



Volume: 03 Issue: 11 | 2022 ISSN: 2660-454X

<https://cajitmf.centralasianstudies.org>

Методы Искусственного Интеллекта При Проектировании И Эксплуатации Систем Водоснабжения

¹ Мирзанова Н. М.

Received 16th Sep 2022,
Accepted 19th Oct 2022,
Online 3rd Nov 2022

¹ Докторант кафедры «Электронная
коммерция и цифровая экономика»
Ташкентского Финансового института

Аннотация: Численные методы уже много лет широко используются при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения. Компьютерные технологии характеризуются очень динамичным прогрессом в области аппаратного и программного обеспечения. Специализированные компьютерные программы предлагают все больше и больше возможностей, особенно в области ввода данных и просмотра результатов, но по-прежнему работают на основе заранее определенных алгоритмов. В настоящее время мы имеем дело с бурным развитием технологий искусственного интеллекта. Вероятно, никогда не появятся вычислительные программы, которые полностью заменят оператору необходимость принимать ключевые решения, но в последние годы ставится цель разработать компьютерные программы, которые будут характеризоваться хотя бы небольшой степенью креативности. С этой целью традиционные вычислительные программы дополняются методами искусственного интеллекта, включая искусственные нейронные сети, экспертные системы, эвристические методы. Вышеуказанную тенденцию также можно наблюдать в вопросах, связанных с водоснабжением, в задачах проектирования и эксплуатации. В литературе представлены предложения по использованию искусственного интеллекта на этапе водоподготовки, обеззараживания, перекачки, гидравлического проектирования и моделирования систем распределения воды и других компонентов.

Ключевые слова: Методы, искусственный интеллект, программы, экспертные системы, нейронные сети.

Потребовалось много оптимизационных задач, которые очень трудно решить обычными методами. В данной статье приведены некоторые примеры использования методов

искусственного интеллекта в задачах водоснабжения, свидетельствующие о том, что это те решения, которые прокладывают путь для внедрения в практику проектирования и эксплуатации. Широкий спектр методов искусственного интеллекта требует тщательного анализа, чтобы этот метод мог быть применен к отдельным проблемам. Также требуется доскональное знание текущей работы в этом отношении.

Введение

Численные методы широко используются в течение многих лет при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения. Компьютерная техника характеризуется очень динамичным развитием как аппаратного, так и программного обеспечения. Специализированные компьютерные программы предлагают все больше и больше возможностей, особенно в области обработки данных и просмотра результатов, но по-прежнему работают на основе заранее определенных алгоритмов. В настоящее время мы также сталкиваемся с бурным развитием методов искусственного интеллекта, которые прокладывают себе путь к практическим приложениям. Вероятно, никогда не будет вычислительных программ, которые полностью избавят оператора от необходимости принимать важные решения. В последние годы, однако, предпринимаются попытки создать компьютерные программы, которые будут характеризоваться, по крайней мере, небольшим сплавом творчества в области контроля и оценки результатов вычислений. Для этого традиционные вычислительные программы дополняются методами искусственного интеллекта, включая искусственные нейронные сети и экспертные системы. Вышесказанное также можно увидеть в вопросах, связанных с охраной воды. Целью статьи было представить литературный анализ застойности методов искусственного интеллекта в вопросах проектирования и эксплуатации систем водоснабжения.

Обзор выбранных методов искусственного интеллекта концепция интеллекта имеет множество определений, которые подчеркивают различные элементы человеческой деятельности.

Можно предположить, что это совокупность знаний и опыта, способность эффективно вести себя в отношении новых ситуаций и задач, способность рассуждать для эффективного решения проблем [5]. Несмотря на то, что интеллект приписывается исключительно человеку, с момента создания первого компьютера было много попыток построить машину, которая отличалась бы вышеуказанными характеристиками. Сегодня известно, что компьютеры могут решать многие проблемы быстрее и эффективнее, чем люди, но это относится, прежде всего, к задачам с известными алгоритмами, в которых существует значительная повторяемость вычислений. Они все чаще находят применение и в тех случаях, когда требуется творческая деятельность. Компьютер, конечно, не может заменить человека, но в приложениях, где знания содержат много фактов и трудно запоминаются, интеллектуальные системы, безусловно, могут способствовать улучшению выполнения различных задач. Это привело к появлению области науки, называемой искусственным интеллектом (искусственный интеллект) [5], которая в настоящее время считается частью информатики. Здесь можно выделить несколько направлений, но наибольшую популярность приобрели экспертные системы, искусственные сети и различные виды метаэвристики.

