

УДК 004.4

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.5>

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З ГРАМАТИКИ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Завгородній В. В. – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0000-0002-8347-7183

Завгородня Г. А. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0000-0001-8523-1761

Валяєвська Н. О. – кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри бізнес-логістики та транспортних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0000-0002-5701-4062

Даріков Д. О. – магістр кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0009-0008-5329-6833

У роботі розглянуті та порівняні різні підходи до генерації тексту, застосовуючи методи нейронних мереж. Метою є вибір найбільш оптимального методу для завдання генерації коротких тестових речень. Крім того, створено прототип додатка, який здатен автоматично створювати тестові завдання з англійської мови.

В рамках дослідження проаналізовані різні підходи до генерації тексту за допомогою нейронних мереж. Один з можливих напрямків – це використання рекурентних нейронних мереж, які добре підходять для моделювання послідовних даних. Інший можливий підхід – це використання трансформерів, таких як GPT, які здатні засвоювати довготривалі залежності в тексті. Завдання включає в себе створення програми, яка автоматично створюватиме різноманітні тестові завдання з граматики англійської мови. Для цього використовуються передові методи нейромережевого моделювання, що дозволяють аналізувати велику кількість лінгвістичних даних та засвоювати граматичні правила.

Після детального аналізу були визначені переваги та недоліки кожного підходу. Наступним кроком відбувся вибір найбільш підходящого методу для завдання генерації коротких тестових речень. Після вибору методу розроблено додаток, який здатен автоматично створювати тестові завдання з англійської мови на основі вибраного підходу.

Розроблений додаток здатен генерувати різноманітні завдання, такі як заповнення пропусків в реченнях правильними граматичними конструкціями, переклад з англійської мови на рідну мову з правильним використанням граматики, і навіть складніші завдання, пов'язані з аналізом тексту на наявність граматичних помилок. Цей проект має великий потенціал в освітній сфері, допомагаючи викладачам та учням ефективніше вивчати та розуміти граматику англійської мови. Автоматизоване створення тестових завдань сприяє економії часу та зусиль при підготовці навчальних матеріалів.

Ключові слова: нейромережеві технології, додаток, генерація тексту, дистанційна форма навчання, рекурентна нейронна мережа.

Zavgorodnii V. V., Zavgorodnya A. A., Valiavska N. O., Darikov D. O. Development of an addendum for the formation of test questions from the grammar of English language based on neural technologies

The paper considers and compares different approaches to text generation using neural network methods. The goal is to choose the most optimal method for the task of generating short test sentences. In addition, a prototype of the application was created, which is capable of automatically creating test tasks in the English language.

The research analyzed various approaches to text generation using neural networks. One possible direction is the use of recurrent neural networks, which are well suited for modeling sequential data. Another possible approach is to use transformers, such as GPT, which are able to learn long-term dependencies in the text. The task includes creating a program that will automatically create a variety of English grammar test tasks. For this, advanced methods of neural network modeling are used, which allow analyzing a large amount of linguistic data and learning grammatical rules.

After a detailed analysis, the advantages and disadvantages of each approach were determined. The next step was the selection of the most suitable method for the task of generating short test sentences. After choosing a method, an application is developed that is capable of automatically creating English language test tasks based on the selected approach.

The developed application is able to generate various tasks, such as filling gaps in sentences with correct grammatical constructions, translation from English to native language with correct use of grammar, and even more complex tasks related to analyzing the text for grammatical errors. This project has great potential in the educational field, helping teachers and students learn and understand English grammar more effectively. Automated creation of test tasks helps save time and effort when preparing training materials.

Key words: neural network technologies, application, text generation, distance learning, recurrent neural network.

Постановка проблеми. З огляду на тимчасовий перехід багатьох навчальних закладів до дистанційної форми навчання, стало очевидним, що розвиток освіти з використанням Інтернету та інформаційних технологій набуває великої актуальності. Перехід до такої форми навчання не лише дає можливість продовжувати навчання в екстремальних ситуаціях, але й надає учням безліч інших переваг [1].

Однак перехід до дистанційного навчання також супроводжується певними труднощами, особливо у взаємодії зі студентами та забезпеченні коректності оцінювання різних видів завдань. Наприклад, використання обмеженого набору тестових питань може призвести до витоку відповідей, негативно впливаючи на об'єктивність тестування та засвоєння матеріалу [2].

Важливою проблемою є також автоматична генерація тестових завдань, особливо тих, що вимагають глибокого розуміння матеріалу, наприклад, завдання з мови або складних математичних розрахунків. Якщо деякі завдання можуть бути легко розмножені шляхом заміни даних та автоматичного розрахунку, то інші вимагають більшого творчого підходу до створення.

