

Поддержка принятия решений в туризме на основе человеко-машинного облака¹

Аннотация. Современные системы поддержки принятия решений (СППР) используют широкий спектр технологий, основанных на обработке информации, как с помощью людей, так и компьютеров. Статья описывает новый архитектурный подход к построению СППР на основе концепции человеко-машинного облака. Такая концепция позволяет объединить два различных взгляда на поддержку решений в туристической отрасли: видение туриста и видение администрации туристического региона. В статье выделяются типовые задачи поддержки принятия решений в области туризма, которые затем отображаются на многоуровневую концептуальную архитектуру облачных сервисов. Предлагаемый подход иллюстрируется на примерах трех сценариев взаимодействия сервисов (ресурсов) при решении практических задач.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, человеко-машинное облако, архитектура облачных сервисов, туризм.

Введение

Несмотря на временные спады, туристическая индустрия является одной из крупнейших и динамично развивающихся отраслей экономики. В соответствии с данными Всемирной туристической организации (World Tourism Organization, UNWTO), за последние двадцать лет число международных поездок удвоилось (с 527 млн в 1995г. до 1,2 млрд в 2015). Суммарная выручка, обусловленная международным туризмом, увеличилась с 415 млн долл. США в 1995г. до 1,3 млрд в 2015г. Число внутренних туристических поездок по оценкам этой организации приблизительно в 5 раз больше, а их выручка составляет около 5–6 млрд долл. В долгосрочном прогнозе эксперты UNWTO ожидают увеличения международных поездок в среднем на 3,3 % ежегодно до 2030 г. [1].

В то же время в области туризма наблюдаются структурные и поведенческие изменения, тесно связанные с развитием Интернета и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в целом. Рост использования ИКТ в ту-

ристических сервисах позволяет туристам играть более активную роль в создании туристических продуктов, постепенно отходя от использования традиционных пакетных туров. Современные туристы, отличающиеся различными индивидуальными мотивами и интересами, требуют продуктов, более соответствующих их предпочтениям [2].

Исследования в области социальных наук раскрывают важность поддержки принятия решений в области туризма, обусловленную большим числом различных аспектов, с которыми приходится иметь дело в ходе планирования и во время поездки. Эта сложность усугубляется повышенной неопределенностью, вызванной незнакомым окружением, распределенным характером источников информации и рядом других факторов [3].

Систематическое применение ИКТ в туризме в настоящее время разрабатывается в рамках концепции «электронного туризма» (eTourism) [4] или более поздней концепции «интеллектуального туризма» (smart tourism). Интеллектуальный туризм определяется как туризм, поддерживаемый на уровне туристического

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-11-10253.

региона интегрированными усилиями по поиску инновационных способов накопления и агрегирования или использования данных, извлеченных из инфраструктуры, социальных связей, государственных или организационных источников. А также использованием информационных технологий - для расширения возможностей туризма и повышения привлекательности бизнеса с четким фокусом на эффективность, устойчивость и обогащение опыта туриста во время путешествия (поездки) [5]. Большинство характеристик, перечисленных в этом определении, обсуждаются и развиваются в рамках концепции «умный город». Таким образом, инфраструктура «умного города» обеспечивает возможность построения для него среды интеллектуального туризма.

Целью статьи является разработка человеко-машинной облачной среды для поддержки принятия решений в области туризма. В рамках облачной среды человеческие усилия трактуются как дополнительный вид ресурса, управляемого средой [6], что служит отличительной характеристикой этой среды. Логическая посылка здесь заключается в том, что в настоящее время любая система, основанная на включении человека в цикл обработки информации (например, рекомендующие системы, системы, использующие сообщества, участники которых предоставляют информацию со своих мобильных устройств (participatory sensing systems), агрегаторы обзоров) требует формирования собственного сообщества участников, что может занять длительное время и, в свою очередь, ограничивает использование таких систем и технологий. Технология же облачных вычислений позволяет виртуализировать машинные ресурсы, отделив их от прикладных сервисов системы, и динамически выделять под задачу лишь необходимое количество ресурсов. Существующие реализации технологии облачных вычислений имеют дело с традиционными машинными ресурсами (использование ЦПУ, хранение, передача данных по сети), однако, в последнее время происходит попытка адаптации этой концепции к сетям сенсоров и Интернету вещей. Представление человека (его интеллектуальных усилий) как специфического ресурса облака, доступного различным приложениям, позволило бы избежать необходимости собирать значительное число участников для приложений, включающих человека в цикл

обработки информации, и упростить процесс разработки и развертывания таких приложений. В этом смысле настоящее исследование является развитием работ [7, 8], одновременно демонстрируя применение предложенных в них идей к задачам из области интеллектуального туризма.

Помимо эффекта, который дает унифицированная схема виртуализации различных машинных ресурсов, известны исследования, в которых анализируется влияние облачных вычислений на СППР, и обсуждаются потенциальные способы применения облачных технологий в этой сфере [9, 10]. Выводы, полученные в этих исследованиях, сходятся в следующем: облачные вычисления оказываются наиболее полезными, когда СППР имеет дело с большими объемами (структурированных или неструктурированных) данных; СППР основана на использовании пространственной информации, предъявляющей особые требования к машинным ресурсам; пользователи системы географически распределены и мобильны. Все эти особенности присущи туристическим системам.

В данной статье представлен один из первых шагов применения человеко-машинного облака для обеспечения поддержки принятия решений в туризме. Проведен анализ, каким образом весь спектр задач по поддержке принятия решений в области туризма может быть отображен на новую концепцию человеко-машинного облака. В разделе 1 обсуждаются типовые задачи поддержки принятия решений в туризме, выделенные на основе обзора литературы. Раздел 2 представляет концепцию человеко-машинного облака и связанные с ней расширения классической модели облачных вычислений. В разделе 3 выделяются категории пользователей систем поддержки принятия в области туризма, и обсуждается концептуальная архитектура облачных сервисов для таких систем. Раздел 4 посвящен краткому описанию трех сценариев взаимодействия сервисов при решении практических задач.

