

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-4>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/57TVN416.pdf>

Статья опубликована 22.08.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Вицентий А.В. Адаптивная визуализация геоданных в социальных медиа // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/57TVN416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 004.45, 004.5

Вицентий Александр Владимирович

ФГБУН «Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН»
Россия, Апатиты¹
Научный сотрудник
ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Филиал в г. Апатиты, Россия, Апатиты
Доцент кафедры «Информационных систем и технологий»
Кандидат технических наук
E-mail: alx_2003@mail.ru

Адаптивная визуализация геоданных в социальных медиа

Аннотация. В этой работе описывается технология адаптивной визуализации геоданных. Эта технология может быть применена в современных геосоциальных сервисах, а также для решения различных задач, связанных с визуализацией и обработкой геоинформации пользователями социальных медиа. Особенностью адаптивной геовизуализации в социальных медиа является то, что при построении геоизображения учитываются некоторые особенности конечного пользователя. К числу таких особенностей относятся особенности восприятия визуальной информации, контекст задачи, средства отображения геоданных и др. Адаптивная визуализация геоданных позволяет упростить визуальный анализ сложных геоизображений для конечного пользователя социальных медиа. В работе предлагается модель информационного ресурса геосервиса и формулируется предложение об оценке избыточности формируемых геоизображений. Описывается схема адаптивной визуализации геоданных, которая позволяет уменьшать избыточность получаемых геоизображений, без значимых потерь информативности этих изображений. Также применение технологии адаптивной геовизуализации позволяет повысить эффективность, скорость и качество обработки геоизображений. При этом уменьшается общая когнитивная нагрузка на потребителя информации. Предложенная технология адаптивной визуализации геоданных может быть использована как для разработки новых геосоциальных сервисов, так и для улучшения работы существующих геосервисов в социальных медиа.

Ключевые слова: геовизуализация; социальные медиа; пространственно-временные данные; адаптивное геоизображение; гео-социальные сервисы; интерактивный визуальный анализ; модель информационного ресурса; критерий информативности; критерий когнитивной загрузки изображения; адаптивная визуализация геоданных

¹ 184210, Россия, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Строителей, д. 121 – 50

Введение

Невозможно отрицать тот факт, что появление и развитие современных социальных медиа изменило наш привычный мир навсегда. Обычному молодому человеку сегодня сложно представить себе, как группы людей объединялись для достижения какой-либо цели (социальной или нет) без использования Facebook, Twitter, Google Maps, LinkedIn и многих других средств для общения и передачи информации. Реальная глубина изменений нашего общества, которые связаны с развитием социальных медиа, еще недостаточно осознана большинством. Однако, это не мешает уже сейчас извлекать значительную выгоду из этого относительно нового явления. В данном случае, речь идет не только об экономической выгоде [1].

Сегодня социальные медиа оказывают значительное влияние на такие сферы нашей жизни, как:

- Экономика и ведение бизнеса.
- Управление городским трафиком и навигация.
- Доступность личной информации и безопасность.
- Маркетинг, управление продажами, электронный туризм.
- Поиск, получение, накопление, обработка и анализ данных.
- Распределенные вычисления и краудсорсинг.
- Прикладные исследования для различных гуманитарных и общественных наук.
- Средства и методы распространения информации.
- Получение консультаций в сфере здравоохранения.
- Оперативность и почти полное отсутствие пространственных и материальных ограничений в потреблении и производстве информации.

Список, представленный выше, можно дополнить еще большим количеством пунктов. Особенно, если принять во внимание проникновение социальных медиа в профессиональные сферы деятельности [2].

Несмотря на то, что явление, называемое «социальные медиа» существует уже более 20 лет, однозначного определения для него все еще не найдено [3, 4]. Иногда для лучшего понимания сути этого явления, «социальные медиа» разделяют на «технологии» и «разновидность интернет ресурсов». С практической точки зрения такое деление не имеет большого смысла, так как сервисы социальных медиа являются совокупностью технологий и виртуального пространства, предоставляемого этим сервисом. И чаще всего невозможно отделить одно от другого, не разрушив их целостность.

В современном мире четко разделить медиа на «социальные» и «не социальные» также довольно сложно. Например, многие современные интернет-СМИ имеют инструменты, характерные для социальных медиа ресурсов (возможность комментировать, оценивать, дополнять и редактировать статьи и т.д.).

В такой ситуации разумным кажется подход, при котором определение социальных медиа дается через некоторый набор характерных для них свойств. О количестве и точном определении этих свойств можно вести дискуссию. Некоторые из них перечислены ниже. Однако главным характеризующим свойством является роль пользователя в социальных медиа.

