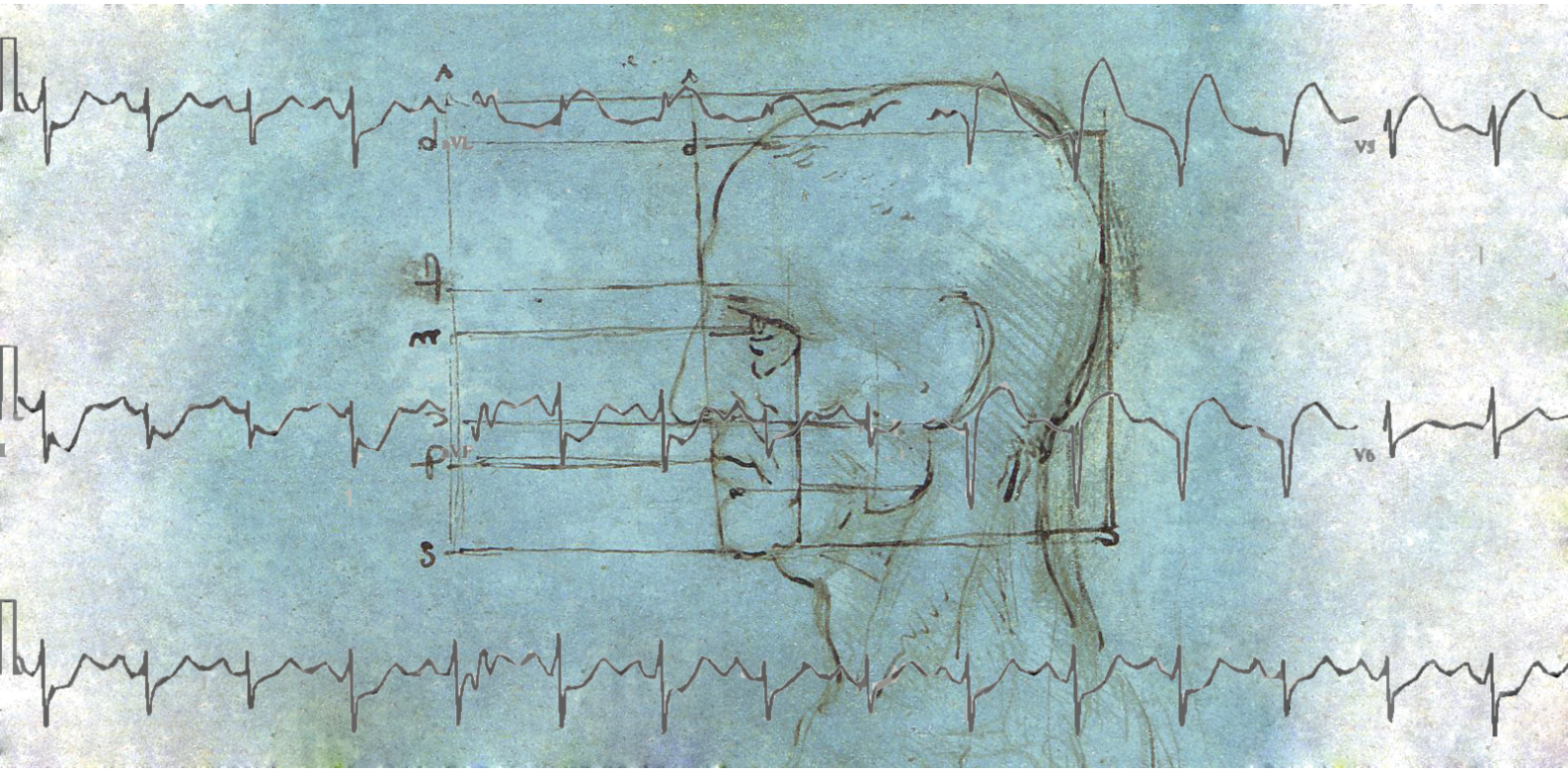


Podstawy metodologii badań naukowych

wykład

Jan Maciej Zaucha

Gdańsk, 2012

Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki
Uniwersytetu Gdańskiego

Skrypt powstał w ramach projektu „Kształcimy profesjonalistów – kompleksowy program kształcenia skierowany do studentów, absolwentów oraz studentów niepełnosprawnych Uniwersytetu Gdańskiego” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIWERSYTET GDAŃSKI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Spis treści

1. Metodologia badań naukowych 2
2. Podstawowe metody badań naukowych 6
3. Metoda obserwacyjna i pomiar 10
4. Błędy pomiarowe, analiza niepewności pomiaru, analiza rzetelności pomiaru oraz badanie kwestionariuszowe 15
5. Podstawy wnioskowania statystycznego 29
6. Testowanie hipotez 39
7. Podstawowe badania kliniczne i badania kwestionariuszowe 41
8. Modelowanie - Zdrowie i choroba jako przedmiot badania naukowego . 42
9. Struktura pracy naukowej 49

Metodologia badań naukowych

Czym jest metodologia?

Methodos + logos = Badanie + słowo

Metodologia jest nauką o badaniach (czynnościach poznawczych) oraz o wytworach poznawczych tych badań

Cele nauki

'Ludzie z natury dążą do poznania"[1]

„Należy do głównych potrzeb człowieka"[2]

Nauka to najlepsze poznanie rzeczywistości: *Działanie człowieka jest wtedy naukowe, jeśli pozwala lepiej zrozumieć otaczający go świat.* Jeśli chce się zweryfikować czy dany problem spełnia kryteria poznania naukowego to należy odpowiedzieć sobie na pytanie czy uzyskana odpowiedź pozwoli na lepsze poznanie rzeczywistości. Poznanie naukowe to nieskończony i nie w pełni doskonały proces dochodzenia do prawdy. Proces ten ma doprowadzić do stworzenia modelu obiektu, będącego przedmiotem poznania naukowego.

Epistemologia

Dział filozofii zajmujący się teorią poznania: jaki jest najlepszy i najbardziej obiektywny sposób poznania rzeczywistości.

Stanowi bazę filozoficzną działalności naukowej czyli stanowi platformę do dyskusji w jaki sposób należy prowadzić poznanie świata. Dzięki niej powstała teoria falsyfikowalności oraz teoria paradygmatu.

Podstawowe koncepcje epistemologiczne poznawania świata (Nauki)

Pierwsze koncepcje poznawania świata powstały w starożytności. Sprowadzały się one do dwóch teorii: **empirycznej** (np. Arystoteles)- świat poznaje się przez zmysły oraz doświadczenie. Typowym przykładem poznawania świata w sposób empiryczny jest poznawanie świata przez dzieci.

Duga teoria **rozumowa** propagowana przez Platona zakładała że podstawą poznawania świata jest rozum, należy zrozumieć jakimi prawami rządzi się świat

Teoria idei Platona

Platon uczeń Sokratesa stworzył teorię idei: Przez pojęcia poznajemy nie rzeczy, lecz idee.

[1] Arystoteles: „Metafizyka"

[2] hierarchia potrzeb głównych człowieka

Istnieją dwa światy: świat rzeczy i świat idei będący ich wzorami, prototypami
„Idee istnieją, rzeczy stają się"

Czyli świat rzeczywisty to niejako słabe odbicie doskonałego świata idei. Istnieje, więc tylko jeden prawdziwy byt IDEE

Koncepcje epistemologiczne poznawania świata (Nauki) –średniowiecze, odrodzenie, oświecenie, rewolucja przemysłowa XIX wieku

Od czasów starożytnych do czasów średniowiecza w teorii poznania nauki nie było przełomu. W średniowieczu w czasach najbujniejszego rozwoju chrześcijaństwa doszło do zwątpienia w możliwość rozumowego poznania świata. Dominował fideistyczny sposób postrzegania świata: poznanie świata utożsamiano z poznaniem Boga, za prawdę uznawano tylko prawdę objawioną. Dopiero w czasach odrodzenia powrócono do racjonalnego poznawania świata. Do najważniejszych postaci tych czasów miedzy innymi należał Galileusz, który dał początek nowemu przyrodoznawstwu, użył bowiem matematyki do opisu zjawisk fizycznych. Była to więc pierwsza udana synteza poznania empirycznego z poznaniem rozumowym. Galileusz[3] wierzył, że przyroda jest światem, który można opisać językiem matematyki, która pokazuje pełną prawdę o rzeczywistości.

W okresie **Oświecenia** po kilkudziesięciu latach zwątpienia powróciła wiara w nieograniczone możliwości racjonalnego poznania świata. Na nowo więc wybucha spór, co do wyższości poznania racjonalnego i empirycznego. Na uwagę z tego kresu zasługuje działalność **Emanuela Kanta**, który tworzył w Królewcu. Kant twierdził, że wyniki doświadczeń nie maja żadnej wartości, jeżeli nie zostaną przetworzone przez umysł. Jest to tzw. Konsensus Kanta. Stworzył więc on epistemologiczne podwaliny do współczesnych

[3] *Poza pracami z dziedziny filozofii i astrofizyki Galileusz odkrył prawo ruchu wahadła(1583). Zbudował wagę hydrostatyczną(1586). Zbudował lunetę astronomiczną i zastosował ją do obserwacji(1609). Odkrył góry na księżycu, satelity Jowisza, Fazy Wenus oraz stwierdził obrót Słońca dookoła osi a więc to, co było określone i przewidziane w teorii Mikołaja Kopernika.*

Pomimo, że trybunał inkwizycyjny zabronił głoszenia teorii heliocentrycznej w 1615r., Galileusz w 1623 wydał Dialog o dwu najważniejszych układach świata: Ptolemeuszowym i Kopernikowym. Dzieło to trybunał inkwizycyjny w 1633 uznał za zakazane i zmusił Galileusza do odwołania swoich poglądów. Nauka Galileusza została potępiona przez kościół i Galileusz do końca życia żył pod nadzorem inkwizycji. Dopiero w październiku 1992r. Papież Jan Paweł II uznał, że kościół popełnił błąd potępiając Galileusza.

pojęć wnioskowania i interpretacji zebranych danych we współczesnej nauce. Najważniejszą częścią każdej pracy naukowej jest dyskusja, czyli krytyczne omówienie wyników (interpretacja, wnioskowanie). Filozoficznie opiera się ona właśnie na Konsensusie Kanta

W późniejszych latach powraca odwieczny spór, co do wyższości poznania racjonalnego i empirycznego – ponowna dochodzi do utraty wiary w możliwość racjonalnego poznania świata: „Natura chroni ludzi od wiedzy, tak jak matka wyrywa niebezpieczną broń z ręki dziecka” [4] Na szczęście na przełomie wieku XIX i XX wieku w okresie rewolucji przemysłowej i namacalnych dowodów potęgi umysłu ludzkiego, ponowne dochodzi do ugruntowanie roli poznania empirycznego w poznaniu naukowym, w którym na podstawie faktów za pomocą wnioskowania-*indukcji* budowało się ogólne prawa.

Indukcja

Polega ona na przechodzeniu od „szczegółu do ogółu”, tzn. formułowaniu praw ogólnych na podstawie uwodnionych faktów szczegółowych.[5]

Dedukcja

Drugim rodzajem wnioskowania w nauce jest dedukcja: Jest czymś przeciwnym do indukcji, zaczyna się nie od obserwacji a od przypuszczenia, czyli hipotezy a następnie sprawdzeniu jej przez obserwacje, czyli od „ogółu do szczegółu”. Hipoteza[6] to najważniejsza część myślenia dedukcyjnego[7] wysunięta przed rozpoczęciem obserwacji to podstawa do późniejszego rozwoju teorii falsyfikowalności oraz teorii paradygmatu.

ZASADA FALSYFIKOWALNOŚCI

Karl Popper filozof żyjący w latach 1902-1994 zakwestionował poznania świata opartego na faktach empirycznych i wnioskowaniu indukcyjnym (antyindukcjonizm). Uważał on, że poznanie naukowe jest tylko zbiorem pewnych hipotez, a zasadniczą rolę w budowaniu nauk empirycznych pełni **krytyka hipotez**

[4] Jan Jakub Rousseau

[5] Przykład: Jeśli naukowiec zaobserwuje u różnych kobiet fakt, ze gotują one obiad dla męża wówczas może wysunąć wniosek (pewnie błędny!), że wszystkie kobiety gotują obiady dla swoich mężów

[6] Przykład hipotezy: Wszystkie kobiety gotują obiady dla swoich mężów

[7] Przykłady dedukcji: Wnioskowanie o skuteczności proponowanego leczenia u danego pacjenta na podstawie wyników prób klinicznych zastosowanego leku: Ponieważ w próbach klinicznych wykazano, że lek *A jest skuteczny w leczeniu choroby B,* można wnioskować, że lek ten będzie także skuteczny u konkretnego pacjenta chorego na chorobę *B*.

ZASADA FALSYFIKOWALNOŚCI = KRYTYKA HIPOTEZ

Krytyka hipotez polega na tym że, aby sprawdzić prawdziwość hipotez powinny być poddawane maksymalnie surowym testom sprawdzającym Hipoteza jest tylko wtedy prawdziwa, jeśli można przeprowadzić eksperyment celem udowodnienia jej prawdziwości

Czyli aby hipoteza była hipotezą naukową musi pozwalać na zaprojektowanie eksperymentu weryfikujący jej prawdziwość.

Teoria Paradygmatów

Teoria paradygmatów została sformułowana przez prof. Thomasa Kuhna z Uniwersytu w Kaliforni w pracy „The Structure of Scientific Revolution, w której autor podjął próbę syntetycznego ujęcia wewnętrznego mechanizmu rozwoju nauki

Podstawą teorii Kuhna jest pojęcie paradygmatu, zdefiniowane, jako ogólnie uznane osiągnięcie, które dostarcza modelowych rozwiązań ludziom uprawiających daną naukę

Przykładem paradygmatów jest mechanika Newtona, teoria względności Einsteina

Teoria paradygmatów charakteryzuje się:

- Powstaniem, rozwijaniem i odrzucaniem paradygmatów. To z kolei indukuje rozwój poszczególnych dyscyplin naukowych.
- Cyklicznością rozwoju naukowego

Cykliczność rozwoju naukowego wg. teorii paradygmatów dzieli się 3 okresy:

1. *Okres pierwszy - powstanie paradygmatu* - zapoczątkowuje okres jej rozwoju zwany okresem nauki „normalnej", kumulatywnej. W tym czasie paradygmat jest powszechnie przyjętą podstawą badań naukowych
2. *Okres drugi – Okres kryzysu* - w tym czasie dochodzi do wykrywania faktów naukowych niezgodnych z obowiązującym paradygmatem i zagadnień niedających się na jego podstawie rozwiązać
3. *Okres trzeci - tworzenie nowego paradygmatu* - w tym czasie koncentracja wysiłków na tym odcinku badań, w którym wystąpiły podstawowe niezgodności, sprzyja powstawaniu nowego paradygmatu dającego podstawy do zmian w danej nauce-rewolucji naukowej

Koncepcje poznania naukowego w medycynie

Pierwszym wzmiankowanym w historii medycyny naukowcem jest Hipokrates (V i IV w przed Chrystusem), który stwierdził że podstawą rozpoznania choroby jest obserwacja (co jest o tyle istotne, ze metoda obserwacyjna do chwili obecnej jest podstawową metodą w metodologii badań naukowych w medycynie) oraz, że podstawą zdrowia jest równowaga

miedzy 4 sokami krwią, śluzem, żółcią, czarną żółcią. Do połowy XIX wieku trudno mówić o prawdziwej nauce w medycynie, gdyż obserwacja i doświadczenie jednostek było jedynym sposobem szerzenia wiedzy medycznej. Rozwój medycyny naukowej pozostawał w tyle za rozwojem nauki jako takiej. Dopiero teoria falsyfikowalności i teoria paradygmatu dało podwaliny do rozwoju medycyny opartej na dowodach.

Medycyna Oparta na Dowodach

Podstawą poznania naukowego w medycynie jest *hipotez*, następnie jej weryfikacja na podstawie prawidłowo metodologicznie zrealizowanego *eksperymentu*, właściwie dobrana metoda matematycznego opisu wyniku eksperymentu oraz umiejętna *interpretacja* biologiczna rezultatów analizy matematycznej. Opublikowane podobne wyniki z licznych eksperymentów tworzą podstawy naukowe do wyznaczania standardów postępowania klinicznego, rekomendowanych przez środowiskowe towarzystwa naukowe, czyli stworzenie *paradygmatu***.** Innymi słowy medycyna oparta na dowodach to kompilacją zasady falsyfikowalności Karla Poppera oraz teorii paradygmatów Thomasa Kuhna.

