

Интеллектуализация городского управления как необходимый этап перехода к умному городу

Intellectualization of city management as a necessary stage of transition to a smart city



Душкин Роман Викторович
Заместитель генерального директора по интеллектуальным транспортным системам и АПК «Безопасный город», ООО «ВойсЛинк», Москва, Россия
roman.dushkin@gmail.com

Roman Dushkin
Deputy CEO on Intelligent Transport Systems and Smart Cities, Voice-Link LLC, Moscow, Russia
roman.dushkin@gmail.com



Андронов Михаил Григорьевич
Студент факультета фундаментальной физико-химической инженерии Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
mihandronov@gmail.com

Mikhail Andronov
Student of the faculty of fundamental physical and chemical engineering, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
mihandronov@gmail.com

Аннотация. В последнее время важным направлением в области городского управления является создание умных городов. Инновационный характер управления умным городом обеспечивается включением целого комплекса автоматизированных и информационных систем управления в его инфраструктуру. Интеллектуализация таких систем управления приводит к возникновению гибридного ИИ, который может вывести современное городское управление на новый уровень.

Ключевые слова: умный город, интеллектуальные агенты, гибридный ИИ.

Abstract. Recently, an important focus in the field of urban management is the creation of smart cities. The innovative nature of smart city management is ensured by the inclusion of the whole complex of automated and information control systems in its infrastructure. The intellectualization of such control systems leads to the emergence of a hybrid AI, which can bring modern urban management to a new level.

Keywords: smart city, intelligent agents, hybrid AI.

На современном этапе одной из ключевых задач в области проектирования городов является создание так называемых «умных городов» [2]. Суть концепции умного города состоит в привлечении новых инфраструктурных и информационных технологий для более эффективного управления городским имуществом. Исследование о ключевых технологиях, проведённое консалтинговой компанией PricewaterhouseCoopers [5], включает искусственный интеллект, интернет вещей и децентрализованные вычисления в множество ключевых технологий для бизнеса, которые окажут существенное влияние на все аспекты и сферы жизни в самом ближайшем будущем. При этом, как указывается в отчёте, «...некоторые технологии дополняют друг друга и усиливают эффект от их использования, приводя к тому, что некоторые называют «Четвёртой промышленной революцией». Становится ясно, что появление умных городов идёт совместно с движением к четвёртой технологической революции, а развитие технологий открывает широкие возможности по решению новых задач в вопросах автоматизации и интеллектуализации технологических процессов и процессов управления».

Необходимой функцией умного города является предиктивный режим управления, который может быть обеспечен работой интеллектуальных агентов—особых технических систем, включённых в городскую инфраструктуру. Эти агенты непрерывно предоставляют обобщённую информацию ответственному органу—тоже интеллектуальному агенту, который на её основе производит динамическое моделирование процессов и прогнозирует развитие ситуации в городе, на основе чего принимаются дальнейшие управленческие решения.

Появление и всестороннее распространение умных элементов инфраструктуры предлагает использовать для автоматизации и интеллектуализации процессов городского управления новые принципы, выводящие объекты автоматизации на более высокие уровни эффективности и инновационности [1; 3].

Интеллектуальность и интеллектуализация

Под интеллектуальностью искусственной (технической) системы понимается наличие у такой системы двух важных свойств:

адаптивности и автономности. Адаптивность предполагает возможность системы изменять свое поведение, подстраиваясь к изменяющимся условиям жизнедеятельности или эксплуатации. Автономность характеризует возможность системы работать без вмешательства человека, в том числе и в части функциональности по принятию самостоятельных решений. Чем выше степень автономности и адаптивности искусственной системы, тем выше её интеллектуальность.

Процесс повышения степени интеллектуальности технической системы называется интеллектуализацией. Исходя из того, что интеллектуальность является составной характеристикой из двух более простых свойств, интеллектуализация представляет собой траекторию развития системы в рамках своего жизненного цикла от низкого уровня к высокому по двумерному пространству состояний.