Новизна этой роли состоит в том, что потребители информационных ресурсов одновременно могут выполнять роль производителей информации [5]. В связи с этим, типичного пользователя социальных медиа можно назвать «просьюмер» - producer (производитель) и consumer (потребитель) одновременно [6].

Кроме этой важнейшей характеристики социальных медиа, можно перечислить следующие:

- Интерактивность.
- Мультимедийность.
- Реализация на основе принципов Веб 2.0.
- Почти свободная публикация материалов почти неограниченного объема.
- Возможность использования перекрестных ссылок.
- Возможность частичной утери авторства после публикации материала (в связи с возможностью дополнения или изменения другими пользователями).
- Объединение пользователей в сообщества.

Медиа, для которых свойственны эти характеристики, можно отнести к социальным медиа.

Для дальнейшей работы достаточно будет определить социальные медиа, как некоторую категорию веб-ресурсов, которые предоставляют возможность для поиска, потребления, производства, распространения и обсуждения информационного контента большому количеству конечных пользователей.

Под веб-ресурсом понимается сайт в сети Интернет, однозначно идентифицируемый своим адресом (URL) и воспринимаемый пользователем как единая система. Принципиально важно, что для работы с таким веб-ресурсом пользователь не обязан иметь специальные знания, навыки или умения.

Самими популярными видами социальных медиа сегодня являются:

- Социальные сети.
- Блоги (микроблоги).
- Формумы.
- Фото и видеохостинги.
- Специализированные социальные сети.
- Сервисы для знакомства и общения.
- Социальные закладки и сервисы отзывов.
- Социальные игры и виртуальные миры.
- Геосоциальные сервисы и сети.

Нерешенные проблемы геовизуализации есть во многих из этих социальных медиа, но острее всего проблемы визуализации геоданных стоят перед разработчиками геосоциальных сервисов и сетей.

Геосоциальный сервис (или геосоциальная сеть) - это особый вид социального сервиса, неотъемлемой частью которого является геокодирование и геотегинг. Использование

пространственно-временных данных и простых инструментов работы с ними является основой для социализации. Такие сервисы позволяют объединять пользователей на основании их присутствия в определенных местах в определенное время. Технологии, которые пользователь использует для геолокации в данном случае не имеют значения.

Типичная модель поведения пользователей таких сервисов включает следующие действия:

- Регистрация в сервисе;
- Отметка о своем нахождении в некоторых местах («check-in»);
- Получение «награды» в некоторых случаях.

Основная мотивация участников таких геосоциальных сетей сводится к игровой мотивации и желанию повысить свой «виртуальный статус» среди других пользователей. Особенно это характерно для подростков и молодых людей, для которых реакция общества на их поведение особенно важна.

Иногда пользователи геосоциальных сервисов могут получить реальное «вознаграждение». Обычно это скидка в одном из заведений, в котором пользователь чаще всего отмечает.

Пространственные данные составляют основу информационного обеспечения любой геосоциальной сети. Современные средства анализа пространственно-временных данных позволяют совмещать эти данные с современными инструментами обработки и визуальным веб-интерфейсом. Это позволяет сократить время на поиск и анализ данных и выдать качественный ответ на запрос пользователя быстрее. Таким образом, использование сложно организованных геоданных становится доступно широкому кругу пользователей, не являющихся профессионалами.

Типичные вопросы пользователя геосервиса на которые может ответить геосоциальный сервис:

- «Какие объекты находятся в указанном месте?».
- «Где находится указанный объект?».
- «Где находится ближайший объект указанного типа?».
- «Какие объекты находятся в указанной области?».
- «Какие объекты указанного типа находятся не далее чем через указанное расстояние от текущего местоположения?».
- «Что изменилось в указанном месте с указанным объектом за указанное время?».
- «Каким образом добраться до указанного объекта?».

Этот список можно дополнить еще множеством типичных вопросов, связанных с конкретными характеристиками геообъектов. Примером может быть поиск объектов по популярности среди определенной возрастной группы, по возрастанию оценки объекта другими пользователями, по посещаемости объекта и т.д.

Данные выше определения и описания основных характерных признаков социальных медиа и геосоциальных сервисов не претендуют на абсолютную точность и полноту. Но их точности вполне достаточно, чтобы сформулировать основную проблему, связанную с визуализацией геоданных в социальных медиа и выполнить постановку цели работы.

Предпосылки возникновения проблемы эффективной геовизуализации связаны с тем, что функционал геосоциальных сервисов постоянно расширяется. У пользователей появляются новые функции и возможности работы с геоданными. При этом интерфейс остается простым и понятным для типичного пользователя геосервиса. Таким образом, геосоциальные сервисы постепенно приближаются по своим возможностям к классическим картографическим сервисам и географическим информационным системам.