Podstawowe metody badań naukowych

Do najczęściej stosowanych metod w badaniach naukowych należą następujące metody:

- obserwacyjna
- eksperymentalna
- sondażu diagnostycznego
- monograficzna
- badania dokumentów
- heurystyczna
- analizy i krytyki piśmiennictwa
- statystyczna
- symulacji komputerowej

Każda ze stosowanych metod musi cechować się:

- jasnością (powszechna zrozumiałość)
- jednoznacznością (wykluczenie dowolności stosowania różnych sposobów i zasad)
- celowością (podporządkowana określonemu celowi)
- skutecznością (pewność osiągnięcia zamierzonego celu)

- niezawodnością (pewność osiągnięcia zamierzonego celu o dużym stopniu prawdopodobieństwa)
- ekonomicznością (zamierzony rezultat powinien być osiągnięty przy najmniejszych kosztach, zużyciu sił, środków oraz czasu)

Należy pamiętać, że w pracach naukowych korzysta się zwykle z kilku metod naraz. Do najczęściej stosowanych metod w badaniach biologicznych należą metoda obserwacyjna w której dane są interpretowane na podstawie metod statystycznych

Metoda obserwacyjna

Metoda obserwacyjna z racji jej ważności w badaniach biologicznych zostanie omówiona w osobnym rozdziale. Tutaj zostaną omówione dwa specyficzne podtypu metody obserwacyjnej: metoda eksperymentalna i metoda sondażu diagnostycznego

Metoda eksperymentalna

Jest tak naprawdę formą metody obserwacyjnej ponieważ eksperyment naukowy, to obserwacja czynna, w której naukowiec ma szansą na aktywny stosunek do poznawanej rzeczywistości. Polega na celowym wprowadzeniu do procesu poznania czynnika eksperymentalnego (zmienna niezależna). W metodzie tej należy wyodrębnić badane zjawisko od niekontrolowanych czynników ubocznych. Dlatego zwykle dąży się do stworzenie układu wyizolowanego. Jest stosowana przy badaniu zjawisk powtarzających się w warunkach przynajmniej częściowo takich samych. Eksperymenty laboratoryjne (w warunkach sztucznych) umożliwiają swobodne manipulowanie zmiennymi biorącymi udział w badaniu. Z przyczyn oczywistych nie ma możliwości prowadzenia eksperymentu nad zjawiskami indywidualnymi i niepowtarzalnymi. Jedynym wyjątkiem są eksperymenty naturalne (obserwacja procesu w warunkach rzeczywistych).

Metoda sondażu diagnostycznego

Metoda ta polega na **statystycznym** gromadzeniu faktów i informacji o zjawiskach oraz dynamice ich rozwoju. Umożliwia ona statystyczny opis i sprzyja wyjaśnieniu pewnych zjawisk masowych pod warunkiem odpowiedniej liczebność badanej (reprezentatywnej) grupy. Liczba przebadanych zależy od przyjętej hipotezy badawczej, możliwości badającego, stosowanych technik oraz założonego stopnia dokładności. Najczęściej stosowaną techniką jest wywiad i ankietowanie oraz uzupełniająco analiza dokumentów i metody statystyczne.

Zasady tworzenia kwestionariusza do badań naukowych zostaną omówione w dalszej części skryptu

Metoda monograficzna

Polega na szczegółowym badaniu indywidualnego przypadku - instytucji, zakładu, dzielnicy oraz ludzi z nim związanych (określonej grupy społecznej - zbiorowość lub populacja). Metoda ta uwzględnia przede wszystkim informacje w formie jakościowo-opisowej, służy zgłębianiu cech i elementów określonej struktury (systemu, procesu) oraz scharakteryzowaniu ich charakteru, funkcjonowania, rozwoju; może także służyć badaniu efektywności oraz opracowywania ulepszeń bądź prognoz rozwojowych. Jest metodą stosunkową subiektywną, uzależniona od osądu prowadzącego, ale musi się opierać na obiektywnych źródłach stąd w jej skład wchodzi badanie dokumentacji oraz dodatkowo ankietowanie oraz wywiady.

Metoda badania dokumentów

Dokument badany to każdy przedmiot materialny (w formie dokumentu) zawierający myśli, wizje, osiągnięcia, propozycje, który może pomóc w odtworzeniu rzeczywistej działalności lub stanu badanej struktury. Stanowi cenne źródło dotarcia do przyczyn, skutków i warunków leżących u podstaw zachowań ludzkich. Daje możliwość analizy porównawczej. W metodzie badania dokumentów najważniejszym elementem jest ustalenie jakie dokumenty dla konkretnego badania będą najcenniejsze. Aby to ustalić należy zgromadzić dokumenty, dokonać ich wstępnej selekcji, potwierdzić autentyczność danych i sprawdzić ich wiarygodność. Następnie należy wybrać te które uznamy za optymalne z punktu widzenia prowadzonego badania. Po tym można przeprowadzić analizę dokumentów i opracować wnioski. Dokumenty są jedynymi ‘świadkami przeszłości’ i tylko na ich podstawie można ustalić pewne fakty, zdarzenia, zjawiska, jednak wartość dokumentów bywa zmienna i zawodna, istnieje niebezpieczeństwo ich fałszowania!. Dlatego tę metodę należy uzupełniać innymi technikami badawczymi.

Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa

Polega na wykazaniu celowości i oryginalności wyłonionego i podjętego do badań problemu. Zwykle jest to temat będący przedmiotem badań wielu grup badawczych. Podejmując analizę piśmiennictwa wykazujemy, co znamy a czego nie znamy, co już istnieje i jest zawarte w literaturze, a czego jeszcze nie ma i należy badaniami udowodnić; chodzi o pokazanie na ile podjęty problem jest inny od dotychczasowego stany wiedzy na ten temat, jakie są różnice, podobieństwa, związki, zależności w istniejących źródłach jakie wartości naukowe zapewnią

badania i proponowane rozwiązanie. Pochodną tej metody jest analiza porównawcza, której celem jest stwierdzenie zależności jednych zjawisk lub wytworów działalności ludzkiej od drugich.

Metody statystyczne

Wykorzystywane przy gromadzeniu i porządkowaniu danych naukowych dotyczących określonego badania. Metody statystyczne są niezbędne przy interpretacji danych biologicznych oraz innych danych obserwacyjnych ze względu na zmienności obserwacji oraz błędów przy wykonywaniu pomiarów. W skrócie analiza statystyczna dotyczy trzech elementów. Pierwsze to agregacja i porządkowanie danych oraz poszukiwania korelacji miedzy uzyskanymi wynikami. Tym zajmuje się statystyka opisowa. Druga grupa zagadnień obejmuje zagadnienia szacowania dotyczące całej populacji na podstawie wyników uzyskanych z grupy reprezentatywnej a trzecia testowania hipotez, czyli testowania czy istnieją różnice między badanymi grupami. Algorytm analizy statystycznej powinien uwzględniać: cel i koncepcję badania, zdefiniowanie zbiorowości - zmienne i ich wskaźniki techniki zbierania danych – zmiennych opracowanie i prezentowanie danych opracowanie wyników i wniosków interpretacja wyników i wniosków i wreszcie określenie osiągnięć w kategoriach użyteczności. Dokładne opis podstawowych zagadnień analizy statystycznej przedstawiono w dalszej części skryptu.

Metody symulacji komputerowej

Jest to coraz częściej stosowana metoda badań naukowych Z istoty swej wymaga znajomości programowani tak aby móc stworzyć program symulujący badane zjawisko. Aktualnie najszersze zastosowanie metoda ta znajduje w naukach przyrodniczych, ekonomicznych i badaniach technicznych. Metodę tą należy stosować, gdy badanie zjawiska rzeczywistego byłoby zbyt kosztowne lub niebezpieczne, gdy badania wymagałyby zbyt długich oczekiwań na wyniki i wreszcie gdy obiekt badań jeszcze realnie nie istnieje (np. Bozon Hicksa)

Metody heurystyczne

Istotą metod heurystycznych jest dochodzenie do nowych rozwiązań poprzez wykrywanie nowych faktów i związków między nimi zachodzących w realnie istniejącej rzeczywistości. Metody te nie służą tworzeniu a jedynie sprzyjają tworzeniu w określonych dziedzinach nauki. Dzielą się one na:

1. Metody odroczonego wartościowania
2. Metody transpozycji
3. Metody sugerowania
4. Metody złożone

Metody odroczonego wartościowania

np. burza mózgów, zakładają, że człowiek jest zdolny do twórczego działania, a wyniki tego działania zależą tylko od sposobu ich wykorzystania. Podstawowe założenie, to zbiorowe poszukiwanie nowych pomysłów.

Metody transpozycji

np. antynomie, analiza funkcji, analogie, antytemat sprowadzają się do wykrywania sprzeczności między dwoma wyłączającymi się wzajemnie twierdzeniami (antynomie) lub też na świadomym i wymuszonym poszukiwaniu podobieństw między danymi zdarzeniami, rozwiązaniami w celu poznania i wykorzystania informacji.

Metody sugerowania

np. metoda kruszenia, gra ze słowami, za i przeciw

Służą do badań nad dokonaniem, modyfikacją lub adaptacją istniejącego procesu (zjawiska) do nowej sytuacji. Istotą tych metod jest sugerowanie, odwracanie, przeciwstawianie, wypróbowywanie za pomocą zbioru pytań.

Metody złożone

np. metoda morfologiczna i delficka, synektyka

Ich wspólną cechą jest to, że sprzyjają tworzeniu i modernizacji wyrobów, procesów technologicznych lub produkcyjnych. Znajdują zastosowanie przy rozwiązywaniu szczególnie trudnych i złożonych problemów w sytuacjach ugruntowanych przez tradycję i traktowanych, jako niepodważalne. Głównym założeniem metod złożonych jest myśleć twórczo, niszczyć, tworzyć i doskonalić.

Metoda obserwacyjna i pomiar

Metoda obserwacyjna jedna z najstarszych metod badawczych. Do końca XIX wieku była główną metodą badawczą nauk przyrodniczych, posiada cykliczny charakter (fakty kończące jeden cykl obserwacji rozpoczynają następny) z definicji musi być obiektywna i celowa

Obserwacja zjawisk staje się metodą badawczą o ile:

- obserwacje organizuje się świadomie i celowo,
- uzyskane informacje się gromadzi a przebieg obserwacji utrwala się w protokołach
- wyniki obserwacji się interpretuje, jako zjawiska oddziałujące na elementy i procesy danego systemu,

Obserwacja jest obserwacją naukowa o ile spełnia następujące kryteria

- Zdefiniowano jasno obiekty będących przedmiotem obserwacji. Obiektem może być dowolny fragment rzeczywistości, będącej przedmiotem badania*:* mogą to być, procesy fizyczne, pacjenci, zwierzęta laboratoryjne.

- Określono cechy obserwowanych obiektów. Cecha określa atrybut opisujący dany obiekt, który jest istotny dla realizacji badania naukowego; *jedna cecha- obserwacja jednowymiarowa, wiele cech- wielowymiarowa*
- Przedstawienie metodę, bądź metody określającej sposób uzyskania informacji o danej cesze. Dla różnych cech można stosować różne metody, które należy jasno określić
- Zdefiniowano warunki prowadzenia obserwacji

Przykładowo, warunkiem niezbędnym do prawidłowej obserwacji tętna pacjenta jest stan odprężenia psychofizycznego. NIEPOMYŚLENIE o zachowaniu odpowiednich warunków obserwacji jest częstym źródłem błędów metodologicznych

- Określono jasno *obserwatora* (obserwatorów)

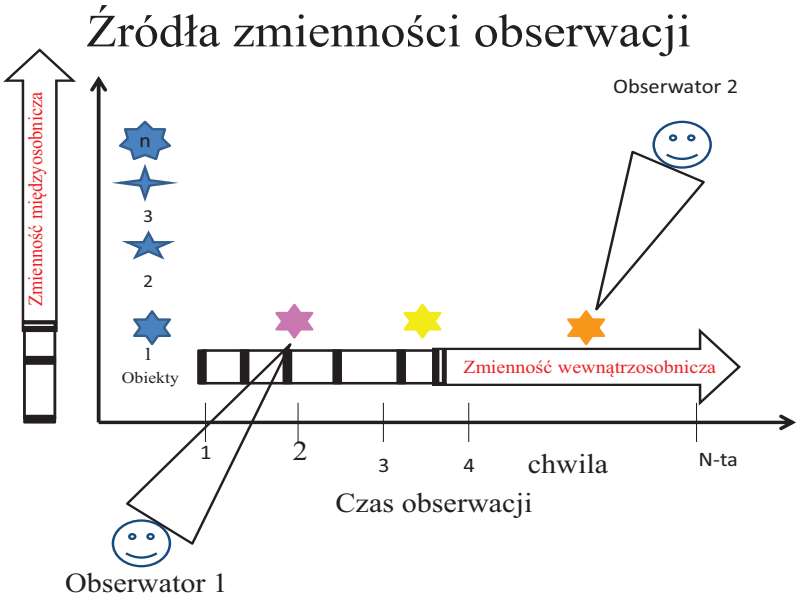
Obserwacja naukowa dotyczy, więc konkretnych cech uprzednio wybranych obiektów, przy zastosowaniu ustalonych metod pomiarowych w zadanych warunkach. Zdefiniowanie wszystkich elementów obserwacji tworzy plan badania = *plan obserwacji*

Zmienność obserwacji

Przyczyny zmienności obserwacji (zilustrowano na rycinie 1)

- różnice pomiędzy obiektami
- różnice między chwilami obserwacji
- różnice miedzy obserwatorami
- błędy pomiaru obserwacji

Rycina 1 Źródła zmienności obserwacji



Różnice miedzy obserwatorami

- Bardzo istotne w przypadku wykorzystywania dwóch różnych obserwatorów, zmienność obserwacji jest wówczas nie do uniknięcia
- Może być to źródłem istotnych różnic miedzy obserwacjami
- Najlepiej wykorzystywać tylko jednego obserwatora

Układ obserwacji, czyli wzajemne powiązania między obserwacjami i obiektami

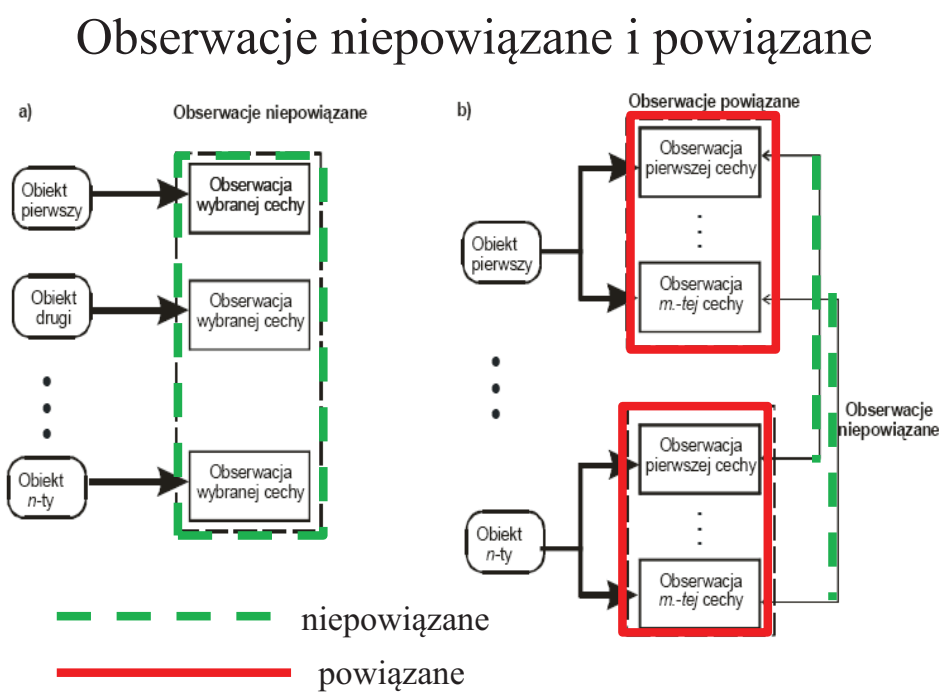
- Niepowiązany
- Powiązany- wtedy, gdy można wykazać jakikolwiek, dowolny związek miedzy obserwacjami.

np. obserwacje wielowymiarowe u jednego pacjenta są ze sobą powiązane poprzez osobę pacjenta

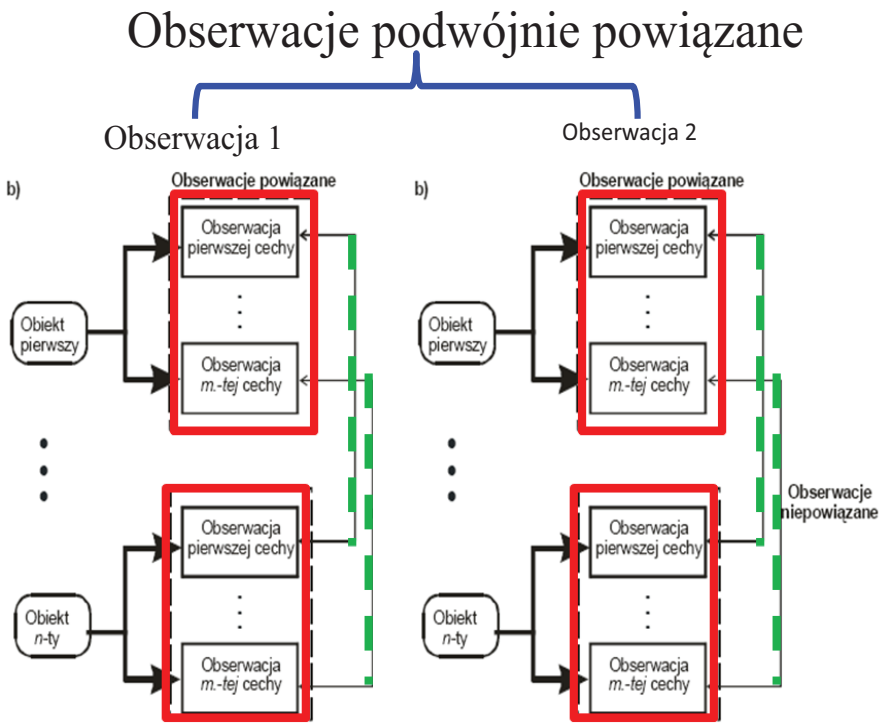
Przykłady obserwacji powiązanych

- obserwacje wielowymiarowe (kilku np. **m** cech) u jednego pacjenta
- Obserwacje kilku np. **m** cech u **n** pacjentów
- Oraz obserwacje jednej cechy w różnych chwilach czasowych np. przed i po obiedzie- są to obserwacje podwójnie powiązane (ważne ze względu na konieczność stosowania testów statystycznych uwzględniających tę cechę)

Rycina 2 Obserwacje niepowiązane i powiązane



Rycina 3 Obserwacje podwójnie powiązane



Pomiar, jako metoda obiektywizacji obserwacji

Zasada Galileusza:

Licz, co można policzyć, mierz, co można zmierzyć, a to, co nie jest mierzalne uczyń mierzalnym.

