

**Използване на изкуствен интелект в обучението –
гледна точка на студент и преподавател**
Цветомир Василев

**Using Artificial Intelligence in Teaching –
Students' and Teachers' Viewpoint**
Tzvetomir Vassilev

Abstract:

The main objective of this paper is to present a literature review on the use of artificial intelligence (AI) in teaching Computer Programming. Although the study is focused on programming for beginners, most of the approaches considered can be used without limitation in teaching other courses. About 130 literature sources from all over the world were reviewed: USA, Canada, Europe, Brazil, China, India, Japan, Russia, Australia, Africa, etc. The first part examines the areas in which AI can help teachers, and the second – students. Solutions that use both generative AI, such as ChatGPT, and specialized AI based on machine learning and neural networks are analyzed. The report ends with specific conclusions.

Keywords: AI, education, AI use in education

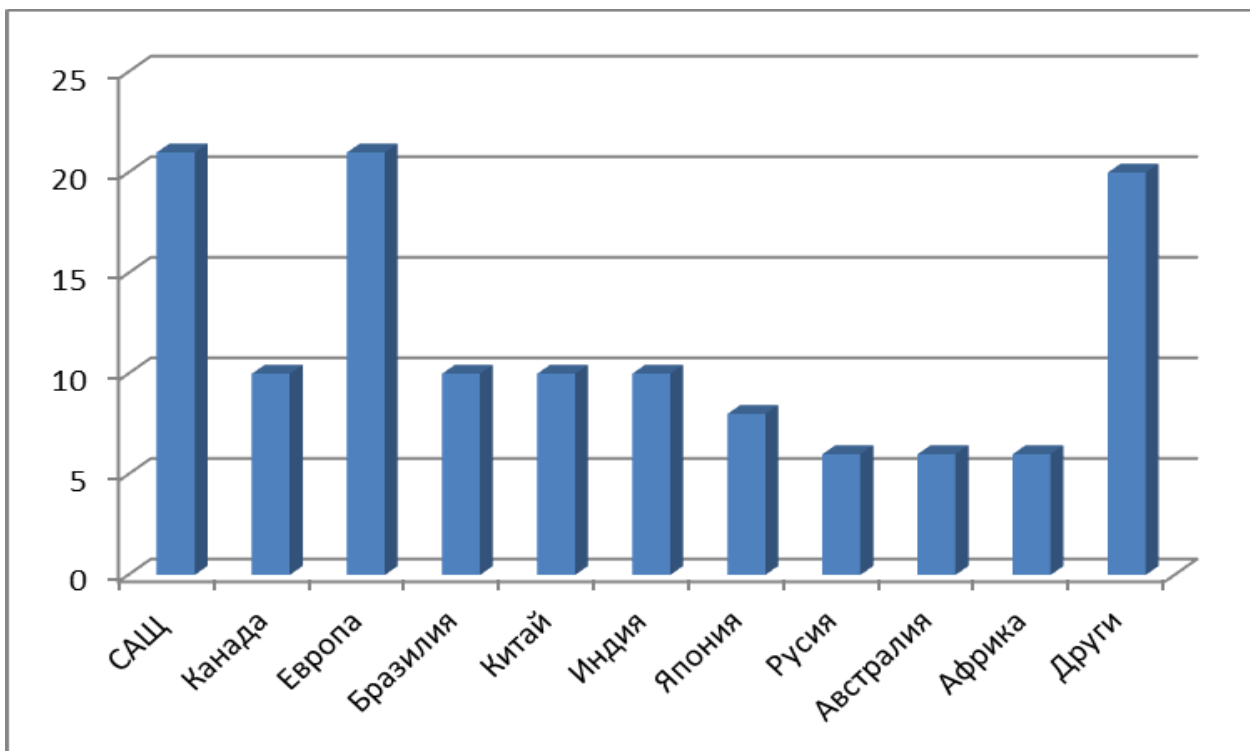
For contacts: Prof. Dr. Tzvetomir Vassilev, University of Ruse, TVassilev@uni-ruse.bg

ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърното програмиране е фундаментална дисциплина в учебните планове всички компютърни специалности: компютърни науки, компютърно инженерство, информационни системи, софтуерно инженерство и др. В същото време то се оказва доста трудно за много студенти. Основната причина е, че то изисква по-различен (алгоритмичен) начин на мислене, но може да има и други причини: сложен синтаксис на езика за програмиране, липса на предварителни знания и др.

