

Для цитирования

Бурый А.С., Квасницкий В.Н. Моделирование распределенных интеллектуальных систем / I Научно-практическая конференция, посвященная 100-летию деятельности ФГБУ «Институт стандартизации»: «Стандартизация: траектория науки», Санкт-Петербург, 9 октября 2024 года // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 6(81). С. 224–228.

УДК 004.89+316.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Бурый А.С., д-р техн. наук, ФГБУ «Институт стандартизации», г. Москва
Квасницкий В.Н., профессор, ФГБУ «НИЦИ МИД России», г. Москва

В развитии междисциплинарных исследований в области сложных систем на примере социотехнических систем показана актуальность агентно-ориентированного моделирования на основе интеллектуальных агентов, реализующих такие поведенческие свойства агента, как рациональность, проактивность, реактивность и социальность. Имитационное моделирование позволяет апробировать новые и существующие методы при исследовании сложных распределенных информационных систем, создавая модели описания процессов функционирования, сценарии поведения, достаточно точно воспроизводящие реальную обстановку, позволяя получать комплексные оценки моделируемых систем.

Ключевые слова: социотехническая система, агентно-ориентированное моделирование, междисциплинарность, когнитивный агент, имитационная модель.

SIMULATION OF DISTRIBUTED INTELLIGENT SYSTEMS

Buryi A.S., Dr. Tech. of Sciences, Russian Standardization Institute, Moscow
Kvasnitsky V.N., FSBI «Scientific Research Center of Informatics (NCI)», Moscow

In the development of interdisciplinary research in the field of complex systems, using the example of sociotechnical systems, the relevance of agent-oriented modeling based on intelligent agents implementing such behavioral properties of an agent as rationality, proactivity, reactivity and sociality is shown. Simulation modeling allows us to test new and existing methods in the study of complex distributed information systems, creating models for describing functioning processes, behavior scenarios that accurately reproduce the real situation, allowing us to obtain comprehensive assessments of the simulated systems.

Keywords: socio technical system, agent-based modeling, interdisciplinarity, cognitive agent, simulation model.

Введение

Рост сложности исследовательских задач в области социотехнических систем (СТС) часто является первопричиной разработки и применения новых подходов, совершенствования существующих научных методов, формирования новых концепций моделирования с учетом развития технологических и социальных подсистем, а также распределенной среды (внешнего мира), в которой организуется информационно-коммуникационное взаимодействие участников информационно-управляющих процессов.

Развитие автоматизированных систем управления сложными динамическими объектами строится на интеграции технических, технологических, программных, информационных средств автоматизации на базе интегрированных информационных и вычислительных сетей.

Многоаспектность автоматизированных систем управления подтверждается в стремлении исследователей к построению методологий как управления в организационной и социальной среде [1], так и на уровне информационного [2], а также технологического управления [3].

Особенности рассматриваемых СТС характеризуются большим объемом разнородной информации, ассоциированной с инновационными технологиями, территориальной распределенностью компонентов информационно-кибернетического пространства [4], динамичностью и сложностью структур [5] СТС, организационной неоднородностью элементов, что существенным образом ограничивает применимость апробированных методов и технологий управления.

Системный анализ – одно из активно развивающихся научных направлений, все шире проникающее в науки о природе, технике, гуманитарную сферу. Системное осмысление изучаемых явлений вводит в научное информационное пространство такие важные понятия, как целостность, структура, эмерджентность, подсистема, и, безусловно, полезно для углубления понимания социальной реальности [6].

Междисциплинарный характер исследований явился первопричиной развития относительно новой парадигмы имитационного моделирования – агентно-ориентированного моделирования (АОМ). АОМ выступает в качестве инструментария как в оптимизационных задачах управления [1], так и для моделирования поведения субъектов социальной среды [7, 8] с точки зрения соблюдения социальных норм, обеспечения социальных целей информационного взаимодействия социальных объектов при организации распределенных вычислений.

Целью настоящего исследования является совершенствование научной и методической базы при разработке концептуального подхода в применении когнитивных агентов в задачах моделирования информационного взаимодействия объектов.