Pomiar – według współczesnej fizyki proces oddziaływania przyrządu pomiarowego z badanym obiektem, zachodzący w czasie i przestrzeni, którego wynikiem jest uzyskanie informacji o własnościach obiektu.

Podczas pomiaru dochodzi do przyporządkowania symboli najczęściej liczb do obserwacji, co pozwala na porównywanie wyników obserwacji.

Pomiar porządkuje obserwacje, wprowadza pewne relacje miedzy nimi.

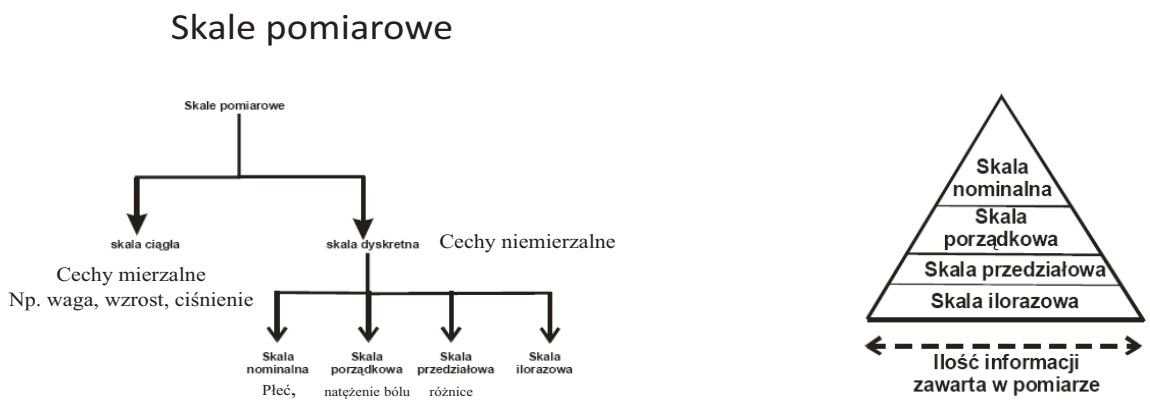
Pomiar, jako metoda obiektywizacji obserwacji- skale pomiarowe

Najlepiej, aby z faktu określonych różnic między obiektami wynikała takie same różnice między pomiarami, czyli z faktu $\omega_1 \prec \omega_2$ wynikał fakt $s_1 \prec s_2$.Taką sytuacje mamy dla cech mierzalnych wówczas możemy zastosować skalę pomiarową ciągłą. Jeśli jednak z faktu określonych różnic między obiektami nie wynikają takie same różnice między pomiarami, czyli z faktu $\omega_1 \prec \omega_2$ nie wynika fakt $s_1 \prec s_2$ Taką sytuacje mamy dla cech niemierzalnych wówczas możemy zastosować skale pomiarowe dyskretne

Skale pomiarowe

Rycina 4 przedstawia skale pomiarowe dla cech mierzalnych (skala ciągła) i niemierzalnych (skale dyskretne)

Rycina 4 Skale pomiarowe



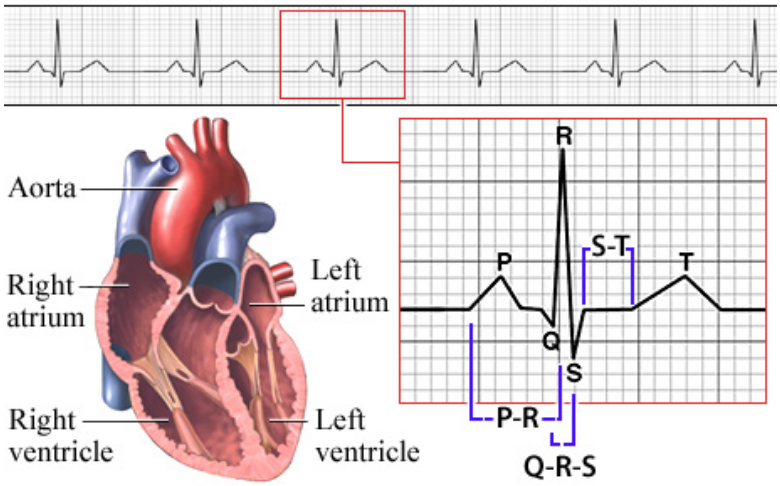
Co można mierzyć? - Każdą obserwację

Przykłady:

- Cech biofizycznych:
- Składnikowo płynów ustrojowych
- Determinantów psychologicznych i socjologicznych zdrowia i choroby
- Itp., itd.

Typowe cechy biofizyczne

Właściwości bioelektryczne i biomagnetyczne tkanek albo narządów – oporność skóry, natężenie pola elektrycznego wytwarzanego przez serce, mózg, pole magnetyczne wytwarzane przez serce, mózg itp. Itd.



Pomiar składników płynów ustrojowych

- Morfologia krwi obwodowej
- Badania biochemiczne
- Badanie ogólne moczu etc...



Pomiar determinantów psychologicznych i socjologicznych zdrowia i choroby

Głównym narzędziem stosowanym do pomiaru tych cech są testy psychologiczne, bądź specjalne konstruowane kwestionariusze.

Błędy pomiarowe, analiza niepewności pomiaru, analiza rzetelności pomiaru

Wprowadzenie

Z powodu niedokładności przyrządów i metod pomiarowych, niedoskonałości zmysłów, niekontrolowanej zmienności warunków otoczenia (wielkości wpływających) i innych przyczyn, wynik pomiaru jest zawsze różny od prawdziwej wartości wielkości mierzonej. Jest tylko jej mniej lub więcej dokładnym przybliżeniem.

Wartość rzeczywista wielkości jest punktem na osi liczbowej, którego położenie można opisać za pomocą nieskończonego ciągu cyfr. Już sam fakt skończonego zapisu wyniku jest też źródłem jego niedokładności.

Zatem, podając wynik pomiaru określonej wielkości, należy koniecznie podać także pewną ilościową informację, o jakości tego wyniku, a ściślej o jego dokładności, (czyli o stopniu przybliżenia do wartości prawdziwej), tak, aby korzystający z tego wyniku mógł ocenić jego wiarygodność. Bez takiej informacji wyniki pomiarów nie mogą być porównywane ani między sobą, ani z danymi z literatury lub norm.

Błędy Pomiarowe

Błąd pomiaru to odstępstwo wyniku jednostkowego pomiaru od wartości prawdziwej, której wielkości na ogół nie znamy. Nie należy go rozumieć, jako powstałego wyłącznie w wyniku pomyłki, a jako nieodłączny czynnik procesu pomiarowego. Błąd pomiaru jest bezpośrednio związany z metodą pomiaru. Najprostszą definicje błędu przedstawia poniższy wzór

$$\delta X = \hat{x} - x$$

Jest to tzw. błąd pomiarowy bezwzględny

Błąd pomiaru względny

$$\delta_W X = \frac{\hat{x} - x}{x} 100\% = \frac{\delta X}{x} 100\%, dla\ x \neq 0$$

Błąd względny, liczony względem wartości rzeczywistej, staje się niezależny od niej. Stwierdzenie dla danej procedury pomiarowej błędu względnego równego 10% oznacza, że każda wartość zmierzona będzie stanowiła 10% wartości rzeczywistej.

Znaczenie określenia błędu pomiaru

1) pozwala on *porównywać* pomiary otrzymane różnymi metodami. Wówczas wartość pomiaru otrzymana dokładniejszym narzędziem pomiarowym jest traktowana, jako wartość rzeczywista.
2) Drugie zastosowanie błędu pomiarowego: w *kalibracji urządzenia lub procedury pomiarowej*. W wielu sytuacjach dokładność urządzenia pomiarowego jest zależna od regulowanych parametrów. Wówczas zakłada się wartość dopuszczalnego błędu pomiarowego i tak dobiera się parametry, by pomiar był obarczony, co najwyżej przyjętym błędem. Przykładem takiej sytuacji może być pomiar stężenia leku w osoczu na chromatografie. Dokładność tego pomiaru zależy od stężeń i składu chemicznego rozpuszczalnika.
3) Trzecim typowym zastosowaniem błędu pomiarowego jest badanie powtarzalności danej procedury pomiarowej. Najczęściej wymaga się, by przy zachowaniu jednakowego planu obserwacji dokonywanej w różnych momentach czasowych, błąd pomiaru był podobny.

Klasyfikacja błędów w zależności od czynników wpływających na ich powstanie

$$\delta X = \hat{x} - x$$

Błędu pojedynczego pomiaru nie można obliczyć z powyższej zależności, ponieważ nie jest znana wartość prawdziwa wielkości mierzonej. Można go **oszacować (estymować)** lub obliczyć jego niektóre składowe, przy czym sposób postępowania zależy od rodzaju oddziaływań wpływających na wynik pomiaru.

Można wyróżnić oddziaływania przypadkowe i oddziaływania systematyczne.

Stąd błędy pomiaru można podzielić na:

przypadkowe, systematyczne oraz grube (pomyłki).

Błąd systematyczny

Błędem systematycznym nazywamy błąd, który w sposób zdeterminowany powtarza się przy każdym pomiarze. Błędy systematyczne najczęściej mają tę samą wartość podczas powtarzania pomiaru tej samej cechy. Stały błąd systematyczny często jest nazywamy *obciążeniem pomiaru. Błędy systematyczne mogą pojawiać się* w pewnym momencie procesu pomiarowego. Powstają wskutek *systematycznych oddziaływań wielkości wpływających.* Przy zmianie warunków zmienia się z określoną prawidłowością, którą można wyznaczyć analitycznie.

Przykładem są błędy systematyczne spowodowane przesunięciem skali miernika analogowego, błędem wzorca (np. różną od nominału masą odważnika), pomijaniem czynników wpływających na wyniki pomiaru (np. rezystancji przewodów przy pomiarze małych rezystancji), ustalonym wpływem warunków otoczenia (np. temperatury).

Jeżeli błąd systematyczny powstaje wskutek rozpoznanego oddziaływania systematycznego wielkości wpływających, to wpływ tego oddziaływania może być określony ilościowo i skompensowany addytywnie lub multiplikatywnie, przez dodanie do wyniku pomiaru poprawki lub pomnożenie wyniku przez współczynnik poprawkowy. Wynik pomiaru przed korekcją błędu systematycznego nazywa się wynikiem surowym, a po korekcji wynikiem poprawionym. Kompensacja błędu systematycznego nie może być zupełna, ponieważ błąd ten nie jest znany dokładnie. Wyznaczona poprawka jest obarczona niepewnością, która staje się jednym ze składników całkowitej niepewności pomiaru.

Błędy grube

Są to błędy spowodowane pomyłkami popełnianymi w trakcie wykonywania pomiaru lub odczytu i zapisywania wyniku. Przykładem mogą być błędy powstałe wskutek pomylenia skali w mierniku wielozakresowym, pomylenia jednostek lub przesunięcia

przecinka przy zapisie wyniku, zwarcia lub rozwarcia niektórych elementów obwodu pomiarowego.

Pomyłki można znacznie ograniczyć przez staranne wykonywanie pomiaru, a gdy powstają łatwo je zauważyć i wyeliminować, ponieważ otrzymany wynik znacznie różni się od innych wyników pomiaru tej samej wielkości.

Błędy losowe (przypadkowe)

Błąd losowy to błąd powstający przypadkowo, jego wartość zmienia się w każdym pomiarze w sposób przypadkowy. Są to błędy spowodowane przypadkowym oddziaływaniem dużej liczby trudno uchwytnych czynników zakłócających (nazywanych *wielkościami wpływającymi),* których łączny wpływ zmienia się z pomiaru na pomiar. Charakterystyczną cechą błędów przypadkowych jest to, że ich wartości są różne w kolejnych pomiarach

przeprowadzanych w jednakowy sposób (w warunkach powtarzalności). Przez to w odróżnieniu od błędu systematycznego, znaki błędów losowych są różne.

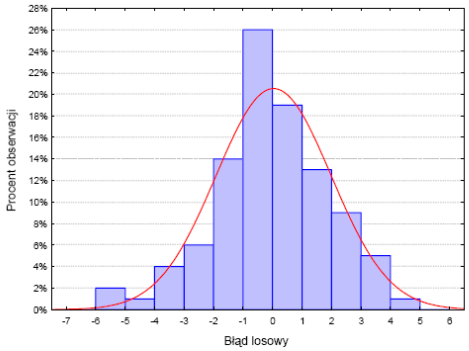
Źródłem błędów losowych są nieznane czynniki zakłócające pomiar, dlatego najczęściej nie są możliwe do całkowitego wyeliminowania. Ich obecność może wynikać np. z wpływu warunków atmosferycznych na stan psycho - somatyczny pacjenta.

Ponieważ nie są możliwe do określenia dokładne wartości błędu losowego, opisuje się go zmienną losową. Czyli błąd przypadkowy (losowy) jest *zmienną losową,* a w kolejnych pomiarach tej samej wielkości, wykonywanych w warunkach powtarzalności, otrzymuje się błędy o wartościach będących realizacjami tej zmiennej.

Wyniki pomiarów są również realizacjami zmiennej losowej i ulegają rozproszeniu wokół wartości prawdziwej wielkości mierzonej.

Błąd przypadkowy jest zmienna losową. Zmienna losowa *to funkcja przypisująca zdarzeniom elementarnym liczby***,** intuicyjnie to odwzorowanie przenoszące badania prawdopodobieństwa z niewygodnej przestrzeni probabilistycznej do dobrze znanej przestrzeni euklidesowej czyli innymi słowy mienne losowe to funkcje mierzalne względem przestrzeni probabilistycznych. Zmienną losową jest na przykład funkcja opisującą wagę lub wzrost ciała wylosowanego z pewnej populacji osobnika.

Ponieważ błąd przypadkowy jest zmienna losową to a i wynik pomiaru jest zmienna losową. I dlatego ocenę rozproszenia wyników wokół wartości prawdziwej dokonuje się *metodami rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej*. Błędy losowe najczęściej mają rozkład zbliżony do rozkładu normalnego



Błędy losowe mają tę właściwość, że ich wartości w kolejnych pomiarach wahają się oscylując wokół zera. Średnia arytmetyczna z dużej liczby powtórzonych pomiarów daje w wyniku redukcję błędu losowego i jest to uznana metoda poprawiania dokładności. Wartość średnia w dużej liczbie powtórzonych pomiarów różni się od wartości rzeczywistej w zasadzie tylko o wartość błędu systematycznego.

Czyli:

Zmniejszenie błędu losowego dokonujemy poprzez uśrednienie pomiarów a więc przez wielokrotne powtarzanie pomiarów, a ściślej przez wykonanie serii n pomiarów i przyjęcie, jako wyniku końcowego średniej arytmetycznej serii wyników *xi.*

$\overline{\hat{x}} = \overline{x} + \overline{\varepsilon} \Longrightarrow \overline{\hat{x}} - x$ $\qquad\qquad$ $\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$

$\overline{\varepsilon} = 0$

Niepewność pomiaru-ilościowa miara niedokładności pomiaru

Wyniki pomiarów przypisywane wielkości mierzonej, niezależnie od sposobu przypisania, wykazują rozrzuty wokół wartości prawdziwej, są, więc niepewne. Pozwalają jedynie wyznaczyć przedział obejmujący nieznaną wartość prawdziwą. Ilościową miarą niedokładności pomiaru, której odzwierciedlenie stanowi rozrzut wyników jest *niepewność pomiaru*

Istotne jest rozróżnienie między pojęciem błędu i pojęciem niepewności pomiaru.

Błąd jest zmienną losową, a niepewność jest parametrem rozkładu prawdopodobieństwa błędu.

Niepewność pomiaru-czyli rozrzut wyników

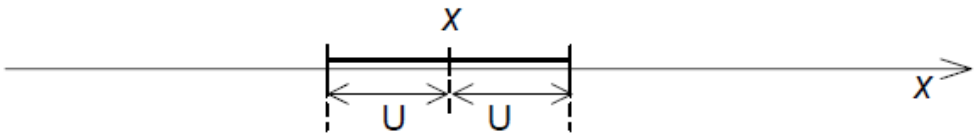
Pojęcie niepewność, jako miara niedokładności zostało wprowadzone stosunkowo niedawno przez dokument „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" wydany w 1993 roku przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną ISO. Stał się on normą międzynarodową, obowiązującą także w Polsce, w której niepewność pomiaru jest definiowana, jako *"parametr związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący* ***rozrzut*** *wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej*". Parametrem takim może być na przykład odchylenie standardowe rozkładu wyników lub błędów pomiaru, albo połowa szerokości przedziału mającego ustalony poziom ufności

Najczęstszym sposobem prezentacji niepewności pomiaru jest określenie przedziału U, w którym znalazłoby się *95% potencjalnych wyników* pomiarowych. Przedział taki nazywany jest przedziałem ufności.

Alternatywnym sposobem określania niepewności jest uzupełnienie wartości pomiaru o wartość miary niepewności, tzn., wynik pomiaru zapisujemy w postaci:

$x_0 = x \pm u_c$ na poziomie ufności odchylenia standardowego

$x_0 = x \pm U$ na postulowanym poziomie ufności p_α



W tym przedziale z prawdopodobieństwem pα znajduje się wartość prawdziwa x0

Wyrażanie niepewności pomiaru

Niepewności pomiaru wg powyższych definicji wyraża się w jednostkach wielkości mierzonej. Ponieważ są one oceniane szacunkowo, należy opisywać je rozsądną liczbą cyfr znaczących (najczęściej ograniczoną do 2 cyfr). Na przykład byłoby absurdem podawanie wyniku pomiaru przyspieszenia ziemskiego w postaci: $g = 9{,}82 \pm 0{,}02385$ m/s^2.

