

Rozdział 7

ChatGPT w nauczaniu programowania: doświadczenia studentów i wyzwania dydaktyczne

Anna Łupińska-Dubicka, Dorota Mozyrska*

Streszczenie. W artykule przedstawiono możliwości i ograniczenia wykorzystania modeli językowych, takich jak ChatGPT, w nauczaniu programowania w szkolnictwie wyższym. Eksperyment przeprowadzony na Wydziale Informatyki Politechniki Białostockiej objął studentów uczestniczących w zajęciach z przedmiotu Podstawy programowania w języku C. Analiza wyników ankiety pokazuje, że korzystanie z ChatGPT sprzyjało zwiększonemu skupieniu i lepszemu zrozumieniu materiału, choć część studentów zgłaszała trudności w formułowaniu pytań oraz obawy związane z wiarygodnością odpowiedzi udzielanych przez AI. Przedstawiono także zalety i ograniczenia integracji ChatGPT w procesie dydaktycznym. Wyniki sugerują, że odpowiedzialne wykorzystanie AI może wzbogacić tradycyjne metody nauczania programowania i wspierać rozwój kompetencji cyfrowych studentów. Artykuł omawia także dobre praktyki integracji AI w dydaktyce programowania oraz podkreśla potrzebę rozwijania krytycznego podejścia do treści generowanych przez sztuczną inteligencję.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja w edukacji, AI konwersacyjna, ChatGPT, edukacja programistyczna, kształcenie z wykorzystaniem AI

Wprowadzenie

Era cyfrowa wkracza w każdą dziedzinę naszego życia, w tym w edukację na wszystkich poziomach. Ostatnie lata, 2020–2024, minęły pod silnym wpływem możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji, a w szczególności narzędzi takich jak ChatGPT czy Copilot, w edukacji. Globalna adaptacja technologii w edukacji przekształca sposób, w jaki nauczamy i uczymy się. Sztuczna inteligencja jest jedną z przełomowych technologii pozwalających zmieniać doświadczenia różnych grup umożliwiających wpływanie na uczących się, nauczycieli oraz tutorów. Dogan, Goru Dogan i Bozkurt (2023) przeanalizowali 276 publikacji i podkreślili silną potrzebę poszukiwania spo-

* Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka, Wiejska 45A, 15-351 Białystok, DOI 10.24427/978-83-68673-08-1_7

sobów, w jakie wszystkie strony procesu edukacyjnego mogą wykorzystywać AI, aby usprawnić jego przebieg na każdym poziomie. Uczniowie i studenci coraz chętniej poszukują wiedzy nie tylko w tradycyjnych źródłach, takich jak pozycje książkowe, czy poprzez wyszukiwanie w internecie, lecz także zadając wyspecjalizowane pytania aplikacjom AI, niezależnie od poparcia czy akceptacji tego działania przez nauczycieli. Wdrażanie i wpływ sztucznej inteligencji w edukacji stale postępują, a podstawowe potrzeby, szeroko omawiane w licznych pracach naukowych, sprowadzić można do poniższych aspektów:

- Sztuczna inteligencja staje się coraz ważniejszym narzędziem wspierającym edukację akademicką, zwłaszcza w dziedzinach STEM (nauki ścisłe, technologia, inżynieria i matematyka). Poprzez interaktywne symulacje i narzędzia do rozwiązywania problemów sprawia, że pojęcia z zakresu matematyki i nauk przyrodniczych stają się bardziej zrozumiałe i przystępne.
- Wykorzystanie sztucznej inteligencji w nauczaniu matematyki i programowania może zapewnić spersonalizowane doświadczenia, dzięki dostosowaniu treści i tempa do indywidualnych potrzeb uczącego się.
- Konwersacyjna AI, taka jak ChatGPT, może pełnić rolę całodobowego asystenta wspierającego studentów w nauce programowania i matematyki na poziomie akademickim.
- Dzięki możliwości zadawania pytań w języku naturalnym studenci mogą szybciej uzyskać wyjaśnienia trudnych zagadnień.
- Dzięki dostępności natychmiastowej informacji zwrotnej czy też bezpiecznemu środowisku do popełniania błędów narzędzia oparte na AI mogą pozytywnie wpływać na podejście studentów do nauki oraz zwiększyć poziom ich komfortu psychicznego.
- Narzędzia AI mogą także zwiększać efektywność wykładowców poprzez wsparcie ich w analizie postępów studentów i identyfikacji obszarów wymagających dodatkowej interwencji dydaktycznej.
- Dobrze wykorzystane narzędzia sztucznej inteligencji mogą wspierać proces uczenia się przez całe życie.
- Mimo wielu korzyści, efektywne wykorzystanie konwersacyjnej AI wymaga krytycznego myślenia i świadomego podejścia do generowanych odpowiedzi.

W kontekście nauczania programowania oraz matematyki w szkołach wyższych wykorzystanie sztucznej inteligencji może być traktowane jako uzupełnienie tradycyjnych metod nauczania. Ma ono potencjał, by zrewolucjonizować edukację, czyniąc ją bardziej efektywną i inkluzywną. Potencjał ChatGPT oraz innych narzędzi w ulepszaniu procesu edukacji, rozwiązywaniu zadanych problemów i wspieraniu uczenia się studentów jest ogromny. Mogą one wspomagać nauczycieli również w generowaniu spersonalizowanych i adekwatnych treści dla studentów Guo i in. (2023); Wardat, Tashtoush, Alali i Jarrah (2023), a tym samym prowadzić do zwiększenia ich zaangażowania, motywacji i osiągnięć. Jak zostało wykazane w badaniach, m.in. Crust

i ChatGPT (2023), nauczyciele mogą wykorzystywać AI do szybkiego oceniania prac uczniów i udzielania im informacji zwrotnej. W pracach Savelka, Agarwal, Bogart, Song i Sakr (2023); ? stwierdzono, że dostępność generatywnej AI poprawi indywidualizację podejść edukacyjnych. Narzędzia takie jak ChatGPT mają potencjał, by zrewolucjonizować proces edukacyjny poprzez tworzenie bardziej dostosowanego i przyjaznego środowiska nauczania i uczenia się. W literaturze można znaleźć liczne artykuły przeglądowe dotyczące korzyści i ryzyk związanych z wdrażaniem ChatGPT w edukacji, na przykład: Božić i Poola (2023); Celik (2023); Kasneci i in. (2023); Lo (2023); Memarian i Doleck (2023); Tapalova, Zhiyenbayeva i Gura (2022); Tlili i in. (2023); Zheng (2023). Wciąż jednak niewiele prac ocenia wpływ wykorzystania ChatGPT w nauczaniu programowania (Humble i in. (2023); Yılmaz i Karaoğlu Yılmaz (2023b)) czy matematyki (Opesemowo i Ndlovu (2024); Seebut, Wongsason i Kim (2024)) na poziomie akademickim. Autorzy zgodnie twierdzą, że AI stwarza liczne możliwości zarówno dla uczniów oraz studentów, jak i ich nauczycieli. Wśród korzyści dla nauczycieli można wymienić generowanie lub sugerowanie materiałów kursowych, planowanie lekcji oraz tworzenie elementów oceny (np. quizów, zadań itp.). Z perspektywy studentów główne zalety obejmują (lecz nie ograniczają tylko do nich) spersonalizowany proces uczenia się i wsparcie na każdym etapie procesu kształcenia oraz natychmiastową informację zwrotną. Jednocześnie wszyscy autorzy stanowczo podkreślają potencjalne zagrożenia, w tym kwestie dotyczące dokładności, rzetelności, prywatności i bezpieczeństwa (Klimova i Pikhart (2025)). Niezwykle ważne jest także utrzymanie rozsądnej równowagi w wykorzystywaniu konwersacyjnej AI w nauczaniu (Jeon i Lee (2023)). AI powinna być postrzegana jako narzędzie wspierające, a nie substytut ludzkiego zaangażowania i interakcji społecznych. Bezrefleksyjne i niekontrolowane korzystanie z narzędzi AI przez studentów może prowadzić do ograniczenia ich kreatywności. Badanie przeprowadzone przez Yılmaz i Karaoğlu Yılmaz (2023a) wykazało, że zdaniem studentów używanie ChatGPT może skłonić ich do lenistwa lub zbytnej pobieżności.

