

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 007.52
МРНТИ 28.23.24

DOI 10.55452/1998-6688-2021-18-1-90-96

ОБЗОР МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ В УМНЫХ ГОРОДАХ

АХАЕВА Ж.Б., ЗАКИРОВА А.Б., ЖУКАБАЕВА Т.К.

Международный университет Астана
Высшая школа информационных технологий и инженерий

Аннотация: Города сталкиваются с новым вызовом, связанным с ростом их населения; впервые в истории большая часть населения теперь живет в мегаполисе. Исходя из сложившейся ситуации город должен внедрять новые решения, стать Умным городом, представляя своим гражданам системы, отвечающие требованиям, связанным с безопасностью, здравоохранением, ресурсами, правительством, образованием и другими городскими повседневными системами. Цель данной статьи – исследовать модель умного города с использованием мультиагентных систем, обеспечивающую интеллект города, как базовую инфраструктуру для определения модели воспроизводимой и экспортируемой в реализации умного города.

Ключевые слова: Умный город, мультиагентные системы, большие данные, интернет вещи, информационные системы

OVERVIEW OF MULTI-AGENT SYSTEMS IN SMART CITY

Abstract: Cities face a new challenge related to their populations; for the first time in history, a large part of the population now lives in a megacity. Based on the current situation, the city should implement new solutions and become a Smart city, presenting its citizens with systems that meet the requirements related to security, health, resources, government, education and other urban everyday systems. The purpose of this article is to investigate the smart city model using multi - agent systems that provide city intelligence as the basic infrastructure for determining the model that can be reproduced and exported to create a smart city.

Key words: Smart city, multi-agent systems, big data, Internet of things, information systems

АҚЫЛДЫ ҚАЛАЛАРДАҒЫ МУЛЬТИАГЕНТТІ ЖҮЙЕЛЕРГЕ ШОЛУ

Аңдатпа: Тарихта қазір алғаш рет халықтың көп бөлігі үлкен мегаполисте тұрады. Қалалар өсіп келе жатқан популяцияның жаңа проблемасына тап болды. Қалыптасқан жағдайға сүйене отырып, қала өз азаматтарына қауіпсіздік, денсаулық сақтау, ресурстар, үкімет, білім беру және басқа да қалалық жүйелермен байланысты талаптарға жауап беретін жүйелерді ұсына отырып, жаңа шешімдерді жүзеге асыруы, ақылды қалаға сай болуы керек. Мақаланың мақсаты – ақылды қаланы дамытуды іске асыруда, қайта жаңғыртылатын және экспортталатын модельді анықтайтын, базалық инфрақұрылым ретінде қалалық интеллектті қамтамасыз ететін, мультиагенттік жүйелерді қолдана отырып, ақылды қала моделін зерттеу.

Түйінді сөздер: Ақылды қала, көп агентті жүйелер, үлкен деректер, интернет заттар, ақпараттық жүйелер

Введение

В любой стране мира крупные города перерастают в большие мегаполисы в связи с быстрым ростом городского населения. И такие города сталкиваются с большими рисками загрязнения воздуха, отсутствием транспортной инфраструктуры, неопределенным экономическим ландшафтом, перенаселением и безработицей – это лишь некоторые из упомянутых рисков – это проблемы, которые в настоящее время могут быть частично решены с помощью надлежащего использования информационно-коммуникационных технологий.

Рассматривая Умный город, представляем развитый Городской район, который создает устойчивое экономическое развитие и высокое качество жизни, преуспевающий во многих ключевых областях, экономике, мобильности, окружающей среде, людях, жизни и правительстве [1]. Преуспеть в этих ключевых областях можно с помощью сильного человеческого капитала, социального капитала и инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [2].

Умный город представляет собой новый способ мышления о городском пространстве путем формирования модели, интегрирующей зеленые источники энергии и системы, энергоэффективность, устойчивую мобильность, защиту окружающей среды и экономическую устойчивость, которые представляют собой цели для будущих разработок [3].

Различные аспекты, необходимые Умному городу: для построения интеллектуальных мест необходим мультидисциплинарный и комплексный подход, который исходит из потребностей города и преследуемых целей, определяя цифровые инновации как инструмент, а не как цель изменений, вовлекая различные системы (системы дистанционного мониторинга, системы поддержки принятия решений и планирования, системы связи и т.д.). Он уже доступен на рынке и включает в себя различные подсети умного города с использованием мультиагентных [4].

