

Козлов Максим Васильевич,
кандидат архитектуры, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
e-mail: max28k@gmail.com

Михеев Алексей Валерьевич,
к.т.н., Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
e-mail: mikheev@isem.irk.ru

Дьякович Марина Пинхасовна,
д.б.н., профессор, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: marik_d@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Kozlov M.V., Mikheev A.V., Dyakovich M.P.

THE FEASIBILITY OF GRAPH NEURAL NETWORKS AS INTELLIGENT ASSISTANTS IN BUILDING DYNAMIC COGNITIVE MAPS

Аннотация. Рассмотрены подходы к исследованию сложных динамических систем. Рассмотрены способы построения графов с помощью нейронных сетей. Представлена возможность использования обученных генеративных нейронных сетей для помощи при построении динамических когнитивных карт.

Ключевые слова: динамические когнитивные модели, генеративные нейронные сети, динамические системные модели.

Abstract. Approaches to the study of complex dynamic systems are considered. Methods of graph construction with the help of neural networks are considered. The possibility of using trained generative neural networks to help in building dynamic cognitive maps is presented.

Keywords: dynamic cognitive models, generative neural networks, dynamic system models.

Одной из актуальных проблем исследования сложных динамических систем, таких как развитые технико-экономические или социально-экономические системы, является разнородность факторов, непосредственно влияющих на их развитие. С этим сталкиваются исследователи и при анализе такого сложного социально-экономического явления как качество жизни населения. Использование когнитивного моделирования позволило определить отношения между физическими элементами исследуемой системы, обусловленные неочевидной, опосредованной зависимостью влияющих внешних факторов [1]. Показано, что качественно и количественно охарактеризовать структуру индикаторов качества жизни и их взаимосвязи между собой и внешними факторами можно с инструментальным использованием когнитивной карты [2].

В то же время, эти внешние факторы могут быть комплексными и неоднозначными, иметь сложную природу, формировать зависимости, которые могут претерпевать изменения во времени. В качестве одного из подходов для исследования сложных динамических систем используется динамическое когнитивное моделирование, которое позволяет через понятное графическое

представление объекта рассматривать развитие слабоструктурированных сложных систем в отсутствии достаточной количественной информации [3]. Оценка влияния факторов на систему, включая отслеживание изменений их ключевых параметров состояния и взаимосвязей, позволяет эксперту прогнозировать возможные будущие пути развития системы, необходимые для принятия научно обоснованных решений.

Подход к исследованию сложных динамических систем посредством построения моделей системной динамики успешно применялся для анализа развития энергетики, как развивающейся во времени системы [4]. Так как метод построения динамических когнитивных карт также является методом исследования сложных динамических систем, и во многом схож с методом построения моделей системной динамики, он также может быть применен для исследований в других сферах.

Построение динамических когнитивных карт требует глубоких познаний эксперта в предметной области. Эксперту необходимо не только оценить и подобрать необходимые факторы исследуемой предметной области, но и выстроить между ними взаимосвязи, подобрав при этом характер связей между ними и границы для изменяемых ключевых параметров. Кроме того, у эксперта может быть необходимость в корректном и точном концептуальном определении множества слабоформализуемых факторов, что в свою очередь значительно усложняет и замедляет составление и изменение динамических когнитивных карт. Наличие вышеперечисленных трудностей делает необходимым разработку средств, значительно упрощающих процессы при составлении динамических когнитивных карт.

Ввиду большой сложности при построении динамических когнитивных карт предлагается использование обученных генеративных нейронных сетей в качестве помощников. Хорошо обученные нейронные сети широко используются во всех сферах исследований, благодаря значительному упрощению получения результата, основанному на данных, на которых проводилось обучение нейронной сети. Таким образом, нейронная сеть способна генерировать текст, изображения и звук, основываясь на запросах пользователя.

Нейронные сети достигли значительных результатов в генерации различных данных, кроме того, они также стали способны генерировать графы. Модель нейросети Graph Neural Network (GNN) способна генерировать графы различной сложности [5]. Задача модели сводится к предсказанию возможных связей между вершинами, что достаточно применимо для поддержки при построении динамических когнитивных карт, посредством частичной автоматизации процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Финогенко И.А., Дьякович М.П., Блохин А.А.** Методология оценивания качества жизни, связанного со здоровьем. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21. № 1. С. 121-130.
2. **Блохин А.А.** Направления использования когнитивных моделей качества жизни. Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018 № 1 (9). – С. 56-62.
3. **Массель А.Г.**, Динамические когнитивные карты для обоснования решений по стратегическому управлению развитием энергетики / А. Г. Массель // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2016. – С. 253-257. – ISBN 978-5-473-01088-6.
4. **Bolwig, S., Bazbauers, G., Klitkou, A., Lund, P. D., Blumberga, A., & Blumberga, D.** (2019). Review of modelling energy transitions pathways with application to energy system flexibility. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101(November 2018), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.019>.
5. **Futia, Giuseppe & Vetro, Antonio & De Martin, Juan Carlos.** (2020). SeMi: A SEmantic Modeling machine to build Knowledge Graphs with graph neural networks. SoftwareX. 12. 100516. [10.1016/j.softx.2020.100516](https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100516).