W erze dynamicznego rozwoju sztucznej inteligencji nauczyciele i wykładowcy odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu świadomego, etycznego i skutecznego podejścia do korzystania z nowoczesnych technologii w edukacji, zwłaszcza w dziedzinach STEM, takich jak programowanie i matematyka wyższa (Roose (2023)). Ich zadaniem jest nie tylko przekazywanie wiedzy, lecz także uczenie studentów, jak korzystać z AI odpowiedzialnie – z poszanowaniem zasad uczciwości akademickiej, bez uciekania się do oszustw czy chodzenia na skróty.

Aby korzystanie z AI było rzeczywiście efektywne, wykładowcy muszą najpierw zdobyć rozległą wiedzę na temat działania i ograniczeń narzędzi konwersacyjnych (Celik (2023)). Im głębsze jest ich zrozumienie potencjału sztucznej inteligencji, tym lepiej potrafią dobrać narzędzia do celów dydaktycznych i tworzyć angażujące scenariusze zajęć. Kluczowe jest również to, aby nauczyciele potrafili świadomie formułować szczegółowe i trafne dane wejściowe (tzw. prompty) oraz uczyć studen-

tów, jak je tworzyć – co rozwija umiejętności precyzyjnego myślenia i komunikacji (Yılmaz i Karaoğlu Yılmaz (2023b)).

W kontekście dydaktyki rola wykładowcy zmienia się z dostarczyciela wiedzy na przewodnika, moderatora i mentora. To on nadzoruje treści generowane przez AI, integruje te narzędzia z procesem nauczania, monitoruje postępy studentów i pomaga im rozwijać krytyczne podejście do informacji. Dobrze przygotowany wykładowca potrafi także wykorzystać AI do pobudzania motywacji i zaangażowania studentów, wspierając jednocześnie ich samodzielność i umiejętność rozwiązywania problemów.

Wszystko to sprawia, że kompetencje przyszłości nauczycieli akademickich obejmują nie tylko znajomość treści przedmiotowych, ale także biegłość w wykorzystaniu AI jako wsparcia dydaktycznego oraz zdolność do rozwijania u studentów refleksji nad tym, jak mądrze i odpowiedzialnie współpracować z technologią. AI zmienia się bardzo dynamicznie, dlatego wykładowca powinien być otwarty na nowości, testowanie narzędzi i doskonalenie własnego warsztatu.

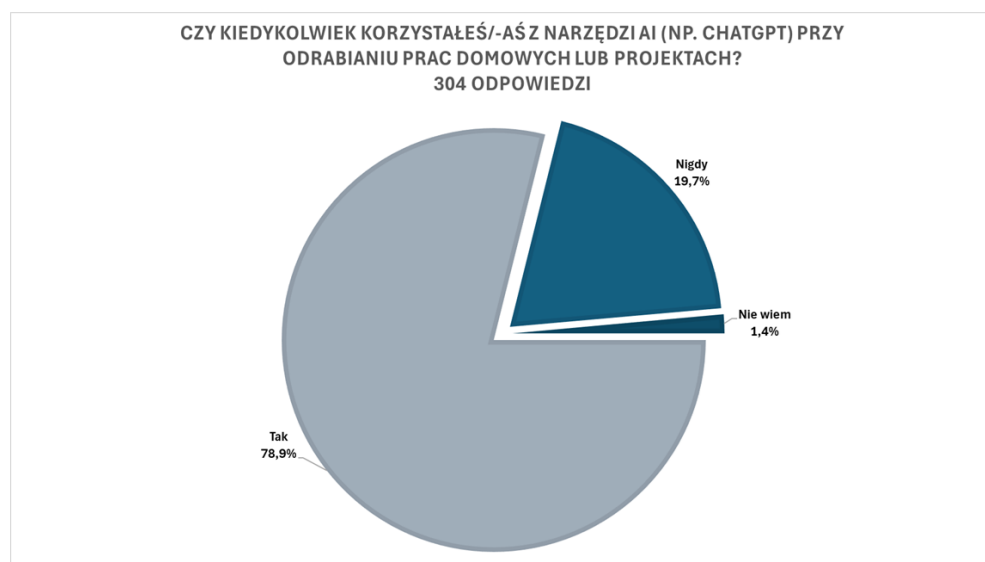
Wspomniane potrzeby nauczycieli i studentów mogą być przynajmniej częściowo zaspokojone w ramach projektu „MAESTRO-AI – Math and Programming Education with Smart Teaching and Robust Outreach using AI at Universities”. Głównym celem tego przedsięwzięcia jest stymulowanie innowacyjnych metod uczenia się i nauczania na uczelniach wyższych w dobie sztucznej inteligencji. Konsorcjum, którego liderem jest Wydział Informatyki Politechniki Białostockiej, obejmuje ponadto Technical University of Crete (Grecja), West University of Timișoara (Rumunia) oraz Instituto Politécnico de Viseu (Portugalia). Partnerzy wspólnie opracowują rozwiązania AI wspierające dydaktykę i monitorowanie postępów studentów, a także wypracowują nowe strategie angażowania uczestników zajęć.

Jednym z elementów naszego wkładu w upowszechnienie wykorzystania narzędzi sztucznej inteligencji jest stworzenie kompleksowych podręczników dla nauczycieli dotyczących wykorzystania AI w edukacji programowania oraz matematyki na poziomie akademickim, obejmujących szeroką gamę narzędzi i technik opartych na AI. Taki podręcznik może pomóc wykładowcom z różnych krajów we włączaniu AI do nauczania podstaw programowania oraz matematyki wyższej. To źródło będzie cennym przewodnikiem dla wykładowców pragnących zintegrować AI ze swoimi kursami, co będzie sprzyjało bardziej efektywnym i angażującym metodom nauczania.