Экспертные системы

Экспертные системы (англ. expert systems) - это компьютерные программы, оснащенные базой знаний и процедурами умозаключений, позволяющими делать выводы, генерировать новые знания, действуя при этом аналогично процессу рассуждений человека [7,5]. Отличительной особенностью экспертных систем является предварительное представление знаний в

символической форме, и наиболее важную роль в этом случае играет метод, основанный на правилах [6]. Основной проблемой, возникающей при создании экспертных систем, является приобретение знаний (knowledge acquisition). В течение многих лет основным направлением знаний были консультации со специалистами, профессиональная литература, анкеты. Однако этот тип приобретения знаний является сложной, временной и дорогостоящей задачей. В связи с этим проводится исследование автоматизации этого процесса, которое тесно связано с вопросами машинного обучения (машинного обучения, систем обучения) (англ. machine learning). Наиболее часто используемым методом автоматического приобретения знаний является так называемый индуктивный вывод, который определяется как переход „от детали к общему”. В основе этого метода лежит так называемый принцип индукции, который гласит, что можно перейти от примеров, являющихся единичными наблюдениями данного объекта (prose-su), к общим законам, включающим также примеры вне обучающего набора. Наиболее часто используемым алгоритмом индуктивного вывода является метод построения деревьев решений C4.5, разработанный Р. Куинланом [57,58]. Деревья решений используются для извлечения знаний из набора обучающих примеров и записи их в правильно определенный график, на основе которого могут быть созданы правила базы знаний экспертной системы.

Искусственные нейронные сети

Среди методов искусственного интеллекта, помимо символического представления знаний, есть и несимволические представления. Методы этого типа основаны на наблюдении за функционированием нервной системы или процессами, происходящими в мире природы. К этой группе относятся т.н. искусственные нейронные сети (ANN – Artificial Neural Networks), имитирующие обработку информации в нервных системах животных и людей. В них знания накапливаются в структуре связей между отдельными нейронами и значениях Весов, представляющих силу этих связей [4]. Наиболее часто используемым типом однократной искусственной нейронной сети является многослойный персептрон, который состоит из нейронов, расположенных слоями. Нейроны соединяются между слоями по принципу "каждый с каждым", в то время как в одном слое нет связей между нейронами. Различают три основных типа слоев многослойных персептронов: входной слой, скрытый слой и выходной слой.

Нейронные сети работают в два этапа. Первый-это обучение на основе набора данных, описывающих решаемую проблему. Это делается с помощью методов обучения, позволяющих определить соответствующие значения параметров сети – весов связей между нейронами и пороговых значений. Основными методами обучения многослойных персептронов являются алгоритм обратного распространения ошибок (BP-BackPropagation) и алгоритм квази-Ньютона (переменная метрики BFGS).

Второй этап-это правильное действие, при котором нейронная сеть должна решать новые задачи, используя данные, не участвующие в обучении сети раньше. Искусственные нейронные сети позволяют моделировать нелинейную систему без необходимости делать какие-либо предварительные предположения о форме модели. Они могут использоваться везде, где возникают проблемы, связанные с прогнозированием, классификацией, дизайном, контролем или управлением.

Мета эвристики

Термин эвристика, производный от греческого heuriskein-знать-лежать, обнаружить, означает правило поведения, основанное на опыте, которое позволяет получить приблизительное решение, когда точный алгоритмический метод неизвестен, возможно, сократить или упростить процесс решения проблемы, когда она сложна и отнимает много времени. Эвристические методы являются одними из основных инструментов искусственного интеллекта. В конце концов, понятие

метаэвристики было введено, добавив префикс мета -, т. е. над-в связи с тем, что это методы, которые не предназначены для решения конкретных задач, а просто дают способ, который может быть применен в различных областях.

