

УДК 004.942
DOI: 10.15827/0236-235X.121.091-094

Дата подачи статьи: 26.12.17
2018. Т. 31. № 1. С. 091–094

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

А.В. Иващенко¹, д.т.н., профессор, anton.ivashenko@gmail.com

А.А. Хорина¹, студентка, anastasiakhorina@mail.ru

А.Р. Диязитдинова², к.т.н., доцент, dijazitdinova@mail.ru

¹ Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе, 34, г. Самара, 443086, Россия

² Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, ул. Л. Толстого, 23, Самара, 443010, Россия

Социальные сети становятся одним из основных поставщиков больших данных для анализа поведения пользователей. При этом само поведение каждого пользователя сети Интернет представляет собой интересный и сложный объект для формализации и изучения. Один человек может быть представлен в нескольких социальных сетях под разными именами, обладать несколькими параллельными интересами, иметь собственную специфическую стратегию издания и потребления информации в виде постов, сообщений и комментариев и взаимодействовать с другими пользователями путем обмена информацией.

С учетом специфики проявления активности пользователей социальных сетей, обладающих относительной независимостью и самоорганизацией, предлагается модель такого поведения, основанная на реализации мультиагентной технологии. В данной статье описаны проблема, архитектура решения и технические детали ее реализации, подкрепленные результатами моделирования и анализа реальных данных для ряда популярных социальных сетей. Впервые вводится понятие мультиагентной аппроксимации поведения, определяющего приближенное описание реальных прецедентов поведения пользователей интегрированной информационной среды с помощью мультиагентной имитационной модели.

В рамках предложенного решения интерес пользователя социальной сети представлен в виде комбинации контекста и фокуса. Такой подход позволяет формализовать колебания пользовательского интереса под влиянием внешних событий с учетом фактора времени и человеческого фактора.

Предложенный подход обеспечивает возможность описания и программной реализации шаблонов (паттернов) поведения членов социальных сетей в Интернете для последующего имитационного моделирования и анализа с целью выявления трендов и отклонений.

Ключевые слова: социальные сети, большие данные, мультиагентные технологии.

При разработке ПО социальных сетей и их практической реализации [1] приходится сталкиваться с проблемами формализации и моделирования поведения и динамики изменения интересов в рамках виртуальных сообществ в сети Интернет. В отличие от пользователей корпоративных информационных систем разного назначения члены социальных сетей не обязаны выполнять определенные действия, их поведение не регламентировано и подвержено внешнему информационному воздействию. В этом смысле можно говорить о колебаниях интереса к тем или иным фактам, сообщениям или информационным поводам.

В связи с невозможностью прямого регулирования такого интереса и сложностью его формирования большой интерес вызывают программные инструменты информационного влияния [2], позволяющие, с одной стороны, управлять пользовательским интересом, с другой – противодействовать манипулированию. Для решения этой задачи в данной статье предлагаются модель поведения пользователей социальных сетей и разработанное на ее основе программное решение, обеспечивающее возможность анализа и информационного управления.

Новые возможности взаимодействия в виртуальной среде позволяют пользователям сети Ин-

тернет мгновенно обмениваться идеями. Каждый из них получает большой объем информации и обрабатывает множество событий одновременно. Этот процесс может быть описан современными принципами распределенного моделирования и поддержки принятия решений на базе мультиагентной технологии [3]. Такие решения основаны на парадигме самоорганизации [4], что требует разработки новых методов и инструментов для обслуживания основных механизмов самоорганизации и эволюции, похожих на живые организмы (колонии муравьев, рои пчел и т.д.) [5].

В контексте данной статьи следует упомянуть современные работы о стратегиях развития сети Интернет [6] и об исследованиях виртуальных сообществ и социальных сетей [7–9]. Несмотря на успешное применение математической статистики, используемой для кластеризации и обобщения поведения пользователей, проблема анализа больших данных социальных сетей остается открытой. Это происходит из-за необходимости персонализации моделей активности пользователей и понимания индивидуальных особенностей поведения человека.

Опыт в области развития интегрированного информационного пространства и анализа поведения пользователей [10] может быть использован в по-

строении программного решения для получения базовых тенденций в социальных сетях и обеспечения интеллектуальных функциональных возможностей для анализа больших данных.