Забезпечення ефективного дистанційного навчання вимагає розв'язання багатьох викликів, включаючи розробку нових методів оцінювання та створення інноваційних інструментів для автоматичної генерації завдань [3].

Один з найефективніших інструментів для створення послідовностей, зокрема осмисленого тексту, – це використання нейронних мереж. Усім відомо, що різноманітні завдання, пов'язані з генерацією тексту, такі як написання оглядів у соціальних мережах, вдалося успішно вирішити завдяки застосуванню нейронних мереж [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В рамках даної роботи дослідимо найбільш підходящі типи нейронних мереж для створення текстових тестових завдань. Зокрема, виокремимо такі популярні види нейронних мереж, як:

1. Рекурентні нейронні мережі (RNN): RNN є підходом, де інформація передається від попередніх кроків обробки до наступних. Це особливо корисно для

генерації послідовностей, які мають залежності в часі. RNN можуть бути ефективними для створення коротких тестових речень [6].

2. Згорткові нейронні мережі (CNN): CNN зазвичай застосовуються для обробки даних, що мають просторову структуру, наприклад зображення. Проте, їх можна також використовувати для аналізу послідовних даних, таких як текст. Зокрема, вони можуть виділяти важливі локальні ознаки в тексті, що допоможе в створенні тестових завдань [7].

3. Трансформери (Transformer): Трансформери є новітнім напрямом в області нейронних мереж, які показали вражаючі результати в обробці послідовностей. Вони використовують механізми уваги для аналізу контексту і здатність генерувати текстові послідовності. Трансформери особливо корисні для створення текстових завдань, оскільки вони здатні уважно аналізувати довгі залежності в тексті [8]. Для здійснення порівняння цих видів нейронних мереж можемо враховувати такі критерії:

1. Застосування до завдання генерації коротких тестових речень: Оцінімо, яка з архітектур найефективніша у створенні чітких та зрозумілих тестових завдань.

2. Вимоги до обчислювальних ресурсів: Розглянемо, яка з архітектур потребує менше ресурсів для навчання та застосування, що є важливим фактором при розгляді практичної застосовності.

Відомості, отримані під час порівняння цих типів нейронних мереж, допоможуть визначити найбільш підходящий тип мережі для конкретної задачі створення текстових тестових завдань.

Формулювання цілей статті. Мета статті – розробка програмного продукту з метою створення тестових завдань з граматики англійської мови за допомогою нейронних технологій.

Виклад основного матеріалу. Рекурентна нейронна мережа (RNN) є типом штучної нейронної мережі, яка призначена для обробки послідовних даних та даних із залежністю в часі. Одна з ключових особливостей RNN полягає в тому, що вона може передавати інформацію з попередніх кроків обробки до наступних, дозволяючи утримувати контекст та залежності в даних. Ця здатність робить RNN корисними для завдань, де послідовність даних має важливий вплив на результат. Наприклад, в генерації тексту RNN може враховувати попередні слова для збереження логічного зв'язку між ними. Проте, зважаючи на свою архітектуру, стандартні RNN можуть стикатися з проблемою втрати контексту на довгих послідовностях, відомою як проблема зниклих градієнтів. Це означає, що інформація про початкові кроки може втрачатися, і це може негативно вплинути на здатність RNN розуміти довгострокові залежності.

З цією метою було розроблено покращені варіанти RNN, такі як Long Short-Term Memory (LSTM) та Gated Recurrent Unit (GRU). Ці архітектури мають спеціальні механізми, що допомагають уникнути проблеми зниклих градієнтів та зберігають довгострокові залежності. Взагалі, RNN і її покращені версії є потужними інструментами для аналізу та генерації послідовних даних, а також для завдань, де важлива залежність в часі.

Під час проектування додатку для формування тестових завдань з граматики англійської мови були встановлені такі функціональні вимоги:

1. Можливість отримання нового речення користувачем.
 2. Можливість отримання нового тестового питання користувачем.
 3. Можливість збереження отриманого речення користувачем.
-

4. Можливість налаштування температури генерації речень у визначених користувачем межах.

5. Можливість вибору однієї з доступних моделей для генерації речень та питань користувачем.

Додатково до функціональних вимог, були визначені такі нефункціональні вимоги до розроблюваної програми: додаток повинен бути написаний мовою Python 3; додаток повинен використовувати бібліотеку PyTorch для роботи з нейронною мережею, передбачені нейронні мережі для генерації речень та формат GIFT для збереження згенерованих питань.

Ці нефункціональні вимоги визначають технологічні та архітектурні обмеження для розробки додатку та визначають вимоги до мови програмування, бібліотеки і формату збереження даних.

Формат GIFT (General Import Format Technology) – це текстовий формат для зберігання тестових питань і відповідей. Цей формат може бути використаний для створення питань, що вимагають відповідей «так» або «ні», питань із вибором варіанта відповіді, питань, які потребують обчислень, і багатьох інших видів питань.

