

**Theorem 2.** Let  $g \in C(T)$  be an odd function and  $(b_j)_{j \geq 1} > 0$ . Then the sums of series (8) is continuous function and the sums of series (5), (6) and (7) generally, are not continuous.

### REFERENCES

- [1] N. K. Bari, S. B. Stechkin, *Proc. Moscow Math. Soc.* 5(1956), 483–522.
- [2] R. Bellman, *Bull. Amer. Math. Soc.* 50(1944), No. 4, 481–482.
- [3] Loo Ching Tsuug, *Amer. J. Math.* 71(1949), No. 2, 269–282.
- [4] S. M. Nikolski, *DAN SSSR* 52(1946), No. 3, 191–194.
- [5] C. N. Hardy, *Mess. Math.* 58(1928), 50–52.

## ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Бугаєва Л. М.

## ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Бугаева Л. Н.

## ACHIEVEMENTS AND TRENDS FOR THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AND THEIR IMPLEMENTATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Bugaieva L.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Київ, Україна

[bugaeva\\_l@ukr.net](mailto:bugaeva_l@ukr.net)

*В статті представлено сучасний стан та перспективи розвитку інтелектуальних технологій, а також можливості їх використання при навчанні студентів. Аналіз ґрунтується на судженнях експертів з штучного інтелекту та машинного навчання на кінець 2020 року. Розглядаються умови та ефективність застосування сучасних алгоритмів машинного навчання, що може бути корисним при виконанні магістерських досліджень.*

**Ключові слова:** штучний інтелект, машинне навчання, інтелектуальні технології, навчання з посиленням, нейронні мережі, генеруючі моделі

*В статье представлены современное состояние и перспективы развития интеллектуальных технологий, а также возможности их использования при обучении студентов. Анализ основывается на суждениях экспертов по искусственному интеллекту и машинному обучению на конец 2020 года. Рассматриваются условия и эффективность применения современных алгоритмов машинного обучения, что может быть полезным при выполнении магистерских исследований.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, интеллектуальные технологии, обучение с усилением, нейронные сети, генерирующие модели

*The article presents the current state and future challenges of the development of intelligent technologies, as well as the possibilities of their use in teaching students. Analysis based on end-2020 reviews by AI and machine learning experts. The conditions and effectiveness of the application of modern machine learning algorithms are considered, which can be useful when performing master's studies.*

**Keywords:** artificial intelligence, machine learning, intelligent technologies, reinforcement learning, neural networks, generative models

Як завжди, в кінці року 2020 з'явився ряд публікацій, що аналізували досягнення інтелектуальних технологій на поточний момент та пропонували своє бачення перспектив розвитку на майбутні роки та очікувані здобутки в галузі машинного навчання та штучного інтелекту [1].

Щодо досягнень 2020 року був відмічений прогрес у багатьох сферах досліджень, а саме:

### 1. Обробка природної мови (*NLP - Natural Language Processing*).

*Generative Pre-trained Transformer 3, GPT-3* – це модель мови, яка використовує глибинне навчання для генерації тексту, подібного до людського. *GPT-3* третє покоління алгоритмів обробки мови від *OpenAI* (лабораторії досліджень штучного інтелекту в Сан-Франциско). На вересень 2020 року це була сама просунута мовна модель у світі. Модель, за заявою розробників, вирішує «будь-які завдання англійською мовою».

### 2. Генеруючі моделі (*Generative Models*).

Ідея полягає в тому, що необхідно розуміти об'єкт, щоб зобразити його. Щоб було зрозуміліше треба уявити, що комп'ютеру показали тисячі фотографій собак, і, побачивши ці фотографії, комп'ютер навчився самостійно створювати нові - причому собаки будуть різних порід і зображені в різних ракурсах. Якщо комп'ютер навчиться робити це, і на створених ним зображеннях собак буде правильне число ніг, хвостів і вух, то можна стверджувати, що комп'ютер «знає», які частини входять до складу собаки, хоча ніхто не розповідав йому про це прямо. Таким чином, хороша генеруюча модель в певному сенсі є доказом наявності «розуміння» - нехай навіть на рівні немовляти. Ось чому дослідники з натхненням займаються генеративними моделями. Вони вважають, що ці моделі дозволять прищепити комп'ютерам розуміння ідей і понять, хоч і без роз'яснень їх змісту. Це серйозний прорив в порівнянні з нинішніми системами, які можуть вчитися тільки на навчальних даних, зібраних до цього людьми.