1. Поддержка принятия решений в туризме

Анализ типовых задач поддержки принятия решений в области туризма возможен с двух позиций: точка зрения туриста (планирующего и совершающего поездку) и точка зрения администрации туристического региона. Турист обычно имеет дело с решениями, касающимися

того, где следует остановиться, какие средства транспорта использовать, какие достопримечательности и в какой последовательности осмотреть. Задачей же администрации туристического региона является организация и продвижение своего туристического направления. Администрация, как правило, обладает ресурсами для совершенствования инфраструктуры и выстраивания связей между поставщиками различных услуг в рамках региона. В результате деятельности администрации туристический регион предлагает некоторую комбинацию продуктов и сервисов под уникальной «торговой маркой», соответствующей конкретному направлению [11].

Как правило, эти две точки зрения рассматриваются по-отдельности. Часть публикаций посвящены собственно поддержке принятия решений туристом [12, 13], другие публикации рассматривают исключительно вопросы поддержки принятия решений администрацией туристического региона [14]. В большинстве случаев такое разделение оправдано, поскольку решения, принимаемые двумя различными категориями потенциальных пользователей системы, существенно различаются. В то же время, информация, принимаемая во внимание разными категориями пользователей, значительно пересекается. Например, пользователи обеих категорий заинтересованы в статистике посещений местных достопримечательностей. Но виды решений, принимаемых на основе этой статистики, отличаются: туристы используют ее для выявления наиболее интересных объектов и мест, которые следует включить в маршрут, а администрация туристического региона использует ее для выявления объектов и мест, которые требуют, возможно, дополнительного продвижения или организации дополнительной туристической инфраструктуры. Другим примером информации, используемой обеими категориями, являются мнения посетителей. Таким образом, существует ряд низкоразрядных функций, полезных для различных категорий пользователей.

1.1. Поддержка принятия решения туристом

С точки зрения туриста в жизненном цикле поездки принято выделять три фазы: подготовка (планирование) поездки, реализация поездки

и оценка (анализ) поездки. Большая часть решений принимается туристом в ходе первых двух фаз, причем решения, принимаемые в ходе второй фазы (то есть, при реализации поездки), являются не такими многочисленными. Однако, как правило, именно они предъявляют более строгие требования к СППР по времени отклика и доступности, поскольку возникают при необходимости внесения корректировки в план в ходе поездки (в незнакомом окружении), что может быть связано, например, с непредвиденными обстоятельствами или стрессом.

В данной работе предлагается использовать следующий типовый набор операций, совершаемых туристами с помощью СППР:

- создание и поддержка в актуальном состоянии информации о целях поездки, индивидуальных предпочтениях и актуальных критериях оценки. Эта информация представляет собой явные предпочтения, которые могут быть расширены с помощью неявных предпочтений, извлекаемых из истории действий пользователя;
- поиск и просмотр туристической информации о вариантах размещения, достопримечательностях, пакетных турах и т.п. Технологии представления информации здесь могут варьироваться от простых веб-страниц или форм приложений до виртуальной или расширенной реальности;
- просмотр аналитической информации о направлении, которая может быть извлечена из различных статистических отчетов, формируемых органами государственной власти или коммерческими организациями или формироваться в ходе обобщения отзывов других туристов;
- применение процедур оценки и выбора туристических продуктов и их поставщиков по заранее определенным критериям;
- получение рекомендаций о достопримечательностях, которые следует осмотреть, и событиях, которые следует посетить, в соответствии с явными и неявными предпочтениями туристов и контекстом (тип поездки, погода, загрузка транспортной сети и т.п.);
- разработка персонализированных планов поездки, если существующие пакетные туры не соответствуют заявленным критериям;
- поиск туристов со схожими интересами для обмена идеями и совместной разработки планов поездки;

– ведение переговоров с туристическими операторами.

1.2. Поддержка принятия решений администрацией туристического региона

Для выполнения основных видов деятельности администрацией туристического региона, а именно, планирования и разработки туристических продуктов и услуг, а также управления инфраструктурой, администрации необходим широкий спектр информации, собираемой из различных источников: туристов, локального окружения и др. [14].

В работе [15] предложена следующая функциональная структура СППР для администрации туристического региона: мониторинг текущей ситуации, измерение мотиваций путешествия, конкурентная разведка, идентификация и распознавание новых возможностей туристического направления, оценка маркетинговых мероприятий, мониторинг уровня удовлетворенности туристов, оценка финансовых показателей (уровень возврата инвестиций и других).

Беря за основу перечисленные выше функции, авторы работы [14] добавляют к этому перечню мониторинг базовых ресурсов туристического направления: физического окружения, культурных объектов, инфраструктуры и местных социально-экономических условий. С технологической точки зрения подчеркивается важность применения ГИС и технологий управления знаниями.

Одним из результатов анализа основных функций по поддержке принятия решений с точки зрения туриста и с точки зрения администрации туристического региона является то, что сервисы (операции), основанные на участии человека, играют важную роль в обоих случаях. Во-первых, человек является важным источником информации о текущей ситуации. Во-вторых, человек также может участвовать в предоставлении некоторых сервисов. Например, в ряде экспериментальных систем составление подробного расписания поездки производится с помощью людей-участников (либо в форме сгенерированного пользователями контента, как в системах персонализированной поддержки принятия решений для туристов Mugola, Tripoto, TripHobo, либо в форме обработки конкретных запросов, как в [16]). Однако

перечисленные способы включения человека в работу СППР предъявляют различные требования к этому участнику. Для различных видов обратной связи (предоставления оценочной информации) участник должен быть туристом, недавно посетившим объект. Для сервиса составления расписания поездки или сервиса онлайн-помощи необходимо хорошее знание местности. Таким знанием обладают как местные жители, так и некоторые опытные туристы. Существуют также сервисы, не требующие ни комплексной оценки объектов с точки зрения потребителя, ни хорошего знания местности – обычно это предоставление различной фактической информации или выполнение контекстно-независимых операций по обработке информации.

