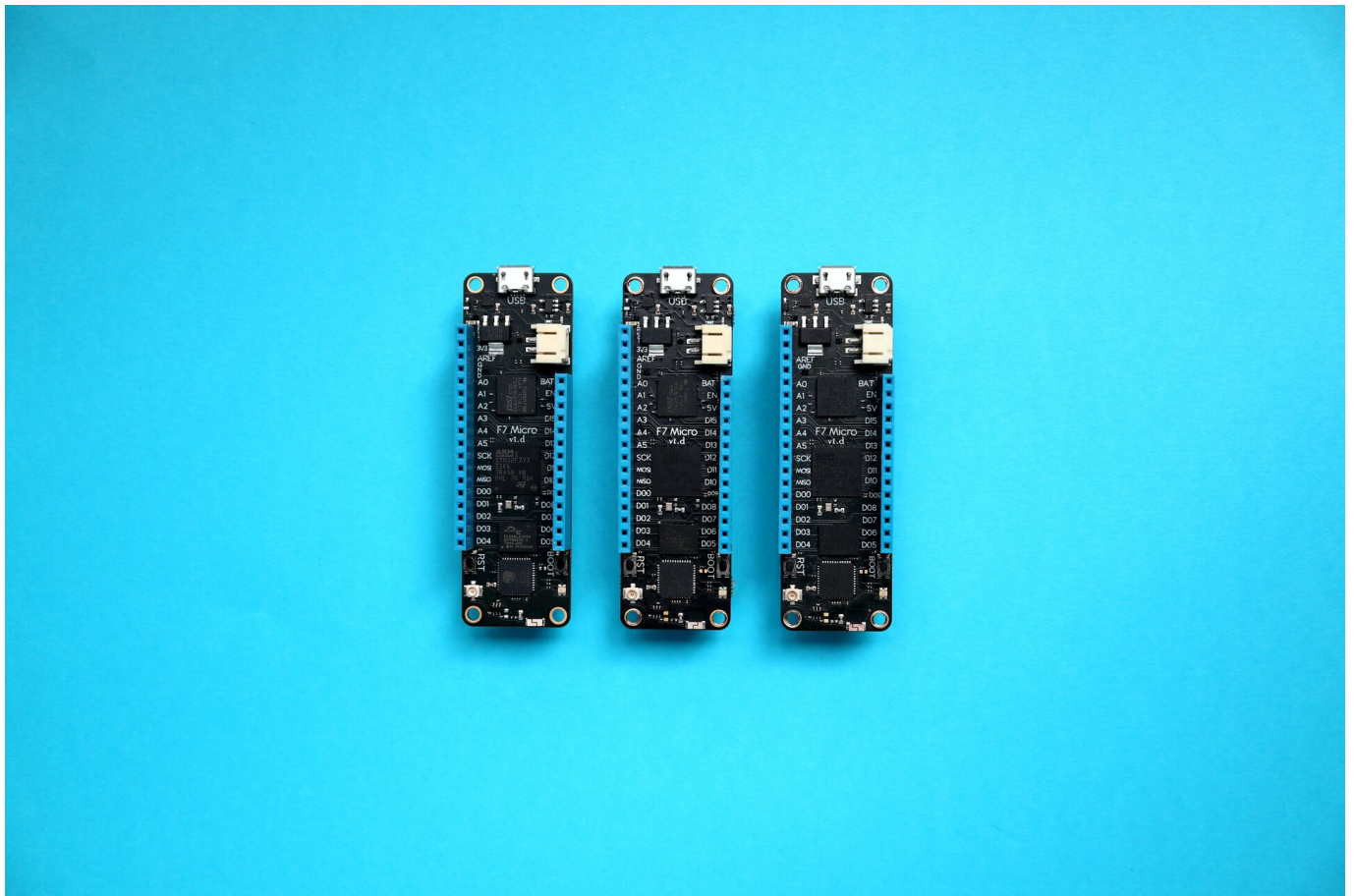




Rozwój informatyki: podejście futurystyczne

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Mapa myśli
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Bibliografia:

- Źródło: Victor Hugo.



