

# Wykład 13

Psychofizyka

# Kurczak w okularach



Because a great deal of physiological research has been done on cats and monkeys, students often express concerns about how these animals are treated. All animal research in the United States follows strict guidelines for the care of animals established by organizations such as the American Psychological Association and the Society for Neuroscience. The central tenet of these guidelines is that every effort should be made to ensure that animals are not subjected to pain or distress. Research on animals has provided essential information for developing aids to help people with sensory disabilities such as blindness and deafness and for helping develop techniques to ease severe pain.

# Projekt

- Zaprojektować urządzenie, które potrafi zlokalizować, opisać i zidentyfikować każdy przedmiot w swoim otoczeniu, włączając w to jego odległość od urządzenia i ich wzajemne relacje. W dodatku spraw, aby urządzenie było w stanie poruszać się z jednego punktu do drugiego omijając przeszkody na swojej drodze
- Dodatkowe punkty: Spraw, aby urządzenie posiadało „świadome doświadczenia” w sensie ludzkiego doświadczenia kiedy patrzymy na jakąś scenę
- Uwaga: Ten projekt jest ekstremalnie trudny. Do dziś nie został rozwiązany przez najlepszych naukowców mimo, że mieli oni dostęp do najmocniejszych na świecie komputeró

# Projekt

- Wskazówka: Ludzie i zwierzęta, rozwiązują takie problemy w całkiem zręczny sposób. Mają 2 sferyczne sensory zwane „oczami”, które zawierają światłoczułą chemię do wykrywania światła, 2 detektory na bokach głowy wypełnione małymi drgającymi włoskami do wyczuwania ciśnienia w powietrzu, małe detektory ciśnienia o różnym kształcie wbudowane w skórę do odczuwania bodźców na skórze i 2 typy detektorów chemicznych do wykrywania gazów które są wdychane i ciał stałych oraz płynów które są połykane.

# Projekt

- Dodatkowa uwaga: Zaprojektowanie detektorów to tylko pierwszy krok do zaprojektowania systemu. Niezbędne jest także przetwarzanie informacji. W przypadku ludzi przetwarzaniem informacji zajmuje się komputer zwany „mózgiem” z 100 miliardami jednostek czynnych i połączeniami tak złożonymi, że nie zostały one dotąd całkowicie odszyfrowane. Pomimo, że zaprojektowanie detektorów jest ważną częścią projektu, zaprojektowanie komputera jest kluczowe ponieważ informacja zdobyta z detektorów musi być przeanalizowana.

# Problem percepcji

- Czym jest percepcja?



The image shows a screenshot of a web browser displaying the Polish Wikipedia page for "Percepcja". The browser's address bar shows the URL "pl.wikipedia.org/wiki/Percepcja". The page title is "Percepcja" with an "[edytuj]" link. The main content area contains a definition of perception as the organization and interpretation of sensory impressions to understand the environment. It also lists two types of perception structures: one related to imagination and another related to intelligence. The page includes a sidebar with navigation links and a list of tools at the bottom.

**Percepcja** [edytuj]

**Percepcja** - organizacja i interpretacja wrażeń **zmysłowych**, w celu zrozumienia otoczenia. **Percepcja** to postrzeganie; **uświadomiona** reakcja **narządu zmysłowego** na **bodziec** zewnętrzny, sposób reagowania, odbierania wrażeń. (W. Kopaliński)

Istnieją dwa rodzaje struktur poznawczych:

- **Związana z wyobraźnią**. Odbierane przez nią **wrażenia** zmysłowe zazwyczaj są deformowane przez nasze oczekiwania, **potrzeby**, **uczucia** i mechanizmy obronne, uruchamiane przez **podświadomość**.
- **Związana z inteligencją**. Koryguje ona doznania zarejestrowane w naszej wyobraźni.

Systemy percepcyjne człowieka umożliwiają mu widzieć, słyszeć, czuć **smak**, **zapach**, dotyk i zmiany temperatury. Jest to także poczucie świadomości (otoczenia).

Percepcja w szerokim sensie oznacza rejestrację (uchwycenie) przedmiotów i zdarzeń środowiska zewnętrznego: ich odbiór sensoryczny, zrozumienie, identyfikację i określenie werbalne oraz przygotowanie do reakcji na bodziec.

Etapy procesu postrzegania:

- odbiór wrażeń,
- postrzeganie w wąskim znaczeniu,
- identyfikacja i rozpoznawanie.

# Problem percepcji

- A czym jest wrażenie?



Wrażenie – pierwotny i najbardziej podstawowy [proces poznawczy](#) człowieka.

Powstaje na skutek bezpośredniego działania [bodźców](#) ze świata zewnętrznego lub z wnętrza [organizmu](#) na zakończenia nerwowe ([receptory](#)), wywołując reakcję psychiczną.

Jeden obiekt może jednocześnie działać na kilka rodzajów [narządów zmysłowych](#), przez co jednocześnie można odczuwać kilka rodzajów wrażeń.

## Podstawowe cechy wrażeń [\[edytuj\]](#)

- charakter – rodzaj wrażenia,
- jakość – rodzaj wrażenia i to, na jaki narząd zmysłu oddziałuje,
- intensywność – wartość natężenia oddziaływania bodźca na narząd zmysłu,
- czas trwania – uzależniony od czasu oddziaływania danego bodźca na narząd zmysłu.

Możliwe jest jednoczesne odczuwanie różnych wrażeń, a wrażenia te wzajemnie na siebie oddziałują, najczęściej na *zasadzie kontrastu wrażeń*. Wyróżnia się:

- kontrast następczy (np. przy jedzeniu po słodkim cukierku kwaśnego jabłka, występuje wrażenie, że jest ono kwaśniejsze niż w rzeczywistości);
- kontrast współczesny (np. podczas patrzenia na szary obiekt umieszczony na czarnym tle, występuje wrażenie, że jest on jaśniejszy, niż gdyby był umieszczony na tle białym).