2. Облачные вычисления

В соответствии с определением, предложенным Национальным институтом стандартов и технологий (National Institute of Standards and Technology, NIST) США, облачные вычисления – это «концепция обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых машинных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения, приложениям и сервисам), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или взаимодействием с провайдером» [17]. NIST выделяет также три модели предоставления сервисов, используемые в облачных вычислениях:

– инфраструктура-как-сервис (IaaS). Клиенту предоставляется возможность использовать машинные ресурсы (виртуальные машины с требуемой производительностью, дисковое пространство, сетевые каналы) для развертывания и запуска произвольных приложений;

– платформа-как-сервис (PaaS). Клиенту предоставляется возможность развертывания в облачной среде собственных или приобретенных приложений, построенных с применением языков программирования, библиотек и инструментов, поддерживаемых провайдером облачной среды. Клиент при этом не управляет напрямую облачной инфраструктурой, но имеет доступ к настройкам приложения;

– программное обеспечение-как-сервис (SaaS). Клиенту предоставляется возможность

использовать приложения провайдера, исполняемые на облачной инфраструктуре. Как и в предыдущем случае, клиент не управляет напрямую инфраструктурой, но имеет доступ к настройкам приложения.

Как было отмечено ранее, типовыми ресурсами, предоставляемыми облачной средой, являются машинные ресурсы, хранение и сетевой обмен. Однако в настоящее время производятся попытки расширить этот перечень, используя концепцию виртуализации для более широкого спектра ресурсов. Разработки в этом направлении могут быть разбиты на две группы. В системах первой группы принципы облачной среды применяются дополнительно к сенсорам и актуаторам. Прямое отношение к построению СППР в области туризма имеют такие проекты, связанные с разработкой систем первой группы, как MCSaaS (мобильный краудсенсинг как сервис) [7] и ClouT (Cloud+IoT (Internet of Things)) [18]. Краудсенсинг – технология использования крауда (большой группы слабосвязанных между собой людей, взаимодействующих через Интернет) для сбора данных о физических процессах в некоторой пространственной области. Проект ClouT нацелен на построение инфраструктуры «умного города» с помощью интеграции принципов облачных вычислений и Интернета Вещей.

В рамках проектов MCSaaS и ClouT разрабатываются идеи облачной архитектуры для интеллектуальных направлений (в частности, «умного города»). Однако оба проекта нацелены в основном на включение сенсоров/актуаторов в облачную архитектуру. Человеческие ресурсы рассматриваются в них только в силу того, что человек, являясь владельцем смартфона, может предоставить доступ к нему и, возможно, выполнить какие-либо операции, запрашиваемые приложением (например, навести смартфон на какой-либо объект и сделать снимок), работающим поверх инфраструктурного уровня облачной среды. Вместе с тем, человек может являться не только поставщиком информации (как сенсор), но и принимать участие в ее обработке, но такая возможность в рамках перечисленных проектов уже не рассматривается.

Если основной акцент в системах первой группы лежит именно на сенсорах и конвергенции облачных вычислений и Интернета Вещей, то работы второй группы нацелены имен-

но на включение человека в облачные вычисления, что подразумевает гибкое управление навыками и компетенциями участников системы [8]. В работах второй группы предлагается концепция облачной среды, состоящей из сервисов, предоставляемых людьми (human-based services, HBS) и программных сервисов (software-based services, SBS). На уровне инфраструктуры рассматривают вычислительные единицы, включающие человека (human-based computing unit, HCU) и предоставляющие соответствующие сервисы. Рассматривается концепция социальных вычислительных единиц (social computing units, SCU), являющихся композицией нескольких HCU и также обладающих способностью предоставлять сервисы. Вычислительные единицы, включающие человека, описываются набором навыков и умений.

Предлагаемый в настоящей статье подход к построению СППР в области туризма основывается на идеях виртуализации сенсоров и конвергенции облачных вычислений и Интернета Вещей [7, 18], расширяя и дополняя их. В предлагаемом подходе человеческие ресурсы рассматриваются как один из видов ресурсов, напрямую управляемых слоем инфраструктуры (по аналогии с [8]).

Следует отметить, что, кроме рассмотренных, существует значительное количество публикаций, в которых предлагаются архитектуры систем краудсорсинга и крауд-вычислений [19, 20]. И хотя предлагаемое человеко-машинное облако использует некоторые из идей, лежащих в основе существующих платформ крауд-вычислений, основной целью этого облака является стандартизация использования человеческих усилий в вычислительной среде и интеграция их в технологии облачной среды.

3. Человеко-машинные облачные вычисления для поддержки принятия решений в области туризма

Предлагаемая архитектура затрагивает три слоя облачной среды, выделенных NIST: инфраструктуру, платформу и программное обеспечение. Все три модели облачных вычислений (IaaS, PaaS, SaaS) могут быть применены для поддержки принятия решений в области туризма. Предлагаемая архитектура среды представлена на Рис. 1.