Був обраний формат питань із вибором варіанта відповіді з використанням формату GIFT. Цей формат дозволяє створювати різноманітні тестові питання з можливістю вибору правильної відповіді з різних варіантів.

Приклад питання у форматі GIFT з одним варіантом відповіді:

Що таке HTML?

{+ Гіпертекстова розмітка}

- Програмна мова

- Шифрувальний метод

- Інтернет-браузер

- {+ Гіпертекстова розмітка}

Приклад питання у форматі GIFT з багатьма варіантами відповідей:

Які з нижчеперелічених мов є програмними мовами?

{+ Java, Python}

- HTML

- CSS

- JavaScript

- C++

- {+ Java}

- {+ Python}

Питання у форматі GIFT містять речення з пропущеним місцем, а варіанти відповідей – можливі варіанти заповнення цього пропуску. Ці запитання можна використовувати в онлайн-тестуванні. Під час розробки генератора речень використовувалась мова графічного опису об'єктної моделі UML. Створена діаграма варіантів використання наведена на рисунку 1.

У межах розроблюваного додатку для формування тестових завдань з граматики англійської мови передбачено тільки одного користувача – актора, який виступає як особа, що користується функціями генератора речень.

Користувач може виконати наступні дії:

1. Отримати нове речення: користувач може запросити від генератора нову послідовність символів, яка буде представлена у вигляді речення.

2. Отримати нове питання: користувач може запросити від генератора нову послідовність символів, в якій відсутнє деяке слово, а також отримає варіанти для заміни цього відсутнього слова.

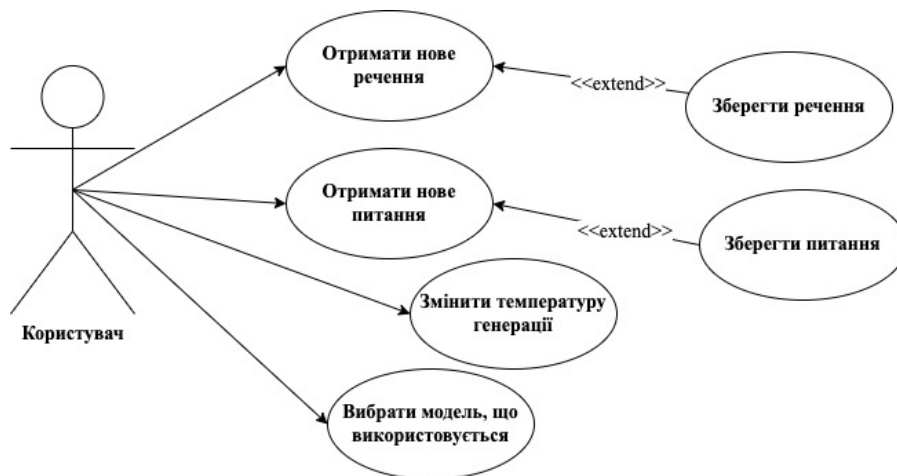


Рис. 1. Діаграма варіантів використання

3. Зберегти речення: користувач може зберегти згенеровану послідовність символів у текстовий файл.

4. Зберегти запитання: користувач може зберегти згенероване запитання у текстовий файл у форматі GIFT.

5. Змінити температуру генерації: користувач може встановити значення температури, яке буде використовуватися генератором речень для створення тексту з різним стилем та тоном.

6. Вибрати модель: користувач може обрати одну з доступних попередньо навчених моделей для використання генератором.

Для основної функції додатку – отримання нового тестового питання – була створена діаграма діяльності (рис. 2). Варіант використання розпочинається з отримання нового речення, після чого в ньому проводиться пошук дієслова для заміни. Після того, як питання відображено користувачеві, його можна зберегти. Якщо результат генерації речення не підходить для створення тестового питання, відбувається генерація іншого речення.

Графічний інтерфейс було реалізовано у вигляді вікнового додатка з двома вкладками: «Вправи» для створення тестових питань та «Речення» для генерації текстових речень. Вкладка створення тестових питань зображена на рисунку 3.

На цій вкладці доступні такі елементи:

1. Текстове поле з текстом речення.
2. Поле для налаштування температури генерації.
3. Список для вибору моделі.
4. Текстове поле з варіантами заповнення пропуску в реченні.
5. Кнопка «Зберегти вправу» для збереження тестового питання у форматі GIFT.

6. Кнопка «Нова вправа» для запуску генерації нового питання.

Отже, було проведено проектування прототипу додатка із графічним інтерфейсом, який дозволяє користувачеві генерувати тестові питання. Задовільна швидкість роботи додатка на персональному комп'ютері підтверджує можливість його використання без необхідності застосування спеціального обладнання. Під час тестування основних функцій додатка була підтверджена його ефективність.