Rozwój informatyki: podejście futurystyczne

Źródło: Jorge Ramirez, domena publiczna.

Latające pojazdy, ulice pełne zaawansowanych technologicznie robotów, a wśród nich ludzie... albo raczej cyborgi, mające w pełni wymienne podzespoły, wspomaganą pamięć oraz mechaniczne kończyny.

Brzmi to jak historia rodem z gry „Cyberpunk 2077”, nieprawdaż? Wszystko wskazuje jednak na to, że duża część futurystycznych wizji może się ziścić, zaś ludzie będą świadkami nastania „ery cybernetyki”.

Jakie technologie mogą przyczynić się do urzeczywistnienia takiej wizji świata? Czy cyborgizacja człowieka stanie się nieodzowna dla przyszłego rozwoju ludzkości? A w końcu – jakie znaczenie będzie miała w tym wszystkim informatyka oraz czy komputer kwantowy okaże się przełomowym rozwiązaniem na drodze ku przyszłości?

Rozsiądźmy się zatem wygodnie i odbądźmy wspólnie „podróż do przyszłości” świata informatyki.

O innych aspektach rozwoju informatyki przeczytasz w e-materiałach:

- [Rozwój informatyki](#),
- [Rozwój informatyki: robotyka i mechatronika](#),
- [Rozwój informatyki: Internet rzeczy](#).

Twoje cele

- Poznasz „technologie jutra”, które mogą w niedalekiej przyszłości przyczynić się do zrealizowania futurystycznej wizji świata.
- Wyjaśnisz, jakie znaczenie może odegrać w przyszłości cyborgizacja ludzkości.
- Przeanalizujesz potencjalne zagrożenia, z którymi będzie trzeba się liczyć w przyszłości.

Przeczytaj

Technologie jutra

” Victor Hugo

Nic nie kształtuje przyszłości bardziej niż marzenia.

Źródło: Victor Hugo.

Większość technologii, które uważamy obecnie za oczywisty składnik otaczającego nas świata, była niegdyś postrzegana w kategoriach **absurdu** lub **sennych marzeń wizjonerów**. Silnik parowy, samolot, internet – każdy z tych wynalazków był początkowo jedynie nierealistycznym wymysłem człowieka.

Aby dokonać pewnych odkryć oraz doprowadzić do przełomów naukowych, konieczne było odrzucenie obowiązujących wcześniej norm – stało się tak choćby w przypadku **mechaniki kwantowej**. Człowiekowi trudno jest bowiem pogodzić się z faktem, że do momentu wykonania pomiaru układ kwantowy może znajdować się jednocześnie w wielu stanach, czyli przyjmować kilka wartości równocześnie.

Posłużmy się analogią – założmy, że rzuciliśmy w górę **monetę**, mającą na rewersie orła, zaś na awersie reszkę. Dopóki moneta jest w powietrzu, możemy z całą pewnością założyć, że na jednej ze stron zobaczymy **orła** lub **reszkę**. Wydaje się to zupełnie oczywiste.

Sprawy komplikują się, gdy spróbujemy zastosować **reguły mechaniki kwantowej**, która głosi, że w locie moneta może pokazywać orła i reszkę jednocześnie. Dzieje się tak aż do momentu dokonania pomiaru, czyli zatrzymania monety po upadku na ziemię. Dopiero wtedy określa się, co pokazuje widoczna strona.

Ale jakie to wszystko ma znaczenie dla informatyki?

Okazuje się, że spore, gdyż właśnie na bazie mechaniki kwantowej powstaje urządzenie, które może zrewolucjonizować świat IT. Mowa o [komputerze](#)

FIZYKA KLASYCZNA



orzeł **LUB** reszka



FIZYKA KWANTOWA



orzeł **I** reszka

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Komputer kwantowy

Przełomowość komputera kwantowego wynika ze sposobu przetwarzania informacji. Współcześnie używane **komputery klasyczne** operują na **bitach**, które mogą przyjmować wartości lub **1**.