Z wrażeniami związane są takie pojęcia jak:

- **próg podniety** – minimalna odczuwalna intensywność wrażenia,
- **próg różnicy** – minimalna odczuwalna zmiana intensywności wrażenia,
- **szczyt wrażenia** – intensywność wrażenia, która bez względu na dalsze zwiększanie natężenia działającego bodźca nie ulegnie już zwiększeniu,
- **rozpiętość wrażliwości** – przestrzeń pomiędzy najłagodniejszym a najmocniejszym odczuwalnym natężeniem wrażenia,
- **zjawisko adaptacji wrażenia** – proces stopienia lub nawet całkowitego zaniku wrażliwości na działające bodźce.

## Rodzaje wrażeń [\[edytuj\]](#)

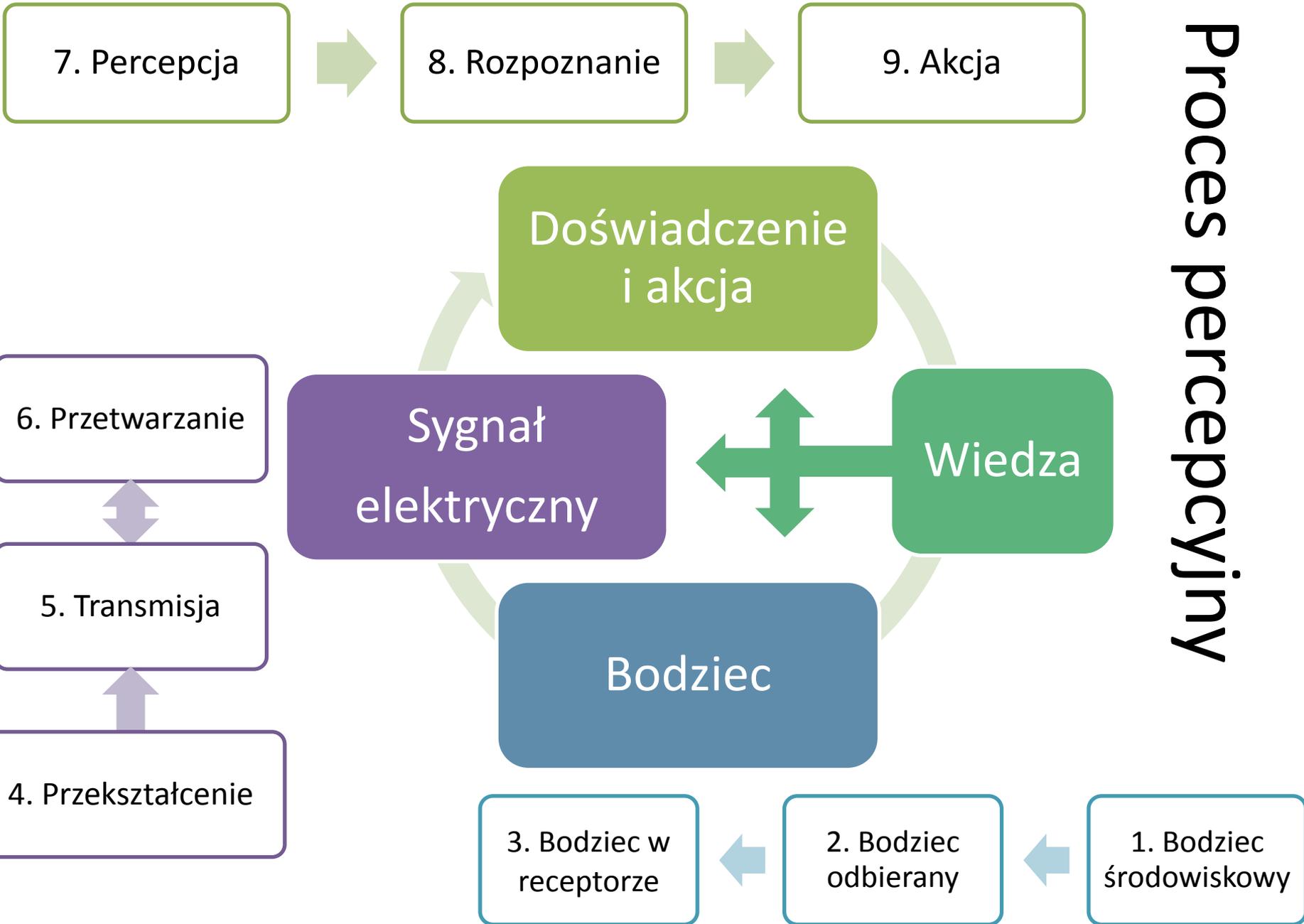
# Problem percepcji

- Jak wygląda algorytm
  - bodziec → wrażenie → percepcja → świadomość
- Czym w tym łańcuchu jest percepcja?
- Dlaczego do dzisiaj nie wynaleziono maszyn obdarzonych percepcją?
- Percepcja nie jest po prostu „jawieniem” się świata, ale jest efektem złożonego procesu w dużej części niedostępnego naszej świadomości

# Proces percepcyjny

- Z percepcją jest podobnie jak z teatrem
  - Kiedy nasza świadomość jest skupiona na tym co się dzieje na scenie, poza sceną dzieją się równie ważne rzeczy, gdy aktorzy przemieszczają i przebierają się, reżyser kontroluje aby wszystko działo się w odpowiednim porządku, a specjaliści od oświetlenia przygotowują kolejne zmiany światła
  - Świadomość naszej percepcji jest jedynie częścią procesu percepcyjnego jaki odbywa się w naszym układzie nerwowym