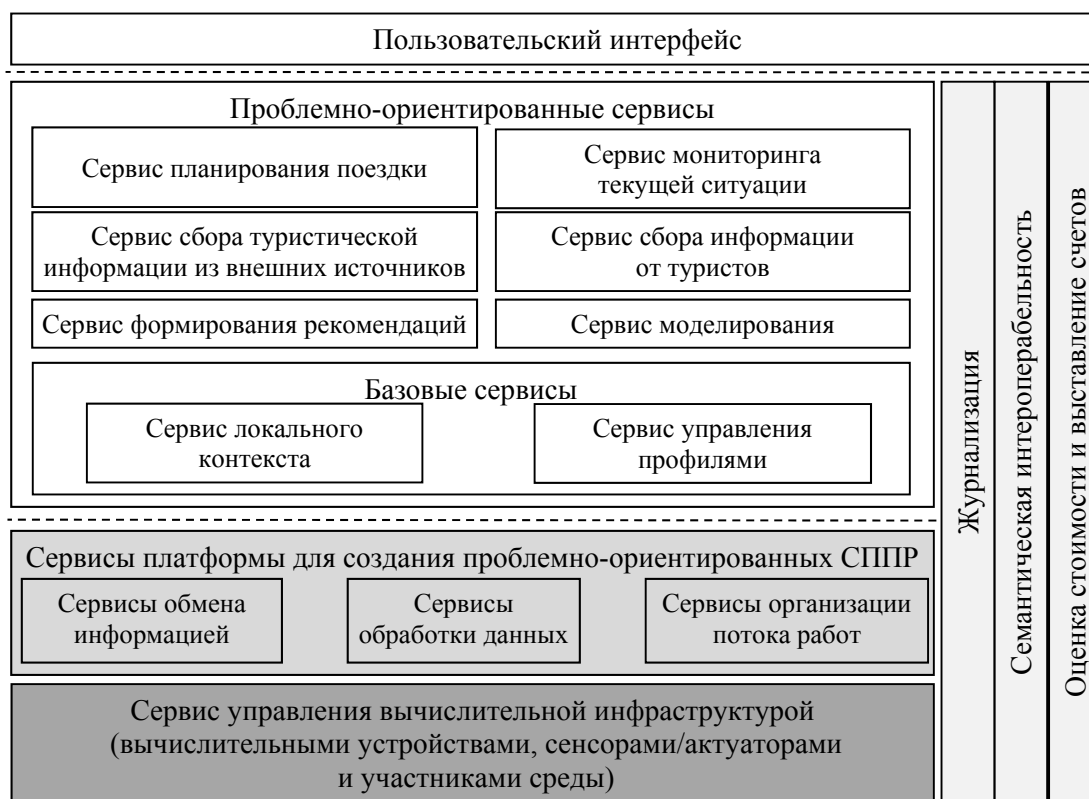


Рис. 1. Многоуровневая концептуальная архитектура облачных сервисов

Уровень инфраструктуры (IaaS) унифицирует различные типы ресурсов: традиционные машинные ресурсы, ресурсы, связанные с сенсорами и актуаторами, и ресурсы, связанные со знаниями людей-участников среды. Участники (туристы или местные жители) могут присоединиться к человеко-машинному облаку и определить, какие именно ресурсы они могут предоставить, задать ограничения по загрузке и времени доступности, типу заданий, в решении которых они могут участвовать. Например, участник может определить, что он доступен между 19:00 и 21:00 по рабочим дням и в течение этого времени он может предоставлять информацию о местных достопримечательностях, культурных традициях и местах проведения досуга, при условии, что время выполнения задания не превысит 10 минут. Участник может также задать размер ожидаемой компенсации за свои услуги. Существует несколько основных схем мотивации и стимулирования участников систем такого рода [21]:

- денежное вознаграждение, как правило, пропорциональное сложности задания и качеству результата, полученного от участника;

- вознаграждение в некоторых условных «очках репутации», характеризующих вклад участника в систему, и, в свою очередь, позволяющих использовать ресурсы системы в будущем. Этот вид вознаграждения во многом схож с денежным, поскольку «очки репутации» во многих смыслах могут восприниматься как специальный вид валюты, хождение которой ограничено одной облачной средой;

- добровольное участие. В ряде публикаций отмечается, что в социальных приложениях в области туризма часто принимают участие добровольно и на безвозмездной основе (оставляя комментарии, выкладывая фотографии и отчеты о поездках), отчасти это происходит из-за распространенных традиций гостеприимства, отчасти из-за положительных эмоций, связанных с актуализацией приятных моментов путешествий.

Следует также отметить, что ресурсы слоя инфраструктуры не обязательно должны использоваться только для туристических приложений. Это может быть многоцелевое человеко-машинное облако, (людские) ресурсы которого описаны с достаточной степенью детализации,

чтобы сделать возможным их использование при поддержке принятия решений в области туризма. Использование многоцелевой облачной среды обладает важным свойством консолидации ресурсов, особенно значимым для систем, включающих такие ограниченные и уникальные ресурсы, как человек. Для обеспечения универсальности слоя компоненты управления слоем инфраструктуры, имеющие дело с управлением ресурсами, связанными с людьми-исполнителями, используют расширяемый словарь навыков (примерами навыков, значимых для туризма, являются знание различных языков, обычаев и особенностей определенной местности и др.[22]). Разработчики приложений могут использовать этот словарь для спецификации требований к необходимым ресурсам, а с другой стороны, участники системы используют этот словарь для фильтрации потока входящих запросов.

Центральным элементом слоя инфраструктуры является сервис управления вычислительной инфраструктурой, осуществляющий сбор информации об эффективности каждого участника (отдельно по каждому навыку, по которому участник был задействован) и использующий эту информацию при управлении ресурсами. Таким образом, виртуализированные ресурсы, предоставляемые каждым участником, дополняются исторически определенной эффективностью, позволяя конечным пользователям задавать вопрос, к примеру, участнику, обладающему навыком «знание Парижа» с эффективностью уровня «эксперт».

Существует также необязательная связь между описанием ресурсов, предоставляемых участником, и профилем туриста в том случае, когда турист играет роль участника системы (согласен предоставлять свои ресурсы). Это позволяет, к примеру, адресовать некоторое задание только тем участникам, которые посетили в качестве туриста указанную местность не более года назад.

Уровень платформы (PaaS) состоит из набора многоцелевых сервисов, которые могут быть использованы для построения туристических приложений, использующих операции, выполняемые людьми. Сервисы этого уровня включают три группы:

- масштабируемые сервисы хранения и обмена информацией;
- сервисы обработки данных (поступающих от сенсоров);

– сервисы, предоставляющие удобные абстракции для организации потоков работ, включающих операции, выполняемые людьми.

Первая группа сервисов включает сервисы баз данных и сервисы, реализующие различные архитектурные подходы к обмену информацией (передача сообщений, «классная доска» и другие).

Сервисы обработки данных получают, обрабатывают и агрегируют данные, поступающие от сенсоров, предоставляя приложениям гибкий и удобный доступ к этим данным.