Когнитивная природа междисциплинарности

Основным отличием СТС является то, что они состоят из активных субъектов, осуществляющих целенаправленную деятельность в соответствии с принимаемыми ими решениями и способных к рефлексии о своих действиях и действиях других субъектов. Способность субъектов изменять свои стратегию и тактику деятельности на основе рефлексии без жесткой зависимости от изменения внешних условий делает социальные системы внутренне неустойчивыми.

Многовариантность и альтернативность путей устойчивого развития социальных и экономических сфер находят свои приложения и в социотехнических системах, что реализуется в социальных программах, в стратегии развития «умных городов» [2, 9].

Социологическое направление развивается сейчас наиболее интенсивно, осмысливая применительно к проблемам социума кибернетические модели и концепции, уникальные результаты когнитивной психологии, лингвистики, семиотики [10], искусственного интеллекта, объединяя эти дисциплины реализацией агентного подхода, реализуя переход от рациональных агентов к интеллектуальным агентам.

Когнитивная наука направлена на междисциплинарное исследование процессов приобретения, хранения, преобразования и использования знаний. С появлением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) стало возможным проведение интенсивных кросс-научных исследований, представляющих собой сочетание таких областей, как нейросети, искусственная жизнь, искусственный интеллект, разумные среды и интернет вещей. Концепция NBIC-конвергенции (от нано, био, инфо и когнито) [11] определяет современную научно-инженерную практику. В рамках текущей концепции конвергенции сосуществуют различные специализированные технологии вместе с обширным научно-технологическим арсеналом в более широком смысле, чем в период линейного развития каждой отдельной дисциплины. Дальнейший прогресс привел к появлению социотехнологий – интеграции конвергентных технологий, которые способны оценить сложность изменений, происходящих в нашем обществе, и разработать соответствующие концептуальные,

методологические и управленческие модели. В этой связи становится ключевым понятие NBICS. Эти технологии вышли за пределы узкоспециализированных областей знания и стали неотъемлемой частью современного социального контекста благодаря своей междисциплинарности.

Классификация методов моделирования систем

В сложных системах причинно-следственные отношения между рядами параметров не являются простыми и ясными, они разнесены во времени и пространстве, что делает процесс прогноза последствий принимаемых решений малодостоверным. В тех случаях, когда эксперименты с реальными системами невозможны или слишком дороги, используют имитационное моделирование (ИМ).

Сферы применения ИМ постоянно расширяются. Вот только некоторые из них:

- определение требований к оборудованию, программному обеспечению и протоколам сетей связи;
- проектирование и анализ работы транспортных и производственных систем;
- оценка различных систем вооружений и военной техники, а также требований к их техническому и другим видам обеспечения;
- оценка проектов разработки различных систем массового обслуживания, например торговых центров, автозаправочных станций, больниц, отделений связи;
- анализ финансовых и экономических систем;
- определение политики в системах управления запасами.

На рис. 1 представлены типовые методы моделирования, в основе которых лежат методы формального описания системы, исключая для данных задач интуитивные, экспертные методы, вербальные модели [12]. В основе современных методов моделирования лежит комплексирование классических подходов, представленное в центре рис. 1.

Указанные объединения не претендуют на полноту, т.к. это постоянно развивающаяся область знаний с множеством приложений, но подход позволяет понять основные тенденции, а также возможные направления для разработки новых методик исследования. Выбор конкретного метода моделирования сложной системы определяется предметной областью, опытом ее изучения, опирается на системный подход и философию моделирования как методологию научного исследования.

СТС относятся к классу слабоструктурированных систем, поэтому когнитивный подход позволяет моделировать субъективные представления (знаний) экспертов о системе (ситуации), процессах в виде концептуальных моделей, представляющих основу создания полимодельных комплексов для систем поддержки принятия решений при управлении сложными динамическими объектами распределенной структуры.