# Proces percepcyjny

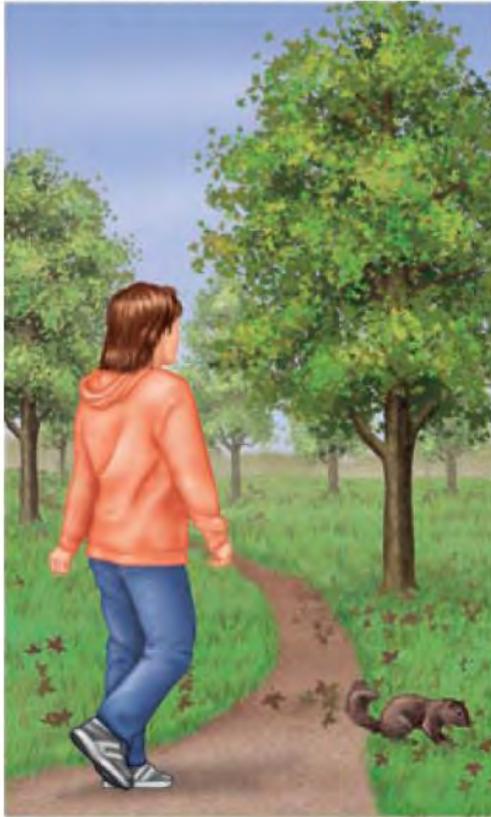


# Bodziec

- Bodziec istnieje zarówno „gdzieś tam” w otoczeniu, jak i wewnątrz ludzkiego ciała
- Bodźce środowiskowe to wszystko w otoczeniu co potencjalnie możemy postrzegać (także innymi zmysłami (drzewa, ścieżka, hałas)
- Bodźce odbierane to te, na które zwrócimy uwagę.
- Bodźce w fotoreceptorze są odbierane i przekształcane w elektryczne sygnały nerwowe - reprezentacje

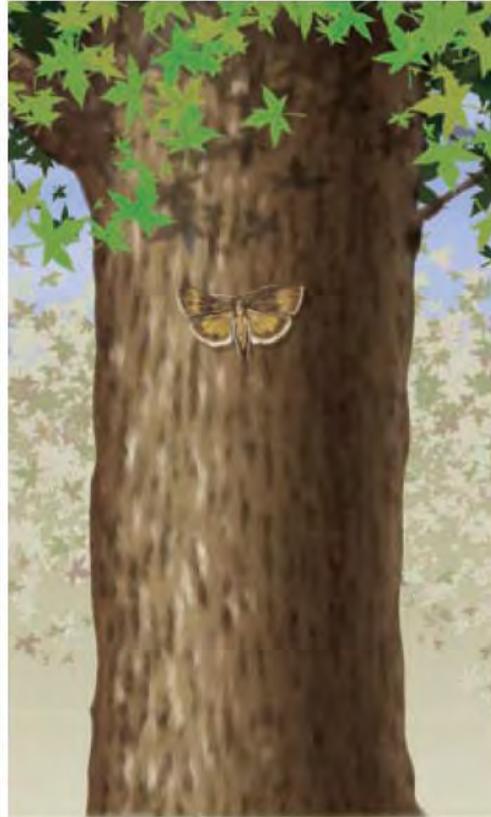
# Bodźce

## 1. Environmental stimulus



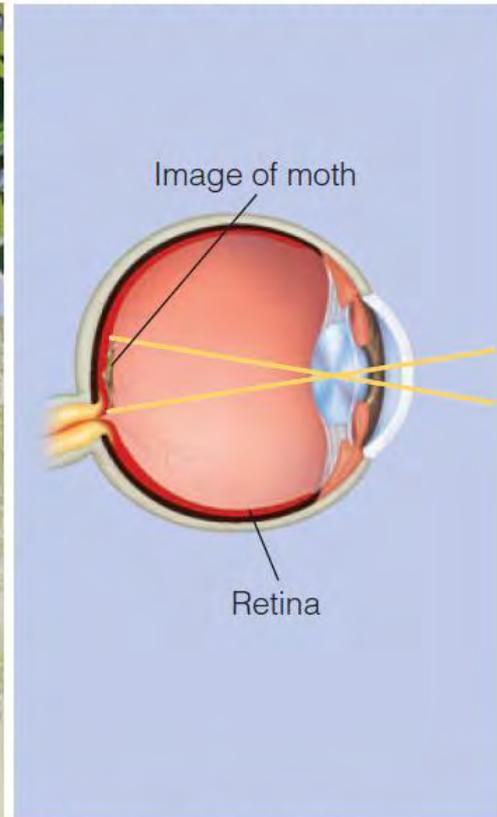
(a) The woods

## 2. Attended stimulus



(b) Moth on tree

## 3. Stimulus on the receptors



(c) Image on Ellen's retina

# Sygnaty nerwowe

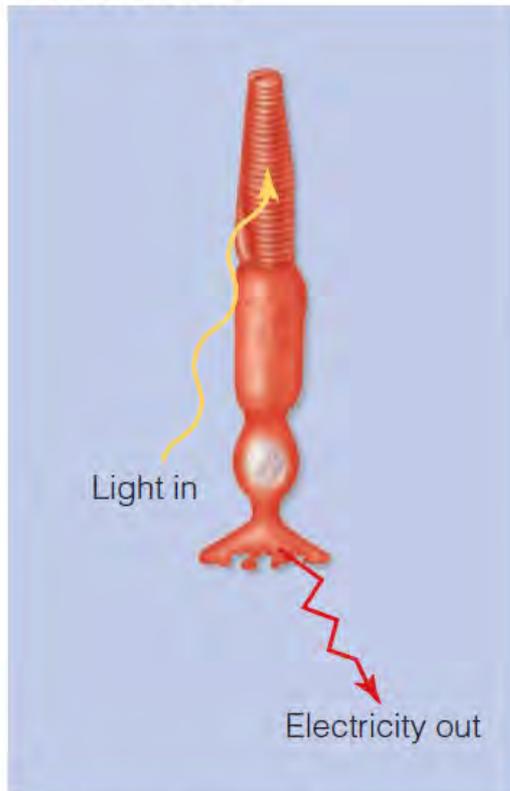
- Podstawową zasadą percepcji jest to, że wszystko co odbieramy bazuje na elektrycznych sygnałach w naszym systemie nerwowym
- Przekształcenie (transdukcja) to zamiana jednej formy w energii w inną, tj. energii światła, ciśnienia, energii chemicznej w energię elektryczną sygnałów nerwowych

# Sygnaty nerwowe

- Transmisja to przekazywanie sygnału przez wzbudzanie kolejnych neuronów przez poprzednie w łańcuchu ścieżki nerwowej.
- Przetwarzanie nerwowe to interakcje między neuronami. Przetwarzanie ma na celu odtworzenie bodźca z elektrycznego sygnału nerwowego w formie percepcji (obrazu, reprezentacji). Percepcja bodźca zwykle nie jest jego dokładną kopią.