Przetwarzając ciągi o długości **4 bitów**, można operować na jednej z ich **16 kombinacji** (0000, 0001, 0010, 0100... itd.). Co istotne, w konkretnym momencie wolno wybrać tylko **JEDNĄ** konfigurację bitów i ją wykorzystać.

W przypadku **komputerów kwantowych** miejsce bitów zajmują tzw. **kubity** (bity kwantowe), które w **superpozycji** mogą przyjmować równocześnie wartość oraz **1**.

Jakie to ma przełożenie na potencjalną moc obliczeniową komputerów kwantowych?

W przypadku **komputerów kwantowych** (po osiągnięciu superpozycji) możliwe jest wykorzystywanie wszystkich potencjalnych kombinacji **RÓWNOCZEŚNIE** (aż do momentu przeprowadzenia pomiaru). W rezultacie da się np. wykonywać wiele obliczeń w tym samym momencie.

Oznacza to, że w jednej chwili możemy „przechodzić” przez wszystkie konfiguracje kubitów w celu znalezienia właściwego rozwiązania zadania. Zostanie ono ujawnione po wyjściu ze stanu superpozycji (odpowiada to momentowi zatrzymania wirującej

monety). W przypadku klasycznych komputerów należałoby wyszukiwać rozwiązanie, sprawdzając kombinacje bitów jedna po drugiej.

0000	0001	0010	0011
0100	0101	0110	0111
1000	1001	1010	1011
1100	1101	1110	1111

Komputer klasyczny – bity

W przypadku przetwarzania elementów złożonych z 4 bitów mamy do dyspozycji 16 możliwych kombinacji; w określonym momencie możemy wybrać tylko jedną spośród nich.

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

0000	0001	0010	0011
0100	0101	0110	0111
1000	1001	1010	1011
1100	1101	1110	1111

Komputer kwantowy – kubity

Przetwarzając 4 kubity, otrzymamy praktycznie nieskończenie wiele kombinacji, ponieważ operacje są wykonywane równocześnie; dopiero po dokonaniu pomiaru otrzymujemy wartość 16 kombinacji.

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Szacuje się, że 25-kubitowy komputer kwantowy miałby moc obliczeniową przeciętnego laptopa, zaś model **50-kubitowy** przewyższałby mocą najlepsze superkomputery.

Czy komputer kwantowy ma wady?

Okazuje się, że ma – i jest ich całkiem sporo. Głównym problemem związanym z komputerami kwantowymi jest utrzymanie **superpozycji kubitów**. Ich stabilizacja wymaga zachowania odpowiednich warunków, m.in.:

- całkowitego odizolowania od środowiska zewnętrznego,

- pracy w próżni,
- utrzymania bardzo niskiej temperatury (-273°C),
- przesuwania operacji dokonania pomiaru stanu kwantowego do chwili, w której pragniemy poznać wynik.

Biorąc pod uwagę te czynniki, upowszechnienie komputerów kwantowych wydaje się niemożliwe. Mimo to ich zastosowanie może być przełomowe dla rozwoju informatyki oraz przyszłych technologii.

Wynika to z faktu, że bardzo wysoka **moc obliczeniowa** komputerów kwantowych pozwoli na przeprowadzanie skomplikowanych symulacji w bardzo krótkim czasie. Przyjmuje się, że pewne obliczenia, które wymagałyby od klasycznego komputera pracy trwającej kilka milionów godzin, komputer kwantowy jest w stanie wykonać w kilka sekund.

Ta niezwykła technologia może być zatem wykorzystana choćby do błyskawicznego przeszukiwania ogromnych zbiorów danych, tworzenia skomplikowanych algorytmów dla systemów sztucznej inteligencji lub uzyskiwania wielu wariantów prognoz finansowych, zależnych od tysięcy czynników.

Przełom może również nastąpić w dziedzinie **zabezpieczeń**. Wykorzystując własną moc obliczeniową, komputery kwantowe będą w stanie zaszyfrować dane tak silnie, że zabezpieczeń nie da się złamać przy użyciu klasycznych komputerów. Niestety, istnieje także druga strona medalu: możemy być świadkami masowego wycieku danych w przypadku dostania się tej technologii w niepowołane ręce.