Właściwe jest zaokrąglenie niepewności pomiaru do dwóch cyfr po przecinku i przedstawienie wyniku w postaci:

$$g = 9{,}82 \pm 0{,}02 \text{ m/s}^2.$$

Probabilistyczne podstawy i przykłady analizy niepewności

W analizie niepewności pomiaru metodami probabilistycznymi (rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej) zakłada się, iż wyniki pomiarów są skorygowane i mogą być modelowane zmienną losową x. Najlepszym opisem zmiennej losowej ciągłej jest rozkład gęstości prawdopodobieństwa p(x).

Ma ona tę właściwość, że jej całka w dowolnych granicach $x_1 < x_2$ określa prawdopodobieństwo znalezienia się zmiennej losowej w tych granicach:

$$\int_{x_1}^{x_2} p(x)dx = P\{\underline{x}\epsilon(x_1, x_2)\}$$

Rozkład gęstości prawdopodobieństwa opisywany jest parametrami rozkładu, z których najważniejszymi są:

wartość oczekiwana: $\mu = E(\underline{x}) = \int_{-\infty}^{\infty} xp(x)dx$

charakteryzująca środek zgrupowania wyników pomiarów oraz

odchylenie standardowe:

charakteryzujące rozproszenie wyników wokół środka zgrupowania

$$\sigma_x = \sqrt{E\{(\underline{x} - \mu)^2\}}$$

Odchylenie standardowe

- *Odchylenie standardowe* – klasyczna miara zmienności, obok średniej arytmetycznej najczęściej stosowane pojęcie statystyczne.

- Intuicyjnie rzecz ujmując, odchylenie standardowe mówi, jak szeroko wartości jakiejś wielkości (takiej jak np. wiek, inflacja, kurs akcji itp.) są rozrzucone wokół jej średniej. Im mniejsza wartość odchylenia tym obserwacje są bardziej skupione wokół średniej.
- Odchylenie standardowe jest pierwiastkiem kwadratowym z wariancji. Pojęcie odchylenia zostało wprowadzone przez pioniera statystyki, Karla Pearsona w 1894 roku.

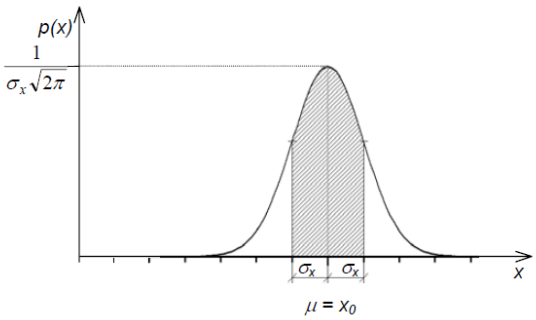
Wariancja i odchylenie standardowe

- Wariancja to w statystyce klasyczna miara zmienności. Intuicyjnie utożsamiana ze zróżnicowaniem zbiorowości; jest średnią arytmetyczną kwadratów odchyleń (różnic) poszczególnych wartości cechy od wartości oczekiwanej (średniej)
- Wariancje liczy się poprzez zsumowanie kwadratów różnic między każdą z danych a średnia podzielone przez liczbę obserwacji minus 1 (stopnie swobody)
- Standardowe odchylenie (średni błąd kwadratowy) to pierwiastek kwadratowy wariancji

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + \cdots + (\Delta x_n)^2}{n-1}}$$

Co mówi nam odchylenie standardowe?

Dla większości sytuacji spotykanych w praktyce wyniki pomiarów mogą być modelowane zmienną losową o *rozkładzie normalnym, nazywanym też rozkładem Gaussa*



Rozkład normalny jest rozkładem dwuparametrowym, opisanym parametrami μ i σ_x.

$$p(x) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma_x{}^2}} = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma_x}\right)^2\right\}$$

Wykres funkcji rozkładu jest krzywą o kształcie dzwonowym, symetrycznie wyśrodkowaną wokół wartości oczekiwanej μ (zakłada się, że jest ona równa wartości prawdziwej x_0). Odchylenie standardowe σ_x odpowiada odległości punktu przegięcia krzywej od odciętej środka zgrupowania.

Zacienione pole pod częścią krzywej rozpiętą na przedziale ($\mu - \sigma_x$, $\mu + \sigma_x$).

$$P(\mu - \sigma_x < \underline{x} < \mu + \sigma_x) = \int_{\mu-\sigma}^{\mu+\sigma} p(x)dx = 0{,}682$$

Oznacza to, że prawdopodobieństwo (poziom ufności) tego, że wartość zmiennej losowej o rozkładzie normalnym znajduje się w wymienionym przedziale o promieniu σ_x jest równe 0,682 lub w procentach 68,2%.

Przedziałom dwu i trzykrotnie szerszym, o promieniach $2\sigma_x$ i $3\sigma_x$, odpowiadają poziomy ufności odpowiednio 0,954 (95%) i 0,997.

Dlatego wyniki większe niż $3\sigma_x$ się odrzuca – błąd gruby.

Podsumowując, odchylenie standardowe jest miarą rozrzutu danych - mówi na ile odbiegają one od średniej. Do jego obliczenia trzeba użyć sumy kwadratów odchyleń od średniej, podzielić ją przez n-1 i wyciągnąć pierwiastek.

Po co obliczać ten ostatni parametr z tak nieprzyjemnego wzoru? Otóż warto to zrobić ze względu na pewną własność rozkładu normalnego: 95% wszystkich wyników mieści się w granicach dwóch odchyleń standardowych od średniej. Inaczej - tylko 5% wszystkich wyników odbiega od średniej o więcej niż dwa odchylenia standardowe. Takie wyniki są, więc rzadko spotykane - zapewne jest jakiś szczególny powód, że aż tak różnią się od średniej (na plus lub na minus).

Analiza rzetelności wyników obserwacji i pomiarów

Jej celem jest uzyskanie maksymalnej rzetelności otrzymywanych wyników, co się osiąga poprzez minimalizację błędów pomiarowych. W tym kontekście pomiar jest rzetelny, jeśli w stosunku do błędu, odzwierciedla głównie wynik prawdziwy. Jeżeli pomiar jest wykonywany standardową metodą w optymalnych dla niej warunkach, oszacowanie rzetelności dokonuje się w na podstawie danych udostępnionych przez twórców metody. Przykładowo, każde urządzenie pomiarowe ma określany graniczny błąd, z którym mierzy się obserwowane cechy. Podobnie każdy standaryzowany test ma określony przedział ufności dla osiąganych wyników. Problem jednak pojawia się wtedy, gdy do pomiaru wybranych cech należy opracować własną metodę pomiarową. Wówczas przed wykorzystaniem wyników pomiarów do dalszego opracowywania, należy obowiązkowo wykonać analizę rzetelności. Najczęściej problem ten dotyczy badań z użyciem kwestionariusza. Wskaźnikiem rzetelności testu jest wielkość współczynnika korelacji pomiędzy wynikiem obserwowanym a wynikiem prawdziwym. **Szacowanie rzetelności skali opiera się na korelacjach między**

poszczególnymi pytaniami lub pomiarami, które tworzą skalę, w stosunku do wariancji pytania.

Analiza rzetelności może być wykorzystana do:

- zbudowania rzetelnych skal pomiarowych
- poprawy istniejących skal
- oceny rzetelności używanych skal w szczególności - do projektowania i oceny skal sumarycznych, czyli składających się z wielu pojedynczych pytań / pomiarów (tak jak w kwestionariuszu).

Metody analiza rzetelności pomiarów

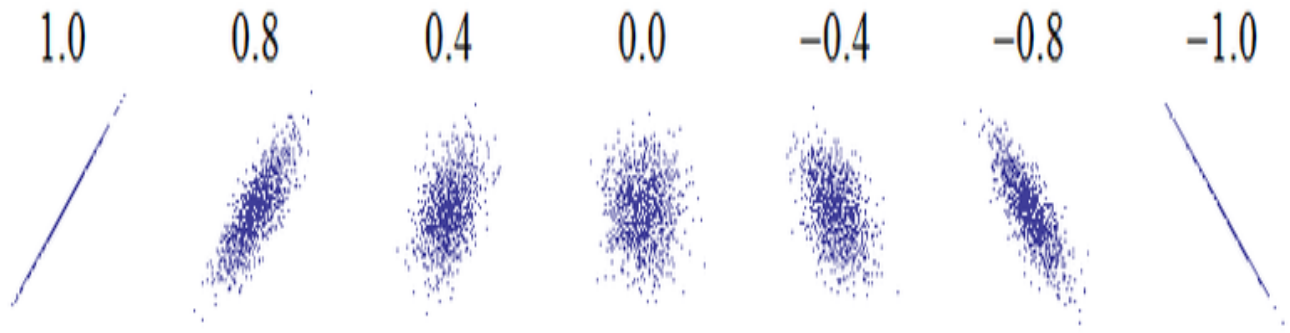
- Dla wyników mierzonych w skali ciągłej lub co najmniej przedziałowej stosuje się współczynnik korelacji liniowej
- Dla wyników mierzonych w skali nominalnej stosuje się współczynnik kappa
- Dla oceny rzetelności kwestionariusza stosuje się metodę Alfa-Cronbacha

Współczynnik korelacji

$$r_{RT} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{R_i - \overline{R}}{\sigma_R}\right)\left(\frac{T_i - \overline{T}}{\sigma_T}\right)$$

Gdzie σ_R, σ_T oznacza odchylenie standardowe pomiarów dla metody referencyjnej i testowanej, zaś $\overline{R}, \overline{T}$ są wartościami średnimi tych pomiarów. Im wartość r_{RT} jest bliższa jedności, tym obie metody dają wyniki pomiarowe bardziej zgodne.

Graficzne przedstawienie współczynnika korelacji



Współczynnik kappa

Tab. 4.1 Rozkład częstości pacjentów przy określaniu płci metodą badania somatycznego i chromosomalnego

	Płeć żeńska	Płeć męska	Suma
Kariotyp XX	p_{11}	p_{12}	$P_{1\cdot}$
Kariotyp XY	p_{21}	p_{22}	$P_{2\cdot}$
Suma	$P_{\cdot 1}$	$P_{\cdot 2}$	1

Symbole $p_{11}, p_{12}, p_{21}, p_{22}$ oznaczają odsetki pacjentów (prawdopodobieństwa) w poszczególnych podgrupach. Dla powyższej tabeli możemy zdefiniować *współczynnik zgodności kappa* wyrażający się wzorem

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \qquad (4.6)$$

gdzie $P_o = p_{11} + p_{22}$, zaś $P_e = P_{\cdot 1}P_{1\cdot} + P_{\cdot 2}P_{2\cdot}$. Im wartość κ jest bliższa jedności, tym bardziej dwie metody pomiaru dają zgodne wyniki.

Badanie kwestionariuszowe- Projektowanie kwestionariusza

- Wywiad
- Wypełniany samodzielnie

Metoda	Zalety	Wady
Wywiad	Pewność zrozumienia pytań	Większy koszt i czas
	Możliwość wyjaśnienia kwestii trudnych	Wymaga przeszkolonego ankietera
	Może stosować pytania otwarte	Błędy wynikające z wpływu ankietera
Wypełniany samodzielnie	Szybszy	Nieświadomość niezrozumienia tematu
	Unika uprzedzeń związanych z ankieterem	Na cześć pytań można nie uzyskać odpowiedzieć
	Lepszy do spraw delikatnych i wstydliwych	Opiera się na pytaniach zamkniętych
		Nie może być zbyt długi lub skomplikowany

Zasady tworzenia dobrego kwestionariusza

- Korzystanie z pomysłów innych ludzi- wykorzystanie dostępnych kwestionariuszy i ich modyfikacja
- Własne pomysły
- Zgodność z zasadami dobrej praktyki kwestionariuszowej

Rodzaje pytań

- Otwarte
- Zamknięte- odpowiedzi są zdefiniowane z góry

Np. Jesteś bezrobotny, bo:

A) bo nie chcesz pracować

B) bo nie mogę znaleźć pracy

C) Bo mam za słabe zdrowie

Przykłady typowych pytań zamkniętych: Pytania koniunktywne (zbudowane na enumeracji)

Które przedmioty Pan(i) posiada?

- *komputer*
- *telewizor,*
- *pralka automatyczna,*
- *motorower*

Pytania z szeregowaniem alternatyw (tzw. pytanie rangowe)

Proszę ustawić kolejne wymienione niżej zawody według ich znaczenia w społeczeństwie: (ponumeruj od 1 do 8 w wybranej przez siebie kolejności)

- *rolnik,*
- *stoczniowiec,*
- *hutnik,*
- *murarz,*
- *nauczyciel,*
- *lekarz,*
- *architekt,*
- *górnik*

Dla pytań koniuktywnych i dyzjunktywnych obowiązuje zasada rozłączności: Zasada polega na tym, że opracowane dla każdej zmiennej kategorie powinny być tak

zaprojektowane aby każdy przypadek czy jednostka analizy mogły być zaliczone do jednej tylko kategorii. Druga zasada jest zasada wyczerpywalności, która mówi ze liczba kategorii powinna być wystarczająca i obejmować wszystkie możliwe odpowiedzi respondentów bez nadmiernego rozszerzania kategorii inne

Długość kwestionariusza

- Przyjmuje się, że wywiad nie powinien trwać dłużej niż 20-30 minut
- Kwestionariusz do samodzielnego wypełnienia nie powinien zajmować więcej niż 15-20 minut

Zasady ogólne dobrej praktyki

- Unikać zbyt mieszania tekstu z treścią pytania
- Powinien mieć jasny i logiczny kształt
- Pytania powinny być w odpowiednim porządku
- Unikać dzielenia pytań na strony
- Możliwość analizy statystycznej kwestionariusza

Odpowiedni porządek pytań

- Unikać wrażliwych pytań na samym początku kwestionariusza
- Zasada kominowania- Pytania zaczynają się od spraw ogólnych przechodząc do spraw szczegółowych (funneling- kominowanie)
- Pytania kierunkowe- stawiane, aby zwrócić uwagę respondenta, że cześć następnych pytań może go nie dotyczyć np. czy pije Pan alkohol, jeśli nie to przechodzić Pan do pytania 40

Części składowe kwestionariusza

- wstęp
- temat badania
- informacja o instytucji prowadzącej badania
- wyjaśnienia celu badania dla respondenta
- zachęty do wypełnienia kwestionariusza (dot. tylko ankiety) i udzielania wyczerpujących i prawdziwych odpowiedzi
- instrukcji wypełniania kwestionariusza
- pytań
- metryczki



Sprawdzenie kwestionariusza

- Zgodność zewnętrzna sprawdzenie z wynikami innych badań
- Sprawdzenie wewnętrzne- zadanie innych pytań dotyczących tego samego problemu

i. Np. czy pije pan alkohol? (tak/nie)

ii. Ile razy w miesiącu pije pan alkohol (nigdy/1 x /2-4 razy/2-3 razy w tygodniu

- Weryfikacja i powtarzalność

Walidacja i powtarzalność

- Walidacja (validity) - jest to zdolność narzędzia badawczego uzyskania prawdziwego wyniku. Narzędzie badawcze jest zwalidowane wówczas, gdy pozwala ona na powtarzalne uzyskanie satysfakcjonujących wyników w populacji, dla której kwestionariusz został zaprojektowany

Analiza rzetelności pomiaru kwestionariusza

Przykład.

Załóżmy, że chcemy zbudować kwestionariusz do pomiaru niechęci do zakupów.

Wymaga to wygenerowania pewnej liczby pytań-wskaźników (stwierdzeń) takich jak: "Nie lubię zakupów", "Robienie zakupów mnie złości" itd.

Odpowiedzi - w jakim stopniu zgadzają się z tymi stwierdzeniami - zostaną udzielone na skali 1-5:

1 = nie zgadzam się do 5 = zgadzam się. Następnie można zsumować odpowiedzi, uzyskując skalę sumaryczną.

Każda odpowiedź na pytanie odzwierciedla do pewnego stopnia prawdziwy wynik dla badanego pojęcia (np. niechęć do zakupów), a do pewnego stopnia nieznany błąd losowy.

Można zapisać to w postaci równania:

$X = Xo + \Delta X$

X - faktyczny pomiar (odpowiedzi na konkretne stwierdzenie)

Xo - oznaczenie wyniku prawdziwego

ΔX - oznacza składnik błędu losowego pomiaru.

W przykładzie z zakupami w celu oceny rzetelności skali sumarycznej, można obliczyć wariancję dla każdego stwierdzenia oraz wariancję dla skali sumarycznej (np. wyodrębnionego czynnika głównego). Wariancja skali sumarycznej będzie mniejsza niż suma wariancji pozycji, jeśli pozycje mierzą tę samą zmienność między osobami, czyli jeśli mierzą pewien wynik prawdziwy.

$Z = X + Y$

$var(Z) = var(X) + var(Y) - 2cov(X,Y)$

Analiza rzetelności Alfa-Cronbacha

Jedną z częściej stosowanych technik pomiaru homogeniczności skali jest współczynnik Alfa-Cronbacha. Współczynnik ten przyjmuje wartości od 0 do 1. Na wysoką rzetelność skali wskazują wartości a większe od 0.7.Współczynnik Alfa Cronbacha mówi, do jakiego stopnia pewien zbiór zmiennych opisuje jeden, ukryty w nich konstrukt Współczynnik ten można też interpretować, jako miarę spójności zbioru skal.