Четвертая промышленная революция в Казахстане нацелена на усиление требований

к знаниям и компетенциям работников. В прошлом году Главой государства было поручено разработать план обучения 10 тысяч специалистов для ключевых отраслей до 2025 года. Индустрия 4.0 представляет собой концепцию организации производства, где дополнительная ценность обеспечивается за счет интеграции физических объектов, процессов и цифровых технологий. При этом цифровые технологии позволяют в режиме реального времени осуществлять мониторинг физических процессов, самостоятельно принимают решения, контролируют взаимодействие машин между собой и людьми [5].

Актуальность данной темы стала еще несколько лет назад и является до сих пор актуальной для городов Казахстана. Так, принимая опыт других стран, города Казахстана превращаются в Смарт города, где проблемы города решаются с помощью умных технологий. На территории Казахстана был создан умный город, наполненный новыми технологиями. Город называется Акколь, находится он в 100 километрах от Нур-Султана. Сейчас он постепенно трансформируется в умный город. Все городские службы принимают решения, которые помогут в той или иной ситуации, исходя из получаемых данных.

В режиме онлайн просмотреть зависимость погодных условий, загрязнения атмосферы, понижения температуры в домах и квартирах, увеличение пациентов в больницах, заболеваемость конкретными болезнями, школьную успеваемость и качество котельных Акколя [29].

Проект Smart Aqkol направлен на комплексное обеспечение нормальной жизнедеятельности города посредством видеонаблюдения за дорожной и общественной безопасностью, в том числе в образовательных учреждениях и социальных объектах, мониторинга и управления в сфере здравоохранения, а также оснащения зданий и жилых домов «умным оборудованием» нового поколения [29].

Для достижения цели необходимо решить поставленные задачи, т.е. анализ мультимедийных данных, анализ

тиагентных систем, который позволят использовать моделирование динамической инфраструктуры в более широком контексте Умного города. При такой типологии сфера применения мультиагентных систем заключается в оптимизации энергетических ресурсов, сокращении выбросов, улучшении качества жизни.

Мультиагентная система для умного города

Практически все новые энергетические технологии имеют встроенный электронный интеллект, который контролирует их работу и позволяет им связываться с другими устройствами, зданиями и общей сетью, где ИКТ представляют собой "основу" (рис. 1) [15].



Рис. 1 – Стратегическая роль инфраструктуры [16]

Агенты облегчают общее использование локальных средств управления, координируемых глобальным анализом, настройку параметров управления в реальном времени, автоматическое включение и выключение управляющих воздействий в реальном времени, а также функциональную координацию в иерархии и в нескольких временных масштабах. Виртуальная архитектура обеспечивает плавную интеграцию интеллектуальных данных на всех уровнях, так что расположение конкретных служб и данных виртуализируется и становится прозрачным во всей инфраструктуре, подверженной кибербезопасности [4].

Интеллектуально распределенный автономный умный город должен будет использо-

вать двустороннюю связь, способную сделать инфраструктуру Умного города динамичной и интерактивной, способной использовать архитектуру подключай – играй - открывай, например, для создания безопасной среды, позволяющей пропускать ресурсы между различными сетями и позволяющей как реальным, так и виртуальным операторам общаться и взаимодействовать друг с другом [17].

Предлагает реализации, программное обеспечение, уже функционирующее для связи, рассуждения и сотрудничества, оставляя только определение агентов, необходимых для приложения, которое выполняется путем написания кода, необходимого для предоставления агенту конкретных возможностей предметной области приложения. Рис. 2 показывает стадии развития мультиагентной системы [18].