Sztuczna inteligencja – czy przyszłość będzie należała do maszyn?

Systemy sztucznej inteligencji potrafiące uczyć się samodzielnie już istnieją (wspominaliśmy o programie **AlphaZero** w e-materiale [Rozwój informatyki](#)). Choć nadal znajdują się one w fazie testów, kwestią czasu wydaje się ich masowe rozpowszechnienie we wszystkich dziedzinach życia.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w **transporcie** albo **zarządzaniu infrastrukturą miejską** wydaje się naturalnym krokiem na drodze ku powszechnej automatyzacji. Co

jednak się stanie, jeżeli za kilka dekad SI osiągnie iloraz inteligencji wyższy niż ludzki i to my zaczniemy się uczyć od maszyn?

Wizja ta nie wydaje się absurdalna. Biorąc pod uwagę tempo, w jakim rozwija się sztuczna inteligencja oraz moce obliczeniowe komputerów kwantowych, wszystko wskazuje na to, że SI stanie się elementem, który będzie definiował dalszy rozwój.

Ciekawostka

Najbardziej zaawansowany obecnie system sztucznej inteligencji należy do firmy Google. Jego IQ wynosi 47 punktów; choć nie przewyższa to inteligencji przeciętnego sześciolatka, stanowi dobry punkt wyjścia do przyszłych badań. W ciągu zaledwie sześciu lat opisywany system zwiększył wskaźnik IQ prawie dwukrotnie (z 26 punktów).

Zaczynając już od narodzin, SI mogłaby **analizować rozwój dziecka** – odnajdować ewentualne anomalie, wychwytywać predyspozycje i na tej podstawie planować ścieżkę kariery albo też wspomagać naukę języków obcych (jak wiadomo, dzieci do około piątego roku życia potrafią bezwiednie, w sposób naturalny nauczyć się nawet kilku języków i płynnie się nimi posługiwać).

W przypadku kolejnych szczebli edukacji SI mogłaby dobrać indywidualny tok nauczania dla każdego dziecka, biorąc pod uwagę nawet jego ruchliwość, styl uczenia się (odmienne formy nauczania dla wzrokowców, słuchowców i kinestetyków), czy też preferowany ton głosu lektora. W dodatku dla sztucznej inteligencji nie byłoby pytań bez odpowiedzi – cały potencjał do chłonięcia wiedzy przez dzieci mógłby być zatem wykorzystany do maksimum, bez jednoczesnego przeciążania nauką.

W przypadku życia zawodowego i prywatnego SI pełniłaby rolę doradcy, analizującego wszystkie za i przeciw podejmowanych decyzji, biorąc pod uwagę również wcześniejsze wybory, cechy charakteru, a nawet samopoczucie czy stan fizyczny.

Co więcej, tak zaawansowana sztuczna inteligencja mogłaby znać nas lepiej, niż my siebie sami. Mogłoby to otworzyć furtkę do sytuacji, w których oprócz ścieżki zawodowej SI wybierałaby życiowych partnerów i przyjaciół, bazując na dopasowaniu

charakterów oraz innych cechach. Choć może nie jest to tak nierealne, jak sobie wyobrażamy, aplikacje randkowe już teraz korzystają z algorytmów bazujących na naszych deklaracjach co do drugiej połówki.

I choć ta wizja wygląda z pozoru na utopijną, jej zapowiedzi możemy oglądać już teraz, choćby dzięki **wyświetlaniu preferowanych treści** lub **reklam** – odpowiada za to sztuczna inteligencja.

Ciekawostka

Bańka informacyjna – ograniczony dostęp do nieograniczonych informacji

Jeżeli zastanawiasz się, dlaczego w erze powszechnego dostępu do internetu nadal pojawiają się osoby głoszące absurdalne tezy lub poglądy, to jedną z odpowiedzi jest zjawisko **bańki informacyjnej**.