В связи с этим, геосоциальные сервисы сталкиваются с аналогичными проблемами. Одной из наиболее сложных и малоисследованных проблем является проблема эффективной визуализации геоданных.

В отличие от проблем получения, хранения и обработки геоданных, которые на сегодняшний день достаточно хорошо изучены, вопросы эффективной геовизуализации уже много лет не теряют своей актуальности [7-9].

Проблему можно описать так: «Каким образом можно построить геоизображение по запросу пользователя, чтобы это геоизображение с одной стороны удовлетворяло информационную потребность пользователя, а с другой стороны, имело минимально возможное количество избыточной информации?».

В данном контексте избыточность информации можно оценивать, как по количеству элементов геоизображения, не способствующих удовлетворению информационной потребности пользователя, так и по количеству байт «бесполезной» с точки зрения удовлетворения информационной потребности пользователя информации, которые были переданы по каналам связи и обработаны вычислительными мощностями устройства отображения.

В настоящее время решению проблемы эффективной геовизуализации в геосоциальных сервисах уделяется недостаточно внимания. При проведении литературного обзора удалось найти много научных работ, связанных с социальными медиа. Анализ этих работ позволяет сделать вывод о том, что на данный момент существует два основных направления исследований в этой области.

Первое направление связано с развитием средств геовизуализации [10, 11]. Недостатком таких работ является то, что описываемые в них методы недостаточно полно учитывают особенности представления геоинформации в социальных медиа [12, 13]. В таких работах часто предлагается просто изменить отображение некоторых элементов или дополнить существующий набор несколькими новыми элементами [10, 14]. При этом предметная область и особенности устройств отображения не учитываются.

В работах второго направления больше внимание уделяется особенностям социальных медиа и геосоциальных сервисов [15, 16]. Однако, в них мало внимания уделяется разработке новых [17] или улучшению существующих методов геовизуализации [18]. Характерной особенностью таких работ является то, что они воспринимают социальные медиа как один из источников информации [17]. Часто основные результаты подобных работ связаны с новыми данными, которые можно получить при анализе социальных медиа с помощью хорошо известных ранее методов и технологий [19]. Такие работы почти никогда не учитывают особенности восприятия визуальной геоинформации конечного пользователя и избыточность получаемых геоизображений [20].

Целью данной работы является описание предлагаемого подхода адаптивной визуализации геоданных в социальных медиа. Преимуществом этого подхода является возможность учета особенностей восприятия информации пользователем при создании геоизображения. Получаемое с помощью предлагаемого подхода адаптивное геоизображение с одной стороны, удовлетворяет информационную потребность пользователя, а с другой

стороны, позволяет уменьшать избыточность геоизображения за счет учета особенностей конечного пользователя.

Общее описание подхода адаптивной визуализации геоданных

Если проанализировать действия пользователя в геосоциальных сетях, то можно сделать следующий вывод. По сути пользователь, используя геосоциальные сети, осуществляет интерактивный визуальный анализ геоизображений и дополнительной семантической информации. Такой способ анализа пространственно-временных данных является наиболее удобным и эффективным для пользователя.

Методология интерактивного визуального анализа подразумевает, что информационные технологии играют вспомогательную роль в процессе обработки информации. Основная функция информационных технологий заключается в предварительной подготовке, адаптации и передаче информации конечному пользователю для окончательного анализа [21]. Поэтому эффективность применяемого способа визуализации является особенно важной.

Сегодня существует несколько точек зрения на то, что называть визуализацией геоданных или геовизуализацией. В данной работе под геовизуализацией понимается возможность системы отображать большой объем пространственно-временных и других данных в виде единого относительно компактного геоизображения. Важно, чтобы это изображение было понятно конечному пользователю, удовлетворяло его информационную потребность и не требовало больших усилий для восприятия визуальной информации.

Одним из главных свойств хорошей геовизуализации является то, что она не перегружена различными дополнительными визуальными элементами, которые не имеют отношения к удовлетворению информационной потребности пользователя.

Таким образом, можно определить хорошую геовизуализацию как способ представления разнородных данных, который обеспечивает наиболее эффективное восприятие, обработку и изучение этих данных зрительной системой и мозгом человека.

В зависимости от результата, который хочет получить пользователь, акцент при визуализации данных может быть сделан как на представлении данных для улучшения их визуального восприятия, так и на представлении данных для последующего анализа и обработки.

Адаптивная геовизуализация, в отличие от традиционного подхода, позволяет совмещать данные о географическом положении некоторых объектов с дополнительной семантической информацией об этих объектах, а также учитывать когнитивные особенности восприятия визуальной информации пользователем. При синтезировании геоизображения также учитываются характеристики линий связи и устройства отображения, если эти данные удастся получить.