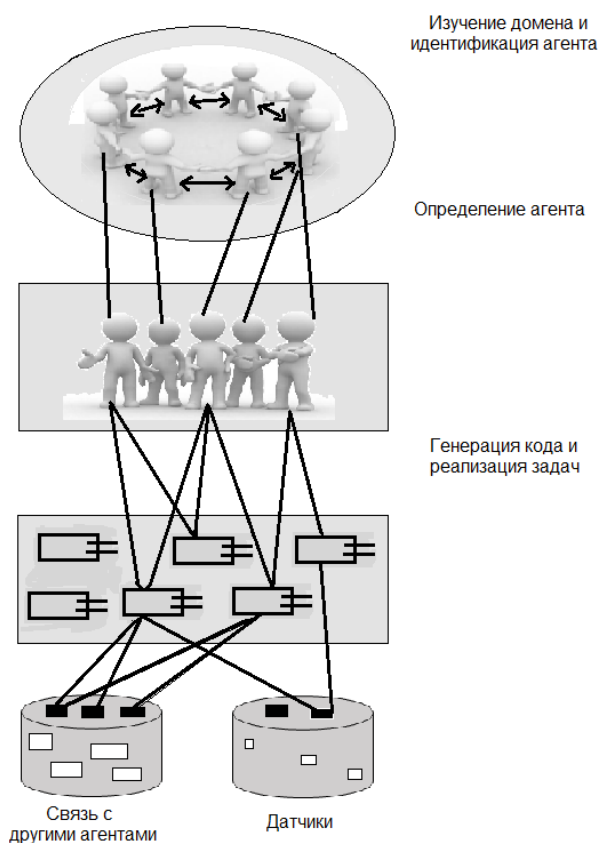


Рис. 2 – Этап разработки агента Зевс [18]

Каждый агент делится на три уровня:

- Определение, чтобы определить, какой агент обладает способностью рассуж-

дать, его цели, ресурсы, навыки, убеждения, предпочтения.

- Организационные, уточняющие отношения со своим коллегой-агентом.
- Координация, моделирование агента таким образом, чтобы он мог вести переговоры и координировать свои действия с другими агентами [18].

Агенты предоставляют функции сервера имен, который сопоставляет имена агентов с сетевыми адресами, и посредник, который предоставляет имена возможных агентов, способных к определенной емкости, утилит [18].

Реализация агентной системы заключается в следующем:

- Спецификация агентов.
- Анализ приложения, который достигается с помощью совместной диаграммы агентов. Агент управления выдвигает обязанности, включающие в себя систему мониторинга для обнаружения непредвиденных ситуаций или сбоев в электросети и отправка сигналов на главный автоматический выключатель для изоляции информационных технологий смарт города от утилиты при обнаружении вышестоящего отключения [18].

Агент пользователя действует как клиентский шлюз, который делает функции Умного города доступными для пользователей. Она включает в себя ответственность за предоставление пользователям в режиме реального времени информации о лицах, проживающих в системе Умного города. Агент пользователя также позволяет пользователям управлять статусом нагрузок на основе предопределенного пользователем приоритета:

- Разработка приложений путем моделирования знаний каждого агента.
- Реализация приложения, создание, через графический интерфейс фреймворка, агентов.

Наконец, как только сгенерированы коды агента, процесс подачи заявки завершен. Все обмены сообщениями между агентами устанавливаются для протокола управления передачей/интернет-протокола или TCP/IP. Идея любой мультиагентной системы состоит в

том, чтобы разбить сложную задачу, решаемую одним объектом (централизованная система), на более мелкие более простые задачи, решаемые несколькими объектами (распределенная система) [18].

Интеллектуальная система умного города – это система, которая учитывает различные технологии, операторов и соединения. Состав этих систем будет меняться в зависимости от того, как будут развиваться технологии, порождая новые предприятия и новые взаимодействия. Чтобы поддерживать это качество, системы умного города не должны иметь больших отношений друг с другом, они должны взаимодействовать друг с другом, используя минимальные объемы взаимной информации. Концептуальная модель умного города представляет собой совокупность представлений и описаний, которые являются основой для обсуждения характеристик, использования, поведения, интерфейсов, требований и стандартов Умного города [19].

Интеллектуальные программные агенты могут быть запрограммированы на поиск питания от зеленого источника. Агенты, представляющие каждый источник генерации, могут сообщать о текущих выбросах в атмосферу. Потребители электроэнергии, заинтересованные в снижении своего воздействия на окружающую среду, могут приказывать своим агентам покупать самую чистую электроэнергию, доступную в рамках их бюджетов. Умные сети реагируют совместно во время смога предупреждений [4].

Анализ применения мультиагентных систем

Мультиагентные системы в умных городах, исследуем работы следующих авторов.