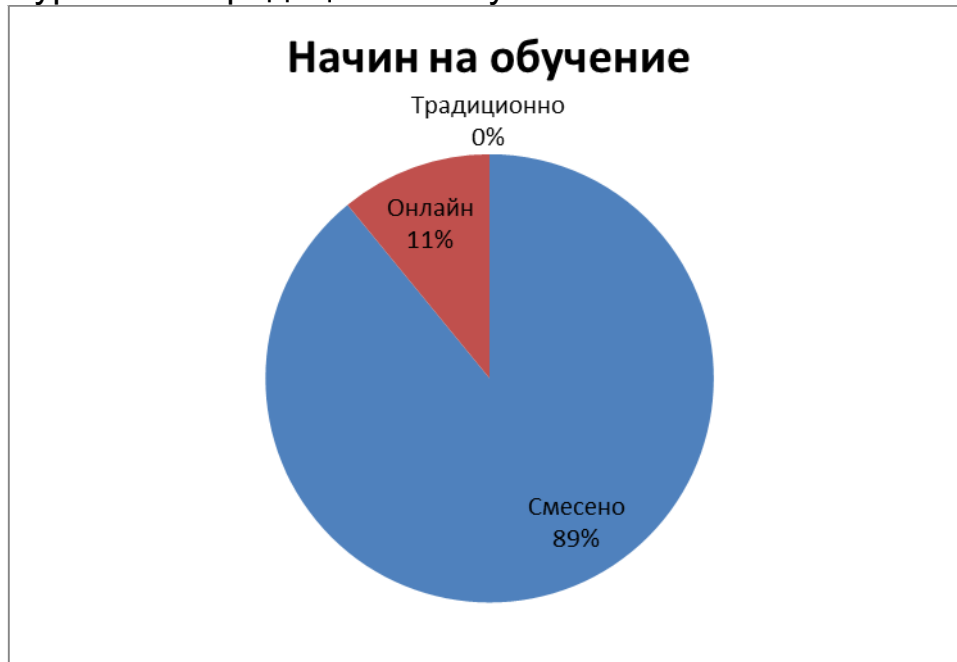
В последните няколко години изкуственият интелект (ИИ) навлиза все повече в човешката дейност особено след появата на чат-ботове с генеративен ИИ като ChatGPT. Образователният сектор също изследва възможностите за прилагане на технологии с ИИ както за извършване на административни задачи, така и за подпомагане на преподаването и ученето на студентите.

Основната цел на този доклад е да представи литературно проучване за използване на ИИ в обучението по Програмиране. Въпреки че проучването е насочено към обучение по Програмиране за начинаещи, повечето от разгледаните подходи могат да се използват без ограничение в обучението и по други дисциплини. Разгледани са около 130 литературни източника от целия свят. Фиг. 1 показва разпределението по страни. Използвано е и е разширено съществуващо литературно проучване на Manogat, et al. [1], като са анализирани още 15 нови източника от 2025 и 2026 г. В първата част са разгледани областите, в които ИИ може да помогне на преподаватели, а във втората – на студенти. Анализирани са решения, които използват както генеративен ИИ, като ChatGPT, така и специализиран ИИ, базиран на машинно обучение и невронни мрежи.



Фиг. 1. Разпределение на литературните източници по страни

Разгледаните курсове по програмиране показват още нещо интересно (фиг. 2). В 89% от случаите се използва смесено обучение, 11% - чисто онлайн обучение и в нито един курс чисто традиционно обучение.