W niniejszym artykule opisujemy wyniki doświadczeń dydaktycznych wraz ze wstępnymi wnioskami. Zajęcia z wykorzystaniem ChatGPT zostały przeprowadzone wśród studentów Wydziału Informatyki Politechniki Białostockiej w ramach zajęć z przedmiotu Podstawy programowania realizowanych w języku C.

7.1. Ankiety wśród studentów i nauczycieli

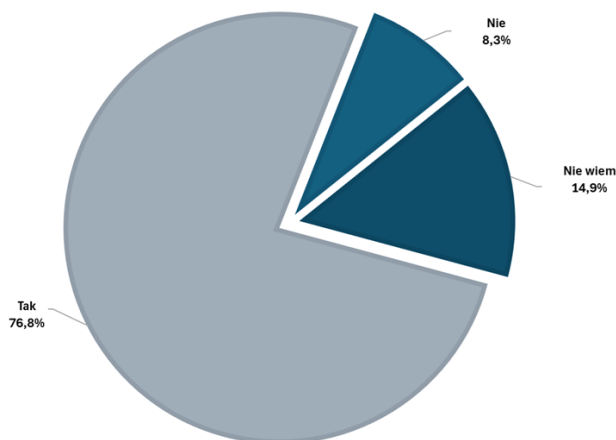
Przed rozpoczęciem projektu, we wrześniu 2023 roku, przeprowadziliśmy ankietę wśród nauczycieli akademickich oraz studentów na czterech uczelniach w różnych krajach Unii Europejskiej: Politechnice Białostockiej (Polska), West University of Timișoara (Rumunia), Technical University of Crete (Grecja) oraz Polytechnic Institute of Viseu (Portugalia). W badaniu wzięło udział 73 wykładowców i 304 studentów. Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że większość badanych nauczycieli (64%) nigdy nie korzystała z narzędzi AI w swojej pracy, natomiast 43% odpowiedzi nauczycieli wskazuje na ogólną znajomość możliwości sztucznej inteligencji. Niemal 25% respondentów ma ograniczoną wiedzę o AI i taki sam odsetek wie o niej dużo. Ze strony studentów otrzymaliśmy informacje, że 79% korzystało z AI przy pracach domowych lub projektach (Rysunek 7.1), podczas gdy 20% nie używało AI do takich celów; 77% podoba się pomysł wykorzystania AI w nauce matematyki lub programowania (Rysunek 7.2).



Rysunek 7.1: Diagram przedstawiający odpowiedzi studentów

Na pytanie skierowane do nauczycieli: „W jaki sposób AI (np. ChatGPT) może pomóc w Twojej pracy dydaktycznej?” spośród różnych odpowiedzi tylko jedna brzmiała: „rozwijanie krytycznego i analitycznego myślenia u studentów przy refleksji nad materiałami wygenerowanymi przez AI”. Nauczyciele najczęściej wybierali odpowiedź „wspomaganie w tworzeniu zadań lub ocen” – 53% oraz „generowanie materiałów dydaktycznych” – 43%. Na pytanie o to, czy byliby zainteresowani

W JAKI SPOSÓB AI (NP. CHATGPT) MOŻE POMÓC W TWOJEJ PRACY DYDAKTYCZNEJ?
302 ODPOWIEDZI



Rysunek 7.2: Diagram przedstawiający odpowiedzi studentów

szkoleniem lub rozwojem zawodowym w celu podniesienia umiejętności korzystania z narzędzi AI, takich jak ChatGPT, w edukacji, 93% nauczycieli odpowiedziało twierdząco. W przypadku studentów (304 odpowiedzi) również jest widoczne duże zainteresowanie taką inicjatywą.

Koncepcja nauczania i uczenia się wspomagane przez AI uwzględnia silne zainteresowanie nauczycieli i studentów zdobywaniem lub doskonaleniem umiejętności związanych ze sztuczną inteligencją. Aby wyjść naprzeciw tej potrzebie, nasz nowy program nauczania będzie zawierał specjalne instrukcje dla nauczycieli dotyczące wykorzystania AI w matematyce wyższej i programowaniu, zestaw testów oraz kompleksowe szkolenie on-line zaprojektowane specjalnie dla edukatorów. Dzięki niemu wykładowcy zyskają pewność i kompetencje w zakresie integracji narzędzi AI ze swoimi zajęciami.

Kluczowym elementem nowego programu jest poprawa doświadczeń studentów w nauce programowania oraz matematyki. Dzięki metodom wspomaganych przez AI nauka stanie się bardziej angażująca, ponieważ studenci, pod kierunkiem nauczycieli i przy zastosowaniu nowych sposobów, będą aktywnie współdziałać z narzędziami AI. Bierzemy pod uwagę również fakt, że nauczyciele poszukują praktycznych zastosowań AI w swojej codziennej pracy dydaktycznej.

7.2. Przykład praktycznego zastosowania ChatGPT w edukacji programistycznej

Integracja narzędzi sztucznej inteligencji z systemami zarządzania nauczaniem (LMS) otwiera nowe możliwości dla e-learningu, pozwalając tworzyć interaktywne i spersonalizowane doświadczenia edukacyjne Biswas (2023); Božić i Poola (2023); Oranga (2023); Zheng (2023). Interfejs API, udostępniany na przykład przez ChatGPT, wbudowany w platformę Moodle (Lin (2023)), wspiera zarówno nauczyciela, jak i studentów w procesie dydaktycznym.

Jako rzeczywisty przykład wykorzystania ChatGPT (w wersji 3.5) w nauczaniu i uczeniu się programowania rozważmy zagadnienia związane z zarządzaniem pamięcią oraz wskaźnikami w języku C. Poniższy scenariusz zajęć oraz treści pomocnicze zostały wygenerowane podczas konwersacji z ChatGPT.

Z perspektywy nauczyciela ChatGPT (podobnie jak inne narzędzia AI) może dostarczać wsparcia metodycznego Kasneci i in. (2023). Podczas tworzenia konspektu lekcji chatbot może zaproponować podział zajęć na określone części czy zasugerować ramową strukturę, którą nauczyciel dostosuje do własnych preferencji i stylu pracy. Podpowie również różnorodne metody dydaktyczne zwiększające zainteresowanie, takie jak krótkie prezentacje czy multimedia, a także elementy interaktywne sprzyjające zaangażowaniu studentów, na przykład pytania do dyskusji lub zadania rozwiązywane w trakcie zajęć Kasneci i in. (2023). Ponadto ChatGPT potrafi przygotować przykłady kodu odpowiadające omawianemu tematowi.

Scenariusz lekcji: Wykorzystanie zmiennych wskaźnikowych w języku C

Cel: Po zakończeniu zajęć studenci będą potrafili deklarować, inicjalizować i wykorzystywać zmienne wskaźnikowe, rozumiejąc przy tym kluczowe koncepcje związane z adresami pamięci i arytmetyką wskaźników.