Współczesne algorytmy wyświetlania treści (opracowane m.in. przez firmę Google) bazują zazwyczaj na naszych preferencjach. Oznacza to, że nawet w przypadku powszechnego dostępu do informacji, dużo trudniej będzie odnaleźć artykuł, film lub inny materiał głoszący poglądy sprzeczne z naszymi, nie są one bowiem wyświetlane w pierwszej kolejności.

W ten oto sposób możemy doświadczyć tzw. paradoksu bańki informacyjnej, kiedy to jeszcze bardziej utwierdzamy się w wierze w informacje nieprawdziwe. Wynika to z faktu przebywania w kręgu osób lub całych grup społecznych głoszących podobne tezy.

Czy oddanie całej kontroli sztucznej inteligencji to jedyna droga do przyszłego rozwoju? Czy człowiek ma jakiegokolwiek szanse konkurowania z maszynami?

Dogonić maszyny czy zostać maszyną?

Coś, co na pierwszy rzut oka wygląda jak wyrwana z odległej przyszłości wizja szaleńca, jest elementem współczesnego świata już od pewnego czasu.

Rozruszniki serca, implanty ślimakowe, a nawet zwykłe **protezy** pomagają coraz częściej prawidłowo funkcjonować osobom chorym lub niepełnosprawnym.

Medycyna przyszłości skoncentruje się w głównej mierze właśnie na „polepszaniu” człowieka. Technologia może stać się remedium na dolegliwości, z którymi ludzie zmagają się od zawsze: starość, problemy z pamięcią, niesprawność organów. O modyfikacjach ludzkiego genomu przeczytasz w e-materiale [Spór o modyfikacje genetyczne przeprowadzane na ludziach](#).

Chip wspomagający pamięć

Nie tak dawno zaprezentowano prototyp chipu, który miałby posłużyć jako narzędzie wspomagające pracę ludzkiego mózgu. Układ pozwala magazynować wspomnienia oraz ważne informacje.

Start-up firmy **Neuralink** założonej przez Elona Muska wykonał krok milowy na drodze do **leczenia schorzeń mózgu**, a także ogólnej poprawy jego funkcjonowania. Zabieg wszczepienia chipu jest inwazyjny (ale jak podkreśla projektant – całkowicie bezpieczny). Układ łączy się z mózgiem za pomocą setek nitkowatych elektrod.

Sam pomysł może przyczynić się do przełomu w **leczeniu choroby Alzheimera**, której wynikiem są trwałe zaburzenia pamięci. Osoba chora dzięki technologii przypominałaby sobie wydarzenia z życia zmagazynowane w chipie.

Ciekawostka

Nieco bardziej futurystyczna teoria głosi, iż jest to pierwszy krok do w pełni świadomego **życia po śmierci**, które byłoby możliwe za sprawą technologii rozszerzonej rzeczywistości oraz bazy danych, w której znajdowałyby się zapisane wspomnienia.

Technika biodruku 3D

Przed dużo większym realnym wyzwaniem stoją naukowcy zajmujący się **technologią biodruku 3D**. Obecnie wykorzystywana metoda przeszczepu niesprawnych narządów jest dosyć problematyczna. Należy znaleźć dawcę, upewnić się, że organ jest

w dobrym stanie, sprawdzić zgodność grup krwi – a ostatecznie i tak nie wiadomo, czy przeszczep się przyjmie.

W przypadku biodruku 3D sprawa ma się inaczej. Do przygotowania tzw. **biotuszu**, wykorzystuje się **komórki macierzyste pacjenta**, pobrane w trakcie zabiegu biopsji. W ten sposób znacząco ogranicza się ryzyko odrzucenia przeszczepu.

Sam proces powstawania narządu zajmuje mniej więcej 3 godziny, podczas których tworzone są najpierw płaskie fragmenty tkanki. Następnie rozpoczyna się budowa przestrzennego modelu organu. Po zakończeniu druku narząd umieszcza się w specjalnym **bioreaktorze**, który stymuluje pracę komórek, umożliwiając im prawidłowy wzrost.