Szacujemy proporcję wariancji wyniku prawdziwego, która jest udziałem danych pytań przez porównanie sumy wariancji pytań i wariancji skali sumarycznej:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left[1 - \sum s_i^2 / s_{sum}^2\right]$$

s_i^2 – wariancje k pojedynczych pytań

s_{sum}^2 – wariancja sumy wszystkich pytań

Jeśli pytania w ogóle nie dają wyniku prawdziwego, ale jedynie błąd, (który jest nieznany i specyficzny i w konsekwencji nieskorelowany pomiędzy osobami), to wariancja sumy będzie taka sama jak suma wariancji poszczególnych pozycji - współczynnik alfa będzie równy zero.

Jeśli wszystkie pozycje są idealnie rzetelne i mierzą tę samą rzecz (wynik prawdziwy), to współczynnik alfa jest równy 1.

Podsumowując przeprowadzenie poprawnej analizy rzetelności wyników otrzymywaną nową metodą pomiarową wymaga zaprojektowania i przeprowadzenia dodatkowego badania. Dlatego, jeśli jest to możliwe powinno stosować się takie metody pomiarowe, których rzetelność została już oszacowana. Oszczędza to czas i koszty realizacji badania naukowego.

Podstawy wnioskowania statystycznego

Wnioskowanie to przekształcenie informacji w wiedzę W naukach przyrodniczych wnioskowanie odbywa się na podstawie modelu, który jest obciążony niepewnością. Dlatego, pomimo, że we wnioskowaniu posługujemy się formalnymi metodami rozumowania, formułowane wnioski nie zawsze mogą być traktowane jako wnioski pewne i ostateczne. W sytuacji, gdy wnioskowanie odbywa się na podstawie modelu matematycznego budowanego przy wykorzystaniu obserwacji, stosuje się pewną odmianę wnioskowania indukcyjnego nazywanym *wnioskowaniem statystycznym*. Jak wspomniano wcześniej wnioskowanie statystyczne dotyczy trzech elementów: statystyki opisowej, szacowania oraz testowania hipotez .

Statystyka opisowa

Mając zebrane i zapisane dane, wygodnie jest przeprowadzić coś, co jest nazywane "opisową analizą danych" (po ang."exploratory data analysis"). Po prostu jest to próba ogólnego spojrzenia na dane, wyznaczenia największej i najmniejszej wartości w zbiorze wyników oraz różnicy między nimi nazywanej *rozrzutem*, czyli obliczenia pojedynczych liczb, które w jakiś sposób reprezentują cały zbiór wyników, określenia na ile wyniki są rozrzucone bądź skupione, oraz przedstawienia danych w sposób graficzny, co pomoże nam zobaczyć przegląd wyników. Rozkład danych może przybierać różny kształt: normalny, jednomodalny, dwumodalny itd.

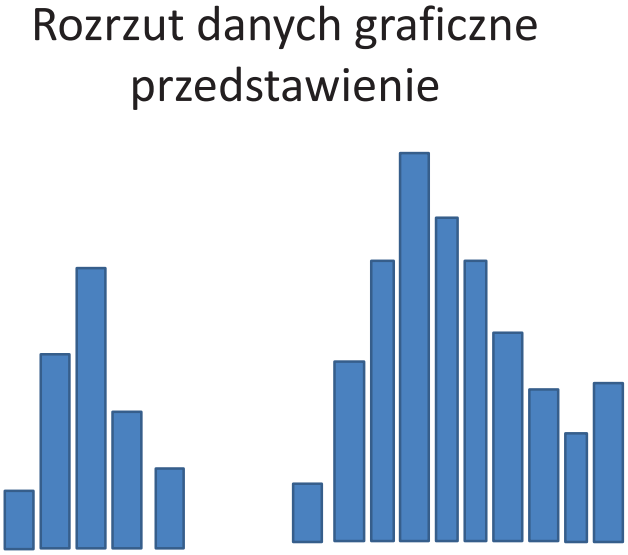
Do parametrów określających rozrzut danych należą

- Moda
- Mediana
- Średnia

Zwykle korzystamy ze średniej lub mediany. Z czego korzystać: z mediany czy średniej?

Średnia jest kalkulowana ze wszystkich danych. Do obliczenia średniej nie trzeba porządkować danych, wreszcie średnia ma korzystne cechy matematyczne. Mediana z kolei lepiej opisuje dane nie mające rozkładu normalnego

Rycina 5 Przykład graficznego przedstawienia rozrzutu danych

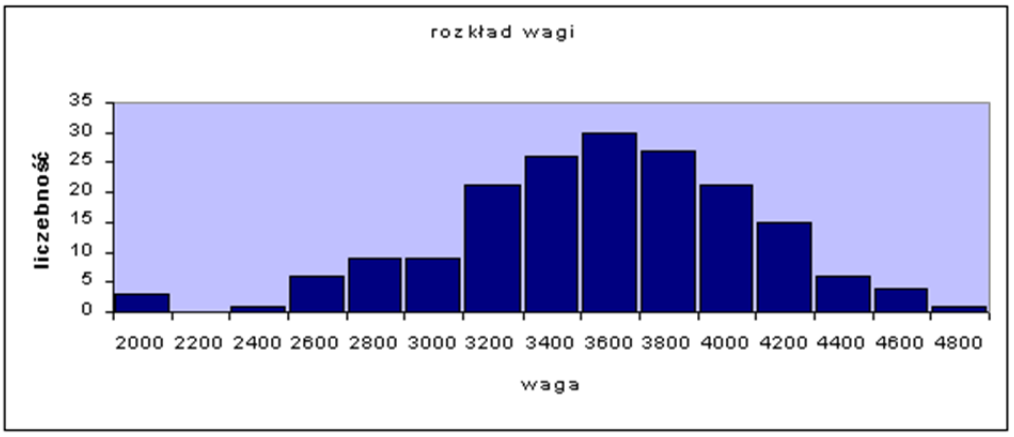


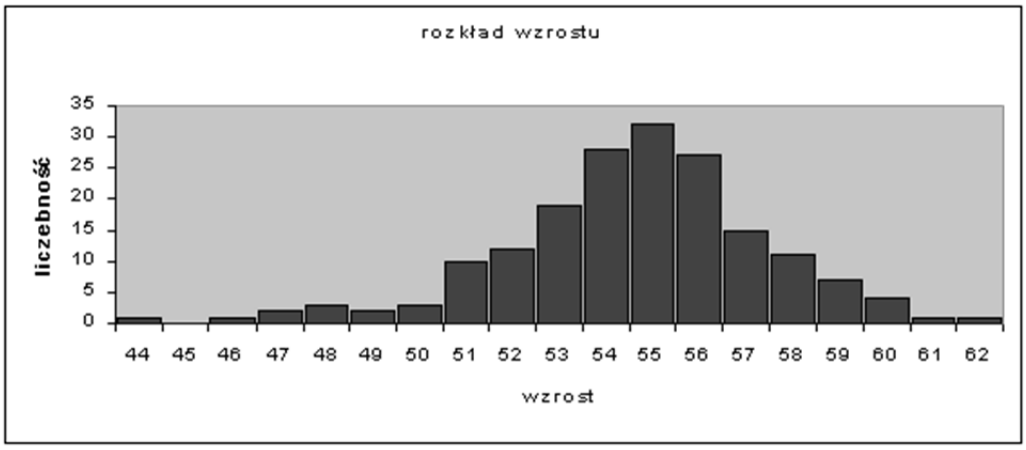
Najprostszym sposobem oceny rozrzutu jest podanie zakresu danych

Najprostszym sposobem oceny rozrzutu jest podanie zakresu danych. Lepiej jednak jako miarę rozrzutu danych wokół średniej określić standardowe odchylenie co dokładnie opisano w rozdziale 4.

Podsumowując: ocena rozrzutu danych może być dokonana przez standardowe odchylenie lub zakres (np. międzykwartyłowy lub inny). Dla danych o rozkładzie normalnym preferuje się standardowe odchylenie. Dla danych o rozkładzie niesymetrycznym (ang. skewed) preferuje się zakres

Przykład: Rozkład wagi i wzrostu noworodków

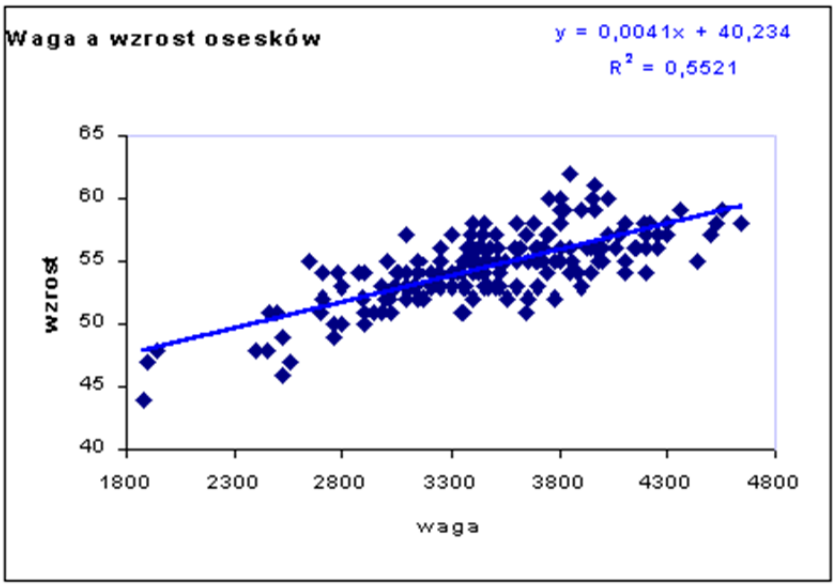




		waga	wzrost
średnie		=ŚREDNIA(waga)	=ŚREDNIA(wzrost)
odch. std.		=ODCH.STANDARDOWE(waga)	=ODCH.STANDARDOWE(wzrost)
najmniejszy		=MIN(waga)	=MIN(wzrost)
środkowy		=MEDIANA(waga)	=MEDIANA(wzrost)
największy		=MAX(waga)	=MAX(wzrost)
najczęściej		=WYST.NAJCZĘŚCIEJ(waga)	=WYST.NAJCZĘŚCIEJ(wzrost)

Przykład: Korelacja i regresja wagi i wzrostu noworodków

W arkuszu mamy wzrost i wagę niemowlaków. Wydaje się, że te wielkości są ze sobą powiązane: im większa waga, tym większy wzrost oseska. Jak to udowodnić? Przede wszystkim należy zdawać sobie sprawę z tego, iż związek ma charakter statystyczny - jest tak często, ale nie zawsze. Utwórzmy wykres, który pomoże nam ocenić ten związek. Dane do wykresu to waga i wzrost. Typ wykresu - punktowy XY - chodzi nam przecież o zależność między wagą (x) i wzrostem (y). Wykres uzyskany z naszego arkusza wygląda następująco:



Punkty (każdy odpowiada jednemu oseskowi) układają się dość wyraźnie wzdłuż pewnej prostej, została ona narysowana. Nazywana jest *krzywą regresji (liniowej)* - jest to prosta najlepiej dopasowana do zespołu punktów.

Wartość R^2 wypisana pod równaniem prostej na wykresie to kwadrat współczynnika korelacji. Sam współczynnik wynosi, więc 0,74. Wartość to mówi, że jest wyraźny związek między wagą i wzrostem osesków. Jak wspomniano wcześniej *współczynnik korelacji liniowej* to miara powiązania między dwiema grupami zmiennych niezależnych np. wyników niezależnie wykonywanych pomiarów (waga i wzrost). W przypadku ścisłej liniowej zależności między obiema zmiennymi współczynnik korelacji wynosi 1(lub -1). Wartość 0 oznacza brak związku między zmiennymi. Aby obliczyć współczynnik korelacji należy zsumować iloczyny odchyleń obu zmiennych od ich średnich i podzielić przez pierwiastki z sum kwadratów odchyleń od średniej pierwszej i drugiej zmiennej.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y})^2}}$$

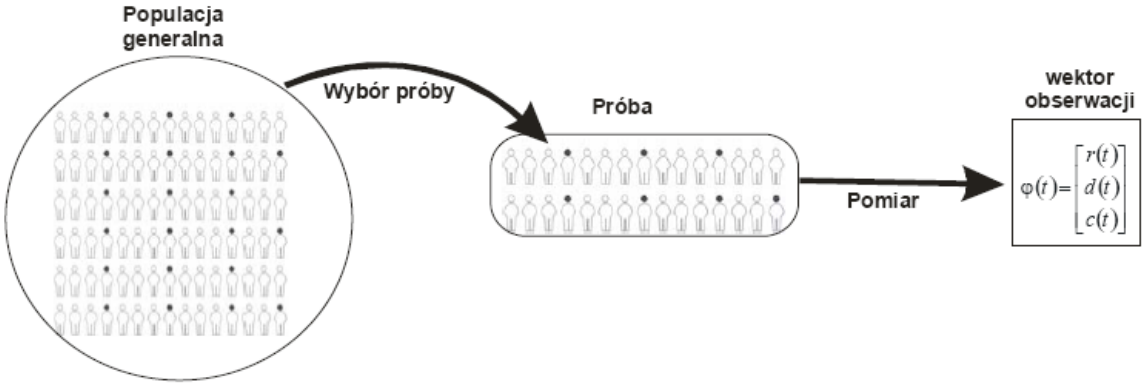
Wnioskowanie szacunkowe - estymacja

Załóżmy, że celem poznania naukowego jest określenie częstości występowania jakiegoś zjawiska w interesującej badacza populacji. Ze względów czasowych i kosztów ekonomicznych nie jest możliwe zbadanie wszystkich przedstawicieli danej populacji. Można jednak pokazać, że wystarczy zaobserwować jak często występuje dane zjawisko w pewnej grupie należącej do analizowanej populacji i na tej podstawie wnioskować o częstości w całej populacji. Wnioskowanie to będzie oczywiście obarczone niepewnością, dlatego uzyskana wartość częstości będzie tylko pewnym oszacowaniem wartości rzeczywistej.

Elementy szacowania

- określenie populacji generalnej oraz próby losowej.
- *Populacją generalną* nazywa się skończony zbiór elementów, których będzie dotyczyło przeprowadzane wnioskowanie. W medycynie populacja najczęściej obejmuje zbiorowość ludzi lub zwierząt laboratoryjnych.
- *Próbą* nazywa się wybrany podzbiór populacji generalnej, na którego elementach dokonuje się obserwacji badanych cech. Zależność między populacją, próbą i wektorem obserwacji przedstawia

Zależność między populacją, próbą i wektorem obserwacji



Szacowanie parametrów rozkładu wybranego, jako model statystyczny populacji nazywa się *estymacją*, zaś wynik obliczeń określonego parametru na podstawie próby, nosi nazwę *estymaty* tego parametru**.** Innymi słowy estymata jest to wartość estymatora danej cechy statystycznej dla zadanej populacji obliczanego dla konkretnej próby (np. średnia arytmetyczna). Formuła obliczeń *(tzw. statystyka)* nazywa się *estymatorem***.** Często dla odróżnienia parametru populacji i wyniku jego obliczenia z próby, do nazwy parametru dodaje się słowo *z próby.*

Używa się wiec równorzędnych nazw:

Estymata odchylenia standardowego, odchylenie standardowe z próby lub odchylenie standardowe eksperymentalne.

Wybór próby z populacji generalnej

Procedurę wyboru próby z populacji generalnej określa się mianem *próbkowania* (ang. *sampling*) Próbkowanie powinno cechować:

-*reprezentatywność*

-*losowość pobierania próby* – jakiekolwiek różnice pomiędzy próbą a populacją generalną są kwestią przypadku. Dzięki temu unikamy selekcji tendencyjnej (selection bias).

Sposoby próbkowania

Próbkowania losowe

- Proste
- Warstwowe
- Zgrupowane
- Wielostopniowe
- Systematyczne

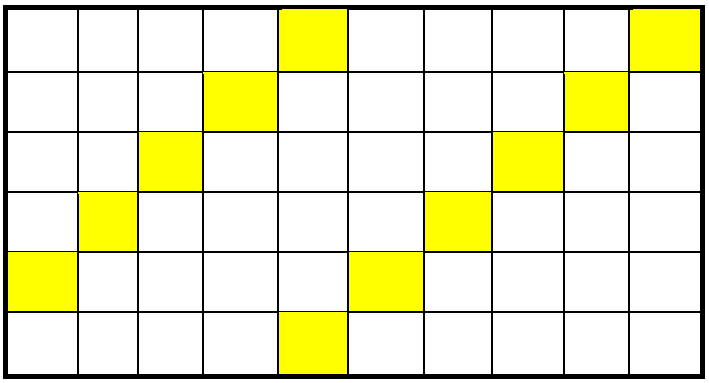
- Próbkowanie przedziałowe

Próbkowania okazyjne

- Okazyjne
- Próbkowanie ludzi z trudnym kontaktem

Konsekwencją losowego dobrania próby jest możliwość zastosowania teorii prawdopodobieństwa, a to z kolei pozwala nam na szacowanie różnic między wybraną populacją a próba generalną.