Czas trwania: 90 minut (2 godziny lekcyjne).

Materiały:

- komputer z zainstalowanym kompilatorem C,
- tablica i markery,
- przygotowane fragmenty kodu i przykłady.

Przebieg zajęć:

1. Wprowadzenie do wskaźników (10 min.).
 - a. Opowieść *Podróż przez krainę pamięci*:
 - krótka historia o bohaterze poruszającym się po pamięci komputera w poszukiwaniu danych.

- Wyjaśnienie przez analogię roli wskaźników w języku C.

2. Przegląd teoretyczny (10 min.):

- składnia wskaźników: deklaracja i inicjalizacja.
- Znaczenie adresów pamięci i rola wskaźników w dynamicznym zarządzaniu pamięcią.
- Przykład:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int number = 42;
    int *ptr = &number;
    printf("Value of number: %d\n", number);
    printf("Address of number: %p\n", &number);
    printf("Value of pointer to number: %p\n", ptr);
    return 0;
}
```

3. Dereferencja i arytmetyka wskaźników (10 min.):

- wyjaśnienie pojęcia dereferencji (operator *) oraz jej zastosowania.

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int number = 42;
    int *ptr = &number;
    printf("Value of number: %d\n", *ptr); // 42
    return 0;
}
```

- Arytmetyka wskaźników na przykładzie tablic:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int numbers[] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int *ptr = numbers;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        printf("Element %d: %d\n", i, *ptr);
        ptr++; // przejście do kolejnego elementu
    }
    return 0;
}
```

4. Wskaźniki a funkcje (10 min.):

- Przekazywanie wskaźników do funkcji:

```
#include <stdio.h>
void incrementByTen(int *num) { *num += 10; }
int main() {
    int x = 5;
    printf("Before: %d\n", x);
}
```

```

    incrementByTen(&x);
    printf("After:  %d\n", x); // 15
    return 0;
}

```

5. Dynamiczna alokacja pamięci (10 min.):

- Potrzeba dynamicznej alokacji.
- Funkcje `malloc`, `calloc`, `realloc`, `free`.
- Konieczność zwalniania zaalokowanej pamięci.

6. Ćwiczenia praktyczne (30 min.).

7. Podsumowanie i pytania (10 min.).

Dysponując szeroką bazą źródeł, ChatGPT może zaproponować nauczycielowi różnorodne materiały (artykuły, filmy, strony WWW) przydatne studentom do samodzielnego zgłębiania wskaźników. Może też przygotować zestaw praktycznych zadań programistycznych, pytania kontrolne do sprawdzenia zrozumienia tematu oraz prace domowe pogłębiające wiedzę Biswas (2023); Rahman i Watanobe (2023).

Zadania praktyczne:

- Napisz program w C, który zamienia wartości dwóch liczb całkowitych przy użyciu wskaźników.
- Utwórz funkcję znajdującą maksymalny element w tablicy liczb całkowitych, korzystając ze wskaźników.
- Zaimplementuj program w C, który dynamicznie alokuje pamięć dla tablicy liczb całkowitych i wypisuje jej elementy.

Pytania kontrolne:

- Czym jest wskaźnik?
- Jak zadeklarować i zainicjalizować wskaźnik w C?
- Wyjaśnij pojęcie dereferencji i podaj przykład.
- Na czym polega arytmetyka wskaźników i kiedy jest użyteczna?
- Jakie funkcje służą do dynamicznej alokacji pamięci i dlaczego są ważne?

Quiz:

Jak uzyskać drugi element tablicy dla deklaracji `int numbers[] = {5, 10, 15, 20, 25};` przy użyciu wskaźnika i arytmetyki wskaźników?

- `*(numbers + 1)`
- `*(numbers - 1)`
- `numbers[1]`
- `&numbers[1]`

Praca domowa:

Napisz program w C, który dynamicznie alokuje pamięć dla tablicy liczb całkowitych, wczytuje wartości od użytkownika, a następnie oblicza i wyświetla ich sumę, wykorzystując wskaźniki. Zidentyfikuj i obsłuż potencjalne problemy związane z pamięcią.

Nauczyciele mogą wykorzystywać ChatGPT do bieżącego monitorowania postępów (zarówno indywidualnych, jak i całej grupy), identyfikacji obszarów wymagających wsparcia oraz rekomendowania spersonalizowanych materiałów X. Chen, Zou, Xie i Cheng (2021).

Dla studentów główną korzyścią jest pomoc na każdym etapie przyswajania materiału, wraz z natychmiastową informacją zwrotną. Zintegrowany z kursowym LMS ChatGPT może generować objaśnienia bieżących tematów, podsumowywać materiały, przygotowywać pytania testowe i weryfikować odpowiedzi Rahman i Watanobe (2023). Jak wskazują Yılmaz i Karaoğlu Yılmaz (2023a), jedną z istotnych zalet jest dostępność – chatbot odpowiada na pytania także poza zajęciami. Warto dodać, że wielu studentów zmagają się dziś z barierami emocjonalnymi Auerbach i in. (2018); Pekrun, Goetz, Titz i Perry (2002), zatem możliwość ćwiczenia w odosobnieniu aż do osiągnięcia zamierzonego efektu i budowanie pewności siebie stanowią w takiej sytuacji istotny atut narzędzi AI.

Przykładowa rozmowa studenta z ChatGPT

Student: Mam problem ze zrozumieniem wskaźników w C. Możesz mi pomóc?

ChatGPT: Oczywiście! Wskaźniki to zmienne przechowujące adresy pamięci innych zmiennych. Są potężne, ale początkowo mogą być mylące. Zacznijmy od podstaw. Rozumiesz zwykłe zmienne w C?

Student: Tak.

ChatGPT: Świetnie! Wskaźnik deklarujesz z użyciem *. Przykład:

```
int main() {
    int number = 10;
    int *ptr = &number; // ptr przechowuje adres 'number'
    return 0;
}
```

Student: A po co używać wskaźników?

ChatGPT: Dzięki nim możesz manipulować danymi pośrednio, na przykład przekazywać zmienne przez referencję do funkcji:

```
void square(int *num) { *num = (*num) * (*num); }
```

Student: Nadal nie rozumiem dereferencji.

ChatGPT: Dereferencja (*ptr) to odczyt wartości pod adresem przechowywanym przez wskaźnik:

```
int number = 42;
int *ptr = &number;
int value = *ptr; // value = 42
```

Jednym z najczęstszych problemów studentów jest znajdowanie i naprawianie błędów w kodzie Qian i Lehman (2017). Jak pokazano w pracy Surameery i Shakor (2023), ChatGPT – dzięki analizie i rozumieniu fragmentów kodu – może wspierać debugowanie, przewidywanie i wyjaśnianie błędów, a także doradzać najlepsze praktyki, styl programowania i optymalizację (Balse, Valaboju, Singhal, Warriem i Prasad (2023); E. Chen, Huang, Chen, Tseng i Li (2023); Daun i Brings (2023); Leinonen i in. (2023); Ouh, Benjamin, Shim i Włodkowski (2023); Rahman i Watanobe (2023)).

Przykładowa rozmowa studenta z ChatGPT – naprawa błędu

Student: Mam kod, który nie działa. Możesz pomóc?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int *arr = NULL;
    for(int i=0; i<5; i++)
        arr[i] = rand()%10+1;
    printf("%d", arr);
    return 0;
}
```

ChatGPT: Jasne. Oto główne problemy:

1. *Niezaalokowana tablica dynamiczna:* wskaźnik `arr` wskazuje na `NULL`. Użyj `malloc/calloc`.
2. *Brak nagłówka:* dodaj `#include <stdlib.h>` dla `rand()`.
3. *Błędny `printf`:* wypisujesz adres, a nie elementy tablicy. Użyj pętli.