Фиг. 2. Начин на обучение в разгледаните курсове

ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ПОМОЩ НА ПРЕПОДАВАТЕЛИТЕ

Фиг. 3 показва областите, в които преподавателите са използвали ИИ за подпомагане на обучението по компютърно програмиране. Ще се спрем на всяка една поотделно.



Фиг. 3. Области на използване на ИИ за преподаватели

Разработване на курсове

Отчитане на тенденциите в пазара на труда. Chang и колектив [2] разработват агент с ИИ към уеб сайт за търсене на работа. Агентът извлича уменията от обявите за работа и ги съпоставя с умения, които студентите са получили в обучението според тях. Идеята е да се търси съответствие между двете групи умения.

Разработване на план на урока. Rahman и Watanobe [3] изследват възможността за използване на ChatGPT за тази цел. Задава се тема и цели на занятието (learning outcomes). ChatGPT генерира план с примери. Допълнително той дава обяснения по код, изяснява концепции, проверява код за грешки. И студенти и преподаватели са доволни, но има и отрицателни страни: студентите могат да го използват при курсови работи, което пречи на развиване на умения за решаване на проблеми.

Съответствие на целите на курса с целите на учебния план. Целите на даден курс може да са различни в зависимост от целите на бакалавърската програма. Например програмиране за студенти по Компютърни науки е различно от Програмиране за студенти в специалност Електроинженерство. ИИ може да помогне в такива случаи.

Реализация в класната стая

Генерирана на задачи. Генеративен ИИ, като ChatGPT, е използван за генериране на задачи по Програмиране на Java [4]. Преподавателят задава тема и след това преглежда получените задачи. Студентите не разбират, че са генерирани от ИИ и смятат, че са подходящи по трудност. Други колеги използват ChatGPT при генериране на въпроси с множествен избор при обучение по програмиране на Python [5].

Използване на игри. ИИ е интегриран в игра мобилно приложение [6]. ИИ препоръчва играчи с подобно ниво на база събрана информация.

Онлайн форум. ИИ е интегриран в онлайн форум и насочва студента към въпроси, подобни на задаваните от него/нея [7].

Оценяване и обратна връзка

Тъй като автоматизираното оценяване при програмирането може да има грешно положително и отрицателно оценяване, някои изследователи препоръчват полуавтоматично оценяване [8]. Първо работата се оценява автоматично, след което програмния код се анализира от ИИ и се правят тестове с входни данни. Автоматично се определят работи, които се гледат и от преподавател.

Друго приложение на ИИ е генериране на обратна връзка след проверка. Lobanov и колектив [9] анализират на грешни решения за откриване на чести грешки, след което използват тези данни за класифициране на грешки при нови решения.

Duong и колектив [10] разработват уеб-базирано приложение, което изчислява подобие на кода на студента с референтни решения, намира най-близкото решение и тогава генерира коментари и псевдокод.

Интересно решение е т.нар. генеративно оценяване [11], при което система с ИИ маркира част от програмата, която е основната причина за грешките. Друг подход е да се локализира грешките в кода и тогава да се генерират обяснения на грешките.

Откриване на подозрителни действия

Тук ИИ може да се използва за откриване на плагиатство като целта е да се намери нивото на сходство между две програми. Използват се дърво на решенията [13] или абстрактни синтактични дървета [14].

Някои изследователи предлагат взаимодействието с разработен от тях дигитален асистент [15] да се използва за откриване на подозрителни студенти. Съществуват и приложения за откриване на програми генерирани от ИИ, напр. <https://code-detector.ai/>.

Следене на напредъка на студентите

Едно приложение на ИИ тук е *предвиждане на резултатите* на студентите. Основният подход е да се използват Байесови мрежи или машинно обучение като се тренират с различни входни данни: оценки по всички дисциплини [16], предишни оценки, посещение на занятия, дисциплина, степен на интелигентност [17], оценки от предишно образование, пол, националност, стипендия, брой присъствени часове [18], поведение: време, прекарано в социалните мрежи, в библиотеката, в интернет, в LMS, брой часове учене на ден, демографска информация [18, 19].