Сервисы последней группы служат для обеспечения «прозрачности» управления ресурсами в потоках работ, использующих операции, выполняемые людьми. Рассмотрим, к примеру, приложение для составления детального плана поездки, включающее ручное редактирование плана людьми, хорошо знакомыми с областью, куда состоится поездка. Если бы такое приложение создавалось «с нуля», то разработчикам пришлось бы прикладывать усилия по привлечению значительного числа участников. Однако построение такого приложения на базе человеко-машинной облачной инфраструктуры позволяет использовать уже сформированный пул ресурсов. Более того, уровень платформы может предоставлять, например, реализацию схемы «последовательного улучшения» [23], в виде паттерна, реализуемого как последовательное перенаправление результата работы по цепочке. Разработчик приложения может использовать этот сервис, посылая исходный план поездки и требования, предъявляемые к участникам, принимающим участие в схеме «последовательного улучшения».

Уровень программного обеспечения (SaaS) включает проблемно-ориентированные сервисы и приложения, непосредственно решающие задачи поддержки принятия решений в области туризма (в данном случае). Эти сервисы могут быть разделены на две группы: базовые, реализующие общие операции, и прикладные, предназначенные для конечных пользователей.

Базовые сервисы включают сервис управления профилями, представляющий собой централизованное хранилище истории пользователя и предпочтений, и сервис локального контекста. Пользователь может определять, к какой именно информации из его профиля имеют доступ другие сервисы при обработке

различных типов запросов (персонифицированных и анонимных). Сервис локального контекста предоставляет различную информацию о текущей ситуации в заданном регионе.

Прикладные сервисы могут быть разделены на группы по преимущественной категории пользователей: для туриста и для администрации туристического региона. Сервисы, предназначенные для туриста, включают сервис сбора туристической информации из внешних источников, сервис формирования рекомендаций, сервис планирования поездки и другие, а сервисы, предназначенные для администрации, включают сервисы мониторинга текущей ситуации, сбора информации от туристов, моделирования и другие.

4. Сценарии использования

В данном разделе описываются три сценария взаимодействия сервисов с позиции их реализации в предлагаемой концептуальной архитектуре. Это сценарии создания плана поездки, проведения опроса среди туристов и совместного создания и редактирования информации в открытых источниках с использованием труда волонтеров.

Создание подробного плана посещения достопримечательностей – типичная задача, решаемая туристом. Поскольку задача решается конечным пользователем, то она должна быть реализована на уровне программного обеспечения. Более того, вполне может быть несколько конкурирующих реализаций данного сервиса, предоставляемых различными разработчиками, и обладающих различными характеристиками (стоимость, цена и пр.). В данной статье показана реализация такого сервиса, использующая операции, выполняемые людьми, поскольку именно такая реализация позволяет в полной мере продемонстрировать особенности человеко-машинной облачной среды. Входные данные сервиса включают в себя:

- местность (город, район), для которой должен быть построен план посещения;
- временные ограничения, в рамках которых должен укладываться искомый план; временные ограничения задаются как абсолютные моменты времени, чтобы в план можно было включать уникальные или редкие события, которые могут происходить в указанной местности в заданное время (концерты, фестивали);

– предпочтения туриста (публичные фрагменты профиля туриста и дополнительные ограничения), включая те объекты и события, которые турист хотел бы посетить (или их классы), те, которые он уже видел, общие интересы.

Сервис планирования поездки использует сервис базы данных (относящийся к группе сервисов обмена информацией) и сервисы организации потока работ, предоставляемые облачной платформой. Сервис базы данных используется для хранения планов, принятых пользователями, а сервис организации потока работ используется для реализации схемы «последовательного улучшения» для составляемых планов. Кроме того, сервис планирования поездки может использовать некоторые базовые сервисы, например, сервис локального контекста, с помощью которого уточняются требования к создаваемому плану.

Сценарий работы сервиса следующий (Рис. 2).

Шаг 1. Поступивший запрос дополняется информацией, извлеченной из сервиса локального контекста.

Шаг 2. Осуществляется поиск в базе существующих данных планов, совместимых с исходным запросом и актуальным локальным контекстом, предназначенных для пользователей со схожими предпочтениями.

Шаг 3. С помощью сервиса организации потока работ резервируются несколько участников системы (из числа туристов или местных жителей) для уточнения и комбинации лучших планов, отобранных на шаге 2.

В упрощенном виде сценарий проведения опроса среди туристов относится к мониторингу уровня удовлетворенности туристическими сервисами, производимому администрацией туристического региона. В ходе опроса администрация может задавать определенные вопросы туристам, недавно посещавшим регион или отдельные его достопримечательности. Для этого может применяться сервис сбора информации от туристов. Этот сервис также использует сервис организации потока работ, предоставляемый платформой, однако сам поток здесь оказывается еще проще – собрать необходимое количество отзывов от участников. Отбор участников осуществляется с помощью сервиса управления ресурсами, основываясь на критериях проведения опроса и подробной информации об участниках системы (их компетенции, истории посещений и т.п.).