Дослідження, такі як *Vid2Player* [2], показують відео, створене комп'ютером, на рівні якості, що перевищує те, що можна було бачити в минулому. Соціальний вплив генеративних моделей буде величезним, і його важко передбачити. Враховуючи темпи прогресу в генеративних моделях тільки за останній рік, через 5 або 10 років багато що може змінитися. Можливо, хтось створить систему для генерації цілих фільмів, музики або відеоігор. Якщо поглянути на 20–30 років в майбутнє, можливо без зусиль уявити світ, де все розваги можуть бути створені виключно комп'ютерами.

В галузі хімії також набуває популярності підхід на основі комп'ютерної генерації моделей, в першу чергу кінетичних. Основні принципи автоматичного створення (генерації) моделей хімічної кінетики та комп'ютерних досліджень цих моделей для різних хімічних процесів досить повно розглянуто у роботах [3–6].

### 3. Навчання з підкріпленням (англ. *Reinforcement Learning*).

Навчання з підкріпленням – один із алгоритмів машинного навчання, в ході якого випробувана система (агент) навчається, взаємодіючи з деяким середовищем. З

точки зору кібернетики, це є одним з видів кібернетичного експерименту. Відгуком середовища (а не спеціальної системи управління підкріпленням, як це відбувається в навчанні з учителем) на прийнятті рішення є сигнали підкріплення, тому таке навчання є окремим випадком навчання з вчителем, але вчителем є середовище або його модель.

Ідея навчання з підкріпленням виникла десятки років тому, але цій ідеї належало пройти довгий шлях, перш ніж вона стала одним з найактивніших напрямків досліджень в області машинного навчання і нейронних мереж. Сьогодні це предмет інтересу вчених, що займаються психологією, теорією управління, штучним інтелектом і багатьма іншими галузями знань. Останні новини висвітлили, як алгоритми навчання з посиленням тепер перемагають професіоналів у таких іграх, як *GO*, *Dota 2* та *Starcraft*.

Скоріш за все, навчання з підкріпленням буде менш важливим, ніж *GPT-3*, протягом наступних кількох років, але, ймовірно, набагато важливішим протягом більш тривалого періоду часу.

З точки зору навчального процесу, можна розпочати знайомство із навчанням з підкріпленням в середовищі *MATLAB*® та *Simulink*. Справа в тому, що в останній версії *MATLAB* з'явився новий додаток *Reinforcement Learning Toolbox*™, який дозволяє вирішувати різні задачі. Фрагмент вікна *Reinforcement Learning* для створення середовища рішення задачі показаний на рис. 1. Показово, що першим демонстративним прикладом розробниками доданку представлено рішення задачі керування ємністю води [7].

