



METODOLOGIA BADAŃ NAUKOWYCH

dr inż. Marta Chodyka

Plan zajęć

1. Nauka i wiedza naukowa, podstawy pracy naukowej i prowadzenia badań w informatyce
2. Charakterystyka metod, technik i narzędzi badawczych
3. Formułowanie celów i hipotez badawczych

1a) Wprowadzenie do nauki i wiedzy naukowej w informatyce

- Definicja nauki informatycznej jako systematycznego poszukiwania nowych metod i technologii
 - Teoretyczne podstawy obliczeń i algorytmów, jak i praktyczne aspekty tworzenia oprogramowania i systemów informatycznych
- Przykład: rozwój kryptografii kwantowej stanowi przełom w zabezpieczaniu danych, łącząc głębokie teoretyczne podstawy fizyki kwantowej z praktycznymi aplikacjami w cyberbezpieczeństwie



1b) Podstawy metodologii naukowej i etyki w nauce

- Metodologia w informatyce obejmuje eksperymentalne testowanie algorytmów, symulacje komputerowe, analizę matematyczną oraz prace koncepcyjne dotyczące nowych paradygmatów obliczeniowych
- Znaczenie etyki naukowej: uczciwość w raportowaniu, prawa uczestników, właściwe autorstwo
 - Przykład: badania nad algorytmami uczenia maszynowego muszą uwzględniać nie tylko ich efektywność, ale też potencjalne skutki etyczne ich stosowania, takie jak uprzedzenia w algorytmach

1c) Badania podstawowe vs. rozwojowe w informatyce

- **BADANIA PODSTAWOWE:**

Definicja: Eksperymentalne lub teoretyczne prace podejmowane przede wszystkim w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów bez nastawienia na konkretne zastosowanie lub wykorzystanie.

- **BADANIA ROZWOJOWE:**

Definicja: Prace podejmowane w sposób metodyczny, oparte na wiedzy zdobytej w wyniku badań i doświadczeń praktycznych oraz tworzenia dodatkowej wiedzy, ukierunkowane na wytworzenie nowych produktów lub procesów bądź na ulepszenie istniejących produktów lub procesów.

Rozróżnienie między tymi dwoma rodzajami badań jest kluczowe dla zrozumienia, jak postępy w teorii przekładają się na innowacje technologiczne i odwrotnie – jak wyzwania praktyczne inspirować teoretyczne poszukiwania w nauce.

Badania podstawowe w informatyce

- Cel: Badania podstawowe w informatyce skupiają się na zdobywaniu nowej wiedzy i zrozumieniu fundamentalnych zasad leżących u podstaw technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Nie koncentrują się one bezpośrednio na praktycznych zastosowaniach, ale na teoretycznych podstawach informatyki, takich jak algorytmy, struktury danych, teoria obliczeń, sztuczna inteligencja czy bezpieczeństwo informacyjne.
- Przykłady:
 - Badania nad kwantowymi algorytmami obliczeniowymi, które mogą zrewolucjonizować przyszłość obliczeń, oferując rozwiązania problemów obecnie uznawanych za nierozwiązywalne dla komputerów klasycznych.
 - Teoretyczne modele uczenia maszynowego mające na celu zrozumienie i udoskonalenie procesów uczenia się przez maszyny bez bezpośredniego stosowania w konkretnych aplikacjach.

Badania rozwojowe (stosowane) w informatyce

- Cel: Badania rozwojowe są ukierunkowane na praktyczne zastosowanie wiedzy naukowej do tworzenia nowych technologii, produktów czy usprawnień istniejących systemów. Skupiają się na rozwiązaniu konkretnych problemów technicznych, innowacjach produktowych lub implementacji teoretycznych koncepcji w realnych aplikacjach.
- Przykłady:
 - Rozwój zaawansowanych systemów rekomendacyjnych wykorzystywanych w handlu elektronicznym, które opierają się na algorytmach uczenia maszynowego do personalizacji ofert dla użytkowników.
 - Opracowanie nowych metod szyfrowania danych mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa informacji przetwarzanych i przechowywanych w chmurze obliczeniowej.

1d) Przegląd głównych kierunków w badaniach naukowych w informatyce

- Sztuczna inteligencja, bezpieczeństwo informacji, rozwój oprogramowania
- Wpływ innowacji, np. rozwój technologii blockchain otwiera nowe możliwości w zakresie bezpiecznych i rozproszonych systemów płatności

2. Charakterystyka metod, technik i narzędzi badawczych

- Metoda badawcza to sposób rozwiązania konkretnego problemu badawczego
- Technika badawcza to konkretne działanie, sposób przeprowadzenia badań, podporządkowany metodzie badawczej
- Narzędzia badawcze to oprogramowanie