Идентифициране на рискови студенти. Отново основният метод тук е машинно обучение с различни входни данни: демографски данни, информация за родители, оценки от средно образование, посещение на занятия, резултати от самостоятелни задачи и др. [20], резултати от предходни дисциплини [21, 22].

ИИ може да се използва и за *предвиждане на отпадащи студенти* като моделът се тренира с различни входни данни: онлайн съдия с данни от първите две седмици от семестъра, а именно посещения на системата за е-обучение,

предаване на самостоятелни задачи, резултати от тестове [23], демографски и финансови данни, предишно образование, взаимодействие със системата за е-обучение, самостоятелни задачи в Moodle [24], логове от Unix команди, редактиране на код по време на практически упражнения [25].

Друго интересно приложение на ИИ е проследяване на траекторията на знание на студента във времето с използване исторически данни. Анализиранията решения включват проследяване на разстоянието между решението на студента и оптималното решение [26], разработване на образователна игра с нива, която следи действията на играча и преценява успешно ли прилага придобити умения [27], използване на ChatGPT и невронна мрежа за кодиране на отворени въпроси и отговори на студента с цел оценка на сегашни знания и предвиждане на следващи решения [28].

Съществуват и доста опити за оценка и класификация на поведението на студента с ИИ. Poop [29] извлича информация за поведението от това как студентите работят с учебни ресурси, кои посещават по-често. Други [30] използват действията на студентите в онлайн курс по програмиране.

Често може да е полезно за преподавателите да разбират какъв е стилът на учене на конкретния студент. Обикновено това се прави чрез анкети като основните стилове са: визуален, слухов, с четене-писане, чрез практика (кинестетичен). В някои изследвания се използват анкети, комбинирани с наблюдение на поведението в LMS и наблюдение на напредъка [31].

ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ПОМОЩ НА СТУДЕНТИТЕ

Персонализиране на съдържание

Тук възможните решения са: персонализирана платформа за е-обучение: препоръчване на материали със секция програмиране, AI чатбот и информационна БД [32]; Адаптивна банка от въпроси [33]; ИИ препоръчва видео материали, на база на самооценка, онлайн поведение [34]; ИИ препоръчва материали на база на предишни знания, стил на учене, учебна цел [35].

Препоръчване на упражнения

Основните подходи при препоръчване на задачи за упражнения са: Онлайн ИИ: базиран на оценка от предишни знания [36]; Система с ИИ, базирана на класификация на поведение [37]; Хибридна система от ИИ с преподавател, който помага на ИИ като валидира препоръките [38].

Виртуален асистент

Най-честото решение тук е да се използва онлайн чатбот, който отговаря на отворени въпроси и анализира поведението [39]. Възможно е виртуалният асистент да има 2 режима: преподавател и студент. Преподавателят помага на ВА да се усъвършенства [40].

Dos Santos и Cury [41] изследват ефективността на ChatGPT като виртуален асистент като анализират резултатите на група студенти, в която ChatGPT е член на екипа, и група, в която не е.

Откриване на грешки в кода

Един подход е анализ на кода с абстрактни синтактични дървета, след което невронна мрежа класифицира дали програмата е грешна и ако е грешна, то се локализира грешката [42].

Друго решение използва онлайн ИИ с обработка на естествен език [43]. Системата локализира грешката и се опитва автоматично да коригира кода или да подскаже на студента как.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В този доклад бяха представени са приложения на изкуствения интелект в обучението по Програмиране, но повечето могат да се ползват и по други дисциплини.