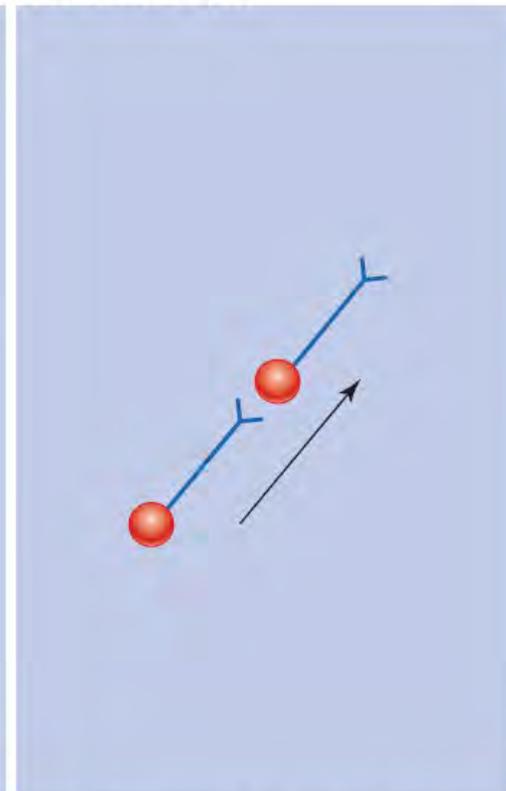
# Sygnaty nerwowe

## 4. Transduction



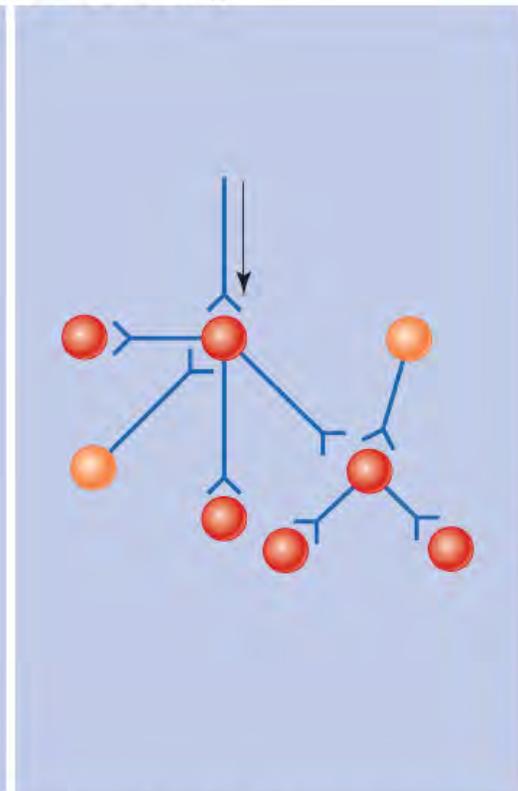
(a) Electricity created

## 5. Transmission



(b) One neuron activates another

## 6. Processing



(c) Interactions between neurons

# Doświadczenie i akcja

- Percepcja to świadome wrażenie zmysłowe. Pojawia się kiedy sygnał elektryczny, który reprezentuje bodziec zostaje w mózgu przekształcony w doświadczenie odbierania tegoż bodźca.
- Rozpoznanie to nasza zdolność to przypisywania przedmiotom kategorii. Jest oddzielnym procesem w stosunku do percepcji.
- Akcja obejmuje aktywność ruchową (poruszanie głową, oczami, poruszanie się w otoczeniu). Niektórzy badacze twierdzą, że akcja jest podstawowym skutkiem percepcji co wynika z przyczyn ewolucyjnych.
- Akcja zwykle powoduje przeniesienie uwagi na inny bodziec i powtórzenie całego procesu.

# Wiedza

- Wiedza to informacja, którą odbiorca wyciąga z sytuacji
- Wpływa ona na wszystkie etapy procesu percepcji.
- Obejmuje procesy z dołu do góry (uczenie się) i z góry do dołu (rozpoznanie)

# Lewa strona zamka oczy

- i nic nie mówi....

# Przykład



# Prawa strona zamknięcia oczy

- i nic nie mówi...



Otwieramy oczy....

Kto widzi szczurka a kto człowieka?



# Jak podchodzić do badań percepcji?

- Celem badań percepcji jest zrozumienie każdego z kroków procesu percepcyjnego, który prowadzi do percepcji, rozpoznania i akcji.
- Istnieją dwa podejścia
  - Podejście psychofizyczne (Gustav Fechner) – używanie ilościowych metod do mierzenia relacji między bodźcami (fizyka) a percepcją (psychologia)
  - Podejście fizjologiczne – pomiar relacji między bodźcami a procesami fizjologicznymi oraz między procesami fizjologicznymi a percepcją.

# Kognitywistyka

- Podczas badania percepcji zarówno używając metod psychofizycznych jak i fizjologicznych pojawia się także pytanie jak wiedza, pamięć i oczekiwania wpływają na percepcję?
- Te czynniki, które leżą u podstaw procesów z góry do dołu, nazywane są kognitywnymi wpływami na percepcję
- Kognitywistyka to badanie i modelowanie świadomości

# Psychofizyczny pomiar percepcji

- Podejście psychofizyczne skupia się na zależnościach pomiędzy fizycznymi właściwościami bodźców a percepcyjnymi odpowiedziami na te bodźce. Takie odpowiedzi mogą być różne:
  - Opisywanie – identyfikacja charakterystyki bodźca
    - Wszyscy gracze Polski mają biało-czerwone koszulki
  - Rozpoznawanie – przypisywanie bodźcu kategorii
    - Gracz z jedyneką to bramkarz
  - Detekcja – skupianie się na konkretnym wykrywalnym aspekcie bodźca
    - W tej akcji był spalony, tzn. napastnik w momencie podania był już przed obrońcami
  - Odczucie wielkości – skupianie się na wielkości i natężeniu bodźca
    - Gracz z numerem 9 jest wyższy od obrońców.
  - Szukanie – szukanie konkretnego bodźca pośród wielu innych
    - A gdzie w tej akcji był Lewandowski?