Do powszechnego użycia biodruku 3D jest jeszcze daleka droga; trzeba też uporać się z wieloma problemami (m.in. z budową naczyń krwionośnych). Mimo to grupie naukowców z Izraela udało się odtworzyć **w pełni działające serce** wydrukowane metodą **biodruku 3D**. Choć jego wielkość odbiega od rozmiarów ludzkiego organu, stanowi to przełom w tej dziedzinie.

Bioniczne protezy

Bioniczne protezy istnieją już od pewnego czasu. Ich główną zaletą w porównaniu z protezami klasycznymi jest możliwość sterowania m.in. palcami. Dzięki podłączeniu protezy do układu nerwowego pacjent jest w stanie zaciskać dłoń oraz przenosić lekkie przedmioty, sterując urządzeniem za pomocą mózgu (wychwytuje ono sygnały EMG, które są przesyłane przez mózg do mięśni, co prowadzi do wykonania przez maszynę pożądaney operacji).

Nowoczesne protezy bazujące na sztucznej inteligencji potrafią również „**uczyć się**” **pacjenta**, poprawiając tym samym sprawność oraz precyzję ruchów.

W przyszłości możemy oczekiwać, że bioniczne protezy staną się nie do odróżnienia pod względem funkcjonalności od zwykłych, ludzkich kończyn. Co więcej, istnieje duże prawdopodobieństwo, że będą one działały dużo lepiej za sprawą kilku istotnych czynników:

- **bioniczne protezy nie są podatne na zmęczenie**, co oznacza, że dają możliwość wykonywania nieustannej pracy fizycznej, bez uszczerbku dla zdrowia człowieka;
- **w bionicznych protezach może w przyszłości zostać zastosowana technologia funkcjonalna**, taka jak wbudowany smarfton lub cały interfejs, do którego da się podłączyć akcesoria obsługujące Internet rzeczy;
- **bioniczne protezy będą znacznie prostsze w „naprawie”** niż kończyny ludzkie, a także zdecydowanie bardziej wytrzymałe.

Oczywiście kwestia zastąpienia w pełni sprawnej kończyny bioniczną protezą to obecnie jedynie wizja przyszłości, do której trzeba podchodzić z dystansem. Nie oznacza to jednak, że w przyszłości nie ujrzymy podobnych zjawisk, a nawet całych trendów związanych z [cyborgizacją](#) ludzi.

Słownik

cyborgizacja

zastępowania ludzkich narządów zaawansowanymi technologicznie urządzeniami mechanicznymi

komputer kwantowy

urządzenie, którego działanie bazuje na zasadach mechaniki kwantowej; w odróżnieniu od klasycznego komputera operuje ono na tzw. bitach kwantowych (kubitach), które oprócz wartości 0 lub 1 mogą przyjmować ich superpozycje, czyli kombinacje 0 i 1

Mapa myśli

Polecenie 1

Uzupełnij mapę myśli o zagrożenia związane ze wskazanymi technologiami. Pomyśl nad jedną technologią przyszłości, która nie została wymieniona w tekście, a następnie podaj jedno zagrożenie z nią związane.

Przykład: Biosiatkówka jako rozwinięcie cyborgizacji.



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dokończ zdanie.

Jednostką informacji w komputerach kwantowych jest...

☐ kwant.

☐ kubit.

☐ bit.

Ćwiczenie 2



Dokończ zdanie.

Jeżeli 6 bitów pozwala utworzyć 64 kombinacje, to w przypadku 6 kubitów (przed dokonaniem pomiaru) liczba kombinacji wyniesie...

☐ 6.

☐ 32.

☐ praktycznie nieskończenie wiele.

☐ 64.

Ćwiczenie 3



Wskaż, co umożliwia zjawisko superpozycji.

☐ przyjęcie przez kubit jednej z dwóch wartości: 0 lub 1

☐ przyjęcie przez kubit jednocześnie wartości 0 oraz 1

Ćwiczenie 4



Zaznacz, co jest wymagane do osiągnięcia stabilizacji komputerów kwantowych, a co za tym idzie – utrzymania stanu superpozycji kubitów.

