34.
3. Song K., Lee K.-H. Generating multimodal user interfaces for Web services // *Interacting with Computers*, 20, 2008. pp. 480–490.
4. Грибова В.В., Тарасов А.В. Инструментальное средство ONTODEV для проектирования и автоматической генерации пользовательского интерфейса // *Информатика и системы управления*, № 11,2006. С. 152-158.
5. Song K., Lee K.-H. An automated generation of xforms interfaces for web services // *In: Proceedings of the International Conference on Web Services*, 2007. pp. 856–863.
6. Velez I.P., Velez B. Lynx: an open email extension for workflow systems based on web services and its application to digital government // *In: Proceedings of Advanced International Conference on Telecommunications and International Conference on Internet and Web Applications and Services*, 2006. pp. 160–165.
7. Steele R., Khankan K., Dillon T. Mobile web services discovery and invocation through auto-generation of abstract multimodal interface // *In: Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, 2005. pp. 35–41.
8. Broll G., Siorpaes S., Rukzio E., Paolucci M., Hamard J., Wagner M., Schmidt A. Supporting mobile service usage through physical mobile interaction // *In: Proceedings of 5th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*, 2007. pp. 262–271.
9. Spillner J., Braum I., Schill A. Flexible human service interfaces // *In: Proceedings of the 9th International Conference on Enterprise Information Systems*, 2007. pp. 79–85.
10. Khushraj D., Lassila O. Ontological approach to generating personalized user interfaces for web services // *In: Proceedings of 4th International Semantic Web Conference*,

2005. pp. 916–927.
11. *Kawash J.* Declarative user interfaces for handheld devices // In: Proceedings of Winter International Symposium on Information and Communication Technologies, 2004. pp. 1–6.
  12. *Kassoff M., Kato D., Mohsin W.* Creating GUIs for web services // IEEE Internet Computing 7 (5), 2003. pp. 66–73.
  13. *Leavitt N.* Two technologies vie for recognition in speech market // IEEE Computer 36 (6), 2004. pp. 13–16.
  14. *Larson J.A.* W3C speech interface languages Voice XML // IEEE Signal Processing Magazine 24 (3), 2007. pp. 126–131.
  15. *Paterno F., Giammarino F.* Authoring interfaces with combined use of graphics and voice for both stationary and mobile devices // In: Proceedings of Advanced Visual Interfaces, 2006. pp. 329–335.
  16. *Bouchet J., Nigay L., Ganille T.* ICARE software components for rapidly developing multimodal interfaces // In: Proceedings of 6th International Conference on Multimodal Interfaces, 2004. pp. 251–258.
  17. *Mori G., Paternm F., Santoro C.* Design and development of multidevice user interfaces through multiple logical descriptions // IEEE Transactions on Software Engineering 30 (8), 2004. pp. 507–520.
  18. *Gajos K., Weld D.S.* SUPPLE: automatically generating user interfaces // In: Proceedings of International Conference on Intelligent User Interfaces, 2004. pp. 93–100.
  19. *Klyne G., Reynolds F., Woodrow C., Ohto H., Hjelm J., Butler M.H., Tran L.* Composite capability/preference profiles (CC/PP): structure and vocabularies 1.0 // World Wide Web Consortium (W3C) Recommendation. 2004. Available from: <http://www.w3.org/Mobile/CCPP/>
  20. *Beckett D.* RDF/XML syntax specification // Wide Web Consortium (W3C) Recommendation, 2004. Available from: <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>.
  21. *Open Mobile Alliance.* 2003. User Agent Profile (UAProf). Open Mobile Alliance. Available from: <http://www.openmobilealliance.org/tech/profiles/uaprof/ccppschem-20030226>
  22. *Юсунов Р.М., Ронжин А.Л., Прищета М.В., Ронжин Ал. Л.* Модели и программно-аппаратные решения автоматизированного управления интеллектуальным залом // Автоматика и телемеханика. 2011. № 7. С. 39–49.
  23. *Ронжин Ал.Л.* Способы оценивания систем аудиолокализации выступающих в зале совещаний // Труды СПИИРАН. №2, Вып. 17, СПб.: Наука, 2011, С. 101–113.
  24. *Brumitt B., Meyers B., Krumm J., Kern A., Shafer S.* EasyLiving: technologies for intelligent environments // In: Proceedings of 2nd International Symposium of Handheld and Ubiquitous Computing, 2000. pp. 12–29.
  25. *Prekop P., Burnett M.* Activities context and ubiquitous computing // Computer Communications 26 (11), 2003. pp. 1168–1176.
  26. *Schilit B., Adams N., Want R.* Context-aware computing applications // In: Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994. pp. 85–90.
  27. *Lee J.-S., Lee K.-H.* Computing simple and complex matchings between XML schemas for transforming XML documents // Information and Software Technology 48 (9), 2006. pp. 937–946.
  28. *Будков В.Ю., Прищета М.В., Глазков С.В.* Контекстно-осведомленная система управления оборудованием и веб-трансляции мероприятий из интеллектуального зала // Вестнике БГУ, Вып. 9, 2011, С. 75–82.
  29. *Ганбат Д., Ронжин А.Л., Найдандорж Р., Будков В.Ю., Прищета М.В.* Разработка

веб-системы для предоставления обучающих сервисов удаленным мобильным пользователям // Труды СПИИРАН. Вып. 13, СПб.: Наука, 2010, С. 21-34.