Представим сообщество интернет-пользователей как u_i , где $i = 1, \dots, N_u$ – число пользователей. Деятельность пользователей по обмену информацией может быть представлена постами, комментариями или сообщениями p_j , где $j = 1, \dots, N_p$ – количество объектов, а генерирование поста – событием

$$g_{i,j} = (u_i, p_j, t_{i,j}^0). \quad (1)$$

Получение и обработка информационного объекта могут быть представлены событием, которое можно охарактеризовать сочетанием пользователя, фокуса и времени:

$$e_{i,j,k} = e_{i,j,k}(p_k, (u_i, f_{i,k}, t_{i,j,k})) = \{0, 1\}, \quad (2)$$

где фокус $f_{i,k}$ – текущий интерес пользователя, описанный облаком тегов в виде набора пар:

$$f_{i,k} = \left\{ (\tau_n, w_{n,k})_{i,k} \right\}, \quad (3)$$

где τ_n – теги (ключевые слова) с весом $w_{n,k}$.

Последовательность взаимозависимых фокусов пользователя представляет собой эволюцию интереса пользователя.

Каждый пользователь имеет собственную онтологию, формирующую основу для его восприятия. Она меняется со временем под влиянием обучения и появления информации (посты, комментарии или сообщения) и может быть представлена цепочкой контекстов:

$$c_{i,m} = \left\{ (\tau_l, w_{l,m})_{i,m} \right\}. \quad (4)$$

Эти изменения связаны с фокусом пользователя. Фокус должен быть не новым, чтобы обеспечить позитивное восприятие, но в то же время и не равным контексту, чтобы возбудить интерес.

Учитывая эту корреляцию, следует синхронизировать контекст и фокусироваться на изменениях:

$$e'_{i,j,m} = e'_{i,j,m}(p_m, (u_i, c_{i,m}, t_{i,j,m})) = \{0, 1\}. \quad (5)$$

Формулы (2) и (5) являются логическими переменными. Это означает, что внешний вид или восприятие поста, комментария или сообщения не гарантирует изменения фокуса и контекста.

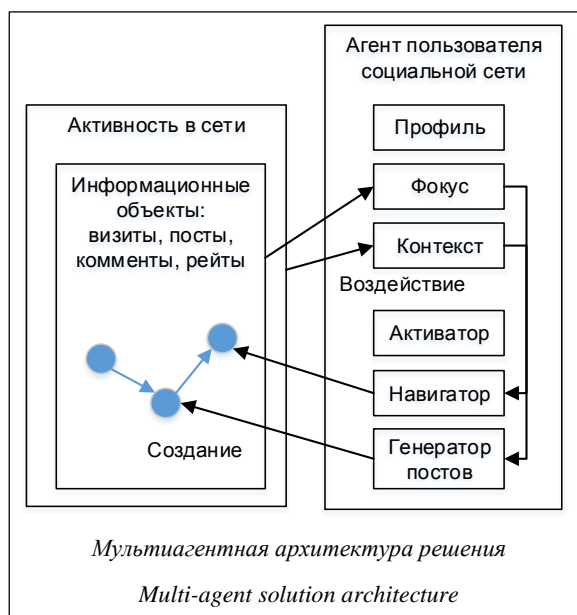
События (2) и (5) могут быть использованы для анализа. Сопоставление меняющегося фокуса и контекста пользователя позволяет выявить тенденции, вариации и итерации, формирующие закономерности поведения. Если новое информационное предложение не влияет на фокус пользователя, значит, пользователь не видит в этом интереса. Возможные причины связаны с контекстом: чтобы спровоцировать интерес, необходимо дальнейшее развитие. С другой стороны, множество изменений контекста пользователя указывают на то, какой интерес должен быть предложен пользователю в определенный момент времени.

На контекст и фокус также могут влиять попытки манипулирования. Чтобы управлять фокусом пользователя, может быть создана серия повторяющихся воздействий, частично охватывающих фактический контекст и целевой интерес. Такие закономерности можно выявить с применением алгоритмов статистического анализа временных рядов, который помогает обнаружить и предотвратить негативное информационное влияние.