Если рассмотреть относительные шкалы для классификации технических систем по степеням их адаптивности и автономности, то можно представить непрерывное двумерное пространство, в котором каждая точка может соответствовать определённой технической системе с заданными степенями адаптивности и автономности от точки (0, 0)—полностью неадаптивная и неавтономная система до точки (1, 1)—совершенно адаптивная и автономная система (рис. 1).

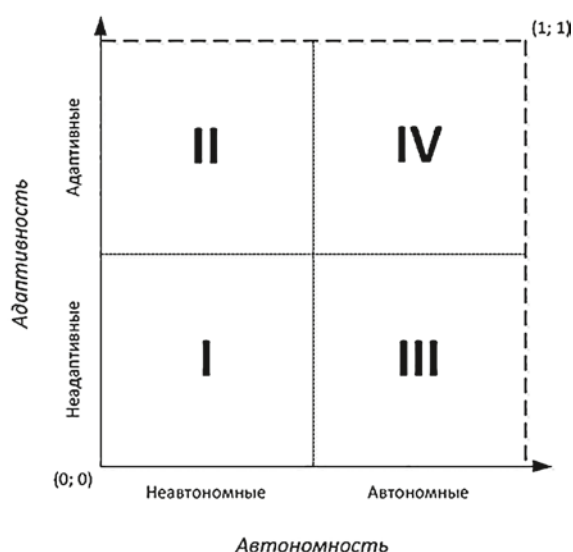


Рисунок 1 — Квадранты для классификации технических систем по адаптивности и автономности для выявления степени интеллектуальности систем

В качестве типовых примеров систем, которые находятся в квадрантах двумерного классификатора интеллектуальности систем, можно привести следующие:

- 1. Робот-манипулятор на промышленном производстве—обычно такой робот преднастроен на выполнение заданной последовательности действий (низкая адаптивность) и в принципе не предназначен для продуцирования каких-либо решений (отсутствие автономности).
- 2. Персональный помощник—система

для планирования, напоминания, выполнения рутинных действий, которая постоянно обучается во взаимодействии со своим пользователем (высокая адаптивность) и при этом может самостоятельно запускать различные сценарии общения со своим пользователем и в рамках такого общения самостоятельно делать выбор в пользу того или иного варианта решения на основе прошлых предпочтений пользователя (высокая автономность).