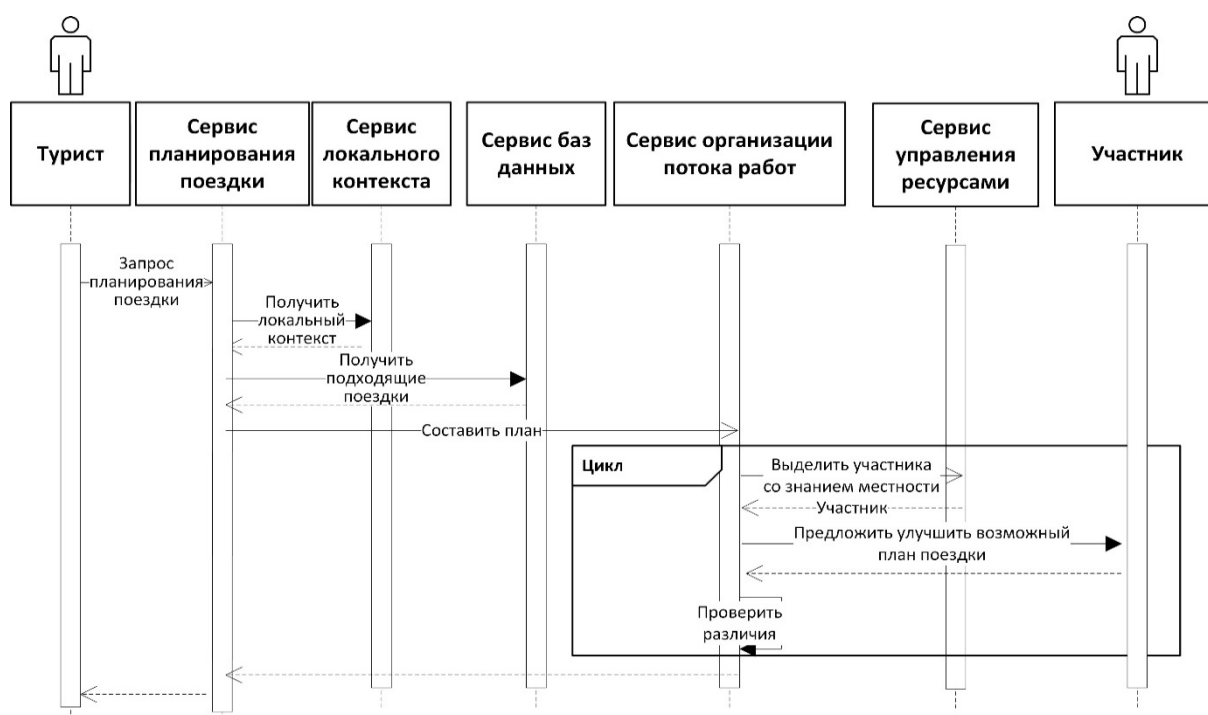


Рис. 2. Сервис планирования маршрута

Сценарий совместного создания и редактирования информации в открытых источниках с использованием труда волонтеров представляет собой процесс взаимодействия ресурсов человеко-машинной облачной среды для предоставления поддержки в интеллектуальных туристических регионах. Интеллектуальный туристический регион формируется программными сервисами и членами локального сообщества в человеко-машинной облачной среде. Применительно к туризму, человеческие ресурсы, привлекаемые к созданию туристического контента, можно разделить на две категории (Рис. 3).

1). *Участник*. Является членом локального сообщества, управляющим информацией о регионе. Информация содержит геотеги, объекты, описания и фотографии объектов, отзывы об объектах и обсуждения посещенных регионов. Участниками чаще всего являются волонтеры, работающие с географической информацией и создающие новую информацию, либо редактирующие и модерирующие существующую. Туристы также могут быть участниками, предоставляя свои обзоры, оценки, фотографии и обсуждая достопримечательности или регион.

2). *Турист*. Данная категория объединяет потребителей информации. Туристы отправляют

запросы о регионе или достопримечательности и получают ответы с найденными решениями, помогающими туристу принять окончательное решение о посещении достопримечательности или региона. Решение может включать в себя рекомендации об интересных местах и объектах в регионе, расширенную контекстную информацию, рекомендацию о способах передвижения и прочую информацию. Туристы могут оставлять свои отзывы о регионе. Дополнительно облако предоставляет платформу для обеспечения коммуникации, посредством которой туристы могут обсуждать посещенные регионы с другими туристами или участниками облака.

Программными частями в сценарии являются облачные сервисы. В сценарии рассматривается три крупные группы сервисов: туристические сервисы, сервисы волонтерской географической информации и сервисы коммуникации. Туристические сервисы объединяют облачные сервисы, нацеленные на сбор информации о туристическом регионе. Они включают в себя сервисы поиска ближайших достопримечательностей, информацию о них, фотографии, погоду, навигацию и т.д. Вся найденная информация обрабатывается, и результат отправляется туристу для помощи в принятии решения о посещении региона.



Рис. 3. Сценарий поддержки интеллектуального направления на основании человеко-машинного облака

Сервисы волонтерской географической информации объединяют облачные сервисы, нацеленные на работу с различными источниками географической информации, предоставленной волонтерами. Сообщество участников формируется из локальных участников сообщества туристического региона, работающих с географической информацией и информацией о местах интереса.

Сервисы коммуникации предоставляют средства коммуникации между туристами и участниками человеко-машинного облака. Кроме того, данные сервисы анализируют отзывы туристов и запросы от туристических сервисов. В случае если в сервисах географической информации отсутствуют данные о регионе или достопримечательности, либо имеющаяся информация имеет низкое качество, формируется запрос на добавление или изменение информации. Среди участников отбираются участники, имеющие компетенции по выбранным достопримечательностям или регионам, которые обрабатывают поступившие задания, добавляя информацию в сервисы геоинформации, либо редактируя уже существующую информацию. Участники также могут обсуждать вклад в геоинформационные сервисы и вносить изменения, которые удовлетворяют всех участников обсуждения.

Заключение

В статье представлены некоторые предварительные результаты разработки интеллектуальной СППР в области туризма, основывающиеся

на концепции человеко-машинных облачных вычислений. Проведен анализ типовых задач, требующих поддержки принятия решений в туризме (как с точки зрения туриста, так и с точки зрения администрации туристического региона). Предложена концептуальная трехуровневая архитектура облачной среды, ориентированная на решение выявленных задач. Приведены три сценария использования данной архитектуры при решении практических задач.

Дальнейшие планы связаны с уточнением и реализацией предложенной архитектуры. Двумя первоочередными направлениями являются: многоуровневая стандартизация интерфейсов программирования человеко-машинной облачной системы и построение СППР на базе этих интерфейсов; разработка конкретных моделей определения контракта между человеком-участником системы и облачной инфраструктурой, а также алгоритмов соблюдения этого контракта, позволяющих обеспечить высокую производительность системы.