В разгледаните решение се използват предимно два вида ИИ:

- Общ (генеративен) като ChatGPT
- Специализиран: машинно обучение, невронни мрежи и т.н.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. Manorat , S. Tuarob , S. Pongpaichet. Artificial intelligence in computer programming education: A systematic literature review. Computers and Education: Artificial Intelligence, August 2025
2. Chang, X., Wang, B., & Hui, B. Towards an automatic approach for assessing program competencies. In LAK22: 12th international learning analytics and knowledge conference (pp. 119--129), 2022. Online USA: ACM.
3. Rahman, M. M., Watanobe, Y., Rage, U. K., & Nakamura, K. A novel rule-based online judge recommender system to promote computer programming education. In H. Fujita, A. Selamat, J. C. W. Lin, & M. Ali (Eds.), Advances and trends in artificial intelligence. From theory to practice, Vol. 12799 (pp. 15--27). Cham: Springer International Publishing, 2021.
4. Speth, S., Meißner, N., & Becker, S. Investigating the use of AI-generated exercises for beginner and intermediate programming courses: A ChatGPT case study. In 2023 IEEE 35th international conference on software engineering education and training (CSEE&T) (pp. 142--146). Tokyo, Japan: IEEE. 2023
5. Doughty, J., Wan, Z., Bompelli, A., Qayum, J., Wang, T., Zhang, J., Zheng, Y., Doyle, A., Sridhar, P., Agarwal, A., Bogart, C., Keylor, E., Kultur, C., Savelka, J., & Sakr, M. A comparative study of AI-generated (GPT-4) and human-crafted MCQs in programming education. In Proceedings of the 26th Australasian computing education conference (pp. 114--123). Sydney NSW Australia: ACM. 2024
6. Behera, A., Matthew, P., Keidel, A., Vangorp, P., Fang, H., & Canning, S. (2020). Associating facial expressions and upper-body gestures with learning tasks for enhancing intelligent tutoring systems. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 30, 236--270.
7. Plaza, L., Araujo, L., López-Ostenero, F., & Martínez-Romo, J. (2023). Automatic recommendation of forum threads and reinforcement activities in a data structure and programming course. Applied System Innovation, 6, 83.
8. Stankov, E., Jovanov, M., Madevska Bogdanova, A., & Gusev, M. (2013). A new model for semiautomatic student source code assessment. International Journal of Computing and Information Technology, 21, 185.
9. Lobanov, A., Bryksin, T., & Shpilman, A. (2019). Automatic classification of error types in solutions to programming assignments at online learning platform. In S. Isotani,

E. Millán, A. Ogan, P. Hastings, B. McLaren, & R. Luckin (Eds.), *Artificial intelligence in education, Vol. 11626* (pp. 174--178). Cham: Springer International Publishing.

10. Duong, T. N. B., Shar, L. K., & Shankararaman, V. (2022). AP-Coach: Formative feedback generation for learning introductory programming concepts. In *2022 IEEE international conference on teaching, assessment and learning for engineering (TALE)* (pp. 323--330). Hung Hom, Hong Kong: IEEE.

11. Malik, A., Wu, M., Vasavada, V., Song, J., Coots, M., Mitchell, J., Goodman, N., & Piech, C. (2019). Generative grading: Near human-level accuracy for automated feedback on richly structured problems

12. Heo, J., Jeong, H., Choi, D., & Lee, E. (2023). REFERENT: Transformer-based feedback generation using assignment information for programming course. In *2023 IEEE/ACM 45th international conference on software engineering: Software engineering education and training (ICSE-SEET)* (pp. 101--106). Melbourne, Australia: IEEE

13. Saoban, C., & Rimcharoen, S. (2019). Identifying an original copy of the source codes in programming assignments. In *2019 16th international joint conference on computer science and software engineering (JCSSE)* (pp. 271--276). Chonburi, Thailand: IEEE

14. Freire-Morán, M. (2023). Combining Similarity Metrics with Abstract Syntax Trees to Gain Insights into How Students Program. *CEUR Workshop Proceedings*.

15. Demidova, L. A., Sovietov, P. N., Andrianova, E. G., & Demidova, A. A. (2023). Anomaly detection in student activity in solving unique programming exercises: Motivated students against suspicious ones. *Data*, 8, 129.