Рис. 2. Діаграма діяльності для варіанта використання «Отримати нове питання»

Створення тестових завдань з граматики англійської мови

Вправи Речення

She ??? tears in your eyes.

Налаштування температури генерації 0,5

Поле вибору моделі Present Simple

Варіанти заповнення пропуску в реченні

sees
see
seeing

Зберегти вправу

Нова вправа

Рис. 3. Вкладка генерації тестових питань

Висновки. В роботі описано розробку програмного продукту з метою створення тестових завдань з граматики англійської мови, що заснована на нейромережових технологіях, для автоматичної генерації тестових завдань з граматики англійської мови, що сприятиме покращенню процесу навчання та вивчення мови.

Було вивчено, порівняно та застосовано різні підходи до генерації тексту з використанням нейронних мереж, а також створено функціональний додаток для автоматичної генерації тестових завдань на англійській мові.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zavgorodniy V.V., Yalova K.M. Technologies and software of e-learning system program implementation. *Collection of scholarly papers of Dniprovsk State Technical University (Technical Sciences)*. 2016. Vol. 1 (28). P. 149–154.
2. Elsaadany A., Abbas K. Development and implementation of e-learning system in smart educational environment. *39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*. 2016. P. 1004–1009. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522286>
3. Завгородній В.В., Ялова К.М. Перспективи використання дистанційної освіти для навчання ІТ-студентів у Дніпродзержинському державному технічному університеті. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2015. Випуск 1 (90). Частина 2. С. 154–161.
4. Goldberg Y. *Neural Network Methods for Natural Language Processing*. Springer Cham. 2017. P. 292. ISBN 9783031021657. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02165-7>
5. Patil V., Jaware T., Badgujar R. *Artificial Neural Network*. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2019. P. 52. ISBN-10: 6200093415.
6. Tai Y., He H., Zhang W., Jia Y. Automatic Generation of Review Content in Specific Domain of Social Network Based on RNN. 2018 IEEE Third International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC). 2018. P. 601–608.
7. Cho K., Merriënboer B.V., Gülçehre Ç., Bahdanau D., Bougares F., Schwenk H., Bengio Y. Learning Phrase Representations using RNN Encoder–Decoder for Statistical Machine Translation. *In Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. 2014. P. 1724–1734. DOI: <https://doi.org/10.3115/v1/D14-1179>
8. Yoo J.Y., John Morris J., Lifland E., Qi Y. Searching for a Search Method: Benchmarking Search Algorithms for Generating NLP Adversarial Examples. *In Proceedings of the Third BlackboxNLP Workshop on Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP*. 2020. P. 323–332. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.blackboxnlp-1.30>

REFERENCES:

1. Zavgorodniy, V.V., Yalova, K.M. (2016). Technologies and software of e-learning system program implementation. *Collection of scholarly papers of Dniprovsk State Technical University (Technical Sciences)*. Vol. 1 (28).P. 149–154.
 2. Elsaadany, A., Abbas, K. (2016). Development and implementation of e-learning system in smart educational environment. *39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*. P. 1004–1009. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2016.7522286>
 3. Zavorodniy, V.V., Yalova, K.M. (2015). Perspektyvy vykorystannya dystant-siynoyi osvity dlya navchannya IT-studentiv u Dniprodzerzhyn's'komu derzhavnomu tekhnichnomu universyteti [Prospects for the use of distance education for training IT students at the Dniprodzerzhinsk State Technical University]. *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho – Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky KrNU*, 1(90), 154–161. [in Ukrainian]
 4. Goldberg, Y. (2017). *Neural Network Methods for Natural Language Processing*. Springer Cham. P. 292. ISBN 9783031021657. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02165-7>
 5. Patil, V., Jaware, T., Badgujar, R. (2019). *Artificial Neural Network*. LAP LAMBERT Academic Publishing. P. 52. ISBN-10: 6200093415.
 6. Tai, Y., He, H., Zhang, W., Jia, Y. (2018). Automatic Generation of Review Content in Specific Domain of Social Network Based on RNN. 2018 IEEE Third International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC). P. 601–608.
-

7. Cho, K., Merriënboer, B.V., Gülçehre, Ç., Bahdanau, D., Bougares, F., Schwenk, H., Bengio, Y. (2014). Learning Phrase Representations using RNN Encoder–Decoder for Statistical Machine Translation. *In Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. P. 1724–1734. DOI: <https://doi.org/10.3115/v1/D14-1179>

8. Yoo, J.Y., Morris, J., Lifland, E., Qi, Y. (2020). Searching for a Search Method: Benchmarking Search Algorithms for Generating NLP Adversarial Examples. *In Proceedings of the Third BlackboxNLP Workshop on Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP*. P. 323–332. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.blackboxnlp-1.30>