Литература

1. World Tourism Organization: UNWTO Tourism Highlights 2016 Edition. Available at: http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/unwto_highlights_16_en_hr.pdf (accessed December 7, 2016).
2. Berka T., Plöbner M. Designing recommender systems for tourism // ENTER, Cairo. 2004. Available at: <http://195.130.87.21:8080/dspace/handle/123456789/583> (accessed December 7, 2016).
3. Gretzel U. Intelligent systems in tourism: A social science perspective // Annals of Tourism Research. 2011. Vol. 38, no. 3. P. 757-779.

4. Buhalis D. e-Tourism: information technology for strategic tourism management. London: Prentice Hall, 2003.
5. Gretzel U., Reino S., Kopera S., Koo C. Smart Tourism Challenges // *Journal of Tourism*. 2015. Vol. 16, is. 1, P. 41-47.
6. Ажмухамедов И.М., Проталинский О.М. Методология моделирования слабоформализуемых социотехнических систем // *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2014. № 3. С. 85-91.
7. Merlino G. et al. Mobile Crowdsensing as a Service: A Platform for Applications on Top of Sensing Clouds // *Future Generation Computer Systems*. 2016. Vol. 56. P. 623-639.
8. Dustdar S., Bhattacharya K. The social compute unit // *IEEE Internet Computing*. 2011. Vol. 15, no. 3. P. 64-69.
9. Bhat M.A., Ahmad B., Shah R.M., Bhat I.R. Cloud Computing: A Solution to Information Support Systems // *International Journal of Computer Applications*. 2010. Vol. 11, no. 5. P. 5-9.
10. Keenan P.B. Cloud computing and DSS: the case of spatial DSS // *International Journal of Information and Decision Sciences*. 2013. Vol. 5, no. 3. P. 283-294.
11. Ritchie J.R., Crouch G.I. *The Competitive Destination: Sustainable Tourism Perspective*. Oxon, UK: CABI Publishing, 2003.
12. Masron T., Ismail N., Marzuki A. The Conceptual Design and Application of Web-Based Tourism Decision Support Systems // *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*. 2016. Vol. 11, no. 2. P. 64-75.
13. Смирнов А.В., Шилов Н.Г., Пономарев А.В., Кашевник А.М. Групповые контекстно-управляемые рекомендуемые системы на основе коллаборативной фильтрации // *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2013. № 4. С. 14-26.
14. Baggio R., Caporarello L. Decision Support Systems in a Tourism Destination: Literature Survey and Model Building // *Proceedings of the 2nd Conference of the Italian Chapter of AIS (Association of Information Systems)*. 2005. Available at: <http://www.iby.it/turismo/papers/baggio-dss-tourism.pdf> (accessed December 7, 2016).
15. Ritchie R.J.B., Ritchie J.R.B. A framework for an industry supported destination marketing information system // *Tourism Management*. 2002. Vol. 23. P. 439-454.
16. Zhang H. *Computational Environment Design*. PhD thesis. Harvard University. 2012.
17. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication. 2011. P. 80-145.
18. Formisano C. et al. The Advantages of IoT and Cloud Applied to Smart Cities // *3rd International Conference Future Internet of Things and Cloud*. 2015. P. 325-332.
19. Ahmad S. et al. The jabberwocky programming environment for structured social computing // *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on user interface software and technology – UIST'11*. 2011. P. 53-64.
20. Phuttharak J., Loke S.W. LogicCrowd: A declarative programming platform for mobile crowdsourcing // *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, TrustCom 2013*. P. 1323-1330.
21. Seekic O., Truong H.-L., Dustdar S. Incentives and rewarding in social computing // *Communications of the ACM*. 2013. Vol. 56, no. 6. P. 72-82.
22. Maione I. Crowdsourcing Applications for Online Tourism Portals. 2014. Available at: <http://www.crowdsourcing.org/editorial/crowdsourcing-applications-for-online-tourism-portals/31290> (accessed June 10, 2016).
23. Little G., Chilton L.B., Goldman M., Miller R.C. Exploring iterative and parallel human computation processes // *Proceedings of the ACM SIGKDD Workshop on Human Computation HCOMP'10*. 2010. P. 68-76.

Смирнов Александр Викторович. Заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Окончил Ленинградский государственный политехнический университет в 1979 году. Доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ. Автор более 350 печатных работ. Область научных интересов: управление знаниями, веб-сервисы, системы интеллектуальной поддержки принятия решений, социо-киберфизические системы. E-mail: smir@iias.spb.su

Пonomarev Андрей Васильевич. Старший научный сотрудник СПИИРАН. Окончил Тюменский государственный нефтегазовый университет в 2003 году. Кандидат технических наук. Автор 45 печатных работ. Область научных интересов: интеллектуальные системы поддержки принятия решений, рекомендуемые системы, крауд-вычисления, технологии анализа данных. E-mail: ponomarev@iias.spb.su

Левашова Татьяна Викторовна. Старший научный сотрудник СПИИРАН. Окончила Ленинградский электротехнический институт в 1998 году. Кандидат технических наук. Автор более 200 печатных работ. Область научных интересов: интеллектуальные системы поддержки принятия решений, управление знаниями, управление контекстом, социо-киберфизические системы. E-mail: tatiana.levashova@iias.spb.su

Тесля Николай Николаевич. Старший научный сотрудник СПИИРАН. Окончил Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» в 2013 году. Кандидат технических наук. Автор более 40 печатных работ. Область научных интересов: управление знаниями, человеко-машинное взаимодействие, онтологии, интеллектуальные пространства, инфомобильность, информационная безопасность. E-mail: teslya@iias.spb.su

Human-computer cloud for decision support in tourism

A.V. Smirnov, A.V. Ponomarev, T.V. Levashova, N.N. Teslya

Abstract. Tourism is one of the most intensively developing economy sectors. Today, in this sector decision support is more important than ever. The up-to-date decision supports systems use a wide range of technologies based on information processing by both machines and humans. This paper demonstrates application of the human-machine concept as a new architectural approach to development of decision support systems for tourism. The proposed approach enables to combine two contrast perspectives on decision support in the tourism sector: the tourist view and the destination management organization view. Typical decision support tasks for tourism are distinguished. Then, these tasks are mapped on a multi-level cloud service architecture that is proposed in the paper. Three service/resource interaction scenarios illustrate the proposed architecture from the perspective of architectural scenarios implementation.