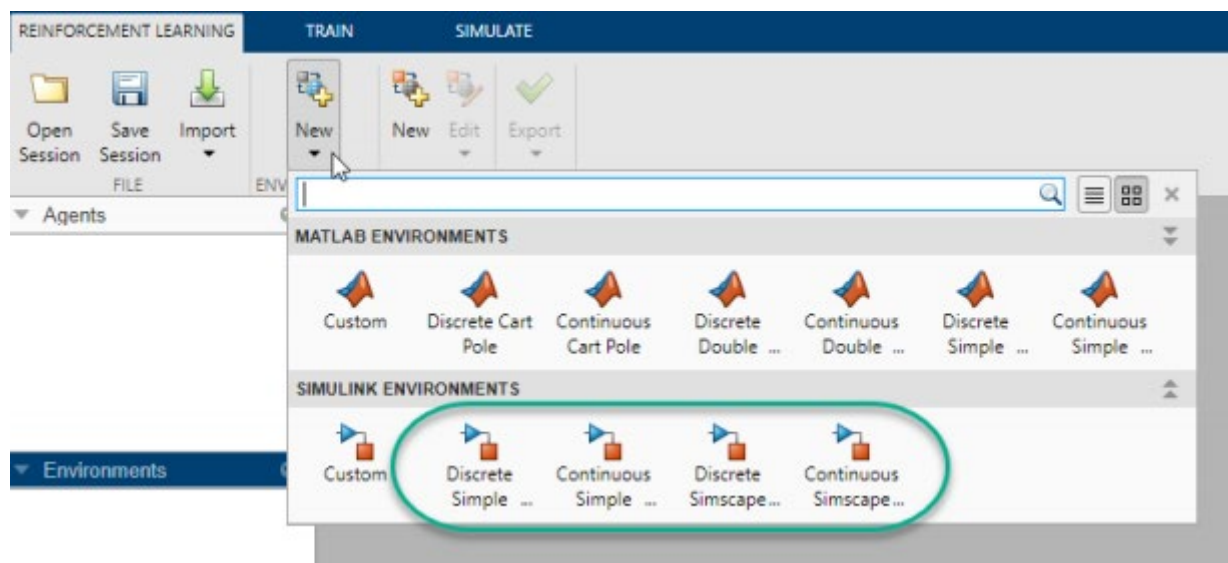


Рис. Фрагмент вікна *Reinforcement Learning* для створення середовища рішення задачі

Як можна побачити з цього прикладу доданок може ефективно використовуватись для рішення задач керування. Тому при викладанні курсів, пов'язаних з розробкою систем керування, які на даний момент широко застосовують *Simulink*, слід звернути увагу на цей новий підхід.

4. Графічні нейронні мережі (*GNN*). На думку деяких експертів в галузі ШІ, основними подіями в 2020 році були поява графічних нейронних мереж та нейросимволічний штучний інтелект. *GNN* все ще є відносно новою сферою і заслуговують на більшу увагу дослідників. Це потужний інструмент для аналізу графічних даних. Проте його можна легко узагальнити для будь-яких досліджень, які

можна змоделювати за допомогою графіків. Наявні практичні реалізації *GNN* включають виявлення поведінки людини, контроль дорожнього руху, вивчення молекулярної структури, систему рекомендацій, тестування програм, логічні міркування, прогнозування соціального впливу та ін.

Спершу ніж перейти до прогнозів на майбутнє зазначимо, які саме алгоритми і методи знадобяться (за категорією «*must have*») спеціалістам із інтелектуальних технологій та машинного навчання у 2021 році за висновками авторів [7]. Основні алгоритми з цього переліку:

- *Linear Regression*;
- *Logistic Regression*;
- *K-Nearest Neighbors*;
- *Naïve Bayes*;
- *Support Vector Machines*;
- *Decision Tree*;
- *Random Forest*.

Слід зауважити, що при навчанні студентів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» більшість з цих методів вивчаються в дисциплінах «Технології штучного інтелекту» [9] та «Аналіз систем в умовах невизначеності». Всі ці алгоритми реалізовано у багатьох програмних продуктах та у відкритих ресурсах, наприклад, в *Python*. Це полегшує використання перелічених методів в магістерських та інших дослідженнях.

Наразі настав час перейти до прогнозів експертів із інтелектуальних технологій на майбутнє. Як наголошує більшість експертів, до універсального штучного інтелекту нам дуже далеко [10]. Знадобиться мінімум років 20.

На даний час популярні інструменти — машинне навчання та штучний інтелект. Перш за все, тому що за останні 5-10 років ці технології дозволили вирішити практичні задачі, які до цього не були вирішені, наприклад, розпізнавання зображень. Тому «хайповими» стали прості моделі машинного навчання, які застосовують зображення та тексти (тобто незмінні дані).

Вважається, що аналітика даних та штучний інтелект продовжать допомагати в прийнятті рішень у сферах, де людям необхідно декілька секунд для цього процесу.