В общем случае, синтез адаптивного геоизображения осуществляется в результате совместного анализа формальных моделей запроса пользователя, визуальных картографических стереотипов и когнитивных «настроек и предпочтений» пользователя. В качестве формы реализации этих моделей используются онтологии. Для уменьшения когнитивной нагрузки на пользователя проводится семантическое редуцирование геоизображения. Таким образом, геоизображение лучше соответствует запросу пользователя и его информационной потребности.

Модель пространственно- временных данных для адаптивного геоизображения

Задачи, которые решают пользователи геосоциальных сервисов значительно отличаются от классических задач картографии. Для решения задачи с помощью геосоциального сервиса приходится интегрировать не только географические данные, но также большое количество дополнительной информации (время работы объекта, статистика посещаемости, структура объекта и др.).

Чтобы упростить процесс решения и сделать результаты более понятными для пользователя, современные геосоциальные сервисы используют так называемые «точки интереса» (Points Of Interest). Для таких точек существует подробное описание, и имеются точные постоянные или динамические географические координаты. Временные характеристики объектов очень важны для пользователей. Во всех геосоциальных сервисах пространственные данные рассматриваются как пространственно-временные сущности, которые могут изменяться во времени. То есть эти объекты рассматриваются как динамические объекты. В качестве точки интереса может выступать практически любой географический объект (кафе, памятник, остановка автобуса и т.д.).

Информационную основу любого геосервиса образуют цифровые карты. Для их создания используются как пространственные, так и атрибутивные типы данных. Пространственные данные характеризуют местоположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию. Описание объектов осуществляется при помощи указания координат объектов и составляющих их частей. Атрибутивные данные характеризуют качественные или количественные свойства пространственных объектов. Наборы атрибутов описывают дополнительные непространственные данные об объектах.

Понимание структуры и методов представления картографических объектов позволяет лучше реализовать подход адаптивного представления геоданных в геосоциальных сервисах. В качестве источников пространственно-временных и атрибутивных данных могут использоваться разнородные данные: аэрокосмические, картографические, статистические, тематические и др.

Основные этапы взаимодействия пользователя с геосоциальным сервисом следующие:

- Постановка задачи – запрос пользователя на поиск геоданных.
- Выбор источников картографической информации – поиск пространственных и атрибутивных данных для удовлетворения информационной потребности пользователя.
- Создание геоизображения – визуализация отобранных пространственных и атрибутивных данных в соответствии с алгоритмами геосервиса.
- Интерпретация результатов – оценка пользователем качества созданного геоизображения с точки зрения удовлетворения информационной потребности.

Для обеспечения эффективной адаптивной визуализации геоданных, процедура поиска информации должна учитывать семантическое содержание пространственно-временных и атрибутивных данных. Кроме того, при построении геоизображения нужно учитывать когнитивные особенности восприятия визуальной информации пользователем, предметную область запроса (историю запросов пользователя) и свойства отображения пространственных данных.

При построении результирующего геоизображения, подсистема визуализации геосоциального сервиса может использовать только те представления географических объектов, которые возможно описать с помощью реализованных в геосервисе моделей

данных. Поэтому вопрос описания модели геоданных является очень важным для оценки возможностей подсистемы визуализации.

В работе предлагается использовать обобщенную модель информационных ресурсов геосоциального сервиса. Модель ресурса геосоциального сервиса может быть представлена следующим образом:

$$\text{Res} = \langle \text{Spa}, \text{Tim}, \text{Sem}, \text{Rel} \rangle$$

где:

- Spa – множество пространственных параметров ресурса.
- Tim – множество временных параметров ресурса.
- Sem – множество семантических параметров ресурса.
- Rel – множество связей между ресурсами.

Избыточность синтезированного геоизображения выражается как:

$$\text{Red} = \text{Vol}_{\text{gen}} - \text{Vol}_{\text{req}}$$

где:

- Vol_{gen} – объем геоинформации в синтезированном геосоциальном сервисом геоизображении.
- Vol_{req} – объем геоинформации, который необходим для удовлетворения информационной потребности пользователя.

Для количественной оценки избыточности можно применять две различных меры. Первая мера это количество графических примитивов, которые присутствуют в геоизображении, но не имеют отношения к запросу пользователя. Вторая мера это количество информации (например, в байтах), которая передана пользователю, но не имеет отношения к его запросу.

Увеличение избыточности имеет ряд побочных негативных эффектов. Среди них, например, сложность восприятия информации пользователем, увеличение трафика в связи с передачей бесполезных данных по каналам связи, неэффективное использование вычислительных мощностей устройства отображения информации (смартфон, планшетный компьютер и т.п.), повышенный расход энергии на обработку данных и т.д.