Próbkowanie proste- zasadę przedstawia poniższy diagram



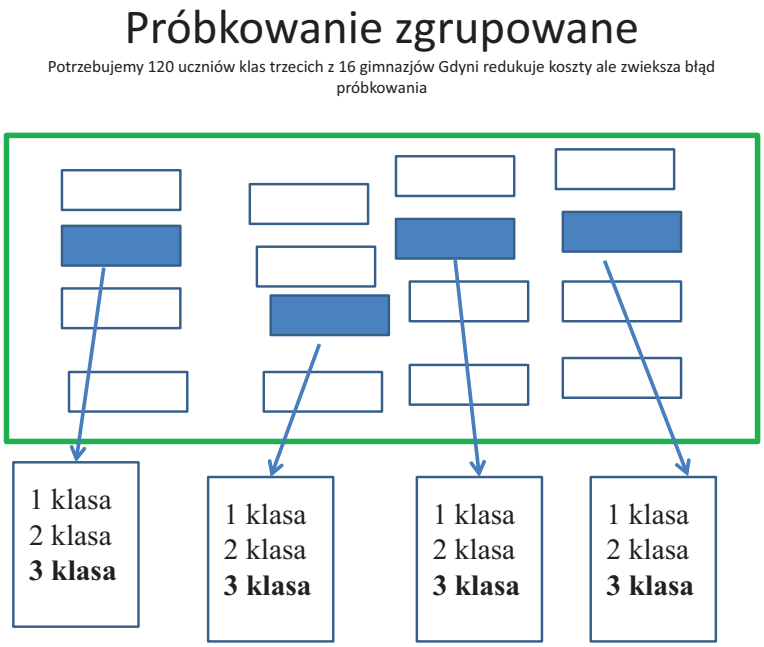
Próbkowanie warstwowe

Warstwa (grupa)	Populacja	Procent populacji	Liczba wyselekcjonowanych
Kaszubi	**1000**	**20%**	**200**
Pozostali	**9000**	**2,2%**	**200**

Próbkowanie warstwowe stosujemy, gdy zależy nam na uwzględnieniu równej reprezentacji wyselekcjonowanych warstw

Próbkowanie zgrupowane

Potrzebujemy 120 uczniów klas trzecich z 16 gimnazjów Gdyni. Próbkowanie zgrupowane redukuje koszty, ale zwiększa błąd próbkowania.



Próbkowanie zgrupowane wielostopniowe

Wracając do poprzedniego przykładu losowo dobieramy 8 dodatkowych szkół a następnie losowo wybieramy 50% uczniów z każdej klasy będącej przedmiotem zainteresowania.

Próbkowanie systematyczne

Stosujemy, gdy nie jest dostępna lista podmiotów badania. Przykładowo interesuje nas próbka 100 chorych, wiemy, że miesięcznie leczy się w szpitalu 2000 chorych wówczas wybieramy, co 20 chorego przyjętego do szpitala

Próbkowanie przedziałowe

zakładamy, że chcemy przebadać 500 osób w wieku 15-34 lat. Istotę próbkowania przedziałowego przedstawiono w poniższej tabeli.

	M	**M**	**K**	**K**
Grupa wiekowa	% w populacji	Liczba wymagana	% w populacji	Liczba wymagana
15-19	30%	75 **(30% z 250)**	32%	80 **(32% z 250)**
20-24	28%	70 **(28% z 250)**	28%	? (wypełnij sam) **(28% z 250)**
25-29	22%	55	22%	

		(22% z 250)		
30-34	20%	50 **(20% z 250)**	18%	
Suma	100%	250	100%	250

Próbkowanie „okazyjne"

Często stosowane w pracach magisterskich, ale rzadko bywa reprezentatywne. Przykład wchodzimy do poczekalni i pytamy każdego, kto chciały wziąć udział w badaniu. Akceptowalnym z punktu widzenia metodologii zastosowaniem próbkowania okazyjnego jest próbkowanie podmiotów o trudnym kontakcie. Wówczas wykorzystuje się technika „kuli śnieżnej". Np. chcemy przebadać bezdomnych-możemy skorzystać z kontaktu z bezdomnym, który poinformuje nas gdzie możemy spotkać innych bezdomnych

Estymacja

Estymacja parametrów

Załóżmy, że celem prowadzonego badania jest wyznaczenie średniego wieku andropauzy u Polaków. W tym celu wybrano losowo *N* Polaków z terenu całej Polski, zarejestrowano wiek, w którym doszło do andropauzy. Otrzymane wartości wieku można zapisać w postaci zbioru liczb $\{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$, *w którym* x_i *o*znacza wiek wystąpienia andropauzy u *i-tego Polaka.* Wyznaczenie wieku średniego badanej próby jest zadaniem prostym i sprowadza się do policzenia średniej arytmetycznej z liczb $\{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$, czyli:

$$\overline{x} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n$$

Czy wartość *x* reprezentuje średni wiek andropauzy w badanej populacji czy tylko w próbie?

Dla próby *x* reprezentuje rzeczywistą wartość średnią wieku andropauzy w próbie. Dla populacji - *x* jest *estymatą* wartości średniej wieku andropauzy. *Estymatorem* pewnej wielkości będziemy nazywać funkcję określoną na wartościach próby (obserwacjach), pozwalającą na oszacowanie rzeczywistej (występującej w populacji) wartości badanego parametru

Estymata

- Estymaty parametrów, czyli ich wartości obliczone z próby, oznaczać będziemy daszkiem nad ich $\hat{\mu}, \hat{\sigma}_x$ symbolami, np.
- Gdy liczba pomiarów w serii zmierza do nieskończoności, średnia arytmetyczna dąży do wartości oczekiwanej

$$\hat{\mu} = \overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \qquad \overline{x} = \hat{\mu} \to \mu, \qquad gdy \;\; n \to \infty$$

Niepewność estymaty

Ponieważ każda oszacowanie dokonywane jest z pewnym błędem, prezentując oszacowaną wartość średnią dla populacji, należy zawsze podać wartość błędu estymacji, (który pojęciowo odpowiada pojęciu błędu pomiaru).

Błąd standardowy

Błąd standardowy pewnej metody pomiaru lub estymacji to **estymowane odchylenie standardowe** błędu tej metody.

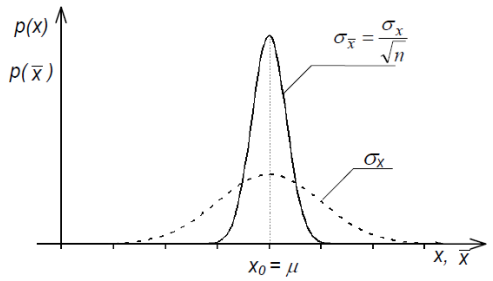
W szczególności jest to estymata odchylenia standardowego różnicy między mierzoną (estymowaną) wartością a wartością prawdziwą. Prawdziwa wartość błędu standardowego jest zwykle nieznana, a jako błąd standardowy przyjmuje się odchylenie standardowe dla rozkładu średniej z próby.

Estymatę odchylenia standardowego (odchylenie standardowe eksperymentalne) oblicza się ze wzoru

$$\hat{\sigma}_x = \sqrt{\frac{(x_1 - \overline{x})^2 + (x_2 - \overline{x})^2 + \cdots + (x_n - \overline{x})^2}{n-1}}\,, \quad n > 1,\ gdy\, n \to \infty, \qquad \hat{\sigma}_x \to \sigma_x$$

W kolejnych seriach pomiarów z powodu oddziaływań wielkości wpływających otrzymuje się różne wartości średnich arytmetycznych, zatem średnia arytmetyczna jest również zmienną losową.

W przypadku, gdy zmienna losowa *x* ma rozkład normalny, średnia arytmetyczna x również podlega rozkładowi normalnemu. Rozkład ten jest bardziej skupiony wokół wartości oczekiwanej μ



Odchylenie standardowe $\sigma_{\overline{x}}$ rozkładu średniej arytmetycznej jest powiązane z σ_x zależnością

$$\sigma_{\overline{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

Ponieważ taka sama zależność wiąże również estymatory obu odchyleń, na podstawie otrzymuje się wzór na estymator odchylenia standardowego średniej arytmetycznej serii *n pomiarów*

$$\hat{\sigma}_{\overline{x}} = \frac{\hat{\sigma}_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{(x_1 - \overline{x})^2 + (x_2 - \overline{x})^2 + \cdots + (x_n - \overline{x})^2}{(n-1)n}}$$

Tak, więc, jeżeli jako uzasadnioną estymatę wyników pomiaru przyjmuje się średnią arytmetyczną x wyników serii n pomiarów, to niepewność standardową takiego wyniku (błąd standardowy) oblicza się z powyższego wzoru

Przykład: Gdybyśmy chcieli przebadać wiek 1000 osób i wyliczyli średnie z kilku losowo dobranych grup po 100 osób wówczas otrzymalibyśmy kilka wyników średnich, co wynika z błędu próbkowania. Podobnie przykładowo mamy 5 kolegów, którzy z egzaminu uzyskali 35, 52, 65, 77, 80 punktów, średnio 61,8 pkt. Ale załóżmy, ze nie znamy wyników wszystkich kolegów a chcemy ocenić średnią na podstawie wyniku egzaminu **2** losowo wybranych studentów z tej grupy

Jeśli wybierzemy 35 i 65 wówczas średnia wynosi 50 a jeśli 52 i 77 wówczas średnia wynosi 64,5 (wyliczona średnia 61,8 pkt) Ale załóżmy, ze nie znamy wyników wszystkich kolegów a chcemy ocenić średnią na podstawie wyniku egzaminu 2 losowo wybranych studentów z tej grupy. Tworzymy tabelę- Wartości w prawej kolumnie tworzą dystrybucje średniej próbkowania. Z wartości średnich próbek można obliczyć odchylenie standardowe średniej. Jeśli zwiększymy wielkość badanych próbek wówczas odchylenie standardowe średniej będzie mniejsze

Wartości		**Średnia**
35	52	43,5
35	65	50
35	77	56
35	80	57,5
52	65	58,5
52	77	64,5
52	80	66
65	77	71
65	80	72,5
77	80	78,5

Wielkość standardowego błędu zależy, więc od wielkości badanej próbki oraz od dystrybucji danych w próbce, które możemy ocenić poprzez standardowe odchylenie. Najłatwiej błąd standardowy obliczyć z ilorazu estymate standardowego odchylenia średniej próbki przez pierwiastek wielkości próbki

$$u_A = \hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{\hat{\sigma}_x}{\sqrt{n}}$$

Testowanie hipotez

Aby porównać ze sobą dwie statystyki z próby stosuje się *testy istotności*. Mówią one o tym czy uzyskane wyniki są rzeczywiste czy wynikają z błędu pomiaru.

Test istotności jest testem hipotezy zerowej. Pokazuje, jakie jest prawdopodobieństwo, że otrzymane różnice są wynikiem błędu.

Co to jest hipoteza zerowa testu istotności ? Hipoteza zerowa *to twierdzenie o braku różnic.*

Np. uzyskujemy średnie z dwóch grup osób badanych.

Hipoteza zerowa:

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

Dlaczego hipoteza zerowa zakłada brak różnic? Ponieważ wynik statystyki testowej pokazuje, czy są podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej poprzez pokazanie, jakie jest prawdopodobieństwo popełnienia błędu przyjęcia hipotezy alternatywnej przy prawdziwości hipotezy zerowej. Dlatego jako hipotezę zerową przyjmuje się zawsze tę, dla której nie ma różnicy miedzy badanymi grupami.

Kolejne kroki testowania hipotez

1. Zakładamy hipotezę zerową
2. Badamy dane empiryczne
3. Szacujemy, jakie jest *prawdopodobieństwo* uzyskania różnicy równej lub większej niż otrzymana przy losowym pobieraniu prób z populacji przy założeniu prawdziwości H_0.

Przy bardzo małym prawdopodobieństwie (<0,05) – odrzucamy H_0. Mówimy, że wynik jest <u>istotny statystycznie</u>, czyli jest istotna statystycznie różnica

Po odrzuceniu H_0, możemy przyjąć hipotezę alternatywną:

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Problem testowania hipotezy nie jest problemem badawczym, lecz decyzyjnym. Możemy podjąć jedną z dwóch możliwych decyzji:

• d_0 - akceptacja hipotezy H_0

• d_1 - odrzucenia H_0 i akceptacji H_1

Możemy, więc podjąć poprawna decyzję lub popełnić jeden z dwóch rodzajów błędów:

- błąd pierwszego rodzaju $d_1|H_0$ polegający na odrzuceniu H_0, gdy w rzeczywistości jest ona prawdziwa, Błąd I rodzaju (α) – przyjęcie H_1, gdy H_0 jest prawdziwa.

• błąd drugiego rodzaju $d_0|H_1$ polegający na akceptacji H_0, gdy w rzeczywistości jest ona fałszywa. Błąd II rodzaju (β) – przyjęcie H_0, gdy H_1 jest prawdziwe

Poziomem istotności nazywamy dowolną liczbę z przedziału (0,1) określającą prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju. Oznaczenie symbolem α

Mocą testu nazywamy prawdopodobieństwo odrzucenia testowanej hipotezy, gdy jest ona nieprawdziwa, czyli prawdopodobieństwo nie popełnienia błędu II rodzaju. Oznaczenie symbolem: $1 - \beta$

Poziomy istotności błędu alfa

Najczęściej przyjmowane: 0,05 i 0,01.

Np. poziom 0,05 oznacza to, że istnieje 5% szans na to, że przyjęcie hipotezy alternatywnej jest wynikiem błędu.

Prawdopodobieństwo testowe nie pozwala na ocenę prawdziwości hipotezy zerowej!!!!

Należy zawsze pamiętać, że nie odrzucenie hipotezy zerowej nie dowodzi jej prawdziwości.

Pułapki wnioskowania statystycznego

Podczas edukacji szkolnej i akademickiej jesteśmy uczeni sprawnego posługiwania się wnioskowaniem dedukcyjnym i indukcyjnym w odniesieniu do rozwiązań problemów z przedmiotów teoretycznych. Bagaż tych umiejętności jest tak „ciężki", że często zapominamy o specyfice wnioskowania statystycznego i stosujemy w nim klasyczne zasady indukcji. Takie podejście prowadzi do następujących pułapek.

1.Wnioski z wnioskowania statystycznego są formułowanego, jako wnioski „ostateczne", pewne, niebudzące żadnych wątpliwości. Takie podejście jest sprzeczne z przedstawioną ideologią wnioskowania statycznego, które *per se* zawiera element niepewności

2. ekstrapolacja wniosków poza badaną populację.np badamy Polki a piszemy o Czeszkach

3.Trzecim źródłem pułapki związanej z wnioskowaniem statystycznym jest liczebność pobieranej próby. Im jest ona mniejsza, tym większa jest niepewność wyciąganych wniosków. Co więcej, wnioski wyciągane na podstawie zbyt małej próby mogą być całkowicie odmienne jakościowo od wniosków formułowanych na podstawie wystarczająco licznej próby.

4. Czwarta pułapka wnioskowania statystycznego związana jest z utożsamianiem korelacji między obserwacjami ze związkiem przyczynowo – skutkowym. Przykład: Jeśli X jest obywatelem Polski, to prawdopodobnie nie jest senatorem RP. X jest członkiem Senatu RP. Więc X prawdopodobnie nie jest obywatelem Polski.

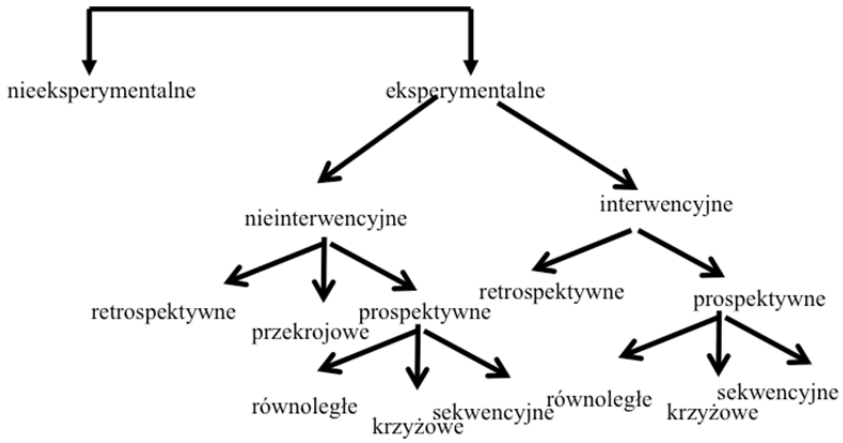
To formalnie to samo, co:

Jeśli H_0 jest prawdziwa, to teoria najprawdopodobniej nie jest prawdziwa. Teoria okazała się być prawdziwa. Więc H_0 prawdopodobnie nie jest prawdziwa.

Przykłady testowania hipotez: Porównanie średniego ciśnienia krwi Kowalskiego ze średnią w całej grupie. Porównanie skuteczności dwóch metod leczenia. Sprawdzenie różnic między rozwiązywaniem zadania w warunkach stresujących i relaksujących. Badanie różnicy między kobietami a mężczyznami w zachorowalności na nowotwory.

Podstawowe badania kliniczne

Podstawowe typy badań klinicznych



Podstawowe typy badań eksperymentalnych: Interwencyjne i Nieinterwencyjne

W ramach tych dwóch rodzajów badań wyróżnia się badanie retrospektywne i prospektywne. Tez kolei mogą być podzielone na inne podtypy w zależności od cech szczególnych badania

- Badanie obserwacyjne prospektywne, kohortowe
- Randomizowane, losowe badanie kontrolne prospektywne
- Retrospektywne badanie kliniczne z grupą porównawczą
- Badanie przekrojowe to uproszczona wersja badania retrospektywnego, ale nie definiuje się tu grup- losuje się próbę a następnie wyróżnia się *post hoc (after this)* grupę osób zdrowych oraz chorych

W każdym badaniu należy określić punkty końcowe badania oraz dokonać wyboru grupy reprezentatywnej (narzędzia statystyczne do określenia wielkości grupy są dostępne).