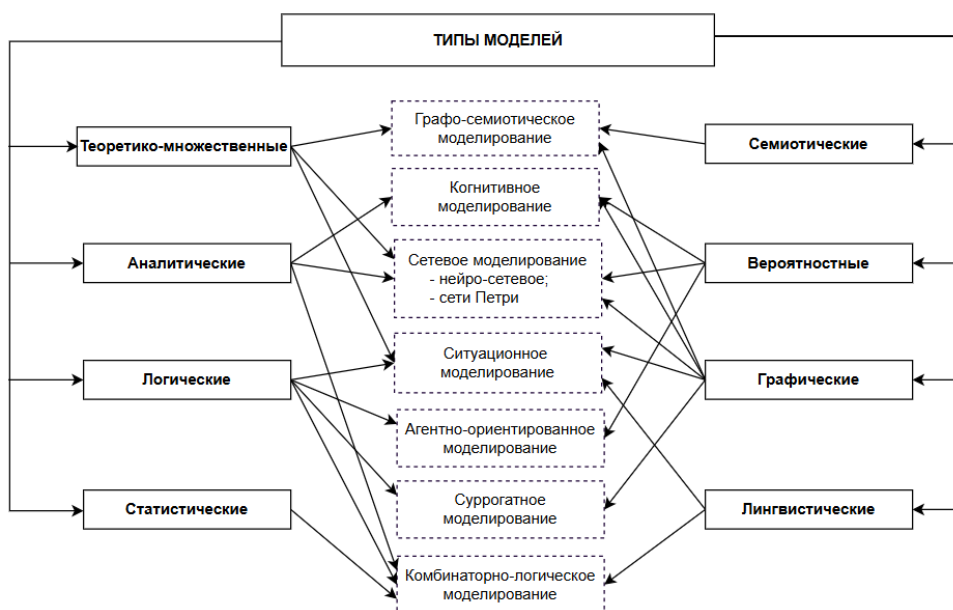


Рис. 1. Комплексование классических методов исследования

Знаковая динамика (в графо-семиотическом моделировании) рассматривается как целостный, необратимый, поэтапный процесс становления знака в его потенциальности действия, фактической реализации, целеустремленности в ходе социокультурных коммуникаций, образуя в различных проекциях семиотические конфигурации коммуникативного пространства – сложную сеть семиотических взаимозависимостей, возникающих в результате сочетания собственного опыта человека и традиций социосреды.

Для реализации АОМ из всего множества свойств агента принято выделять поведенческие – рациональность, проактивность, реактивность и социальность, составляющие суть интеллектуального агента (ИА), обеспечивая ему способность к автономному взаимодействию с внешней средой, обладающей недетерминированной реакцией на действия агента, способность адекватно и оперативно реагировать на изменения во внешней среде, а также способность к социальному взаимодействию и кооперативному поведению. ИА представляют собой интеллектуальную конструкцию или программное обеспечение, которое осуществляет некоторый набор операций от имени пользователя или другой программы с определенной степенью независимости и автономии, используя как предварительно заложенные базы данных и знаний, так и приобретенные в ходе функционирования (на этапах обучения) определенные знания и представления для достижения цели. ИА содержат наборы правил, которые позволяют осуществлять самоорганизацию.

Тактика поведения ИА предусматривает реализацию агентами функций регулирования и планирования, в ходе которых агент имеет возможность моделировать развитие ситуации, что позволяет ему более адекватно реагировать на текущие обстоятельства. При этом агенту необходимо не только учитывать свои действия и реакцию на них, но и формировать модели объектов и агентов окружающей среды для предсказания их возможных действий и реакций.

Заключение

Имитационное моделирование предоставляет возможность апробации новых и существующих методов при исследовании сложных распределенных информационных систем, создавая модели описания процессов функционирования, сценарии поведения, достаточно точно воспроизводящие реальную обстановку, позволяя получать комплексные оценки моделируемых систем. АОМ, представляющие собой когнитивные архитектуры, по сути являются «интеллектуальными» системами, которые когнитивно реалистичны и,

следовательно, во многих отношениях могут более достоверно реализовывать действия человека (оператора) в человеко-машинных системах автоматизированных комплексов.