Poprawiony kod:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main() {
    int *arr = (int *)malloc(5 * sizeof(int));
    if (arr == NULL) {
        printf("Memory allocation failed\n");
        return 1;
    }
    for (int i= 0; i< 5; i++)
        arr[i] = rand() % 10 + 1;
    for (int i= 0; i< 5; i++)
        printf("%d ", arr[i]);
    free(arr);
    return 0;
}
```

Ponadto, analizując tempo nauki i postępy, ChatGPT może zaproponować indywidualny plan opanowania większych partii materiału, wskazać mocne i słabe strony studenta oraz zaoferować spersonalizowane wsparcie (Tapalova i in. (2022)).

7.3. Eksperyment I – dynamiczna alokacja pamięci w języku C (18 uczestników)

Niniejszy eksperyment został przeprowadzony jako część zajęć wykorzystujących scenariusz lekcji pokazany w sekcji 7.2. Zadania praktyczne, które otrzymali studenci, były następujące:

- **Zadanie 1:** Napisz funkcję, która tworzy oraz zwraca tablicę o długości n i wypełnia ją losowymi wartościami.
- **Zadanie 2:** Napisz funkcję, która zmienia rozmiar tablicy z n -elementowej na m -elementową (nowy wymiar może być mniejszy lub większy od początkowego). W przypadku zwiększania rozmiaru tablicy dodatkowe elementy wypełnij zerami. Zadanie rozwiąż na dwa sposoby: tworząc nową tablicę i przepisując do niej zawartość starej oraz korzystając z funkcji `realloc`.
- **Zadanie 3:** Napisz funkcję, która usunie element spod wskazanego indeksu tablicy (tablicę przekaz przez wskaźnik).
Przykład: dane wejściowe: `array = {2, 3, 4, 5, 6}, idx = 2`,
tablica po wywołaniu funkcji: `array = {2, 3, 5, 6}`.

7.3.1. Ankieta I

Po zakończeniu pracy studenci zostali poproszeni o wypełnienie ankiety oraz przesłanie linku do konwersacji z ChatGPT. W ankiecie studenci mieli możliwość zaznaczenia kilku opcji spośród wymienionych poniżej:

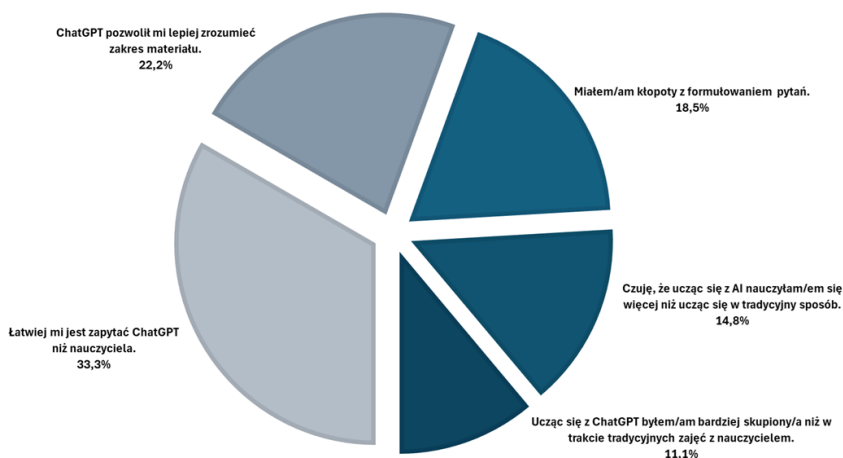
- Ucząc się z ChatGPT byłem/am, bardziej skupiony/a niż w trakcie tradycyjnych zajęć z nauczycielem.
- Miałem/am kłopoty z formułowaniem pytań.
- Łatwiej mi jest zapytać ChatGPT niż nauczyciela.
- Czuję, że ucząc się z AI, nauczyłem/am się więcej, niż ucząc się w tradycyjny sposób.
- ChatGPT pozwolił mi lepiej zrozumieć zakres materiału.

Zamieszczono również pole, w którym studenci mogli odpowiedzieć na pytanie o to, czy mają obawy podczas nauki z ChatGPT, a jeśli tak, to jakie.

7.3.2. Analiza wyników

Struktura odpowiedzi na pytanie zamknięte została przedstawiona na Rysunku 7.3:

PODSUMOWANIE ODPOWIEDZI - ZMIENNE WSKAŹNIKOWE



Rysunek 7.3: Odpowiedzi studentów w ankiecie podsumowującej zajęcia z dynamicznej alokacji pamięci (ankieta I)

Pośród wszystkich 27 odpowiedzi najczęściej pojawiała się: „Łatwiej mi zadać pytanie ChatGPT niż nauczycielowi” (33% wszystkich zaznaczeń). Potwierdza to, że sztuczna inteligencja może obniżyć barierę psychologiczną w zadawaniu pytań. Na drugim miejscu znalazło się stwierdzenie: „ChatGPT pomógł mi lepiej zrozumieć materiał” (22%), co sugeruje, że wielu studentów dostrzegło konkretne korzyści edukacyjne wynikające z pracy z modelem. Około jednej piątej ankietowanych (19%) wskazało: „Miałem trudności ze sformułowaniem pytań”. Nawet w środowisku wspieranym przez AI tworzenie odpowiednich poleceń (promptów) pozostaje wyzwaniem dla znacznej mniejszości. Mniejsza – choć wciąż zauważalna – grupa wybrała: „Uważam, że nauczyłem się więcej dzięki AI niż poprzez tradycyjne metody nauki” (15% odpowiedzi), co pokazuje, że poczucie większej efektywności procesu nauczania dzięki AI występuje, ale nie jest powszechne. Najrzadziej wybieraną odpowiedzią było: „Z ChatGPT byłem bardziej skupiony niż na tradycyjnych zajęciach” (11%). Sugeruje to, że chociaż wielu docenia wsparcie AI, utrzymanie koncentracji może wciąż zależeć od innych czynników, obecnych w tradycyjnej klasie.

Odpowiedzi na pytanie otwarte można podsumować w poniższych punktach:

- Najczęściej wskazywanym konkretnym problemem jest *zaufanie do poprawności odpowiedzi*: studenci są świadomi, że model może halucynować i oczekują mechanizmów zabezpieczających.
- Na drugim miejscu pojawia się *bezpieczeństwo danych*, co sygnalizuje potrzebę wyjaśnienia, w jaki sposób przechowywane są polecenia (prompty) i czy są one anonimizowane.

- Mniejszość studentów obawia się, że *korzystanie z ChatGPT może osłabić długotrwałe zapamiętywanie* lub sprzyjać biernej postawie.
- Kilku studentów zauważyło, że *wydajność modelu spada przy zadaniach zaawansowanych lub bardzo specyficznych*, co nawiązuje do kwestii dokładności odpowiedzi.
- Część wypowiedzi wyraża *ogólne poczucie niepokoju*, bez precyzyjnego wskazania zagrożeń – sugeruje to, że niektórzy studenci czują się niepewnie, choć nie potrafią jeszcze nazwać konkretnych ryzyk.

Podsumowując, odpowiedzi studentów sugerują, że cenią oni AI za łatwość zadawania jej pytań i pomoc w zrozumieniu materiału, jednak część z nich ma trudności z formułowaniem poleceń. Nie wszyscy też uważają AI za skuteczniejsze narzędzie, jeśli weźmie się pod uwagę koncentrację czy ogólną efektywność nauki. Przyszłe wdrożenia powinny kłaść nacisk na przejrzyste instrukcje dotyczące weryfikacji odpowiedzi generowanych przez AI, czytelne zapewnienia dotyczące prywatności, a także na narzędzia dydaktyczne, które aktywizują studentów i zapobiegają biernemu przyjmowaniu treści generowanych przez AI.