У сферах, де людям необхідно більше декількох секунд, щоб ухвалити рішення, аналітика даних та штучний інтелект поки не надто розвинені. Причина проста: для таких рішень необхідно більше даних, їх складно автоматизувати. Нейронна мережа може розпізнавати зображення, оскільки для її навчання зазвичай достатньо даних. У сферах, де повні дані зібрати складно, або вони швидко застарівають, аналітика даних та штучний інтелект мають обмежені можливості для розвитку. Наприклад, людям складно прогнозувати погоду, фондовий ринок та ухвалювати рішення в особистому житті. Акції фондового ринку застарівають буквально за секунду. Такі дані в тому самому вигляді навряд чи повторяться, тому на них немає сенсу навчати нейронні системи або інші алгоритми. І ось тут саме час згадати про нехайпові інструменти аналітики даних. До них можна віднести імітаційний аналіз за методами Монте-Карло, оптимізацію, графові моделі, тощо. Це ті методи, які враховують причинно-наслідкові зв'язки. Вони більш складні, і через це їх рідше застосовують.

Автор огляду [10] вважає, щоб бути в курсі трендів, нових рішень та алгоритмів аналітики даних, треба орієнтуватись на такі *IT*-гіганти, як *Google*, *Amazon*, *Microsoft*. Хоча вони безпосередньо не мають відношення до аналітики

даних, але нові технології та алгоритми, які можуть поліпшити роботу компанії, вони імплементують першими. Зараз вищезгадана трійка компаній використовує алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту, застосовуючи власні хмарні сервіси. *Facebook* також цікавий, але частіше за все вони розробляють алгоритми лише для себе. Звісно, серед компаній, на які варто звертати увагу, є ще і *IBM*.

### ВИСНОВКИ

Аналіз сучасного стану та трендів розвитку інтелектуальних технологій дозволяє не тільки орієнтуватись у цьому непростому *IT*-просторі, але й враховувати потреби майбутніх *IT*-спеціалістів в процесі їх навчання. Останнім часом все більше магістерських досліджень, пов'язаних з автоматизованими виробництвами, використовують інтелектуальні технології. Це безумовно актуально з міркувань, що ми вступаємо в епоху Індустрії 4.0. Але часом краще використовувати більш традиційні «не інтелектуальні» методи. Висновок експертів, що штучний інтелект допоможе ухвалювати рішення у задачах, де для цього необхідна одна чи декілька секунд, і навряд чи буде релевантним там, де ситуація швидко змінюється або для прийняття рішення там, де треба не декілька секунд, а деякій проміжок часу, може бути корисним при вирішенні питань з вибору методів дослідження в магістерських дисертаціях.

### ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.kdnuggets.com/2020/12/predictions-ai-machine-learning-data-science-research.html>
2. <https://cs.stanford.edu/~haotianz/research/vid2player/>
3. Vandewiele NM, Van Geem KM, Reyniers MF, Marin GB. Genesys: Kinetic model construction using chemo-informatics. *Chem Eng J* 2012;207:526–538 <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.07.014>
4. Vernuccio S, Broadbelt LJ. "Discerning complex reaction networks using automated generators", *AIChE J*. 2019;65:e16663. <https://doi.org/10.1002/aic.16663>
5. Van de Vijver, R., Vandewiele, N. M., Bhoorasingh, P. L., Slakman, B. L., Seyedzadeh Khanshan, F., Carstensen, H.-H., Reyniers, M.-F., Marin, G. B., West, R. H., & Van Geem, K. M. (2015). Automatic Mechanism and Kinetic Model Generation for Gas- and Solution-Phase Processes: A Perspective on Best Practices, Recent Advances, and Future Challenges. *International Journal of Chemical Kinetics*, 47(4), 199–231. <https://doi.org/10.1002/kin.20902>
6. Van de Vijver, R., Van Geem, K. M., & Marin, G. B. (2019). On-the-fly ab initio calculations toward accurate rate coefficients. *Proceedings of the Combustion Institute*, 37(1), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.proci.2018.05.056>
7. [https://nl.mathworks.com/help/pdf\\_doc/reinforcement-learning/rl\\_ug.pdf](https://nl.mathworks.com/help/pdf_doc/reinforcement-learning/rl_ug.pdf)
8. <https://www.kdnuggets.com/2021/01/machine-learning-algorithms-2021.html>
9. Технології штучного інтелекту-2. Комп'ютерні технології інтелектуального аналізу даних: Метод. вказівки до викон. практикуму для студ. спец. „Автоматизоване управління технологічними процесами” / Уклад.: Д.О. Ковалюк. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 26с.
10. <https://dou.ua/lenta/interviews/romanko-data-analytics/>