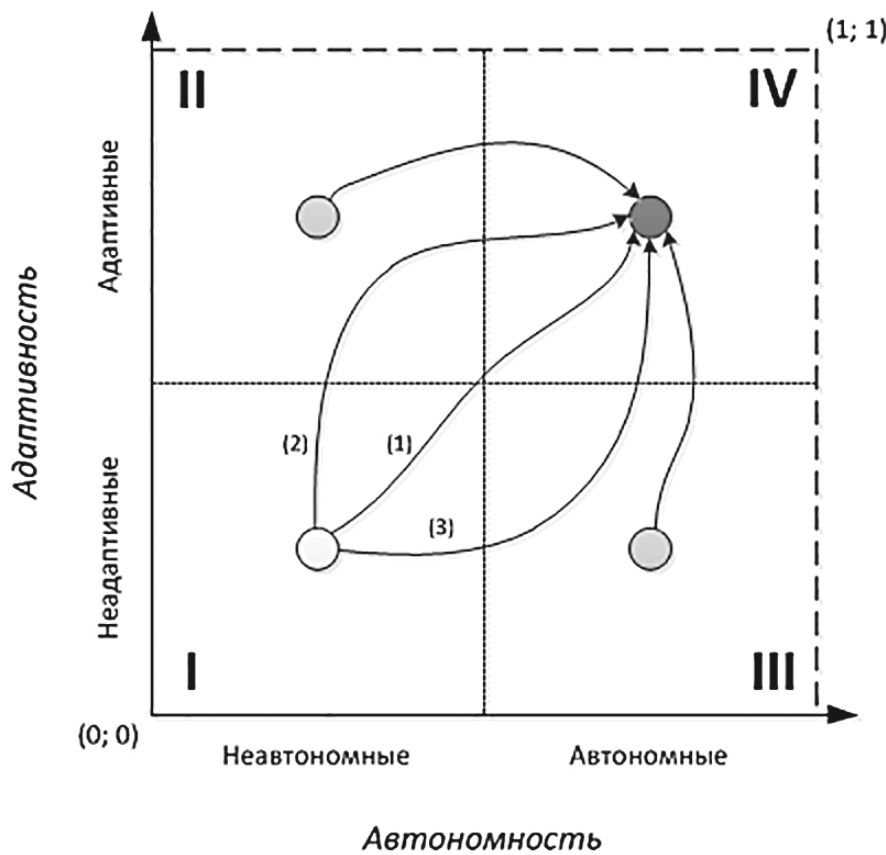


Рисунок 3 — Общая схема автоматизированной системы управления

Гибридный ИИ

Интеллектуальные технические системы, призванные осуществлять управление умным городом, могут быть построены по-разному. Рассмотрим архитектуру интеллектуальных технических систем на основе так

называемой гибридной парадигме искусственного интеллекта. Общая (абстрактная) схема автоматизированной системы управления может быть представлена диаграммой, показанной на рис. 3:

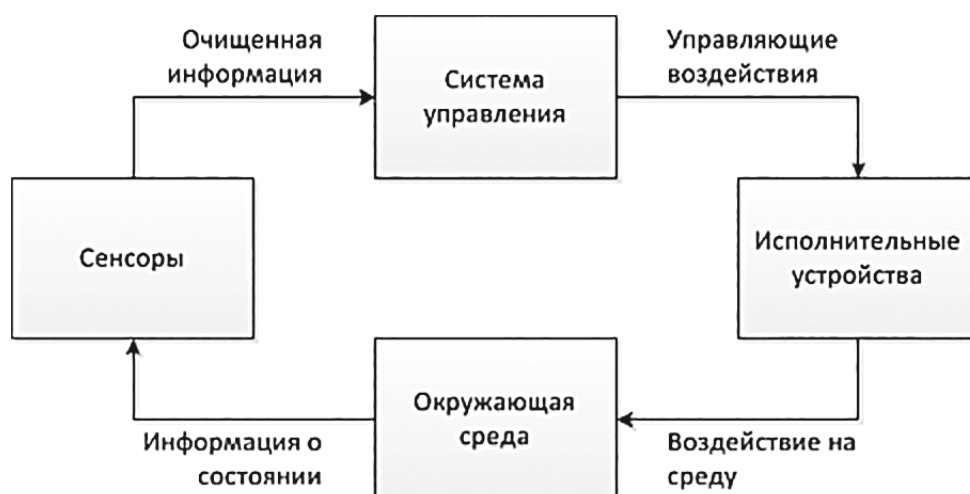


Рисунок 3 – Общая схема автоматизированной системы управления

Гибридный искусственный интеллект получается путём интеллектуализации системы, описываемой этой схемой. В неё нужно внести изменение, которое состоит в добавлении второго контура принятия решений, работа которого основана на двух

дополнительных возможностях—машинном обучении и логическом выводе. Расширенная (интеллектуализированная) схема управления показана на следующем рисунке.