7.4. Eksperyment II – zarządzanie plikami tekstowymi i binarnymi w języku C (16 uczestników)

Podczas zajęć dotyczących obsługi plików w języku C studenci zostali poinstruowani, aby korzystać z ChatGPT jako asystenta wspomagającego naukę. Udostępniony dokument zawierał dwa początkowe prompty: jeden przeznaczony do powtórzenia wiadomości teoretycznych przekazanych podczas wykładu, drugi do rozwiązywania zadań praktycznych.

W części teoretycznej studenci zapoznawali się z otwieraniem, odczytem i zapisem plików w języku C, korzystając z funkcji, takich jak: `fopen`, `fclose`, `fgets`, `fputs`, `fprintf` i `fscanf`. Uczyli się także iteracyjnego odczytu danych z plików przy użyciu pętli, działania funkcji `feof` oraz różnic między metodami odczytu plików. W ramach bardziej zaawansowanych zagadnień analizowali operacje na plikach binarnych, wykorzystanie struktur i tablic oraz obsługę błędów za pomocą funkcji `ferror` i `feof`. Studenci prowadzili interakcje z ChatGPT, zadawali pytania i rozwiązywali krótkie quizy po każdej części teoretycznej.

Część praktyczna polegała na rozwiązywaniu krok po kroku konkretnych zadań programistycznych, takich jak: zapisywanie liczb do osobnych plików, zastępowanie słów w plikach tekstowych, generowanie plików binarnych z losowymi liczbami zmiennoprzecinkowymi oraz obliczanie średniej z liczb odczytanych z pliku binarnego. Studenci byli zachęceni do przysyłania cząstkowych rozwiązań do sprawdzenia, zamiast oczekiwania na gotowy kod. ChatGPT miał za zadanie analizować przedstawione rozwiązania, poprawiać błędy i sugerować możliwe optymalizacje. Studenci

byli zobowiązani do aktywnego testowania swoich programów i upewnienia się, że działają one poprawnie – zwłaszcza w kontekście operacji na plikach.

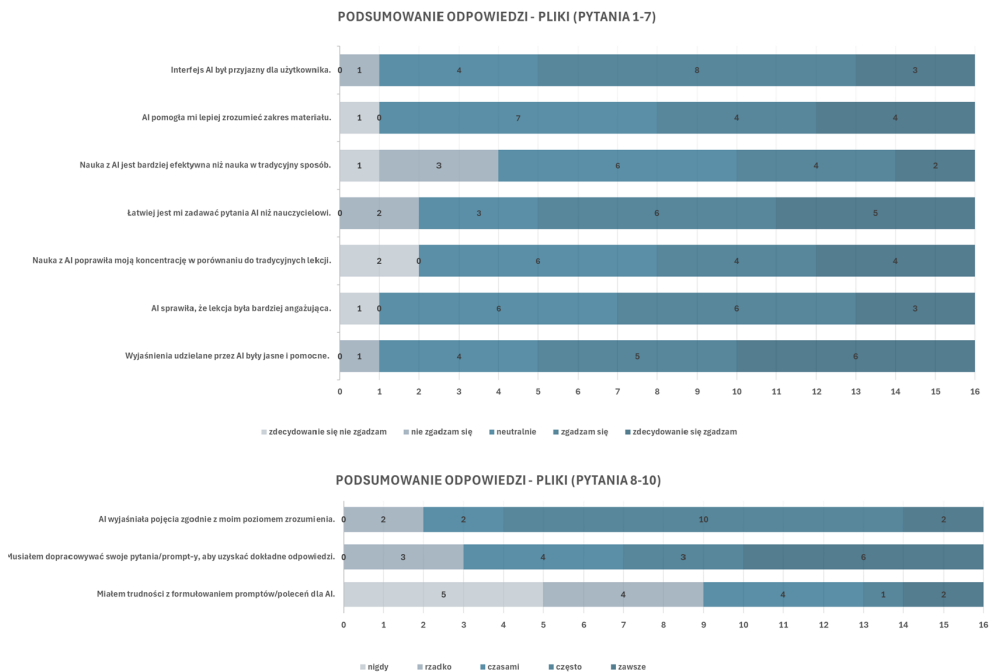
Podczas całej sesji kładziono nacisk na stopniowe przyswajanie wiedzy, rozwijanie umiejętności rozwiązywania problemów oraz aktywną interakcję z AI-asystentem.

7.4.1. Ankieta II

Po zakończeniu pracy studenci zostali poproszeni o wypełnienie ankiety oraz przesłanie linku do konwersacji z ChatGPT. Ankieta miała postać dziesięciu pytań zamkniętych z odpowiedziami w pięciopunktowej skali Likerta:

1. Wyjaśnienia udzielane przez AI były jasne i pomocne.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
2. AI sprawiła, że lekcja była bardziej angażująca.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
3. Nauka z AI poprawiła moją koncentrację w porównaniu do tradycyjnych lekcji.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
4. Łatwiej jest mi zadawać pytania AI niż nauczycielowi.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
5. Nauka z AI jest bardziej efektywna niż nauka w tradycyjny sposób.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
6. AI pomogła mi lepiej zrozumieć zakres materiału.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
7. Interfejs AI był przyjazny dla użytkownika.
(zdecydowanie się nie zgadzam / nie zgadzam się / neutralnie / zgadzam się / zdecydowanie się zgadzam)
8. Miałem trudności z formułowaniem promptów/poleceń dla AI.
(nigdy / rzadko / czasami / często / zawsze)
9. Musiałem dopracowywać swoje pytania/prompty, aby uzyskać dokładne odpowiedzi.
(nigdy / rzadko / czasami / często / zawsze)
10. AI wyjaśniała pojęcia zgodnie z moim poziomem zrozumienia.
(nigdy / rzadko / czasami / często / zawsze)

7.4.2. Analiza wyników



Rysunek 7.4: Odpowiedzi studentów na pytania ankiety podsumowującej zajęcia z zarządzania plikami (ankieta II)

- Jasność wyjaśnień: ponad 75% studentów uznało wyjaśnienia AI za jasne i pomocne (odpowiedzi „zgadzam się” lub „zdecydowanie się zgadzam”).
- Zaangażowanie w lekcję: większość uczestników (osiem odpowiedzi „zgadzam się” oraz „zdecydowanie się zgadzam”) zgodziła się, że AI uczyniło lekcję bardziej angażującą, przy siedmiu odpowiedziach neutralnych.
- Poprawa koncentracji: 37% studentów zgłosiło lepszą koncentrację podczas lekcji wspomaganych przez AI w porównaniu z zajęciami tradycyjnymi, podczas gdy pozostali pozostali neutralni.
- Łatwość zadawania pytań: uczniowie ogólnie stwierdzili, że łatwiej jest zadawać pytania AI niż nauczycielowi; dominowały odpowiedzi „zgadzam się” i „zdecydowanie się zgadzam”.
- Efektywność nauki: opinie były podzielone – większość uczniów była neutralna lub zgadzała się, że AI zwiększa efektywność nauki, choć utrzymywał się pewien sceptycyzm.

- Zrozumienie materiału: większość uznała, że AI pomogło im lepiej zrozumieć materiał; pojawiła się tylko jedna negatywna odpowiedź.
- Interfejs użytkownika: większość uczniów uznała interfejs AI za przyjazny użytkownikowi – ponad 70% udzielonych odpowiedzi było pozytywnych.
- Dopasowanie do poziomu zrozumienia: AI na ogół dobrze dostosowywała się do poziomu zrozumienia uczniów – większość odpowiedzi brzmiała „często”/„zawsze”.
- Doprecyzowywanie pytań: wszyscy studenci musieli doprecyzowywać swoje pytania, przy czym ponad 50% robiła to często lub zawsze.
- Formułowanie zapytań: studenci zazwyczaj nie mieli większych trudności z formułowaniem zapytań, choć niektórzy zgłaszali sporadyczne problemy.

Podsumowanie