# Opisywanie

- Kiedy badacz prosi badanego o opis tego czego on lub ona doświadcza lub wskazanie kiedy pojawi się konkretna percepcja, badacz używa metody fenomenologicznej.
- Opis może być bardzo prosty oparty na pytaniu: dalej czy bliżej, w jakim jest kolorze, czy smakuje kwaśno, słodko czy gorzko
- Wyjaśnienie tych zwykłych wrażeń jest właśnie celem psychofizyki.

# Rozpoznawanie

- Rozpoznawanie polega chociażby na nazwaniu rzeczy (bodźców) których doświadczamy
- Procedura badań rozpoznawania jest prosta:
  - Prezentowany jest bodziec i badany rozpoznaje go
  - Najczęściej bodźcami są obrazki, a nie rzeczywiste przedmioty
- Opisywanie percepcji używając metod fenomenologicznych i wykrywanie zdolności do rozpoznania daje informację o tym czego badany doświadcza, co odbiera.
- Często przydatne jest ustanowienie ilościowych relacji między bodźcem a percepcją. Można to osiągnąć np. przez metody przeznaczone do wykrywania natężenia bodźca potrzebnego do jego wykrycia.

# Detekcja

- Gustav Fechner opisał ilościowe metody mierzenia relacji między bodźcami a percepcją
  - Granice
  - Dopasowanie
  - Stałe bodźce
- Metody te nazywane są klasycznymi metodami psychofizyki
- 2 metody:
  - detekcja progu bezwzględnego
  - detekcja progu różnicowego

# Detekcja progu bezwzględnego

- Próg bezwzględny to najmniejsze natężenie bodźca niezbędne do jego wykrycia (detekcji)
  - Np. najmniejsze natężenia światła potrzebne do powstania wrażenia wzrokowego
- Są 3 metody stwierdzenia progu bezwzględnego:
  - Metoda granic
  - Metoda dopasowania
  - Metoda stałych bodźców

# Metoda granic

Intensity	1	2	3	4	5	6	7	8
103	Y		Y		Y		Y	
102	Y		Y		Y		Y	
101	Y		Y		Y		Y	Y
100	Y	Y	Y	Y	Y		Y	Y
99	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Y
98	N	N	Y	N	N	N	N	Y
97		N	N	N		N		N
96		N		N		N		N
95		N		N		N		N

Crossover values → 98.5 99.5 97.5 99.5 98.5 98.5 98.5 97.5

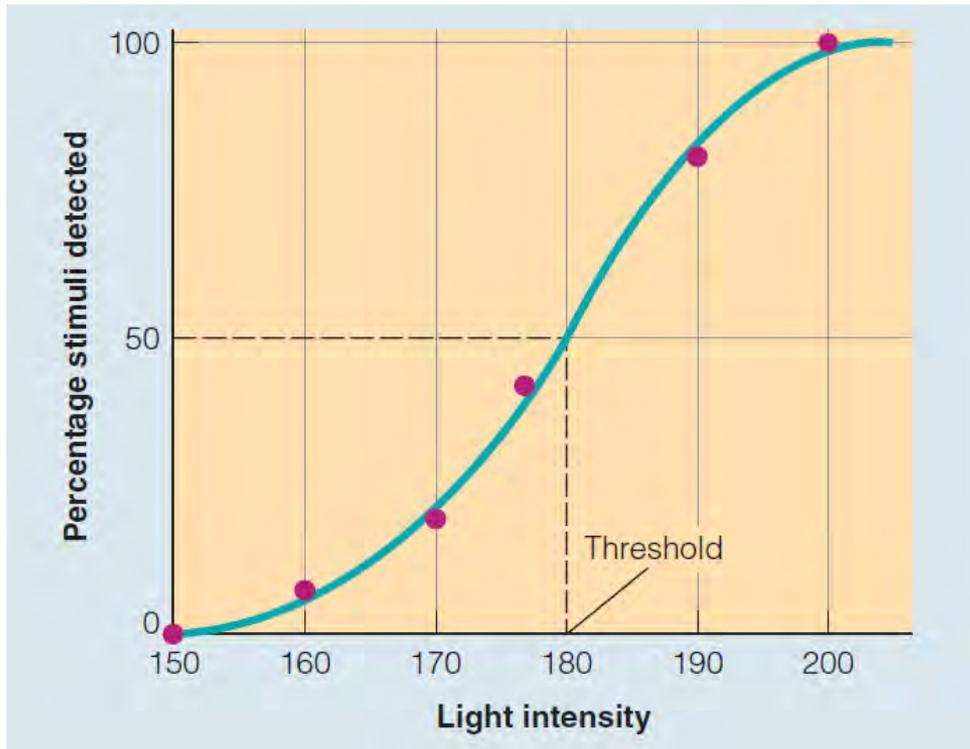
Threshold = Mean of crossovers = 98.5

- Badany prezentuje bodziec i porządku narastającym (natężenie bodźca się zwiększa) lub opadającym (natężenie bodźca się zmniejsza).

# Metoda dopasowywania

- Badany albo badacz dopasowują natężenie bodźca dotąd aż badany stwierdzi jego obecność.
- Metoda różni się od metody granic, ponieważ badany nie odpowiada na każdy bodziec, ale po prostu dostosowuje natężenia bodźca (raczej w jedną stronę) aż zacznie go odbierać.