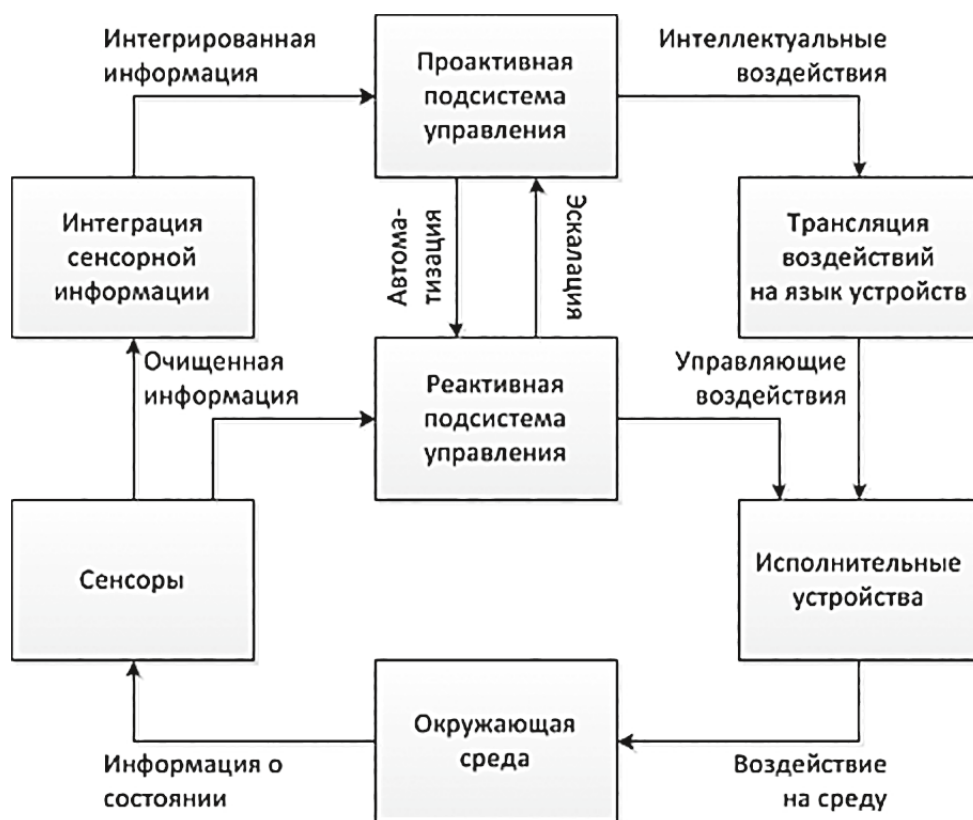


Рисунок 4—Общая схема интеллектуальной системы управления

Как видно, единая система управления разбита на две подсистемы:

1. Реактивная подсистема управления—фактически, реализует традиционную схему управления, когда сигналы с сенсоров обрабатываются системой управления и по ним осуществляется формирование управленческих воздействий на среду (объект управления) через исполнительные устройства.

2. Проактивная подсистема управления—добавляет дополнительный промежуточный уровень, который позволяет осуществлять обучение системы, построение прогноза на основе моделирования среды и своего поведения в ней, построение плана действий и сравнение факта с прогнозом и планом для осуществления обучения (адаптации) системы к изменяющимся условиям внешней среды.

Эти подсистемы связаны друг с другом при помощи передачи фокуса управления. Когда проактивная подсистема создаёт новый паттерн поведения системы в изменившихся условиях, и среда «устоялась», контур управленческого воздействия спускается в реактивную систему, происходит автоматизация реакции, так как, фактически, для неизменяющихся условий деятельности обучение и проактивное поведение не требуется, а потому реактивная реакция будет работать быстрее. Если же в процессе «рефлекторного» действия реактивной системы обнаруживается изменения в среде или объекте управления, то реактивная система эскалирует фокус внимания на проактивную для обработки изменившихся условий и выработки новых правил и паттернов поведения.

Цикл управления в рамках такой интеллектуализированной системы управления теперь заключается в последовательном выполнении следующих шагов:

1. Сбор входной информации со всех сенсоров, которые осуществляют мониторинг различных параметров объекта управления и среды, в которой функционирует система. Каждый тип сенсора в этом случае является отдельной индивидуальной модальностью восприятия системы.