Предлагаемый подход был реализован в мультиагентной архитектуре, которая представлена на рисунке. Архитектура содержит описатель профиля пользователя, генератор постов и навигатор. Эти методы созданы и используются для имитации реальной активности пользователей в социальных сетях.

Генератор постов используется для создания постов в соответствии с predetermined логикой. Навигатор используется для обработки входящих данных, которые могут быть представлены в виде упорядоченного графика, где узлами являются информационные объекты, например, веб-сайты, документы, сообщения, комментарии, а ребрами – ссылки между ними. Каждый объект может ссылаться на несколько других объектов и документов, и навигатор в соответствии со всей predetermined логикой решает, по какой ссылке идти.

В дополнение к навигатору и генератору постов в рамках мультиагентной архитектуры предоставляются информационные структуры, соответствующие predetermined концепциям фокуса и контекста. Фокус используется для представления текущего интереса пользователей Интернета, контекст – для формализации информационного пространства, в котором агент выполняет свои действия. Фокус и контекст подвергаются влиянию информационных объектов, которые изучает и генерирует агент. Моделирование фокуса и контекста



ста позволяет формализовать информационное влияние.

Одной из основных особенностей деятельности пользователей в сети Интернет, которую следует учитывать в исследуемой области, является взаимное влияние контекста и фокуса друг на друга. Этот фактор позволяет ввести контрольный цикл: в дополнение к семантическому анализу веб-контента платформа начинает управлять интересами пользователей на основе идентификации фокуса и обратной связи по контексту. Эта информация собирается в социальных сетях и содержит все необходимые данные для получения фактических оценок. Анализ этих данных может помочь адекватно идентифицировать тенденции изменения интереса потребителей, которые можно использовать для практических целей, например в маркетинге.

Метод активации (активатор) применяется для моделирования взаимодействия нескольких агентов в реальном времени. После активации диспетчером агент генерирует последовательность действий в соответствии с некоторым законом распределения. Данный метод позволяет моделировать различные шаблоны активности агентов, определять интервалы высокой и низкой активности, задавать основные закономерности и ограничения.

Представленная архитектура может использоваться для имитации действий пользователей социальных сетей и моделирования их реалистичного поведения в сети Интернет за счет формирования когнитивных моделей коллективного поведения, основанных на самоорганизации. Это позволяет формализовать колебания пользовательского инте-

реса под влиянием внешних событий с учетом фактора времени и человеческого фактора. Предложенный подход обеспечивает возможность описания и программной реализации шаблонов (паттернов) поведения членов социальных сетей в Интернете для последующего имитационного моделирования и анализа с целью выявления трендов и отклонений.

Литература

1. Орлов А.Ю., Иващенко А.В. Организация виртуального сообщества в сети Интернет // Информационные технологии. 2008. № 8. С. 15–19.
2. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Физматлит, 2010. 228 с.
3. Wooldridge M. An introduction to multi-agent systems. Chichester: John Wiley and Sons, 2002, 340 p.
4. Leitao P. Holonic rationale and self-organization on design of complex evolvable systems. HoloMAS 2009, LNAI 5696, 2009, pp. 1–12.
5. Gorodetskii V. Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization. Jour. of Computer and Systems Sciences International. 2012, vol. 51, no. 2, pp. 256–281.
6. One Internet. Global commission on Internet Governance. Ghatham House: The Royal Institute of International Affairs, 2016. URL: <https://www.cigionline.org/initiatives/global-commission-internet-governance> (дата обращения: 01.11.2017).
7. Balakrishnan H., Deo N. Discovering communities in complex networks. Proc. 44th Annual Southeast Regional Conf. 2006, pp. 280–285.
8. Wei W., Joseph K., Liu H., Carley K. Exploring Characteristics of Suspended Users and Network Stability on Twitter. Social Network Analysis and Mining, 2016, pp. 6–51.
9. Kadushin C. Understanding social networks: theories, concepts, and findings. Oxford Univ. Press, 2012, 264 p.
10. Ivaschenko A., Lednev A., Diyazitdinova A., Sitnikov P. Agent-based outsourcing solution for agency service management. Lecture Notes in Networks and Systems, 2016, vol. 16, pp. 204–215.