Схема адаптивной геовизуализации

Чтобы реализовать адаптивную визуализацию геоданных нужно интегрировать знания, накопленные в последние годы в таких областях, как картография, визуализация информации [22], взаимодействие человека с компьютером [23], научная визуализация и других.

Многие аспекты визуального отображения пространственно-временных данных в геосоциальных сервисах могут быть значительно улучшены при условии большего внимания к результатам исследований в когнитивной науке [24].

В связи с этим необходимо разрабатывать методы адаптивной когнитивной геовизуализации сложноорганизованных пространственных данных. Для этого нужно использовать формальные описания картографических стереотипов и интерпретации запросов пользователей в подсистеме визуализации геосоциальных сервисов. Также необходимо применять методики семантического редуцирования результатов первичной

(предварительной) геовизуализации и технологии адаптации геоизображений для эффективного визуального восприятия на основе формально представленных знаний о когнитивных особенностях восприятия пользователей.

Для удовлетворения информационной потребности пользователя важно выделить и отобразить на геоизображении ту часть, которая наиболее интересна для пользователя или группы пользователей. Для удовлетворения противоречивых требований пользователя к результату визуализации необходимо использовать методику адаптивной визуализации геооданных. При использовании этой методики синтез адаптивного изображения осуществляется в результате совместного анализа запроса пользователя и его профиля, который включает в себя информацию о когнитивных особенностях пользователя. Редуцирование геоизображения проводится с использованием информации из профиля пользователя.

Синтез изображения, которое учитывает когнитивные особенности пользователя (или группы пользователей) включает несколько основных этапов, описанных ниже:

- Формализация запроса для определения адекватного набора данных для удовлетворения информационной потребности пользователя.
- Выбор необходимых данных из хранилищ данных (геоданные, текстовые описания, мультимедиа данные, ссылки, и другие).
- Сопоставление (ассоциирование) и выбор графических данных (примитивов) со средствами отображения пространственной информации, которые имеет подсистема визуализации.
- Синтез «предварительного» (не адаптивного) геоизображения.
- Совместный анализ «предварительного» геоизображения и профиля пользователя.
- Редуцирование «предварительного» геоизображения.
- Выбор средств отображения пространственных данных в соответствии с личным профилем пользователя (когда это возможно).
- Синтез результирующего когнитивного геоизображения.

Для обеспечения эффективного семантического редуцирования синтезированных геоизображений применяется метод оценки качества когнитивной геовизуализации. В основу данного метода положены расчет и оценка двух формальных критериев:

- Критерий информативности геоизображения.
- Критерий когнитивной загрузки геовизуализации.

Критерий информативности позволяет оценить формальные потери информации геоизображения как набора графических примитивов. Этот критерий используется на первом этапе редуцирования. Его значение показывает, какое количество графической информации может быть удалено из геоизображения без ущерба для его дальнейшего анализа. Критерий может быть применен как к изображению в целом, так и к его отдельным фрагментам, что актуально в условиях частого масштабирования геоизображений.

Критерий когнитивной загрузки изображения позволяет оценить качество геовизуализации с учетом особенностей пользовательского представления. Оценка этого критерия дает представление о том, насколько удачно была произведена визуализация набора графических примитивов с точки зрения пользователя [25].

Для того, чтобы геоизображение имело практическую ценность, оно должно отображать не просто объекты какой-либо предметной области, а конкретную ситуацию. Кроме того, для быстрого восприятия пользователем ситуации она должна быть представлена в соответствии с его ментальными стереотипами. Ситуационное реагирование в данном случае связано с когнитивной интероперабельностью.

Для описания визуальных картографических стереотипов различных категорий пользователей используется специализированная онтология пользовательского представления.

Таким образом, адаптивное геоизображение это субъективная репрезентация состояния географического объекта в виде связанного набора графических динамических компонент представления состояния и правил, описывающих их взаимовлияние в различных ситуациях, которые в совокупности позволяют пользователю образно оценить пространственно-временную ситуацию.

Чтобы эффективно визуализировать пространственно-временные ситуации необходимо определить язык описания ситуаций. Формально описать ситуацию можно с помощью двух онтологий. Первая онтология должна описывать абстрактную ситуацию, а вторая - конкретную предметную область и классы ситуаций этой предметной области. Таким образом, онтология предметной области является надстройкой над базовой онтологией и содержит понятия наследующие понятия базовой онтологии. Данные о территории преобразуются в экземпляры понятий предметной области и отношения между ними, а ситуациями являются понятия более высокого уровня.

Ситуацию. S можно представить как набор всех сведений о текущем состоянии или всех предыдущих состояниях объекта:

$$S = \langle O, R, E, F, \text{Rul} \rangle$$

где:

- O - множество физических объектов.
- R - множество областей в пространстве.
- E - множество событий.
- F - множество предикатов, отражающих связи между элементами множеств O , R , E .
- Rul - множество продукционных правил вида $(F \Rightarrow G)$ и $(F \Leftarrow G)$, описывающих базовые механизмы логического вывода, в том числе ограничения на значения предикатов F , а также предусловия и следствия для прохождения событий E .