# Metoda stałych bodźców



- W tej metodzie badacz prezentuje pięć – dziewięć bodźców o różnych natężeniach w kolejności losowej. Wynikiem jest punkt dla którego 50% badanych stwierdza odbiór bodźca.
- Metoda ta jest najdokładniejsza, ale najbardziej czasochłonna

# Detekcja progu różnicowego (DL – Differenze Limen)

- Najmniejsza różnica między dwoma bodźcami, która może zostać odebrana (zauważona)
- Stosuje się tu te same metody (Fechnera), z tym, że badany zamiast pytania o odbiór bodźca w ogóle, ma za zadanie stwierdzić różnicę między bodźcami.
  - Np. W obu rękach badany trzyma odważniki – jednej o wadze standardowej, drugi o wadze porównywanej. Badany bazując jedynie na wadze (nie widzi odważników) stwierdza czy ważą tyle samo czy nie. Następnie ciężar porównywany jest zwiększany (także ręka porównywana i standardowa jest losowana) i badany znów ocenia „tyle samo” czy „inaczej”

# Prawo Webera

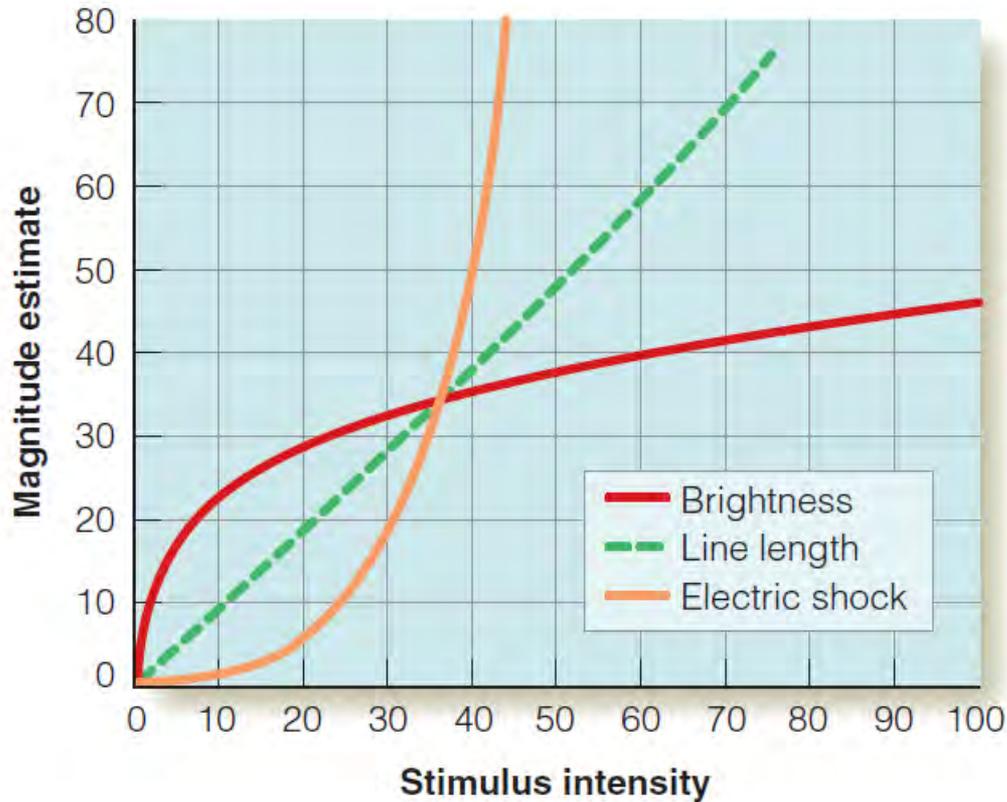
- Ernst Weber stwierdził, że jeśli różnice są małe to trudno jest odczuć, lecz gdy są duże jest to łatwe. Natężenie DL zależy od natężenia bodźca standardowego. Zależność nazywana jest prawem Webera i stanowi, że  $DL/S=K$ , gdzie K to tzw. Współczynnik Webera.
- Prawo Webera jest spełnione jeśli nie zbliżamy się do progu wykrycia bodźca.

Percepcja	Współczynnik Webera
Porażenie prądem elektrycznym	1%
Unoszony ciężar	2%
Natężenie dźwięku	4%
Natężenie światła	8%
Smak (słony)	8%

# Ocena wielkości

- Odkrycie Fechnera, że można mierzyć ilościowo percepcję było bardzo ważne, zaś jego metody używane są do dzisiaj
- Większość wrażeń, które odbieramy nie jest jednak wrażeniami progowymi
- Ocena wielkości to odpowiedź na pytania typu jakie natężenie ma dźwięk który jest 2 razy głośniejszy od danego lub o ile zwiększyć natężenie światła aby było 2 razy jaśniej?