Keywords: decision support, human-machine cloud, cloud service architecture, tourism.

References

1. World Tourism Organization: UNWTO Tourism Highlights 2016 Edition. Available at: http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/unwto_highlights16_en_hr.pdf (accessed December 7, 2016).
2. Berka T., Plößnig M. Designing recommender systems for tourism // *ENTER*, Cairo. 2004. Available at: <http://195.130.87.21:8080/dspace/handle/123456789/583> (accessed December 7, 2016).
3. Gretzel U. Intelligent systems in tourism: A social science perspective // *Annals of Tourism Research*. 2011. Vol. 38, no. 3. P. 757–779.
4. Buhalis D. e-Tourism: information technology for strategic tourism management. London: Prentice Hall, 2003.
5. Gretzel U., Reino S., Kopera S., Koo C. Smart Tourism Challenges // *Journal of Tourism*. 2015. Vol. 16, is. 1, P. 41–47.
6. Azhmukhamedov I.M., Protalinskij O.M. Metodologiya modelirovaniya slaboformalizuemih sociotekhnicheskikh sistem [Methodology for modelling of weekly formalized socio-technical systems] // *Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij* [Artificial Intelligence and Decision Making]. 2014. No. 3. P. 85–91.
7. Merlino G. et al. Mobile Crowdsensing as a Service: A Platform for Applications on Top of Sensing Clouds // *Future Generation Computer Systems*. 2016. Vol. 56. P. 623–639.
8. Dustdar S., Bhattacharya K. The social compute unit // *IEEE Internet Computing*. 2011. Vol. 15, no. 3. P. 64–69.
9. Bhat M.A., Ahmad B., Shah R.M., Bhat I.R. Cloud Computing: A Solution to Information Support Systems // *International Journal of Computer Applications*. 2010. Vol. 11, no. 5. P. 5–9.
10. Keenan P.B. Cloud computing and DSS: the case of spatial DSS // *International Journal of Information and Decision Sciences*. 2013. Vol. 5, no. 3. P. 283–294.
11. Ritchie J.R., Crouch G.I. The Competitive Destination: Sustainable Tourism Perspective. Oxon, UK: CABI Publishing, 2003.
12. Masron T., Ismail N., Marzuki A. The Conceptual Design and Application of Web-Based Tourism Decision Support Systems // *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*. 2016. Vol. 11, no. 2. P. 64–75.
13. Smirnov A.V., Shilov N.G., Ponomarev A.V., Kashevnik A.M. Gruppovye kontekstno-upravlyayemye rekomenduyushchie sistemy na osnove kollaborativnoj fil'tracii [Group context-aware recommending systems based on collaborative filtering] // *Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij* [Artificial Intelligence and Decision Making]. 2013. No. 4. P. 14–26.
14. Baggio R., Caporarello L. Decision Support Systems in a Tourism Destination: Literature Survey and Model Building // *Proceedings of the 2nd Conference of the Italian Chapter of AIS (Association of Information Systems)*. 2005. Available at: <http://www.ity.it/turismo/papers/baggio-dss-tourism.pdf> (accessed December 7, 2016).
15. Ritchie R.J.B., Ritchie J.R.B. A framework for an industry supported destination marketing information system // *Tourism Management*. 2002. Vol. 23. P. 439–454.
16. Zhang H. Computational Environment Design. PhD thesis. Harvard University. 2012.
17. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication. 2011. P. 80–145.
18. Formisano C. et al. The Advantages of IoT and Cloud Applied to Smart Cities // *3rd International Conference Future Internet of Things and Cloud*. 2015. P. 325–332.
19. Ahmad S. et al. The jabberwocky programming environment for structured social computing // *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on user interface software and technology – UIST'11*. 2011. P. 53–64.
20. Phuttharak J., Loke S.W. LogicCrowd: A declarative programming platform for mobile crowdsourcing // *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, TrustCom 2013*. P. 1323–1330.
21. Seekic O., Truong H.-L., Dustdar S. Incentives and rewarding in social computing // *Communications of the ACM*. 2013. Vol. 56, no. 6. P. 72–82.
22. Maione I. Crowdsourcing Applications for Online Tourism Portals. 2014. Available at: <http://www.crowdsourcing.org/editorial/crowdsourcing-applications-for-online-tourism-portals/31290> (accessed June 10, 2016).

23. Little G., Chilton L.B., Goldman M., Miller R.C. Exploring iterative and parallel human computation processes // Proceedings of the ACM SIGKDD Workshop on Human Computation HCOMP'10. 2010. P. 68–76.

Smirnov Alexander. Head of a laboratory of the St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS), St. Petersburg, 14th line, 39. Dr.Sci., professor, Honoured Scientist of the Russian Federation. He graduated the Leningrad State Polytechnical University in 1979. He published more than 350 research works. His research interests include knowledge management, Web-services, intelligent decision support systems, socio-cyber-physical systems. E-mail: smir@iiias.spb.su

Ponomarev Andrew. Senior researcher of SPIIRAS, St. Petersburg, 14th line, 39. PhD. He graduated the Tyumen State Oil and Gas University in 2003. He published 45 research works. His research interests include intelligent decision support systems, recommending systems, crowd computing, and data analysis technologies. E-mail: ponomarev@iiias.spb.su

Levashova Tatiana. Senior researcher of SPIIRAS, St. Petersburg, 14th line, 39. PhD. She graduated the Leningrad electro-technical University in 1998. She published more than 200 research works. Her research interests include intelligent decision support systems, knowledge management, context management, socio-cyber-physical systems. E-mail: tatiana.levasnova@iiias.spb.su

Teslya Nikolay. Senior researcher of SPIIRAS, St. Petersburg, 14th line, 39. PhD. He graduated the St. Petersburg electro-technical University in 2013. He published more than 40 research works. His research interests include knowledge management, human-computer interactions, ontologies, smart spaces, infomobility, information security. E-mail: teslya@iiias.spb.su