В настоящее время наиболее распространен подход, при котором пространственная информация может быть представлена с помощью 4 видов объектов: точка; линия; полигон; растр.

Open Geospatial Consortium в спецификации SLD 1.0 описывает возможные варианты визуализации этих объектов. Визуализация объектов описывается в файле стиля на языке xml в соответствии спецификации SLD 1.0. Эта технология решает лишь техническую задачу геоинформационной визуализации, отвечая на вопрос «как сформировать геоизображение», оставляя без ответа вопрос «каким должно быть геоизображение».

Классы ситуаций C можно представить как:

$$C = \langle O', R', E', F' \rangle$$

где:

- O' - множество переменных обозначающих элементы множества O .
- R' - множество переменных обозначающих элементы множества R .
- E' - множество переменных обозначающих элементы множества E .
- F' - подмножество F , каждый элемент которого является предикатом. Аргументами предиката являются элементы множеств O' , R' , E' .

Тогда, модель визуализации ситуации можно описать следующим образом. Множество классов ситуаций различных предметных областей разбивается на множества более высокого уровня. Тогда, визуализацию V можно представить как:

$$V = \langle C', \text{Style} \rangle$$

где:

- C' - абстрактная ситуация;
- Style - стиль отображения в виде набора файлов стилей SLD.

Для определения ситуаций, которые интересуют пользователя, нужно формализовать категории пользователей. Для этого нужно определить на множестве атрибутов понятий предметной области отношение порядка, определяющее значимость атрибута для данного пользователя или группы пользователей. Таким образом, можно описать наиболее важные пространственно-временные ситуации и определить соответствующие им абстрактные ситуации общие для всех предметных областей.

Заключение

Описанная в данной статье адаптивная визуализация геоданных в социальных медиа может применяться и в других прикладных задачах. Например, в системах мониторинга пространственно-распределенных объектов, где пользователю необходимо анализировать большое геоизображение не перегруженное лишними деталями. Также подобный подход может использоваться для систем городской навигации, где геоинформация быстро меняется и необходимо учитывать контекст запроса при синтезе результирующего изображения. Адаптивная геовизуализация может найти применение везде, где нужно проводить визуальный анализ данных и при этом не перегружать сенсорную и когнитивную системы конечного пользователя.

Некоторые элементы предлагаемой технологии были реализованы в региональной системе радиологического мониторинга и прогнозирования (in the regional system of radiological monitoring, control and forecasting) для информационной поддержки принятия решений (information support of decision-making) [23].

Количественно оценить выгоды использования технологии адаптивной геовизуализации в реальных геосоциальных сетях достаточно сложно. Это связано с тем, что исходный код всех популярных геосоциальных сетей является закрытым. Однако, несколько экспериментов, которые были проведены на локальной ГИС, показали, что объем синтезируемого изображения может быть уменьшен на 7-15% (в зависимости от задачи) без ущерба для удовлетворения информационной потребности пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. T. Aichner and F. Jacob, "Measuring the degree of corporate social media use", *International Journal of Market Research*, vol. 57, Mar. 2015, pp. 257-275.
2. R. Buettner, "Getting a Job via Career-oriented Social Networking Sites: The Weakness of Ties", in *Proc. HICSS-49 Conf.*, Jan. 2016, pp. 2156-2165.
3. D.M. Boyd and N.B. Ellison, "Social network sites: Definition, history, and scholarship", *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 12, Oct. 2007, pp. 210-230.
4. J.A. Obar and S. Wildman, "Social media definition and the governance challenge: An introduction to the special issue", *Telecommunications policy*, vol. 39, Aug. 2015, pp. 745-750.
5. Y. Benkler, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven, Conn: Yale University Press, 2006.
6. A. Toffler, *The Third Wave*. USA: Bantam Books, 1980.
7. A.M. MacEachren and M.J. Kraak, "Research Challenges in Geovisualization", *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 28, Jan. 2001, pp. 3-12.
8. M. Smith, P. Longley and M. Goodchild, *Geospatial Analysis. A comprehensive guide*. Free online book. The Winchelsea Press, 2015, Web: <http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>.
9. J. Li, Z-P. Meng, M-L. Huang and K. Zhang, "An interactive visualization approach to the overview of geoscience data", *Journal of Visualization*, vol. 19, Feb. 2016, pp. 1-19.
10. S. Christophe, B. Dumenieu, J. Turbet, C. Hoarau, N. Mellado, J. Ory, H. Loi, A. Masse, B. Arbelot, R. Vergne, M. Bredif, T. Hurtut, J. Thollot and D. Vanderhaeghe, "Map Style Formalization: Rendering Techniques Extension for Cartography", in *Proc. NPAR '16 Conf.*, May. 2016, pp. 59-68.
11. N. Andrienko, G. Andrienko and P. Gatalisky, "Exploratory spatio-temporal visualization: an analytical review", *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 14, Dec. 2003, pp. 503-541.
12. M. Dodge, M. McDerby and M. Turner, *Geographic visualization: concepts, tools and applications*. US: John Wiley & Sons Ltd, 2008.
13. K.S. Kim, K. Zettsu, Y. Kidawara and Y. Kiyoki, "StickViz: A New Visualization Tool for Phenomenon-Based k-Neighbors Searches in Geosocial Networking Services", in *Proc. APWEB Conf.*, Apr. 2010, pp. 22-28.
14. D. Ma, "Visualization of social media data: mapping changing social networks", Web: https://www.itc.nl/library/papers_2012/msc/gfm/dingma.pdf.
15. N. Khalili, J. Wood and J. Dykes, "Mapping the geography of social networks", in *Proc. GISRUK Conf.*, Apr. 2009, pp. 311-315.
16. B. Furht (Ed.), *Handbook of Social Network Technologies and Applications*. New York: Springer Science+Business Media, 2010.
17. C.C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics*. New York: Springer Science+Business Media, 2011.