☐ odsunięcia pomiaru stanu kwantowego aż do momentu, w którym chcemy uzyskać wynik

☐ całkowitego odizolowania procesora od środowiska zewnętrznego

☐ zachowania niskiej temperatury oraz pracy w próżni

☐ opracowania skomplikowanego algorytmu na superkomputerze

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst.

Zjawisko występuje wówczas, gdy pomimo pozornego dostępu do nieograniczonych treści docierają do nas wyłącznie informacje potwierdzające nasze wcześniejsze założenia i poglądy.

wiedzy

klatki

bańki

grupy

informacyjnej

poglądowej

Ćwiczenie 6



Wymień dwie wady i dwie zalety futurystycznej wizji sztucznej inteligencji.

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego sztuczna inteligencja mogłaby w przyszłości pełnić funkcję „mentora ludzkości”.

Ćwiczenie 8



Podaj dwa możliwe problemy związane z powszechną cyborgizacją ludzi.

Dla nauczyciela

Autor: Maurycy Gast

Przedmiot: Informatyka

Temat: Rozwój informatyki: podejście futurystyczne

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

IV. Rozwijanie kompetencji społecznych, takich jak: komunikacja i współpraca w grupie, w tym w środowiskach wirtualnych, udział w projektach zespołowych oraz zarządzanie projektami.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IV. Rozwijanie kompetencji społecznych.

Zakres podstawowy. Uczeń:

5) przedstawia trendy w historycznym rozwoju informatyki i technologii oraz ich wpływ na rozwój społeczeństw;

Zakres rozszerzony. Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego, a ponadto:

2) analizuje i charakteryzuje wpływ trendów w historycznym rozwoju pojęć, metod informatyki oraz technologii na możliwości rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Poznasz „technologie jutra”, które mogą w niedalekiej przyszłości przyczynić się do zrealizowania futurystycznej wizji świata.
- Wyjaśnisz, jakie znaczenie może odegrać w przyszłości cyborgizacja ludzkości.
- Przeanalizujesz potencjalne zagrożenia, z którymi będzie trzeba się liczyć w przyszłości.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja;
- rozmowa nauczająca z wykorzystaniem multimediu i ćwiczeń interaktywnych;
- metody aktywizujące.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;

- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia e-materiał: „Rozwój informatyki: podejście futurystyczne”. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Prowadzący wyświetla na tablicy interaktywnej zawartość sekcji „Wprowadzenie” i omawia cele do osiągnięcia w trakcie lekcji.
2. **Rozpoznanie wiedzy uczniów.** Nauczyciel prosi wybranego ucznia lub uczniów o przedstawienie sytuacji problemowej związanej z tematem lekcji.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Nauczyciel ocenia, na podstawie informacji na platformie, stan przygotowania uczniów do zajęć. Jeżeli jest ono niewystarczające, prosi wybraną osobę o przedstawienie najważniejszych informacji z sekcji „Przeczytaj”.
2. **Praca z multimediami.** Nauczyciel wyświetla zawartość sekcji „Mapa myśli”. Uczniowie wspólnie analizują mapę myśli, a następnie dopasowują podane rozwinięcia mapy myśli dotyczące ewentualnych zagrożeń do każdej technologii. Próbuje odnaleźć jedną technologię przyszłości, która nie została wymieniona w tekście, a następnie podają jedno zagrożenie z nią związane.

3. Ćwiczenie umiejętności. Uczniowie wykonują ćwiczenia nr 1-5 z sekcji „Sprawdź się”. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań, omawiając je wraz z uczniami.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel ponownie wyświetla na tablicy temat lekcji zawarty w sekcji „Wprowadzenie” i inicjuje krótką rozmowę na temat zrealizowanych celów (czego uczniowie się nauczyli).
2. Wybrany uczeń podsumowuje zajęcia, zwracając uwagę na nabyte umiejętności.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia 6-8 z sekcji „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne:

- Treści w sekcji „Przeczytaj” można wykorzystać jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.