Narzędzia oparte na sztucznej inteligencji stają się powszechne w edukacji, zmieniając sposób, w jaki uczniowie i studenci zdobywają wiedzę, rozwiązują problemy i korzystają z materiałów dydaktycznych. Prawdopodobnie zapoczątkują one nowe podejścia do nauczania i uczenia się – bardziej spersonalizowane, interaktywne i oparte na danych. Dzięki możliwości generowania treści, analizowania postępów w czasie rzeczywistym czy udzielania natychmiastowej informacji zwrotnej, AI może wspierać zarówno studentów w samodzielnej nauce, jak i nauczycieli w lepszym planowaniu i prowadzeniu zajęć.

Chociaż wciąż istnieje możliwość, że część nauczycieli będzie powstrzymywać się od korzystania z tych technologii – z powodu niepewności, poczucia braku kompetencji lub obaw etycznych – nie należy oczekiwać, że studenci je zignorują. Młodsze pokolenia bardzo szybko adaptują się do nowych narzędzi, a AI postrzegają jako naturalne wsparcie w codziennej nauce. Jeśli edukacja akademicka nie podejmie wyzwania i nie włączy świadomego korzystania z AI do programów nauczania, może dojść do rozejścia się ścieżek studentów i uczelni – ci pierwsi będą uczyć się z pomocą zaawansowanych technologii, często poza oficjalnym tokiem kształcenia.

Dlatego tak ważne jest, aby uczelnie i nauczyciele nie tylko nie ignorowali obecności sztucznej inteligencji, ale aktywnie kształtowali sposób, w jaki jest ona wykorzystywana w środowisku akademickim. Tylko wtedy możliwe będzie pełne wykorzystanie potencjału tych narzędzi w sposób wspierający rozwój intelektualny, etyczny i zawodowy studentów.

Wstępne dane potwierdzają, że ChatGPT może w znaczący sposób wzbogacić zajęcia z programowania w języku C dla studentów pierwszego roku. Studenci doceniają ChatGPT przede wszystkim za to, że obniża psychologiczną barierę w zadawaniu pytań. Wielu z nich otwarcie stwierdza, że łatwiej jest skonsultować się z modelem niż podejść do prowadzącego, a podobny odsetek uważa, że odpowiedzi bota pomagają

im zrozumieć koncepcje związane z programowaniem w C, zwłaszcza trudniejsze zagadnienia, takie jak obsługa plików czy pamięć dynamiczna. Natychmiastowa informacja zwrotna, fragmenty kodu oraz możliwość odtwarzania wyjaśnień w dowolnym tempie sprawiają, że zajęcia stają się bardziej elastyczne i angażujące. Te zalety są szczególnie widoczne na wczesnym etapie nauki programowania, gdzie kluczowe są pewność siebie i szybkie wyjaśnianie niejasności, a nie zaawansowana wiedza.

Jednak te same dane ujawniają również wyraźne problemy, na które napotykają studenci. Znacząca mniejszość studentów zgłasza trudności w formułowaniu skutecznych zapytań i potrzebę kilkukrotnego ich poprawiania, zanim odpowiedź stanie się użyteczna; inni obawiają się, że ChatGPT „kłamie” lub generuje subtelne błędy, które mogą niezauważenie trafić do ich kodu. Pojawia się również niepokój związany z prywatnością – studenci nie wiedzą, kto może mieć dostęp do kodu wklejanego do czatu – oraz obawa, że gotowe rozwiązania mogą sprzyjać bierności lub gorszej długoterminowej retencji wiedzy. Wreszcie pomoc modelu okazuje się mniej skuteczna w przypadku bardziej złożonych zadań: skupienie i odczuwana efektywność wzrastają jedynie umiarkowanie i brak w tym zakresie jednoznacznej opinii.

ChatGPT może realnie wzbogacić zajęcia z programowania na pierwszym roku, ułatwiając studentom szukanie pomocy i dostarczając jasnych, dopasowanych do potrzeb wyjaśnień. Aby jednak wykorzystać ten potencjał w sposób bezpieczny, kurs powinien zawierać konkretne zabezpieczenia: minitutoriale dotyczące formułowania zapytań, obowiązkową weryfikację kodu generowanego przez AI, przykłady typowych „halucynacji” modelu oraz przejrzyste informacje o sposobie przetwarzania danych. Przeplatanie zajęć z pomocą AI z tradycyjnymi „sprintami bez AI” pomoże przeciwdziałać bierności i wzmocni trwałość nauki. Dzięki takim środkom możliwe będzie pełne wykorzystanie zalet technologii – dostępności, spersonalizowanej informacji zwrotnej i elastycznego tempa pracy – przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyk, takich jak dezinformacja, frustracja przy tworzeniu zapytań, obawy o prywatność i nadmierna zależność od narzędzia.

Bibliografia

- Auerbach, R., Mortier, P., Bruffaerts, R., Alonso, J., Benjet, C., Cuijpers, P., Demyttenaere, K., Ebert, D., Green, J., Hasking, P., Murray, E., Nock, M., Pinder-Amaker, S., Sampson, N., Stein, D., Vilagut, G., Zaslavsky, A. i Kessler, R. (2018). The WHO World Mental Health Surveys International College Student Project: Prevalence and Distribution of Mental Disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 127. doi: 10.1037/abn0000362
- Balse, R., Valaboju, B., Singhal, S., Warriem, J. i Prasad, P. (2023). Investigating the Potential of GPT-3 in Providing Feedback for Programming Assessments. W: *Proceedings of the 2023 conference on innovation and technology in*

- computer science education v. 1* 292-298. doi: 10.1145/3587102.3588852
- Biswas, S. (2023). Role of ChatGPT in Computer Programming.: ChatGPT in Computer Programming. *Mesopotamian Journal of Computer Science*, 2023, 8–16. doi: 10.58496/MJCSC/2023/002
- Božić, V., i Poola, I. (2023, 04). Chat GPT and education. *Preprint*. doi: 10.13140/RG.2.2.18837.40168
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chen, E., Huang, R., Chen, H.-S., Tseng, Y.-H. i Li, L.-Y. (2023). *GPTutor: a ChatGPT-powered programming tool for code explanation*. doi: 10.48550/arXiv.2305.01863
- Chen, X., Zou, D., Xie, H. i Cheng, G. (2021). Twenty Years of Personalized Language learning : Topic Modeling and Knowledge Mapping. *Educational Technology and Society*, 24(1), 205–222.