За последние несколько десятилетий было разработано множество методов, относящихся к группе метаэвристики, вдохновленных биологическими и физическими механизмами. Наиболее известными являются: эволюционные алгоритмы, включая генетические алгоритмы, алгоритм муравьев, алгоритм поиска табу, оптимизацию роя частиц. Эволюционные алгоритмы (англ. EA –) включают методы, вдохновленные принципом естественного отбора, в котором используются механизмы отбора, размножения и мутаций, как в биологическом процессе эволюции Instagram. Генетические алгоритмы (англ.–genetic algorithm) представляют собой наиболее известный класс эволюционных алгоритмов. Генетические алгоритмы ищут пространство альтернативных решений проблемы, чтобы найти лучшие решения на основе моделирования механизмов биологической эволюции [3,4].

Муравьиный алгоритм (англ. Optimization colonii muraviev) использует метод решения проблем путем поиска хороших путей в графах, вдохновленный поведением муравьев, ищущих пищу для своей колонии. В алгоритмах муравьев колония искусственных особей взаимодействует друг с другом в процессе поиска оптимальных решений [2].

Алгоритм поиска табу (TS – tabu search) - эвристика, направленная на минимальную целевую функцию. Алгоритм основан на случайном перемещении пространства решений, но имеет дополнительно „список табу”, то есть запрещенных решений, который позволяет избежать застревания в локальном минимуме и направить поиск в более благоприятные области пространства [3]. Оптимизация Роем частиц (Optimization), также называемая интеллектом Роя (стада) или рассеянным интеллектом, является вероятностной техникой оптимизации, вдохновленной поведением стада животных (насекомых, птиц, рыб). Интеллект роя (стада) - это понятие, обозначающее формирование сотрудничества между несколькими естественными участниками (например, стадом гусей) или искусственными участниками (например, группой роботов) без заранее определенного плана и без командного подразделения. Это явление заключается в коллективной самоорганизации и является основой, рассматриваемой метаэвристики [2].

Текущее состояние применения выбранных методов искусственного интеллекта в вопросах водоснабжения общее обсуждение и постулат применения методов искусственного интеллекта в мониторинге, управлении и эксплуатации систем водоснабжения и водохранилища приводятся в работе [7].

Экспертные системы

Пример экспертной системы, применяемой на практике [1]. Он был разработан для управления сетью водоснабжения Ташкентской области. Экспертная система EXPLORE снижает затраты на перекачку воды, прогнозируя потребность в воде, а затем устанавливая оптимальный ежедневный график работы насосов. Система позволила сократить расходы на перекачку на 25%. В Узбекистане была внедрена экспертная система для оптимизации подачи воды с очистных сооружений в пять сетевых резервуаров [9]. Он получает текущие данные из системы управления SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) и на этой основе регулирует производительность очистных сооружений и заполнение резервуаров. В статье [13] представлено применение экспертной системы для контроля давления в водопроводной сети с использованием информации из гидравлического динамического моделирования и текущих данных измерений.

В работе [1] сравнивалась новая экспертная система в отношении известных моделей оптимизации, предназначенных для анализа расположения датчиков мониторинга загрязнения в водопроводной сети. Оба инструмента работают с EPANET. Сравнение между экспертной системой и существующими моделями оптимизации подтвердило, что предлагаемая экспертная система может конкурировать с большинством моделей оптимизации. В [6,4] была представлена интеллектуальная система поддержки принятия решений, предназначенная для управления водопроводной сетью. В статьях [2,3] описывается процесс создания правил принятия решений для экспертных систем с использованием индукции дерева решений для оценки системы распределения воды и распределения давления.

Эксперт обнаруживает проблему, возникающую из-за неправильной высоты давления, и предлагает соответствующее решение. В работе [7] рассматривается проблема оценки результатов расчетов систем распределения воды с точки зрения потерь давления и расхода на расчетных участках. Для этого создаются два дерева решений, позволяющих обнаружить ошибку и определить ее причину. В имеющейся литературе также появляются предложения по экспертным системам, направленным на поддержку эксплуатации оборудования водоочистных сооружений [8,9].