**Глазков Сергей Викторович** — м.н.с. лаборатории речевых и мультимодальных интерфейсов СПИИРАН. Область научных интересов: разработка мультимодальных интерфейсов к мобильным гетерогенным устройствам. Число научных публикаций — 5. glazkov@ias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-7081, факс +7(812)328-7081. Научный руководитель — д.т.н., доцент А.Л. Ронжин.

**Glazkov Sergey Viktorovich** — junior researcher, Laboratory of Speech and Multimodal Interfaces, SPIIRAS. Research interests: development of multimodal interfaces for heterogeneous mobile devices. The number of publications — 5. glazkov@ias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-7081, fax +7(812)328-7081. Scientific adviser — Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof. A.L. Ronzhin.

**Ронжин Андрей Леонидович** — д-р. техн. наук, заведующий лаборатории речевых и мультимодальных интерфейсов СПИИРАН. Область научных интересов: автоматическое распознавание речи, мультимодальные интерфейсы. Число научных публикаций — 162. ronzhin@ias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, г. Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-7081, факс +7(812)328-7081.

**Ronzhin Andrey Leonidovich** — Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head of the Laboratory of Speech and Multimodal Interfaces, SPIIRAS. Research interests: automatic speech recognition, multimodal interfaces. The number of publications — 162. ronzhin@ias.spb.su; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-7081, fax +7(812)328-7081.

**Поддержка исследований.** Данное исследование проводится при поддержке грантов Российского Фонда Фундаментальных Исследований № 10-08-00199 и № 11-08-01016.

Рекомендовано лабораторией речевых и мультимодальных интерфейсов, заведующий лабораторией Ронжин А.Л., д-р техн. наук, доц.  
Статья поступила в редакцию 21.03.2012.

## РЕФЕРАТ

### *Глазков С.В., Ронжин А.Л.* **Контекстно-зависимые методы автоматической генерации многомодальных пользовательских веб-интерфейсов.**

Развитие всепроникающих компьютерных технологий, участвующих в интеллектуализации окружающего нас пространства, трансформирует образ нашей жизни. Для концентрации внимания пользователя на выполнении задачи и сокращения времени, необходимого для изучения способов взаимодействия с прикладными сервисами, всепроникающие компьютерные приложения должны быть осведомлены о текущем контексте, в котором они функционируют. При разработке интерактивных динамических веб-приложений необходимо учитывать не только используемые типы данных и способы их ввода/вывода, но и обеспечить способность приложения анализировать текущие условия, в которых будет проходить взаимодействие с пользователем, и соответствующим образом адаптировать мультимедийный контент с целью повышения удобства и естественности человеко-машинного диалога. В статье проведен анализ современных работ, связанных с автоматической генерацией веб-интерфейсов, проектированием многомодальных пользовательских веб-приложений, а также рассмотрены подходы к описанию, извлечению и обработке контекстной информации, необходимой для настройки веб-интерфейса к текущим условиям эксплуатации в процессе взаимодействия с пользователем. Разрабатываемая архитектура многомодальной веб-системы доступа к управлению оборудованием интеллектуального зала учитывает особенности современных мобильных гетерогенных устройств, а также специфику предметной области, влияющую на выбор и настройку элементов пользовательского интерфейса.

## SUMMARY

### *Glazkov S.V., Ronzhin A.L.* **Context-dependent methods of automatic generation of multimodal user web-interfaces.**

Progress of pervasive computing technologies, which are used in intellectualization of surrounding environments, transforms the way of our lives. For user's attention concentration and reduction of the time required for learning means of interaction with applied services the pervasive computer applications should be aware about current context, in which they are used. At the development of interactive dynamic web-applications it is necessary to take into account used data types, its input/output means, as well as provide application capability to analyze current conditions, in which interaction with a user will be conducted, and correspondingly adapt multimedia content in order to improve the usability and naturalness of man-machine dialogue. Survey of modern papers concerned with automatic generation of web-interfaces, development of multimodal user web-applications is presented in the paper. The approaches to description, extraction and processing of context information required for fitting web-interface to the current conditions of usage during interaction with a user are considered. The developing architecture of multimodal control web-system of intelligent meeting room facilities takes into account the peculiarities of modern heterogeneous mobile devices, specificity of domain area influencing on selection and fitting of the user interface units.