# Ocena wielkości

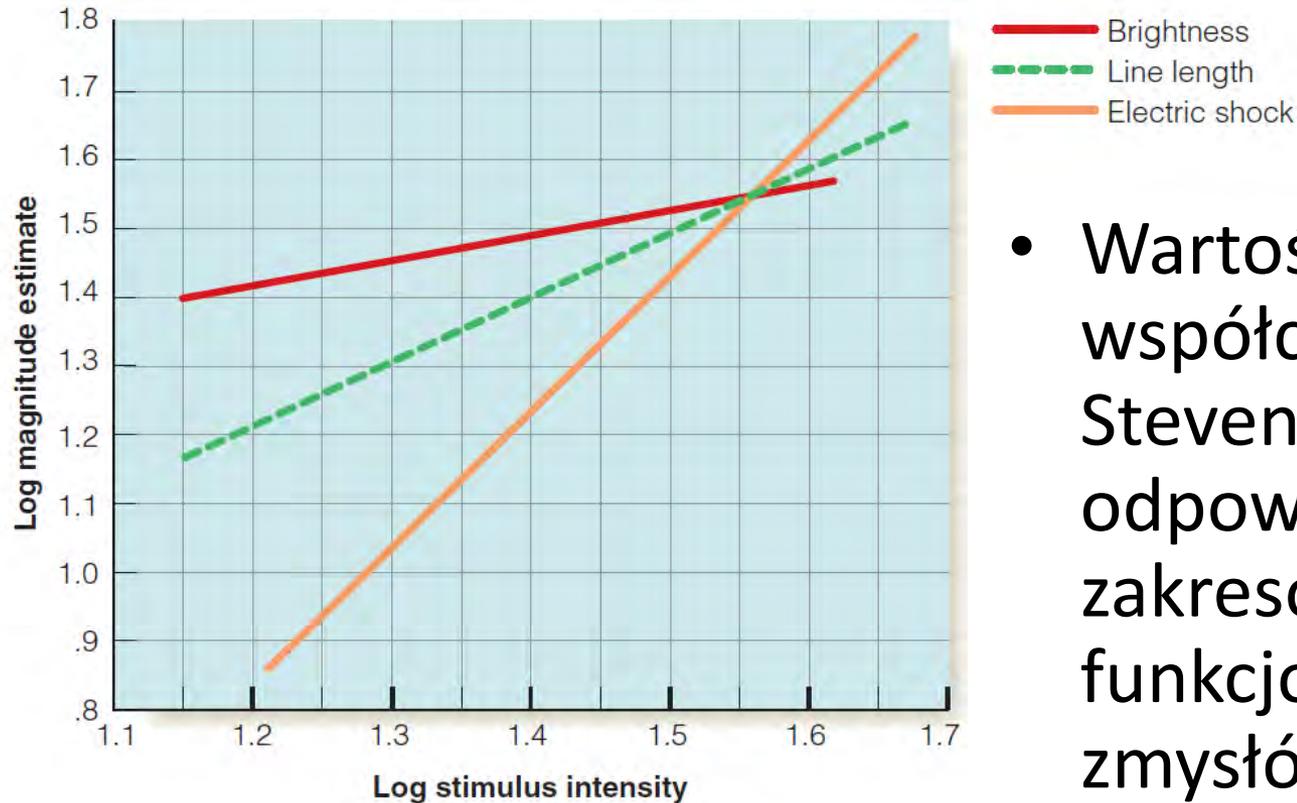


- Badacz najpierw prezentuje badanemu standardowy bodziec i przypisuje mu wartość, a następnie badany widząc bodźce o innych natężeniach przypisuje im wartości proporcjonalne do ich odbieranego natężenia.

# Prawo potęg Stevensa

- W przypadku światła zależność wypląszcza się, co oznacza, że podwojenie natężenia spowoduje mniejszy przyrost jasności – kompresja odpowiedzi
  - aby spowodować podwojenie jasności trzeba zwiększyć natężenie ok. 9-krotnie
- Dla innych bodźców (np. porażenia prądem) zależność jest rosnąca coraz szybciej (podwojenie bodźca zwiększa percepcję więcej niż dwukrotnie) – ekspansja odpowiedzi
- Prawo potęg Stevensa:  $P=KS^n$  gdzie  $K$  – stała,  $n$  – wykładnik określony dla danego rodzaju percepcji (zmysłu) – dla wzroku ok. 0,3

# Prawo potęg Stevensa



- Wartości współczynników Stevensa odpowiadają zakresowi funkcjonowania zmysłów i zagrożeniom płynącym z bodźców

# Szukanie

- W dotychczasowym metodach ważna była dokładność oceny badanego, nie zaś szybkość jego reakcji
- Przy badaniach szukania wzrokowego badany ma za zadanie znaleźć konkretny bodziec pośród innych tak szybko jak to możliwe – mierzymy czas reakcji, który ma duże znaczenie w kontekście badania mechanizmów percepcji

# Wpływ woli

- Jeśli badamy 2 osoby tym samym testem np. wykrycia progu bezwzględnego jedna może chcieć odpowiadać „TAK” już jeśli wydaje jej się, że widzi cokolwiek, druga może odpowiadać „TAK” dopiero gdy jest pewna, że widzi światło – kryterium odpowiedzi
- Zazwyczaj badamy jedną osobę (to samo kryterium) lub dużo osób (kryterium się uśrednia)

# Signal Detection Theory (SDT)

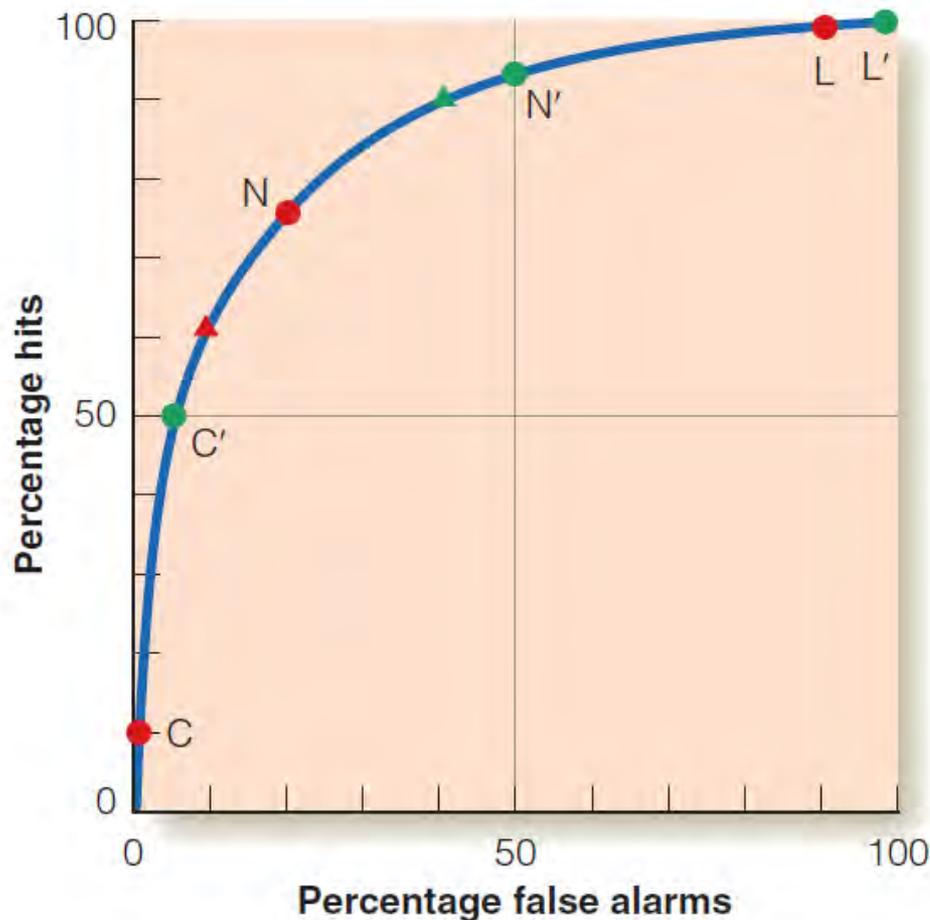
## Teoria Wykrywania Sygnałów

- Eksperyment SDT:
  - Pokazujemy badanemu jeden trudny do wykrycia bodziec w części prób, a w części nie pokazujemy żadnego bodźca (próby puste).
  - Badający odpowiada czy bodziec jest prezentowany w danej próbie czy nie
  - Odpowiedź „TAK” w przypadku prezentacji bodźca nazywamy trafieniem, zaś odpowiedź „NIE” pomyłką
  - Odpowiedź „TAK” w przypadku braku bodźca nazywamy „fałszywym alarmem”, zaś odpowiedź „NIE” poprawnym odrzuceniem.