18. S.H. Seo and C. Chung, "Geo-Social Tracking System for Detecting Unusual Behavior: Visualization of Social Activities based on Spatiotemporal Change", *International Journal of Control and Automation*, vol. 6, Aug. 2013, pp. 473-482.
19. S.M. Radil, C. Flint and G.E. Tita "Spatializing Social Networks: Using Social Network Analysis to Investigate Geographies of Gang Rivalry, Territoriality, and Violence in Los Angeles", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 100, Aug. 2010, pp. 307-326.
20. C. Koylu, "Understanding Geo-Social Network Patterns: Computation, Visualization, and Usability", Web: <http://scholarcommons.sc.edu/etd/3031>.
21. M.G. Shishaev, T.A. Poryadin, "Problem of effective map-based information system`s interface formation for territories management tasks", *Transactions Kola science centre (Information technologies)*, vol. 5, Dec. 2013, pp. 69-76.
22. A.V. Vicentiy and M.G. Shishaev, "Visualization in scientific and engineering research", *Science almanac*, vol. 4, Apr. 2015, pp. 192-196.
23. A.V. Vicentiy and M.G. Shishaev, "To the question of the development of cognitive interfaces for systems of information management support the development of spatially-distributed systems", *Science almanac*, vol. 5, May 2015, pp. 123-127.
24. R.L. Solso, M.K. MacLin and O.H. MacLin, *Cognitive Psychology*. Boston: Allyn & Bacon, 2008.
25. A.V. Vicentiy, M.G. Shishaev and A.G. Oleynik, "Dynamic cognitive geovisualization for information support of decision-making in the regional system of radiological monitoring, control and forecasting", in *Proc. CSOC2016 Conf.*, Mar. 2016, pp. 483-495.

Vicentiy Alexander Vladimirovich

Institute for informatics and mathematical modelling of technological processes of the Kola science center RAS
Russia, Apatity
Petrozavodsk state university
Apatity branch, Russia, Apatity
E-mail: alx_2003@mail.ru

Adaptive visualization of geodata in social media

Abstract. This paper describes the technology of adaptive visualization of geodata. This technology can be applied in modern geo-social services, as well as to solve various problems related to the visualization and processing of geo-information by users of social media. The peculiarity of adaptive geovisualization in social media is that during the synthesis of geoimages taken into account some features of the end-user. Among these features are peculiarities of visual information perception, problem context, means of displaying geodata and others. Adaptive geodata visualization allows to simplify visual analysis of complex geoimages for the end-user of social media. The paper proposes a model of an information resource of geoservice, and a way to assess the redundancy of synthesized geoimages. Describes scheme of adaptive visualization of geodata which allows to reduce redundancy of synthesized geoimages without significant loss of information content of these images. Also, the use of adaptive geovisualization technology allows to raise efficiency, speed and quality of processing geoimages. This decreases the total cognitive load on the consumer of information. The proposed technology of adaptive visualization of geodata can be used for both the development of new geosocial services and to improve the performance of existing geoservices in social media.