Metoda badawcza

- sposób rozwiązania konkretnego problemu badawczego
 - Metody jakościowe i ilościowe
 - Metody jakościowe w informatyce mogą obejmować analizę przypadków użycia oprogramowania w celu zrozumienia potrzeb użytkowników. Metody ilościowe często wiążą się z eksperymentalnym testowaniem wydajności algorytmów. Na przykład, badania nad algorytmami sortowania mogą wykorzystywać eksperymentalne porównania ich wydajności w różnych scenariuszach

Technika badawcza

- konkretne działanie, sposób przeprowadzenia badań, podporządkowany metodzie badawczej
 - Techniki zbierania danych: ankiety, wywiady, obserwacja
 - Ankiety mogą być wykorzystywane do badania satysfakcji użytkowników z systemów informatycznych, podczas gdy wywiady z programistami mogą dostarczać wglądów w procesy tworzenia oprogramowania. Obserwacja, na przykład monitorowanie interakcji użytkowników z interfejsem użytkownika, dostarcza bezpośrednich danych o zachowaniach i preferencjach

Narzędzia badawcze

- oprogramowanie statystyczne jak R lub Python z bibliotekami do analizy danych umożliwia przetwarzanie i analizę dużych zbiorów danych. Platformy do ankietyzacji online, takie jak Google Forms, ułatwiają zbieranie i analizę odpowiedzi od użytkowników
 - Oprogramowanie do analizy danych: R, Python z bibliotekami
 - Platformy do ankietyzacji online: Google Forms

3) Formułowanie celów i hipotez badawczych

- Zasady konstruowania celów badawczych
 - Cele badawcze w informatyce muszą być jasno zdefiniowane, mierzalne i osiągalne
 - Na przykład, cel badawczy może dotyczyć opracowania nowego algorytmu kompresji danych, który jest co najmniej o 10% bardziej efektywny niż istniejące rozwiązania
- Formułowanie hipotez
 - Hipotezy powinny być testowalne i oparte na istniejącej wiedzy. Przykładem może być hipoteza, że zastosowanie uczenia głębokiego w analizie obrazów medycznych pozwoli na szybszą i dokładniejszą diagnozę niż tradycyjne metody

3) Kluczowe zasady konstruowania celów badawczych:

- **Specyficzność** – cel badawczy powinien być wyraźnie określony. Oznacza to, że powinien on wskazywać konkretny obszar badań i co dokładnie ma być zbadane lub opracowane, np. "Opracowanie nowego algorytmu kompresji danych".
- **Mierzalność** – cel musi być mierzalny, czyli można określić, czy i kiedy został osiągnięty. W informatyce często wykorzystuje się wskaźniki efektywności, jak czas wykonania, stopień kompresji czy zużycie zasobów, np. "który jest co najmniej o 10% bardziej efektywny niż istniejące rozwiązania".
- **Osiągalność** – cel powinien być realistyczny do osiągnięcia w ramach dostępnych zasobów, czasu i wiedzy. Warto zadać pytanie, czy cel jest realistyczny z perspektywy aktualnego stanu wiedzy i technologii.
- **Relewancja** – cel badawczy powinien mieć znaczenie dla danej dziedziny i przyczyniać się do jej rozwoju. W informatyce może to oznaczać przyczynienie się do rozwoju nowych technologii lub poprawę istniejących systemów.
- **Ograniczenie czasowe** – powinien być ustalony realistyczny termin osiągnięcia celu. Pozwala to na planowanie etapów badawczych i ocenę postępów.

3) Kluczowe zasady konstruowania celów badawczych - przykład:

- *"Opracowanie i zaimplementowanie nowego algorytmu kompresji danych, który w testowanych warunkach jest o 10% bardziej efektywny pod względem stosunku stopnia kompresji do czasu przetwarzania w porównaniu do benchmarku stanowiącego najlepsze istniejące rozwiązania, w okresie dwóch lat od rozpoczęcia projektu."*

W ten sposób cel jest jasno zdefiniowany, mierzalny (efektywność można zmierzyć), osiągalny (przy założeniu odpowiednich zasobów i wiedzy), relewantny (poprawa istniejących algorytmów kompresji jest ważnym zadaniem w informatyce) oraz ograniczony czasowo.

3) Kluczowe zasady konstruowania hipotezy badawczej - przykład:

- *"Hipoteza: Zastosowanie metod uczenia głębokiego w analizie obrazów medycznych pozwoli na 20% szybszą diagnozę chorób nowotworowych i o 15% zwiększoną dokładność w porównaniu z tradycyjnymi metodami diagnostycznymi opartymi na analizie radiologa, mierzoną na podstawie próby 500 przypadków medycznych."*
- Taka hipoteza jest testowalna, ponieważ można ją zweryfikować, mierząc czas i dokładność diagnozy w kontrolowanych warunkach badawczych. Jest oparta na istniejącej wiedzy o uczeniu głębokim i jego potencjalnych zastosowaniach w medycynie. Jest również jasna, precyzyjna, ma konkretny zakres i jest falsyfikowalna, ponieważ można ją obalić, jeśli wyniki eksperymentów nie potwierdzą przewidywań.