Software & Systems

DOI: 10.15827/0236-235X.121.091-094

Received 26.12.17

2018, vol. 31, no. 1, pp. 091–094

MULTI-AGENT APPROXIMATION OF SOCIAL MEDIA USERS' BEHAVIOR

A.V. Ivaschenko¹, Dr.Sc. (Engineering), Professor, anton.ivashenko@gmail.com

A.A. Khorina¹, Student, anastasiakhorina@mail.ru

A.R. Diyazitdinova², Ph.D. (Engineering), Associate Professor, dijazitdinova@mail.ru

¹ Samara National Research University, Moskovskoe Highway 34, Samara, 443086, Russian Federation

² Volga State University of Telecommunication and Informatics, Tolstogo St. 23, Samara, 443010, Russian Federation

Abstract. Nowadays social media are becoming one of the major Big Data providers for analyzing users' behavior. At the same time each Internet user activity appears to be an interesting and complex object for formalization and study. One person can be presented in several social networks using various avatars, have several parallel interests, have own specific strategy to publish and process data in the form of posts, messages and comments and interact with the others by means of data exchange.

Considering the specifics of social media users activity, who are relatively independent and self-organized, this paper proposes a model of such a behavior implementing the multi-agent approach. The paper describes the problem, solution architecture and technical details of its implementation supported by the results of simulation and real data analysis for a number of popular social networks. It is the first time when it is proposed to use the definition of "behavior multi-agent approximation". The term introduces an approximate description of real use cases of the integrated information space users via multi-agent simulation.

Within the framework of the solution it is proposed to represent the interest of social media users as a combination of a context and focus. Such approach allows formalizing deviations of user interest under the pressure of incoming events considering a combination of time and human factors.

The proposed approach gives a possibility to describe and implement the patterns of typical Internet social media users behavior for simulation and analysis in order to detect trends and deviations.

Keywords: social media, big data, multi-agent systems.

References

1. Orlov A.Yu., Ivashchenko A.V. Organization of a virtual community on the Internet. *Informatsionnye tekhnologii* [Information Technologies]. 2008, no. 8, pp. 15–19 (in Russ.).
2. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. *Sotsialnye seti: modeli informatsionnogo vliyaniya, upravleniya i protivoborstva* [Social Networks: Models of Information Influence, Governance and Confrontation]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2010, 228 p.
3. Wooldridge M. *An Introduction to Multi-Agent Systems*. Chichester, John Wiley and Sons Publ., 2002, 340 p.
4. Leitao P. Holonic rationale and self-organization on design of complex evolvable systems. *Proc. 4th Int. Conf. on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems (HoloMAS 2009)*. LNAI 5696, 2009, pp. 1–12.
5. Gorodetskii V. Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization. *Jour. of Computer and Systems Sciences Int.* 2012, vol. 51, no. 2, pp. 256–281.
6. *One Internet. Global commission on Internet Governance*. Ghatham House, The Royal Institute of Int. Affairs, 2016. Available at: <https://www.cigionline.org/initiatives/global-commission-internet-governance> (accessed November 1, 2017).
7. Balakrishnan H., Deo N. Discovering communities in complex networks. *Proc. 44th Annual Southeast Regional Conf.* 2006, pp. 280–285.
8. Wei W., Joseph K., Liu H., Carley K. Exploring characteristics of suspended users and network stability on Twitter. *Social Network Analysis and Mining*. 2016, pp. 6–51.
9. Kadushin C. *Understanding social networks: theories, concepts, and findings*. Oxford Univ. Press, 2012, 264 p.
10. Ivaschenko A., Lednev A., Diyazitdinova A., Sitnikov P. Agent-based outsourcing solution for agency service management. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2016, vol. 16, pp. 204–215.

Примеры библиографического описания статьи

1. Иващенко А.В., Хорина А.А., Диязитдинова А.Р. Мультиагентная аппроксимация поведения пользователей социальных сетей // Программные продукты и системы. 2018. Т. 31. № 1. С. 91–94. DOI: 10.15827/0236-235X.121.091-094.
2. Ivaschenko A.V., Khorina A.A., Diyazitdinova A.R. Multi-agent approximation of social media users' behavior. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2018, vol. 31, no. 1, pp. 91–94 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.121.091-094.