Keywords: geovisualization; social media; spatiotemporal data; adaptive geoimages; geo-social service; interactive visual analysis; information resource model; informativeness criterion; cognitive load criterion of geoimage; adaptive visualization of geodata

REFERENCES

1. T. Aichner and F. Jacob, "Measuring the degree of corporate social media use", *International Journal of Market Research*, vol. 57, Mar. 2015, pp. 257-275.
2. R. Buettner, "Getting a Job via Career-oriented Social Networking Sites: The Weakness of Ties", in *Proc. HICSS-49 Conf.*, Jan. 2016, pp. 2156-2165.
3. D.M. Boyd and N.B. Ellison, "Social network sites: Definition, history, and scholarship", *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 12, Oct. 2007, pp. 210-230.
4. J.A. Obar and S. Wildman, "Social media definition and the governance challenge: An introduction to the special issue", *Telecommunications policy*, vol. 39, Aug. 2015, pp. 745-750.
5. Y. Benkler, *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven, Conn: Yale University Press, 2006.
6. A. Toffler, *The Third Wave*. USA: Bantam Books, 1980.
7. A.M. MacEachren and M.J. Kraak, "Research Challenges in Geovisualization", *Cartography and Geographic Information Science*, vol. 28, Jan. 2001, pp. 3-12.
8. M. Smith, P. Longley and M. Goodchild, *Geospatial Analysis. A comprehensive guide*. Free online book. The Winchelsea Press, 2015, Web: <http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>.

9. J. Li, Z-P. Meng, M-L. Huang and K. Zhang, "An interactive visualization approach to the overview of geoscience data", *Journal of Visualization*, vol. 19, Feb. 2016, pp. 1-19.
10. S. Christophe, B. Dumenieu, J. Turbet, C. Hoarau, N. Mellado, J. Ory, H. Loi, A. Masse, B. Arbelot, R. Vergne, M. Bredif, T. Hurtut, J. Thollot and D. Vanderhaeghe, "Map Style Formalization: Rendering Techniques Extension for Cartography", in *Proc. NPAR '16 Conf.*, May. 2016, pp. 59-68.
11. N. Andrienko, G. Andrienko and P. Gatalaky, "Exploratory spatio-temporal visualization: an analytical review", *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 14, Dec. 2003, pp. 503-541.
12. M. Dodge, M. McDerby and M. Turner, *Geographic visualization: concepts, tools and applications*. US: John Wiley & Sons Ltd, 2008.
13. K.S. Kim, K. Zetsu, Y. Kidawara and Y. Kiyoki, "StickViz: A New Visualization Tool for Phenomenon-Based k-Neighbors Searches in Geosocial Networking Services", in *Proc. APWEB Conf.*, Apr. 2010, pp. 22-28.
14. D. Ma, "Visualization of social media data: mapping changing social networks", Web: https://www.itc.nl/library/papers_2012/msc/gfm/dingma.pdf.
15. N. Khalili, J. Wood and J. Dykes, "Mapping the geography of social networks", in *Proc. GISRUK Conf.*, Apr. 2009, pp. 311-315.
16. B. Furht (Ed.), *Handbook of Social Network Technologies and Applications*. New York: Springer Science+Business Media, 2010.
17. C.C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics*. New York: Springer Science+Business Media, 2011.
18. S.H. Seo and C. Chung, "Geo-Social Tracking System for Detecting Unusual Behavior: Visualization of Social Activities based on Spatiotemporal Change", *International Journal of Control and Automation*, vol. 6, Aug. 2013, pp. 473-482.
19. S.M. Radil, C. Flint and G.E. Tita "Spatializing Social Networks: Using Social Network Analysis to Investigate Geographies of Gang Rivalry, Territoriality, and Violence in Los Angeles", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 100, Aug. 2010, pp. 307-326.
20. C. Koylu, "Understanding Geo-Social Network Patterns: Computation, Visualization, and Usability", Web: <http://scholarcommons.sc.edu/etd/3031>.
21. M.G. Shishaev, T.A. Poryadin, "Problem of effective map-based information system`s interface formation for territories management tasks", *Transactions Kola science centre (Information technologies)*, vol. 5, Dec. 2013, pp. 69-76.
22. A.V. Vicentiy and M.G. Shishaev, "Visualization in scientific and engineering research", *Science almanac*, vol. 4, Apr. 2015, pp. 192-196.
23. A.V. Vicentiy and M.G. Shishaev, "To the question of the development of cognitive interfaces for systems of information management support the development of spatially-distributed systems", *Science almanac*, vol. 5, May 2015, pp. 123-127.
24. R.L. Solso, M.K. MacLin and O.H. MacLin, *Cognitive Psychology*. Boston: Allyn & Bacon, 2008.
25. A.V. Vicentiy, M.G. Shishaev and A.G. Oleynik, "Dynamic cognitive geovisualization for information support of decision-making in the regional system of radiological monitoring, control and forecasting", in *Proc. CSOC2016 Conf.*, Mar. 2016, pp. 483-495.