Проведя анализ статей можно сделать выводы, что во всех Умных городах применяются мультиагентные системы. Данные системы помогают работе Умного города. Они самообучаемые и умные технологии, которые принимают определенные решения для улучшения работы определенных систем. Правильно запрограммированная мультиагентная система способствует развитию Умного города, соз-

Таблица 1 – Использование мультиагентных систем в Смарт городе

Исследователи	Применяемые методы
Longo M. и др. [4]	Инновационные мультиагентные системы, применяемые в Умном городе
Roscia M. и др. [7]	Умный город с помощью мультиагентных систем
Merabet G. H. и др. [21]	Применение мультиагентных систем в интеллектуальных сетях
Olszewski R.и др. [22]	Пространственно-временное моделирование деятельности жителей Умного города с помощью мультиагентных систем
Diogo A.и др. [23]	Модель мультиагентных систем используется для доказательства целесообразности предоставления геймифицированной среды для таких агентов с оптимизируемыми метриками, которые благоприятствуют точным, надежным и частым данным
Silva D.и др. [24]	Использование стенда для мультиагентных систем умного города для проверки его реализации и функционирования.
Postránecký M. и др. [25]	Концептуальная модель комплексной мультиагентной системы Smart City 4.0.
Julian V. и др. [26]	Мультиагентные Системы
Giordano A. и др. [27]	Умные агенты и туманные вычисления для приложений Умного города
Pšibyl O. и др. [28]	Системно-ориентированный подход к умным городам

дает удобства для жителей города, учитывая их потребности и имеющиеся технологии.

Существующие обзорные работы, связанные с мультиагентными системами в умных городах, обобщены в табл. 1. Большинство этих обзорных работ [4], [7], [21]-[28] строго сосредоточены на одном конкретном домене умного города или одном жанре классификационной перспективы. В работе [26] Postránecký M. и др. вводят диаграмму правил треугольника. Поочередно были исследованы работы по мультиагентным системам в Умных городах. Заинтересованные читатели могут следовать этим ссылкам для получения дополнительной технической информации.

Заключение

В данной обзорной статье анализировалось использование мультиагентных систем в Умных городах, модели, описывающей подсистемы, производственные технологии, операционные системы, применение мультиагентных систем, делающих конкретным этот проект умного города, с тем чтобы дать четкий обзор и удобную для разработчиков по-

литику. Несколько положительных моментов способны породить Умный город. Например, стимулирование экономики; инновации в сфере услуг; вовлечение граждан; сокращение выбросов углекислого газа; повышение общественной безопасности; защита здоровья. Концепция Умного города представляется основополагающей в переопределении городских систем, где впервые также учитываются человеческие и социальные аспекты для создания городской структуры. Крайне важно: для того, чтобы дать возможность реализации той или иной модели, дать четкое и объективное определение ключевого момента, элементы, составляющие и реализуемые умный город для того, чтобы сделать его воспроизводимым. Создатель первой великой электрической революции знал, что инновационные устройства важны, но главное – это создание систем, которые делают их полезными. Распределяя процесс принятия решений практически по всем системам, он создаст интеллектуальную сеть, которая будет поставлять чистую, безопасную, надежную и экономичную энергию для удовлетво-

рения возникающих потребностей экономики. Чем более всесторонне рассматриваются и развиваются потенциальные возможности умного города, тем быстрее и полнее мы реализуем его многочисленные возможности и преимущества. В Акколе все подсистемы города отправляют данные на единую защи-

щенную платформу, которая управляет умным городом.