16. Anthony, A., & Raney, M. (2012). Bayesian network analysis of computer science grade distributions. In *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on computer science education* (pp. 649--654). Raleigh North Carolina USA: ACM

17. Krishna Kishore, K. V., Venkatramaphanikumar, S., & Alekhya, S. (2014). Prediction of student academic progression: A case study on Vignan University. In *2014 international conference on computer communication and informatics* (pp. 1--6). Coimbatore, India: IEEE.

18. Khan, I., Al Sadiri, A., Ahmad, A. R., & Jabeur, N. (2019). Tracking student performance in introductory programming by means of machine learning. In *2019 4th MEC international conference on big data and smart city (ICBDSC)* (pp. 1--6). Muscat, Oman: IEEE.

19. Kumar, S. C., Chowdary, E. D., Venkatramaphanikumar, S., & Kishore, K. K. (2016). M5P model tree in predicting student performance: A case study. In *2016 IEEE international conference on recent trends in electronics, information & communication technology (RTEICT)* (pp. 1103--1107). Bangalore, India: IEEE.

20. Singh, M., Singh, J., & Rawal, A. (2014). Feature extraction model to identify at --risk level of students in academia. In *2014 international conference on information technology* (pp. 221--227). Bhubaneswar, India: IEEE

21. Nabil, A., Seyam, M., & Abou-Elfetouh, A. (2021). Prediction of students' academic performance based on courses' grades using deep neural networks. *IEEE Access*, 9, 140731--140746.

22. Ochoa, X. (2016). Adaptive multilevel clustering model for the prediction of academic risk. In *2016 XI Latin American conference on learning objects and technology (LACLO)* (pp. 1--8). San Carlos, Alajuela, Costa Rica: IEEE

23. Pereira, F. D., Oliveira, E., Cristea, A., Fernandes, D., Silva, L., Aguiar, G., Alamri, A., & Alshehri, M. (2019). Early dropout prediction for programming courses supported by online judges. In S. Isotani, E. Millán, A. Ogan, P. Hastings, B. McLaren, & R. Luckin (Eds.), *Artificial intelligence in education*, Vol. 11626 (pp. 67--72). Cham: Springer International Publishing
24. Naseem, M., Chaudhary, K., Sharma, B., & Lal, A. G. (2019). Using ensemble decision tree model to predict student dropout in computing science. In *2019 IEEE Asia-Pacific conference on computer science and data engineering (CSDE)* (pp. 1--8). Melbourne, Australia: IEEE
25. Triayudi, A., Widyarto, W. O., Kamelia, L., Iksal, I., & Sumiati, S. (2021). CLG clustering for dropout prediction using log-data clustering method. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 10, 764.
26. Jiang, B., Wu, S., Yin, C., & Zhang, H. (2020). Knowledge tracing within single programming practice using problem-solving process data. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13, 822--832.
27. Kantharaju, P., Alderfer, K., Zhu, J., Char, B., Smith, B., & Ontanon, S. (2022). Modeling player knowledge in a parallel programming educational game. *IEEE Transactions on Games*, 14, 64--75.
28. Liu, N., Wang, Z., Baraniuk, R., & Lan, A. (2022). Open-ended knowledge tracing for computer science education. In *Proceedings of the 2022 conference on empirical methods in natural language processing, association for computational linguistics, Abu Dhabi, United Arab Emirates* (pp. 3849--3862).
29. Poon, L. K. M. (2019). Extracting access patterns with hierarchical latent tree analysis: An empirical study on an undergraduate programming course. In H. Seki, C. H. Nguyen, V. N. Huynh, & M. Inuiguchi (Eds.), *Integrated uncertainty in knowledge modelling and decision making*, Vol. 11471 (pp. 380--392). Cham: Springer International Publishing
30. Chen, H.-M., Nguyen, B.-A., Dow, C.-R., Hsueh, N.-L., & Liu, A.-C. (2022). Exploring time related micro-behavioral patterns in a Python programming online course. *Journal of Information Science and Engineering*, 38, Article 0002.
31. Karagiannis, I., & Satratzemi, M. (2019). Finding an effective data mining algorithm for automatic detection of learning styles. In *Proceedings of the 18th European conference on E-learning, ACPI* (p. 36).
32. Rathore, A. S., Sharma, A., & Massoudi, M. (2021). Personalized engineering education model based on artificial intelligence for learning programming. In *2021 6th international conference on computing, communication and security (ICCCS)* (pp. 1--10). Las Vegas, NV, USA: IEEE
33. Zhao, X. (2022). Research on application of personalized recommendation technology in adaptive learning system based on Java programming. In *2022 international conference on automation, robotics and computer engineering (ICARCE)* (pp. 1--4). Wuhan, China: IEEE.
34. Huang, A. Y., Lu, O. H., & Yang, S. J. (2023). Effects of artificial intelligence-enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. *Computers and Education*, 194, Article 104684