- Crust, G., i ChatGPT. (2023). ChatGPT employability study skills and curriculum development. doi: 10.13140/RG.2.2.35643.28960
- Daun, M., i Brings, J. (2023). How ChatGPT will change software engineering education. W: *Proceedings of the 2023 conference on innovation and technology in computer science education v. 1* 110–116.
- Dogan, M. E., Goru Dogan, T. i Bozkurt, A. (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*, 13(5). doi: 10.3390/app13053056
- Guo, B., Zhang, X., Wang, Z., Jiang, M., Nie, J., Ding, Y., Yue, J. i Wu, Y. (2023). *How Close is ChatGPT to Human Experts? Comparison Corpus, Evaluation, and Detection*. doi: 10.48550/arXiv.2301.07597
- Humble, N., Boustedt, J., Holmgren, H., Goran, M., Seipel, S. i Östberg, A.-S. (2023, 12). Cheaters or AI-Enhanced Learners: Consequences of ChatGPT for Programming Education. *Preview of the Special Issue: Artificial Intelligence (AI) in education*.
- Jeon, J., i Lee, S. (2023). Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT. *Education and Information Technologies*. doi: 10.1007/s10639-023-11834-1
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T. i Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. doi: 10.1016/j.lindif.2023.102274

- Klimova, B., i Pikhart, M. (2025). Exploring the effects of artificial intelligence on student and academic well-being in higher education: a mini-review. *Frontiers in Psychology*, 16. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1498132
- Leinonen, J., Denny, P., MacNeil, S., Sarsa, S., Bernstein, S., Kim, J., Tran, A. i Hellas, A. (2023, June). Comparing Code Explanations Created by Students and Large Language Models. W: *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1* 124–130. doi: 10.1145/3587102.3588785
- Lin, J. (2023). ChatGPT and Moodle Walk into a Bar: A Demonstration of AI's Mind-blowing Impact on E-Learning. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=4393445> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4393445> doi: 10.2139/ssrn.4393445
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4). doi: 10.3390/educsci13040410
- Memarian, B., i Doleck, T. (2023). ChatGPT in education: Methods, potentials, and limitations. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100022. doi: 10.1016/j.chbah.2023.100022
- Opesemowo, O., i Ndlovu, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 333-346. doi: 10.3390/JPR.202426428
- Oranga, J. (2023). Benefits of artificial intelligence (ChatGPT) in education and learning: Is ChatGPT helpful? *International Review of Practical Innovation, Technology and Green Energy (IRPITAGE)*, 3(3), 46–50. doi: 10.54443/irpitage.v3i3.1250
- Ouh, E. L., Benjamin, G., Shim, K. i Wlodkowski, S. (2023, 05). ChatGPT, Can You Generate Solutions for my Coding Exercises? An Evaluation on its Effectiveness in an undergraduate Java Programming Course. W: *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1*. doi: 10.48550/arXiv.2305.13680
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. i Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105. doi: 10.1207/S15326985EP3702_4
- Qian, Y., i Lehman, J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review [Review]. *ACM Transactions on Computing Education*, 18(1). doi: 10.1145/3077618
- Rahman, M. M., i Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies. *Applied Sciences*, 13(9). doi: 10.3390/app13095783
- Roose, K. (2023). Don't Ban ChatGPT in Schools. Teach With It. *International New York Times*.

- Savelka, J., Agarwal, A., Bogart, C., Song, Y. i Sakr, M. (2023). Can Generative Pre-trained Transformers (GPT) Pass Assessments in Higher Education Programming Courses? W: *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1* 117–123. doi: 10.1145/3587102.3588792
- Seebut, S., Wongsason, P. i Kim, D. (2024). Combining GPT and Colab as learning tools for students to explore the numerical solutions of difference equations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(1).
- Surameery, N. M. S., i Shakor, M. Y. (2023). Use chatgpt to solve programming bugs. *International Journal of Information technology and Computer Engineering*, 03(01). doi: 10.55529/ijitc.31.17.22
- Tapalova, O., Zhiyenbayeva, N. i Gura, D. (2022, 12). Artificial intelligence in education: Aied for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20, 639-653. doi: 10.34190/ejel.20.5.2597
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M., Bozkurt, A., Hickey, D., Huang, R. i Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 15, 1-24. doi: 10.1186/s40561-023-00237-x
- Wardat, Y., Tashtoush, M., Alali, R. i Jarrah, A. (2023, 05). Chatgpt: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19, 1-18. doi: 10.29333/ejmste/13272
- Yılmaz, R., i Karaoğlu Yılmaz, F. G. (2023a). Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT for programming learning. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100005. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100005>
- Yılmaz, R., i Karaoğlu Yılmaz, F. G. (2023b). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100147>
- Zheng, Y. (2023). ChatGPT for Teaching and Learning: An Experience from Data Science Education. W: *Proceedings of the 24th Annual Conference on Information Technology Education* 66–72. doi: 10.1145/3585059.3611431