Список литературы

1. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: МЦНМО, 2018. – 224 с.
2. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Информационные технологии цифровой трансформации умных городов // Правовая информатика. 2022. № 2. С. 4–13.
3. Иванов Д.А., Иванова М.А., Соколов Б.В. Анализ направления изменения управления предприятиями в условиях развития технологий Индустрии 4.0 // Труды СПИИРАН. 2018. № 5(60). С. 97–127.
4. Маслобоев А.В. Когнитивная технология динамического формирования и конфигурирования проблемно-ориентированных мультиагентных виртуальных пространств // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2013. Т. 16, № 4. С. 748–760.
5. Бурый А.С. Структурная сложность распределенных информационно-управляющих систем // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1994. № 5. С. 160–167.
6. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. – М.: Логос, 2001. – 296 с.
7. Словохотов Ю.Л., Новиков Д.А. Распределенный интеллект мультиагентных систем. Ч.1. Основные характеристики и простейшие формы // Проблемы управления. 2023. № 5. С. 3–22.
8. Бурый А.С., Квасницкий В.Н. Когнитивный подход к анализу сетевых коммуникаций // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2013. № 6 (16). С. 1
9. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Архитектура экспертных рекомендательных систем принятия решений в формате умного города // Правовая информатика. 2023. № 3. С. 41–53.
10. Кулинич А.А. Применение семиотических моделей предметной области в задачах поддержки принятия решений // Проблемы управления. 2022. № 5. С. 40–59.
11. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: ЛЕНАРД, 2021. – 160 с.
12. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Суррогатное моделирование распределенных информационных систем по большим данным // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 5(51). С. 43–50.

References

1. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Social'nye seti: modeli informacionnogo vliyaniya, upravleniya i protivoborstva. Moscow: MCNMO Publ., 2018, 224 p.
2. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Informacionnye tekhnologii cifrovoj transformacii umnyh gorodov. Legal Informatics, 2022, no. 2, pp. 4–13.
3. Ivanov D.A., Ivanova M.A., Sokolov B.V. Analiz napravleniya izmeneniya upravleniya predpriyatiyami v usloviyah razvitiya tekhnologij Industrii 4.0. Trudy SPIIRAN, 2018, no. 5(60), pp. 97–127.
4. Masloboev A.V. Kognitivnaya tekhnologiya dinamicheskogo formirovaniya i konfigurirovaniya problemno-orientirovannyh mul'tiagentnyh virtual'nyh prostranstv. Vestnik MGTU. Scientific Journal of Murmansk State Technical University, 2013, vol. 16, no. 4, pp. 748–760.
5. Buryi A.S. Structure complexity of distributed information-control systems. Izv. RAN. Teoriya i Sistemy Upravleniya, 1994, no. 5, pp. 160–167.
6. Plotinskiy Y.M. Modeli social'nyh processov: Uchebnoe posobie dlya vysshih uchebnyh zavedenij. Moscow: Logos Publ., 2001, 296 p.
7. Slovohotov Y.L., Novikov D.A. Raspredeleennyj intellekt mul'tiagentnyh sistem. Part 1. Osnovnye harakteristiki i prostejshie formy. Management problems, 2023, no. 5, pp. 3–22.
8. Buryi A.S., Kvasnicky V.N. Kognitivnyj podhod k analizu setevykh kommunikacij. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2013, no. 6(16), P. 1.
9. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Arhitektura ekspertnyh rekomendatel'nyh sistem prinyatiya reshenij v formate umnogo goroda. Legal Informatics, 2023, no. 3, pp. 41–53.
10. Kulnich A.A. Primenenie semioticheskikh modelej predmetnoj oblasti v zadachah podderzhki prinyatiya reshenij. Management problems, 2022, no. 5, pp. 40–59.
11. Novikov D.A. Kibernetika: Navigator. Istoriya kibernetiki, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya. Moscow: LENARD Publ., 2021, 160 p.
12. Buryi A.S., Shevkunov M.A. Surrogatnoe modelirovanie raspredelennyh informacionnyh sistem po bol'shim dannym. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2019, no. 5(51), pp. 43–50.