35. Troussas, C., Krouska, A., Tselenti, P., Kardaras, D. K., & Barbounaki, S. (2023). Enhancing personalized educational content recommendation through cosine similarity-based knowledge graphs and contextual signals. *Information*, 14, 505.

36. Rahman, M. M., Watanobe, Y., Rage, U. K., & Nakamura, K. (2021). A novel rule-based online judge recommender system to promote computer programming education. In H. Fujita, A. Selamat, J. C. W. Lin, & M. Ali (Eds.), *Advances and trends in artificial intelligence. From theory to practice, Vol. 12799* (pp. 15--27). Cham: Springer International Publishing.

37. Pereira, F. D., Junior, H. B. F., Rodriguez, L., Toda, A., Oliveira, E. H. T., Cristea, A. I., Oliveira, D. B. F., Carvalho, L. S. G., Fonseca, S. C., Alamri, A., & Isotani, S. (2021b). A recommender system based on effort: Towards minimising negative affects and maximising achievement in CS1 learning. In A. I. Cristea, & C. Troussas (Eds.), *Intelligent tutoring systems, Vol. 12677* (pp. 466--480). Cham: Springer International Publishing

38. Pereira, F. D., Oliveira, E., Rodrigues, L., Cabral, L., Oliveira, D., Carvalho, L., Gasevic, D., Cristea, A., Dermeval, D., & Mello, R. F. (2023). Evaluation of a hybrid AI-human recommender for CS1 instructors in a real educational scenario. In O. Viberg, I. Jivet, P. J. Muñoz-Merino, M. Perifanou, & T. Papathoma (Eds.), *Responsive and sustainable educational futures, Vol. 14200* (pp. 308--323). Cham: Springer Nature Switzerland

39. Hobert, S. (2019). Say Hello to 'Coding Tutor'! Design and Evaluation of a Chatbot-based Learning System Supporting Students to Learn to Program

40. Saini, R., Mussbacher, G., Guo, J. L., & Kienzle, J. (2019). Teaching modelling literacy: An artificial intelligence approach. In *2019 ACM/IEEE 22nd international conference on model driven engineering languages and systems companion (MODELS-C)* (pp. 714--719). Munich, Germany: IEEE.

41. Dos Santos, O. L., & Cury, D. (2023). Challenging the confirmation bias: Using ChatGPT as a virtual peer for peer instruction in computer programming education. In *2023 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1--7). College Station, TX, USA: IEEE

42. Gupta, R., Kanade, A., & Shevade, S. (2019). Neural Attribution for Semantic Bug Localization in Student Programs.

43. Koutcheme, C., Sarsa, S., Leinonen, J., Haaranen, L., & Hellas, A. (2023). Evaluating distance measures for program repair. In *Proceedings of the 2023 ACM conference on international computing education research V.1* (pp. 495--507). Chicago IL USA: ACM