2. Сенсоры очищают входную информацию от шумов и осуществляют первый выбор пути дальнейшей обработки. Если входная информация с сенсоров соответствует каким-либо автоматическим паттернам поведения системы, то фокус управле-

ния передаётся в реактивную подсистему, которая выбирает конкретный паттерн и исполняет его. Однако если в процессе реагировать по реактивному сценарию система обнаруживает, что что-то пошло не так, осуществляется эскалация на проактивную подсистему управления, как было описано ранее.

3. Если входная информация не имеет автоматической реакции для своей обработки, то осуществляется интеграция всех модальностей восприятия системы в единый блок описания объекта управления и среды. На выходе этого модуля появляется целостная картина восприятия, которая передаётся в проактивную подсистему управления.

4. Проактивная подсистема управления принимает решение на основе имеющихся у неё динамических моделей себя самой, объекта управления и среды. Здесь должны использоваться методы машинного обучения и нисходящей парадигмы искусственного интеллекта. На выходе проактивной подсистемы управления появляется управленческое воздействие, которое записывается в реактивную подсистему в качестве нового правила, а также направляется на исполнение.

5. Для исполнения управленческое воздействие переводится на язык конкретных исполнительных устройств, которые взаимодействуют с объектом управления и средой. Исполнительные устройства выполняют команду. Цикл работы завершается.

Вместе с тем в описанной схеме отсутствует важный компонент интеллектуальности—циклы контроля своего собственного состояния от каждого элемента интеллектуальной системы управления. Добавление таких циклов осуществляется через сенсоры—в наборе модальностей восприятия появляются внутренние модальности. Задание сенсоров необходимо для очищения внутренней информации, которая так же, как и любая другая, может быть зашумлена.

Интерес вызывает то, что система именно с такой архитектурой при переходе через определённый порог сложности может считаться сознательной с поведенческой точки зрения. Действительно, в соответствии с определением, данным нейрофизиологом Е.Р. Джоном, сознание—это «процесс, в ходе которого информация о множественных индивидуальных модальностях



Рисунок 5 — Дополнение общей схемы интеллектуальной системы управления контурами самоконтроля

восприятия и ощущения сводится в единое многоплановое представление о состоянии системы и её окружения и интегрируется с информацией о воспоминаниях и потребностях организма, порождая эмоциональные реакции и программы поведения, способствующие приспособлению

организма к его окружению» [4; 6].

Внедрение в инфраструктуру умного города интеллектуальных агентов, имеющих архитектуру гибридного ИИ, может оказать определяющее влияние на инновационное городское управление.

Литература:

1. Ансофф. И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989.
2. Зотов В. Б. Информационные технологии как инструмент повышения эффективности управления городом // Управленческие науки. — 2012. — № 1. — С. 4–12.
3. Милькина И. В., Косарин С. П. Искусственный интеллект в системе управления городом // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Государственный университет управления. — 2017. — С. 258–264.
4. Hofstadter D. R., Dennett D. The Mind's I: Fantasies and Reflections on Self and Soul, 1981.
5. Pw C. Essential Eight Technologies, 2016. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html> (дата обращения: 24.04.2019).
6. Thacher R. W., John E. R. Foundations of Cognitive Processes. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1977.

Literature:

1. Ansoff I. Strategic management. M.: Economics, 1989.
2. Zotov V. B. Information Technologies as a Tool to Improve City Management Efficiency // Management Science [Upravlencheskie nauki]. — 2012. — No 1. — P. 4–12.
3. Milkina I. V., Kosarin S. P. Artificial Intelligence in a City Management System // Step to the Future: Artificial Intelligence and Digital Economy. Proceedings of the 1st International scientific-practical conference. State University of Management. 2017. — P. 258–264.
4. Hofstadter D. R., Dennett D. The Mind's I: Fantasies and Reflections on Self and Soul, 1981.
5. Pw C. Essential Eight Technologies, 2016. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html> (accessed: 24.04.2019).
6. Thacher R. W., John E. R. Foundations of Cognitive Processes. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1977.