3.2. Искусственные нейронные сети также находят широкий спектр применения в искусственных сетях не-гопou. Многие примеры использования искусственных нейронных сетей в вопросах водоснабжения приводятся в отчете, подготовленном американским обществом [4]. Instagram В работах [4,7] описаны искусственные нейронные сети, направленные на улучшение процесса тары численной модели системы распределения воды. Гидравлические расчеты по формуле Дарси-Вейсбаха требуют определения, чаще всего итеративным методом, коэффициента линейного сопротивления. В статьях [2,8] представлены методы расчета этого коэффициента с помощью искусственных нейронных сетей, которые позволяют сократить время вычислений.

В статьях [2,1] представлены методы расчета этого коэффициента с использованием искусственных нейронных сетей, которые позволяют сократить время вычислений. Вычислительные модули, основанные на искусственных нейронных сетях, также были введены в методы моделирования, используемые при управлении водопроводными сетями в реальном времени. Задача нейронных вычислений в этом случае состоит в том, чтобы упростить вычислительную модель и ускорить вычисления [2,12,8,4]. Проблема управления установками регулирующих клапанов с использованием нейронных сетей была рассмотрена в статьях [4,1]. В работе [2] предполагается, что гидравлические расчеты систем распределения — воды-это многоступенчатый процесс, требующий оценки результатов, соответствующей коррекции данных и последующих расчетов.

Соответственно, методика диагностики процессов использовалась для оценки результатов расчетов. Были введены диагностические методы обнаружения вычислительных аномалий с использованием искусственных нейронных сетей. Эффективное управление системой распределения воды требует точной информации о текущих параметрах состояния сети. По экономическим причинам часть параметров должна быть рассчитана на основе имеющейся информации. В группе методов оценки параметров появляются оценки, основанные на искусственных сетях нейронов [9,3]. Компьютерная система управления работой насосных систем с использованием генетических алгоритмов и искусственных нейронных сетей описана в статье [40]. Большая часть работы была посвящена использованию искусственных нейронных сетей в методах обнаружения и локализации повреждений трубопроводов [1,3].

Результаты исследования возможности использования искусственных нейронных сетей для моделирования качества воды в водопроводных сетях приведены в работе [7,4]. Попытка калибровки модели качества воды в водопроводной сети с помощью нейронной сети типа RBF

описана в работе [9]. Проблеме моделирования с использованием искусственных нейронных сетей соответствующей дозы хлора в воде посвящена работа [3,6,6]. В работе [6] представлена нейронная сеть, реализующая обобщенную регрессию GRNN, используемую для прогнозирования концентрации хлора, оставшегося в выбранных точках сети, за 72 часа. Нейронные сети также были разработаны для оценки количества хлора, оставшегося в резервных резервуарах на водопроводных сетях [9]. В работе [5] была рассмотрена проблема прогнозирования с помощью искусственных нейронных сетей частых отказов чугунных проводов на водопроводной сети. В статье [3] представлено использование искусственных нейронных сетей для моделирования отказов и оценки.

Можно привести множество предложений по использованию искусственных нейронных сетей для прогнозирования потребности в воде в системах распределения воды 1534 Андрей Чапчук, Яцек Давидович, Яцек Пекарский [5,12,11]. Большая часть работы посвящена использованию искусственных нейронных сетей для оптимизации и управления процессом очистки воды и, в частности, процессом коагуляции [10,8]. На основании исторических данных определяются дозы коагулянтов. Также изучалось использование искусственных нейронных сетей для автоматизации управления процессом флотации под давлением [9]. Тема оптимизации процессов очистки воды с использованием методов искусственного интеллекта широко обсуждалась в работе [3].

В работе [6] представлены эксперименты по использованию искусственных нейронных сетей для прогнозирования концентрации ТГМ (тригалометанов) в процессе дезинфекции воды. Методы искусственного интеллекта были использованы для реализации компьютерной системы обучения и обучения операторов водоочистных сооружений и очистных сооружений (OPTRAIN), которая позволяет индивидуально управлять процессом обучения оператора без присмотра, обучающегося [7].

Метаэвристика в вопросах водоснабжения метаэвристические методы в течение многих лет не находили признания в технических расчетах. В настоящее время, однако, они используются в сложных вычислительных задачах, которые не имеют строгих алгоритмов. Чаще всего это вопросы оптимизации. Можно привести примеры использования генетических алгоритмов для оптимизации выбора диаметров водопроводных труб [11]. В работе [6] обсуждалась проблема оптимизации работы насосной станции с помощью генетических алгоритмов, направленных на минимизацию потребления электроэнергии. В статье генетические алгоритмы были использованы для решения проблемы оптимального положения регулирующих клапанов и их настроек для уменьшения утечек из водопроводной сети [12].