Punktem końcowym może być np.: występowanie nowotworów grupie badanej i kontrolnej lub w grupie narażanej na działanie jakiegoś czynnika i nienarażonej.

Co to są badania kohortowe? Istotą badania kohortowego jest ocena uczestników badania w czasie (follow-up) Badanie kohortowe inaczej nazywane jest badaniem prospektywnym (prospective, longitudinal, incidence follow-up study) Pozwala na badanie związków np. miedzy aktywnością fizyczną a ryzykiem rozwoju nowotworu

W badaniach kohortowych często określa się ryzyko względne. Współczynnik ten pozwala na lepsze określenia zwiększenia lub zmniejszenia ryzyka występowania jakiegoś czynnika w grupie narażonej w porównaniu do grupy nienarażonej na działanie jakiegoś czynnika

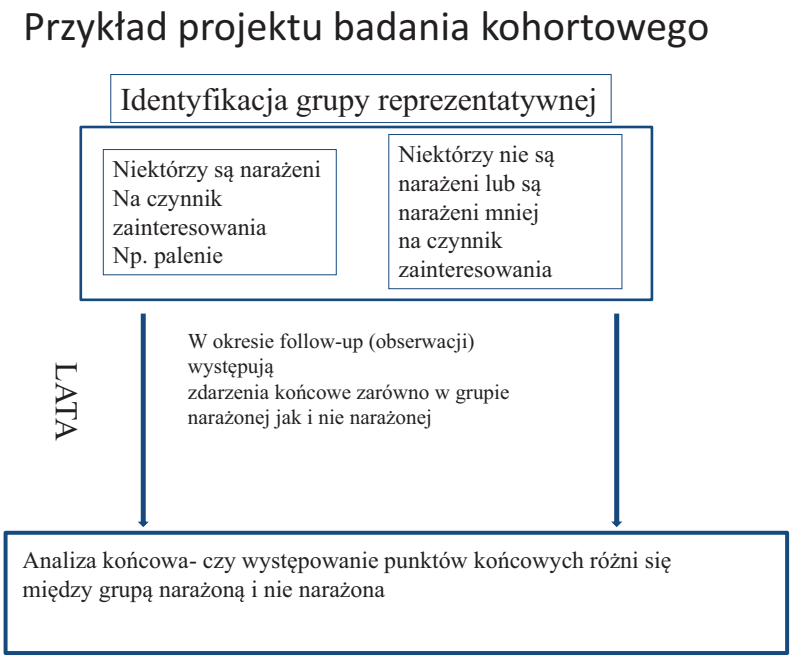
Ryzyko względne= Występowanie choroby w grupie narażonej

występowanie choroby w grupie nienarażonej

Np. w grupie narażonej na palenie wynosi 6,66

W Grupie nienarażonej wynosi 2,36 czyli RR= 6,66/2,36= około 3

Przykład projektu badania kohortowego



Modelowanie - Zdrowie i choroba, jako przedmiot badania naukowego

Badanie naukowe

Pomiar i obserwacja to wstępny etap poznania naukowego. Tak naprawdę istotą nauki jest znalezienie relacji między obserwacjami i wyjaśnienie tego w prosty sposób czyli stworzeniu MODELU

Modelowanie

Podstawowym celem modelowania w nauce jest uproszczenie złożonej rzeczywistości, pozwalające na poddanie jej procesowi badawczemu. Dzięki modelowaniu:

1) zmniejsza się lub powiększa obiekt badań do dowolnej wielkości, np. model Układu Słonecznego;
2) analizuje się procesy trudne do uchwycenia ze względu na zbyt szybkie lub zbyt wolne tempo ich przebiegu, np. model ruchu cząsteczek wody w wodospadzie;
3) bada się jeden wybrany aspekt zagadnienia, pomijając inne, np. model transportu pasażerskiego w pociągach ekspresowych w okresie wakacyjnym.

Modelowanie pełni szczególną rolę w naukach przyrodniczych, traktujących środowisko przyrodnicze, jako złożony system, poddający się badaniom dzięki modelowaniu występujących w nim relacji i procesów.

Model

- Pojęcie model pochodzi od łac. słowa *modus* wzorzec
- Formalny opis relacji między obserwacjami
- Uproszczona kopia badanej rzeczywistości

Każdy model z definicji odwzorowuje rzeczywistość z pewną *niedokładnością. Dlatego również stworzony w ten sposób model* nie dostarcza „pełnej" wiedzy i często musi być wzbogacony informacją z innych badań.

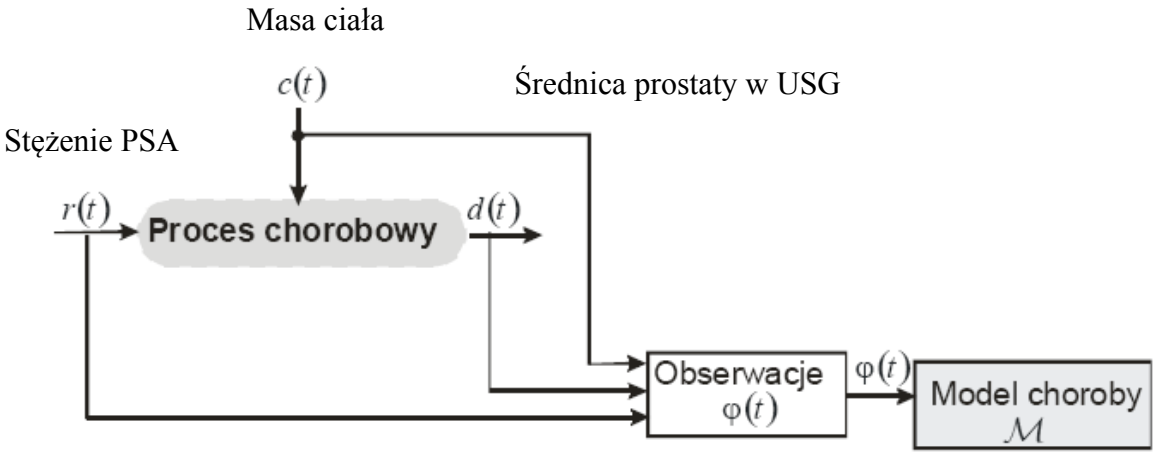
Modele

- Werbalne
- Graficzne
- Matematyczne

Dwa pierwsze modele właściwie mają charakter historyczny. Obecnie dąży się głównie do stworzenia modeli matematycznego. Modelowanie matematyczne to użycie języka matematyki do opisania zachowania jakiegoś układu (na przykład układu automatyki, biologicznego, ekonomicznego, elektrycznego itp.. Model matematyczny opisuje dany układ za pomocą zmiennych. Wartości zmiennych mogą należeć do różnych zbiorów: liczb rzeczywistych, całkowitych, wartości logicznych, ciągów znakowych i tym podobnych**.**

Tworzenie modelu

Przykład prostego tworzenia modelu przedstawia poniższy rysunek: Celem tego modelu byłaby możliwość przewidzenia wielkości prostaty na podstawie stężenia PSA i masy ciała**.**

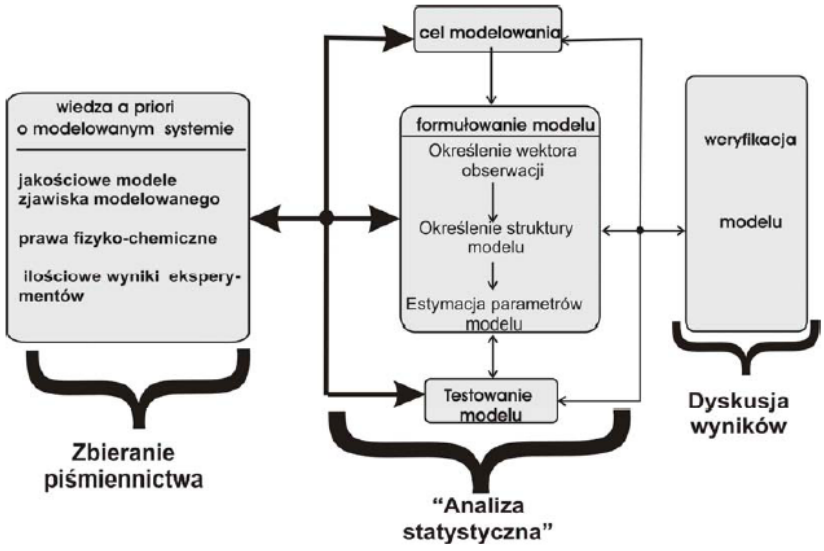


Opracowanie modelu wymaga najpierw opisanie relacji miedzy obserwacjami, czyli stworzenie struktury modelu a następnie określenie parametrów modelu- są one wyznaczane na podstawie obserwacji podczas identyfikacji struktury modelu. Parametry maja być optymalne tak aby najlepiej sprawdzały się w praktyce.

Modelowanie matematyczne- „czarne i białe skrzynki**”**

Czarne czy białe wynika z zależności od ilości informacji o układzie posiadanych przed modelowaniem. Model "czarnej skrzynki" przedstawia układ, o którym nie posiadamy absolutnie żadnej informacji. Model "białej skrzynki" przedstawia układ, o którego działaniu mamy pełną wiedzę. W rzeczywistości wszystkie układy plasują się pomiędzy tymi dwoma idealnymi modelami.

Tworzenie modelu badanego procesu



Tworzeniu modelu matematycznego wybranego procesu biologicznego towarzyszy transformacja wiedzy biomedycznej na język matematyczny, a po skonstruowaniu modelu, interpretacja biomedyczna wniosków wynikających z modelu.

Model białej skrzynki

- Zazwyczaj preferowane jest wykorzystanie możliwie dużej ilości wiedzy a priori – dokładniejszy model.
- Są prostsze, gdyż, jeśli tylko wiedzy a priori użyto poprawnie, to model będzie zachowywał się zgodnie z rzeczywistym układem.
- Często informacja posiadana wcześniej o układzie ukazuje nam rodzaj zależności (charakter funkcji) wiążącej zmienne układu.

Na przykład, gdy tworzymy model działania leku w ludzkim organizmie, wiemy, że zazwyczaj ilość leku we krwi maleje wykładniczo wraz z czasem. Ciągle jednak pozostają pewne niewiadome; jak szybko zmniejsza się ilość leku i ile początkowo jest go we krwi? Ten przykład nie jest, więc modelem "białej skrzynki", gdyż nieznane parametry muszą być wyznaczone w jakiś sposób, zanim model będzie mógł zostać użyty.

Model czarnej skrzynki

W modelach "czarnej skrzynki" należy wyznaczyć zarówno postać funkcji wiążącej wielkości w układzie, jak i wartości liczbowych parametrów tych funkcji. Nie posiadając wiedzy a priori próbujemy użyć funkcji możliwie ogólnych, by objąć nimi wszystkie różne modele.

Często używanym sposobem na uzyskanie modelu "czarnej skrzynki" jest użycie sieci neuronowych, które nie zakładają niczego o nadchodzących do nich danych. Podstawowym problemem występującym przy używaniu zestawów wielu funkcji opisujących układ jest szybko wzrastający poziom trudności przy estymacji parametrów funkcji, gdy ilość tych parametrów wzrasta.

Klasyfikacja modeli ze względu na cel modelowania

Modele decyzyjne

Modele decyzyjne są konstruowane do wspomagania podejmowania decyzji diagnostycznych lub leczniczych. Na podstawie wektora obserwacji, złożonego z określonych cech klinicznych pacjenta model prognozuje (przewiduje) decyzję diagnostyczną. Z punktu widzenia teorii decyzji zagadnienie rozpoznania choroby jest równoważne zagadnieniu dyskryminacji, zaś problem diagnostycznego różnicowania odpowiada zagadnieniu klasyfikacji. Dlatego też modele decyzyjne najczęściej są typu „czarnej skrzynki”, gdzie zależności przyczynowo-skutkowe są modelowane *implicite.(domyślnie)*

Innym przykładem są modele pozwalające prognozować przyszły stan chorego, bądź odpowiedź na zastosowane leczenie na podstawie aktualnego stanu chorego.
Charakterystyczną cechą modeli decyzyjnych jest wymaganie, by parametry modelu mogły być identyfikowane na podstawie obserwacji dostępnych z badania klinicznego.
Warunek ten można nazwać postulatem: *klinicznej identyfikowalności modelu decyzyjnego.*
Pożądanym kryterium wyboru „najlepszego" modelu decyzyjnego jest otrzymanie możliwie najlepszej prognozy poprawnych decyzji.

Modele eksplanacyjne

Przeznaczeniem tej klasy modeli jest znalezienie opisu (wyjaśnieniu mechanizmu) badanego zjawiska. Dlatego modele eksplanacyjne są najczęściej modelami typu szarej lub „białej skrzynki". Mogą być one konstruowane po to, by zweryfikować hipotetyczny mechanizm zjawiska lub zidentyfikować zależności między obserwacjami, w przypadku braku hipotez dotyczących związków przyczynowo skutkowych między badanymi czynnikami. Ponieważ modele eksplanacyjne często są tworzone na podstawie doświadczeń, warunek klinicznej identyfikowalności modelu nie jest pożądany. Jednak budując model eksplanacyjny powinno się dążyć do tego, by parametry modelu, bądź jego elementy składowe posiadały interpretacje biologiczne. Niespełnienie warunku identyfikowalności klinicznej modelu eksplanacyjnego sprawia, że rzadko, kiedy można go stosować, jako model decyzyjny.
Dlatego często stosuje się upraszczanie złożonych modeli eksplanacych (np. przyjmując niektóre parametry, jako niezmiennie międzyosobniczo, lecz identyfikowalne klinicznie) otrzymując w ten sposób modele decyzyjne. W ten sposób powstał na przykład model używany do szacowania insulinooporności na podstawie testu dożylnego (lub doustnego) obciążenia glukozą.

Model insulinooporności

U osób w podeszłym wieku insulinooporność stanowi czynnik ryzyka choroby niedokrwiennej serca. Bezpośredniego pomiaru insulinooporności dokonuje się za pomocą klamry metabolicznej, natomiast pomiar insulinooporności metodą oceny homeostazy (HOMA, homeostasis model assessment), określanej, jako HOMA-IR, opiera się na wartościach glukozy i insuliny na czczo.
W modelu tym na podstawie stężeń glukozy i insuliny w surowicy krwi w warunkach podstawowych oblicza się współczynnik insulinooporności według następującego wzoru:
HOMA-IR(mmol/L x μU/ml) = stężenie glukozy na czczo (mmol/L) x stężenie insuliny na czczo (μU/ml)/22,5 Wartość tego współczynnika w warunkach fizjologicznych wynosi 1,0

Formuła matematyczna oryginalnego wskaźnika HOMA-IR (HOMA1) została opracowana w 1985r. przez Matthew i wsp

Problemy modelowania

Dostępność nieskończenie wiele modeli.

Wybór modelu „najlepszego" jest czysto arbitralny (w zależności od zadań, jakie ma przed sobą model np. Możemy, bowiem żądać, by model dobrze opisywał wybrany proces choroby u „średniego pacjenta', albo u pacjenta najczęściej występującego w danej populacji lub u konkretnego, aktualnie badanego pacjenta.

Modele mogą się różnić w zależności od przyjętego wektora obserwacji. Im więcej czynników uwzględniamy w modelu, tym (na ogół) otrzymujemy dokładniejszy opis modelowanego zjawiska.

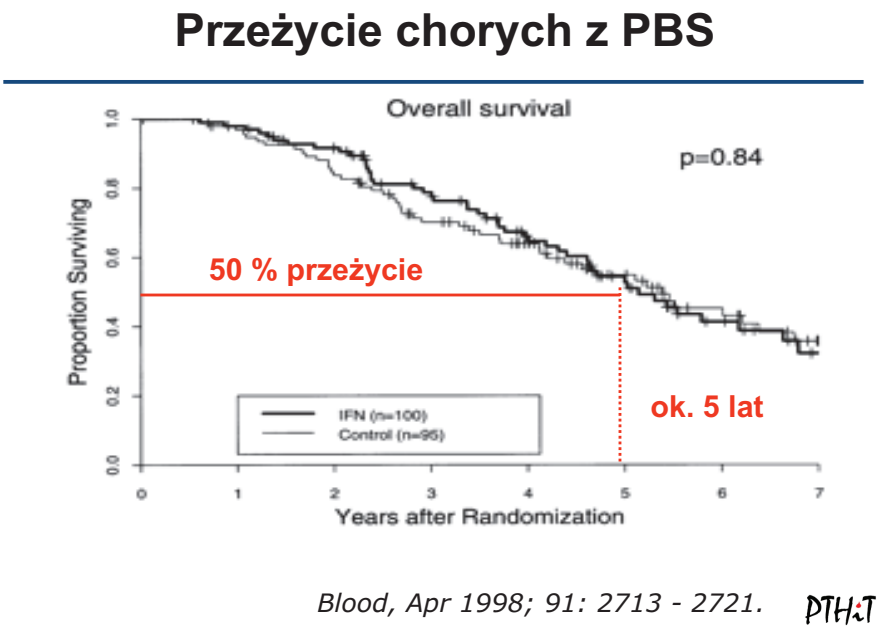
Źródła niepewności modelu

- Przyjęte założenia
- Błędy obserwacji
- Ograniczona wiedza służąca do wypracowania modelu

Model prognostyczny przeżycia chorych z PBS

JAKI TO MODEL?

Przeżycie chorych z PBS



Blood, Apr 1998; 91: 2713 - 2721. PTH:T

Czynniki prognostyczne PBS

Wskaźnik Sokala

Wiek w latach	Wielkość * śledziony	Płytki w tys.	Blasty w %
Wpisz wartoŚci (np.: 45.5) a następnie kliknij przycisk OBLICZ.			