Проведенный анализ работ, посвященный умным городам показал, что Умный город не может существенно развиваться без использования мультиагентных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karnouskos, S. and T.N. De Holanda, 2009. Simulation of a smart grid city with software agents. Proceeding of the 3rd UK Sim European Symposium on Computer Modeling and Simulation Conference, pp: 424-429.
2. Moslehi, K., 2010. Reliability perspective of the smart grid. IEEE T. Smart Grid, 1(1): 57-64.
3. Schoenherr, T., 2013. Environmental sustainability initiatives: A comparative analysis of plant efficiencies in Europe and the U.S. IEEE T. Eng. Manage., 60(2): 353-365.
4. Longo M., Roscia M. & Lazaroiu, G.C., (2014) Innovating Multi-agent Systems Applied to Smart City. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(20): 4296-4302, 2014
5. <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/vnedrenie-industrii-40-v-kazahstane-ili-kak-umnye-zavody-spravilis-so-svoey-rabotoy-v-period-karantina-i-mirovoy-pandemii-1483456>
6. Концепция проекта Smart-Astana: <http://ain.kz/wp-content/uploads/2018/01/Smart-Astana.pdf> [Accessed: 26-Nov-2020].
7. Roscia M., Longo M. & Lazaroiu, G.C., (2017) Smart City by multi-agent systems. International Conference on Renewable Energy Research and Applications
8. Yang, D.L., F. Liu and Y.D. Liang, 2010. A survey of the internet of things. Proceeding of the International Conference on E-Business Intelligence (ICEBI, 2010). Advances in Intelligent Systems Research, Atlantis Press, Kunming, Yunnan, China, pp: 358-366.
9. Albouy, D., F. Leibovici and C. Warman, 2013. Quality of life, firm productivity and the value of amenities across Canadian cities. Can. J. Econ., 46(2): 379-411.
10. Clayton, S., C. Litchfield and E.S. Geller, 2013. Psychological science, conservation and environmental sustainability. Front. Ecol. Environ., 11: 377-382.
11. Dijkstra, L., E. Garcilazo and P. McCann, 2013. The economic performance of European cities and city regions: Myths and realities. Eur. Plan. Stud., 21(3): 334-354.
12. Lazaroiu, G.C. and M. Roscia, 2012. Definition methodology for the smart cities model. Energy, 47(1): 326-332.
13. Lazaroiu, G.C., D. Zaninelli, M.O. Popescu and M.C. Roscia, 2012. Grid connected and stand alone DC power system prototype. Proceedings of the International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP, 2012), pp: 529-534.
14. Roscia, M., D. Zaninelli and G.H. Lazaroiu, 2011. Fuzzy logic applied for sustainable urban models. J. Environ. Protect. Ecol., 12(4A): 2225-2235.
15. Viitanen, J. and R. Kingston, 2013. Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. Environ. Plann. A, Vol. 45, DOI: 10.1068/a46242.
16. https://www.123rf.com/photo_57051446_stock-vector-smart-city-concept-with-different-icon-and-elements-modern-city-design-with-future-technology-for-li.html
17. Moslehi K. and Kumar R., "A reliability perspective of the smart grid," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 1, pp. 57-64, June 2010.

18. Bacco M. Di, Agents systems for smart grids (in italian: Sistemi ad Agenti per Smart Grid), May 2010 [online]. Available: [online]. Available: <http://climatesolutions.org/resources/reports/powering-up-the-smart-grid-a-northwest-initiative-for-job-creation-energy-security-and-clean-affordable-electricity/SmartEnergyNetwork.pdf>
19. Nwana H.S., Ndumu D.T. and Lee L.C., “ZEUS: an advanced tool-kit for engineering distributed multi-agent systems,” in Proc. 1998 Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems Conf., pp. 377-391
20. Pipattanasomporn M., Feroze H. and Rahman S., “Multi-agent Systems in a Distributed Smart Grid: Design and Implementation,” in Proc. PSCE 2009 IEEE Power Systems Conf. and Exp., pp. 1-8
21. Merabet G.H., Essaaidi M., Talei H., Abid M.R., Khalil N., Madkour M., Benhaddou D., (2014) Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids: A Survey. 978-1-4799-3824-7/14/\$31.00 ©2014 IEEE.
22. Olszewski R., Pałka P., Turek A., Kietlin' ska B., Płatkowski T. and Borkowski M. (2019). Spatiotemporal Modeling of the Smart City Residents' Activity with Multi-Agent Systems. www.mdpi.com/journal/applsci. Appl. Sci. 2019, 9, 2059; doi:10.3390/app9102059.
23. Diogo A., Fernandes B., Silva A., Faria J.C., Neves J., Analide C. (2018). A Multi-Agent System Blockchain for a Smart City. CYBER 2018: The Third International Conference on Cyber-Technologies and Cyber-Systems. Copyright (c) IARIA, 2018. ISBN: 978-1-61208-683-5.
24. Silva D., Ferraz F., Ferraz C. (2015). Smart City Applications TestBed. SOFTENG 2015 : The First International Conference on Advances and Trends in Software Engineering. Copyright (c) IARIA, 2015. ISBN: 978-1-61208-449-7.
25. Postránecký M., Svítek M. (2017) Conceptual Model of Complex Multi-agent System Smart City 4.0. International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems
26. Julian V., Botti V., (2019) Multi-Agent Systems. <https://doi.org/10.3390/app9071402>
27. Giordano A., Spezzano G., Vinci A. (2016) Smart Agents and Fog Computing for Smart City Applications. International Conference on Smart Cities. Smart-CT 2016: Smart Cities pp 137-146| Cite as.
28. Pšibyl O., Svítek M. (2016) System-oriented Approach to Smart Cities. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7569204>.
29. <https://rodestech.com/Aqkol/> (дата обращения 25.12.2020г.)