Генетический алгоритм, направленный на многокритериальную оптимизацию при проектировании системы распределения воды с учетом экономических и надежных условий, обсуждается в работе [5]. Также появляются предложения по применению муравьиных алгоритмов в расчетах систем распределения воды [3,8,7], алгоритма поиска табу [8,9] и методов оптимизации роя частиц [7,8,5].

Обобщение и выводы вычислительные методы, основанные на классических численных алгоритмах, в значительной степени исчерпали возможности разработки. Ускорение вычислений за счет использования компьютеров нового поколения не всегда дает лучшие результаты. Только применение новых вычислительных методов может значительно улучшить качество получаемых решений и результатов вычислений. Все чаще при решении многих проблем прибегают к методам из области искусственного интеллекта. Они находят применение при решении вопросов, которые до сих пор из-за своей сложности не имели классических вычислительных алгоритмов или существенного объема требуемых данных и ограничений, делали их использование необоснованным.

Представленный обзор предложений по применению выбранных методов искусственного интеллекта в вопросах водоснабжения показывает, что это решения, которые прокладывают себе путь к реализации на практике. Широкий спектр методов искусственного интеллекта требует тщательного анализа того, какие методы могут найти применение в конкретных задачах проектирования или эксплуатации. Также необходимо знать, какие работы в настоящее время ведутся в вышеуказанной области.

Использованная литература:

1. Maratovna M. N., Shukhratullayevna I. Z. Features of integrated water resources management of the charvak reservoir //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 3. – С. 2604-2609.
2. D. Jamoljon and A. Akmal, "Monitoring of Groundwater Status Based on Geoinformation Systems and Technologies," *2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670175.
3. D. Jung and J. H. Kim. 2018. State Estimation Network Design for Water Distribution Systems.(link is external) *Journal of Water Resources Planning and Management*. 144 (1).
4. H. Jenny et al. 2020. Using Artificial Intelligence for Smart Water Management Systems.(link is external) *ADB Briefs*. 143. June. Manila: Asian Development Bank.
5. H. R. Asgari and M. F. Maghrebi. 2016. Application of Nodal Pressure Measurements in Leak Detection(link is external). *Flow Measurement and Instrumentation*. 50. pp. 128–134.
6. International Benchmarking Network(link is external).
7. R. Pérez et al. 2011. Methodology for Leakage Isolation Using Pressure Sensitivity Analysis in Water Distribution Networks.(link is external) *Control Engineering Practice*. 19 (10).
8. S. Díaz, J. González, and R. Mínguez. 2016. Uncertainty Evaluation for Constrained State Estimation in Water Distribution Systems.(link is external) *Journal of Water Resources Planning and Management*. 142 (12).
9. Sensus. 2020. Improving Utility Performance Through Analytics: Market Research Report.(link is external) *White Paper*.
10. S. G. Vrachimis, D. G. Eliades, and M. M. Polycarpou. 2018. Real-time Hydraulic Interval State Estimation for Water Transport Networks: A Case Study.(link is external) *Drinking Water Engineering and Science*. 11 (1). pp. 19–24.
11. Jumaniyazova Mukaddas Yuldashevna. (2022). MODELS AND PROBLEMS OF USING DIGITAL PLATFORMS IN ONLINE TRADING. *World Bulletin of Public Health*, 7, 36-38. Retrieved from <https://scholarexpress.net/index.php/wbph/article/view/533>
12. Yuldashevna, J. M. . (2022). Problems of Tourism Development through the Creation of Digital Platforms for Sale of Craft Products. *European Multidisciplinary Journal of Modern Science*, 5, 212–218. Retrieved from <https://emjms.academicjournal.io/index.php/emjms/article/view/250>
13. Yuldashev S., Mirzanova N. FORMATION OF ICT COMPETENCE OF STUDENTS OF TECHNICAL SPEZIALNOSTI ON THE BASIS OF PROJECT-BASED LEARNING (FOR EXAMPLE, APPLICATION PROGRAMS) //InterConf. – 2021. – С. 72-84.