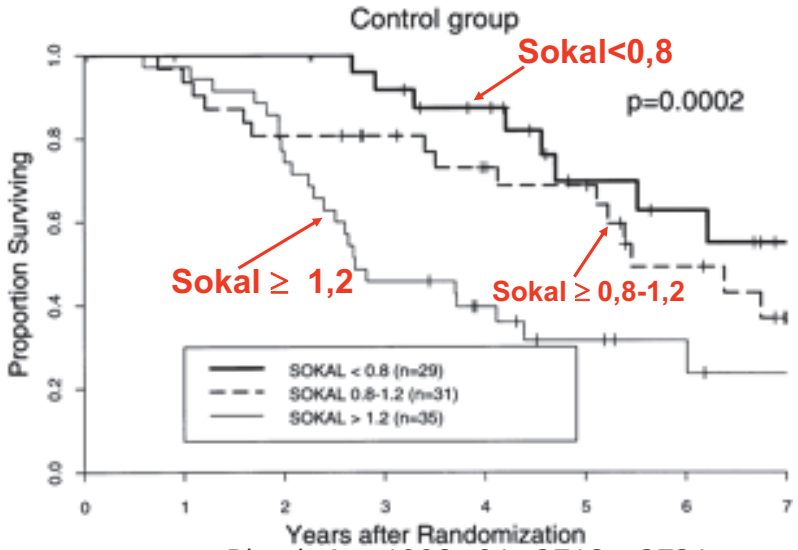
≤ 0,8 NISKIE RYZYKO- mediana przeżycia 60 miesięcy

> 0,8 < 1,2–POŚREDNIE- mediana przeżycia 48 miesięcy

≥ 1,2 – WYSOKIE RYZYKO – mediana przeżycia 30 miesięcy

** Wielkość śledziony poniżej łuku żebrowego z badania fizykalnego, a nie z badania USG*

Wskaźnik Sokala



Blood, Apr 1998; 91: 2713 - 2721. PTH:T

Przedstawiona klasyfikacja modeli może być pomocna przy wyborze właściwego dla danego problemu typu modelu. Zawsze jednak należy konstruować możliwie najprostszy model, który spełnia przyjęte cele modelowania. Dlatego wybór klasy i struktury modelu jest elementem sztuki, a nie techniki modelowania, która wymaga intuicji i naukowej mądrości. Można także powiedzieć, że mądrość (rozumiana w sensie potocznym) to umiejętność znajdowania kompromisu między niepotrzebną komplikacją a zbytnim upraszczaniem w postrzeganiu rzeczywistości.

Struktura pracy naukowej

Każda praca naukowa ma typową następującą strukturę:

- Tytuł i wstęp
- Cel pracy i hipoteza badawcza
- Materiały i metody
- Wyniki
- Omówienie wyników (dyskusja wyników)
- Wnioski (opcjonalnie)
- Piśmiennictwo
- Streszczenie w języku polskim i angielskim
- Załączniki

Tytuł pracy i jej temat

Temat to myśl główna, którą trzeba rozwinąć- w pracy magisterskiej powinien dotyczyć konkretnego określonego, ale przy tym niezbyt wąskiego problemu. Tytuł powinien zwięźle, a przy tym trafnie i jednoznacznie określać temat pracy. W tytule wymienia się to, co jest przedmiotem prowadzonych badań i w jakiej populacji badanie jest prowadzone np. „Piękność kobiet a poziom ich wiedzy". Jednym z kryteriów oceny pracy jest zgodność treści badań z tytułem- przy braku tej zgodności-praca jest nie na temat. Tytuł określa myśl przewodnią pracy, dzięki czemu unika się zbyt licznych dygresji niedotyczących zasadniczego tematu pracy. Głównym wniosek pracy może być tytułem ale to używa się częściej przy doniesieniach konferencyjnych, żeby zachęcić do przeczytania pracy

Czy tytuł pracy powinno się sformułować na początku pisania pracy czy pod koniec?

- Na początku
- W miarę jednak prowadzenia badań można go modyfikować
- Na koniec można doszlifować

Jak zabrać się za pisanie pracy?

- Ustalenie wstępnego celu pracy
- Oczytanie się na ten temat=znalezienie literatury
- Burza mózgów celem uściślenia celu pracy głównego i celów szczegółowych
- Zaplanowanie metodologii badań
- Zebranie danych
- Opracowanie danych

Oczytanie się

Oczytanie jest niezbędnym etapem przygotowania każdej pracy naukowej. Dlatego bardzo przydatna jest umiejętność szukania literatury na intersujący nas temat . Literaturę medyczna głównie anglojęzyczną najłatwiej znaleźć na stronie amerykańskiej biblioteki Narodowego Instytutu raka: www.pubmed.gov która pełni rolę wyszukiwarki. W Polsce póki co tak profesjonalna strona nie istnieje ale wyszukiwarka googla znajduje bez kłopotu artykuły polskojęzyczne o ile są opublikowane on-line. Po oczytaniu należy przeprowadzić burzę mózgu. W przypadku pracy magisterskiej najlepiej to zrobić z promotorem. Co to jest burza mózgów

Burza mózgów

brainstorm [wym. breinsto:m] technika obrad roboczych, polegająca na gromadzeniu wszelkich, najdziwniejszych nawet, improwizowanych pomysłów rozwiązania omawianego problemu, jakie zebranym przychodzą do głowy. Etym. - ang. 'gwałtowne, przejściowe zaburzenie umysłu; nagłe natchnienie; kapitalny (a. niedorzeczny) pomysł; prowadzić obrady w sposób jw.'; *brain* 'mózg, umysł'; *storm* 'burza; sztorm

Określanie celu pracy

- Cel główny
- Cele szczegółowe:

Aby osiągnąć cel pracy należy określić problemy, jakie w trakcie jej realizacji należy rozwiązać. Co to jest problem badawczy? Problemy badawcze są to **pytania**, na które szukamy odpowiedzi na drodze badań naukowych. Najczęstsze problemy to pytania zwykle jako pytania rozstrzygnięcia rozpoczynające się od partykuły „czy?" lub pytania dopełnienia zawierające pytajniki, jaki?, Kiedy? W jakich warunkach, w jakim stopniu?

Np. Jaki jest wpływ urody kobiety na jej mądrość?

Czasem takie pytanie, ale bez pytajnika może być tytułem pracy

Np. Uroda kobiety a mądrość

Hipoteza

Według J.G Townsed „Hipoteza to stwierdzenie, co, do którego istnieje pewne prawdopodobieństwo, ze stanowić ono będzie prawdziwe rozwiązanie postawionego problemu. Alternatywnie można powiedzieć, za M. Łobockim że: 'Hipotezy robocze są oczekiwanymi przez badacza wynikami planowanych badań. Sformułowanie hipotezy badawczej pracy jest niezwykle ważnym elementem przygotowania pracy. Hipoteza jest

integralną częścią każdej pracy naukowej jest również podstawą teorii paradygmatu, o której była mowy przy okazji rozwoju nauki.

Wstęp

Wstęp pracy musi zawierać wprowadzenie do prowadzonych badań a powinien się zakończyć wyjaśnieniem dlaczego badania zostały pojęte. Ostatnim zdaniem wstępu powinno nawiązywać do celu pracy i hipotezy badawczej pracy

Wstęp można zacząć od kilku zdań wprowadzających o problemie - od kiedy jest znany, jak go postrzegano, kto go pierwszy opisał, dlaczego jest tak ważny. Dalej należy wprowadzić do czynników mających wpływ na przedstawiany problem, opisanie znanych informacje dotyczących tych zależności. Następnie przedstawiamy to, czego nie wiadomo lub co jest sprzeczne, jeśli chodzi o poznanie tego problemu. Zakończenie wstępu poprzez przedstawienie celu badań ogólnie i szczegółowo a w szczególności możliwości wykorzystania badań w praktyce

Materiały i metody

Materiały i metody to jest taka część pracy, która ma dokładnie opisać jak praca została wykonana, innymi słowy na podstawie tego rozdziału ktoś inny powinien móc taką pracę wykonać. Rozdział ten powinien się składać z następujących części:

- Co badamy, u kogo, jak badamy, jakie metody badań naukowych wykorzystujemy?
- Organizacja badań, metodologia badań, w przypadku badań z użyciem metody obserwacyjnej należy opisać wszystkie elementy metody: obiekty, obserwowane cechy, metody obserwacji oraz obserwatora
- Zastosowane metody statystyczne
- Można też zdefiniować pojęcia związane z: z tematyka badań lub z metodologią badań
- Określamy też zmienne, które dzielą się na niezależne: nie zależą od innych zmiennych oraz zależne: jej zmiany są skutkiem oddziaływania jednej lub więcej zmiennych niezależnych. Występują też zmienne pośredniczące
- Lista stosowanych skrótów (załącznik)- zwykle jednak jest umieszczony na początku pracy

Wyniki

Przedstawiać je można w formie opisowej, tabelarycznej oraz wykresów. Błędem jest przedstawianie tych samych wyników dwa razy np. rysunek i tabela. Najważniejsze wyniki przedstawia się opisowo, z podaniem, czy są różnice statystycznie znamienne. Przedstawianie wyników powinno być logiczne, czytający powinien rozumieć, dlaczego każde z badań zostało podjęte, aby mu to ułatwić można dodać zdania wprowadzające do każdej sekcji. Nie wolno w tej części pracy interpretować wyników ani formułować wniosków

Dyskusja wyników, czyli krytyczne omówienie jest intelektualnie najważniejszą częścią pracy naukowej. Układ dyskusji: wraca się krótko do celu prowadzonego badania lub od razu przedstawia się, co uzyskano, omawiając każdy z wyników w osobnym akapicie Omawiamy po kolei najważniejsze wyniki porównując je do wyników innych badaczy. Określamy ograniczenia badania, tłumaczymy dlaczego nasze wyniki mogą różnić się od innych. Po omówieniu każdego z wyników należy sformułować wniosek.. Na zakończenie dyskusji podsumowujemy, co się nam udało wykazać, jakie to może mieć znaczenie w praktyce i jakie dalej warto prowadzić badania

Wnioski

- Mogą być przedstawione w formie oddzielnego akapitu na końcu dyskusji pracy
- Muszą wypływać z wyników
- Wnioskiem nie są przypuszczenia lub spekulacje autora pracy

Przypisy i odnośnik

- Przypis-komentarz, objaśnienie, uwagi dodane przez autora lub wydawcę do tekstu dzieła, umieszczone zwykle u dołu stronicy
- Odnośnik- znak graficzny w postaci gwiazdki lub litery lub liczby umieszczonej w tekście odsyłający czytelnika do opatrzonego takim samym znakiem przypiska znajdującego się pod tekstem

Załączniki i aneksy

- Dodatkowe dokumenty pełniące rolę dokumentu źródłowego zamieszczonego w oryginalnym brzmieniu

Piśmiennictwo

1. W spisie literatury cytowanej (ustawionego wg alfabetycznej kolejności nazwisk pierwszych autorów lub wg kolejności cytowania), każda pozycja powinna zawierać kolejno od lewej strony rozdzielone przecinkiem:

w przypadku artykułów: nazwiska trzech pierwszych autorów wraz z inicjałami imion, tytuł publikacji, tytuł czasopisma, rok wydania, tom/rocznik, strony od – do.

Np. Kowalski A., Nowak K., Lalak K.: „Gruźlica płuc", - artykuł „Medycyna na świecie" 2006 nr 4/06 s. 7-18.

w przypadku książek: nazwiska wszystkich autorów wraz z inicjałami imion, tytuł książki, wydawnictwo, rok wydania, strony od – do *(jeżeli można określić zakres treści)*

Np. Kowalski A., Nowak K., Lalak K., Maniak A.: „Gruźlica płuc", PWN, Warszawa 2006, s. 7-18.

w przypadku rozdziałów w książkach: nazwiska trzech pierwszych autorów rozdziału wraz z inicjałami imion, tytuł rozdziału, tytuł książki, nazwisko i inicjały redaktora naukowego (w pracach zbiorowych), wydawnictwo, rok wydania, strony od – do

Np. Kowalski A., Nowak K., Lalak K.: "Gruźlica płuc" - praca zbiorowa pod redakcją Duraja J. pt. "Gruźlica płuc na świecie", Uniwersytet Łódzki, Łódź 2000, s. 7-18.

Standardy etyczne pracy naukowej

Praca naukowa nie może być plagiatem.



Prawa autorskie

Ustawa z dnia 27 lipca 2005 roku Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz U.2005 nr 64 poz 1365 art 144 ust 3:

Definiuje czym jest plagiat i inne oszustwo naukowe

1.Przywłaszczanie sobie autorstwa lub wprowadzenie w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu

2. Rozpowszechnianie bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzego utworu w wersji oryginalnej lub w postaci opracowania

3. Fałszowanie badań lub wyników badań naukowych lub dokonywanie innego oszustwa naukowego

Podmiot i Przedmiot prawa autorskiego

Ustawa z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim I prawach pokrewnych (Dz U.z 23. 02 1994 roku oraz późniejsze)

1.Podmiot prawa autorskiego- twórca (…) osoba której nazwisko w tym charakterze uwidoczniono na egzemplarzach utworu lub której autorstwo podano do publicznej wiadomości (…)

2.Przedmiot prawa autorskiego- utwór opublikowany tj każdy przejaw działalności twórczej o indywidualnym charakterze, ustalony w jakiejkolwiek postaci niezależnie od wartości przeznaczenia i sposobu wyrażenia (….) wyrażony słowem, symbolami matematycznymi i

znakami graficznymi (….) który za zezwoleniem twórcy został zwielokrotniony i którego egzemplarze zostały udostępnione publicznie.
Przedmiotem prawa autorskiego nie sa akty normatywne urzędowe dokumenty, materiały, znaki, i symbole, opublikowane opisy patentowe lub ochronne i proste informacje prasowe

Autorstwo pracy naukowej

Autorstwo pracy naukowej przysługuje za wkład intelektualny czyli:

- Koncepcje badań
- Protokół badań
- Interpretacja danych
- Raport końcowy

Autorstwo nie przysługuje za: zbieranie danych, uzyskanie środków do badania, obliczanie statystyczne lub KIEROWANIE JEDNOSTKĄ BADAWCZĄ

Zjawisko plagiatowania

Prace magisterskie, licencjackie, doktoranckie – duży wybór". „Nie masz czasu napisać pracy? Zrobimy to za ciebie". Internet jest pełen takich ogłoszeń. Dodatkowo kuszą określenia: szybko, solidnie, tanio, bezpiecznie. Oferty można też znaleźć w gazetach, a nawet na uczelnianych tablicach informacyjnych. Gotową pracę magisterską będącą najczęściej kompilacją kilku innych można kupić już za 700 złotych.

Zwykły towar

Według skierowanego do studentów internetowego serwisu Korba.pl za prace dyplomowe i magisterskie trzeba zapłacić od 500 złotych do 3 tysięcy złotych. Wszystko zależy od tematu, pracochłonności i terminu wykonania. Można również kupić gotową pracę już przez kogoś obronioną. Każda przed sprzedażą jest „odświeżana". Taka praca kosztuje zaledwie 400-500 złotych. W przypadku niskiej ceny pojawia się większe ryzyko. – *Nawet słabą pracę pisze się kilka tygodni. Nie jest możliwe, żeby za 500 złotych w kilka dni mieć gotową pracę magisterską* – twierdzi Sebastian Kawczyński kierujący serwisem Plagiat.pl. – *To nieprawda, że ludzie piszą komuś pracę całkowicie samodzielnie. Oni mają na swoich twardych dyskach bazę, archiwum wielu tekstów, które częściowo kompilują, dopisując 20-40 procent nowej treści* – dodaje.
Uczelnie przed nieuczciwymi studentami bronią się w różny sposób. Z pomocą przychodzi im serwis Plagiat.pl. Od lutego tego roku wszystkie prace studenci muszą składać w wersji elektronicznej, po czym będą mogły być one sprawdzane przez ten program. Serwis wymyślili dwaj absolwenci Wydziału Informatyki Uniwersytetu Warszawskiego

Tomasz Skalczyński i Kamil Nagrodzki. Od 2003 roku prowadzi go Sebastian Kawczyński, doktor z Instytutu Historii UW.

Promotor winowajca

– *Gdyby studenci wiedzieli, że promotor naprawdę się pracą przejmie, że ktoś naprawdę im pomoże, to może nie prosiliby o pomoc takich „złych" jak my. Gdyby promotorzy naprawdę interesowali się studentem, nie byłoby sytuacji, że ktoś dostaje dyplom bez minimalnej wiedzy* – przypuszcza Iwona. Studenci twierdzą, że kupowanie gotowych prac dyplomowych jest częstą praktyką, a promotorzy przymykają oko na ten proceder.

– Zdaniem wielu profesorów najważniejsza jest właściwa praca promotorów. Gdyby regularnie spotykali się na seminariach ze swoimi podopiecznymi, solidnie sprawdzali i zatwierdzali kolejne fragmenty prac, nie byłoby problemu.

– *Większość szkół wyższych wprowadziła konieczność podpisywania oświadczenia wśród studentów, że są oni autorami prac. W myśl prawa karnego oszustwo w takim oświadczeniu jest złożeniem fałszywego oświadczenia* – mówi dr Maria Trzecińska-Łabędzka, adiunkt z Zakładu Prawa Prasowego UW, specjalizująca się w kradzieży własności intelektualnej. Natomiast kupienie gotowej pracy obronionej już na innym uniwersytecie jest przestępstwem. Nabywca dopuszcza się tu ukrytego plagiatu i grozi mu za to kara pozbawienia wolności do 2 lat.