# Teoria Wykrywania Sygnałów

- Jeśli osoba łatwo odpowiada „TAK” (niski próg reakcji) będzie miała dużo trafień (np. 90%) i dużo fałszywych alarmów (np. 40%)
- Jeśli osoba ma wysoki próg reakcji w wyniku eksperymentu uzyskamy niższy próg wykrycia (np. 60%) ale także niższy współczynnik fałszywych alarmów (np. 10%)
- Próg reakcji danej osoby można zmienić zmieniając jej motywację (np. ustalając wypłaty z konkretne trafne i płatności za błędne odpowiedzi)

# Receiver Operation Characteristic (ROC)



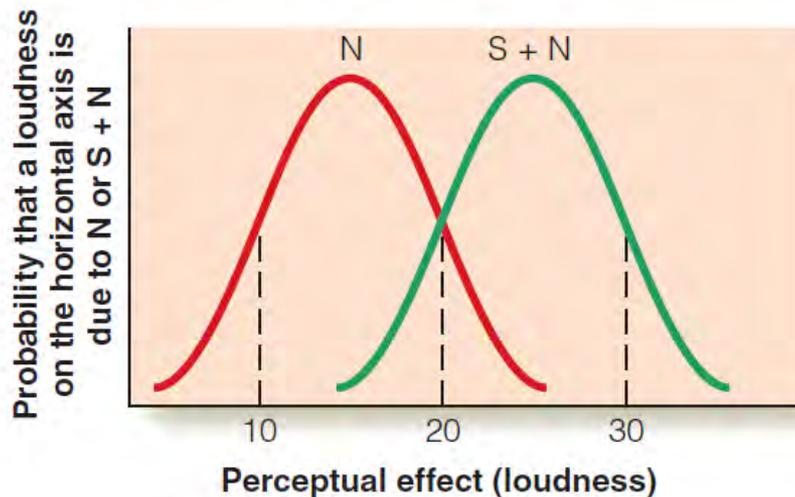
- Wyniki eksperymentu dla badanego układają się w jej krzywą operacyjną charakterystyki odbiorcy
- Kształt krzywej stanowi miarę wrażliwości badanego na bodziec

# Sygnal i szum

- Sygnal to bodziec prezentowany badanemu
- Szum to wszystko co nie jest bodźcem w otoczeniu i przez co sygnal zwykle jest słaby. Szum czasem może być pomyłony z sygnałem.
- Fałszywe alarmy, według SDT są powodowane przez szum.
- W eksperymencie pokazujemy więc S+N (sygnal i szum) lub sam szum (N)

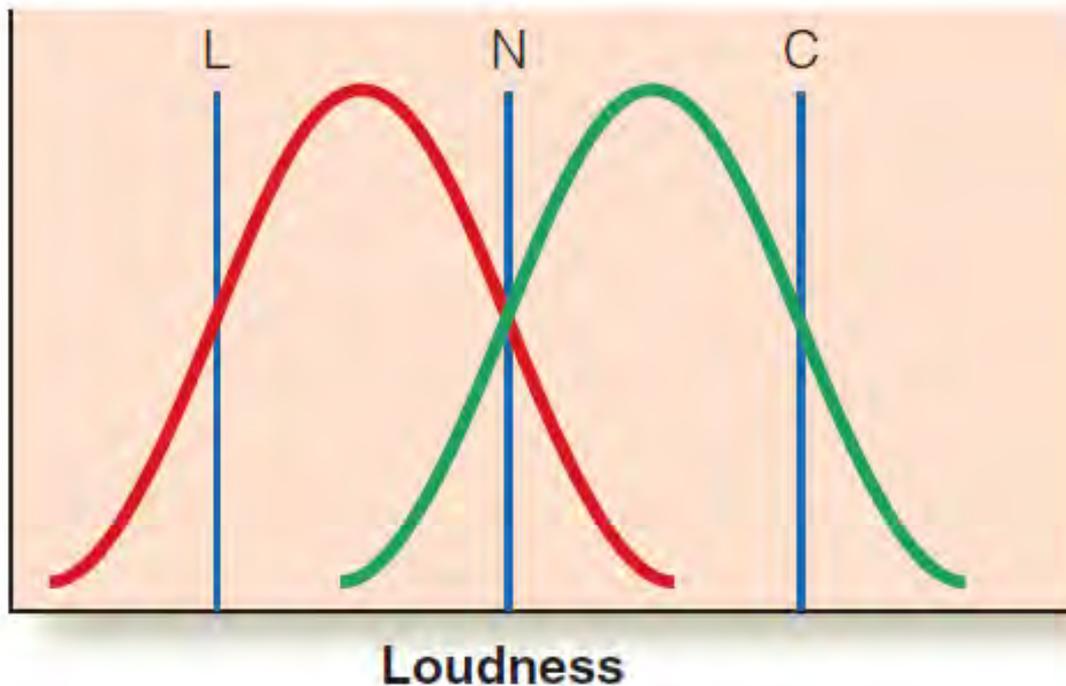
# Rozkłady prawdopodobieństwa

- Na poziomej osi znajdują się wartości odbierane (percepcyjne), na pionowej prawdopodobieństwo wykrycia sygnału  $N$  lub  $S+N$ . O ile bodziec jest stały, to odbierana głośność już nie koniecznie (zmiany uwagi, adaptacja itp.)

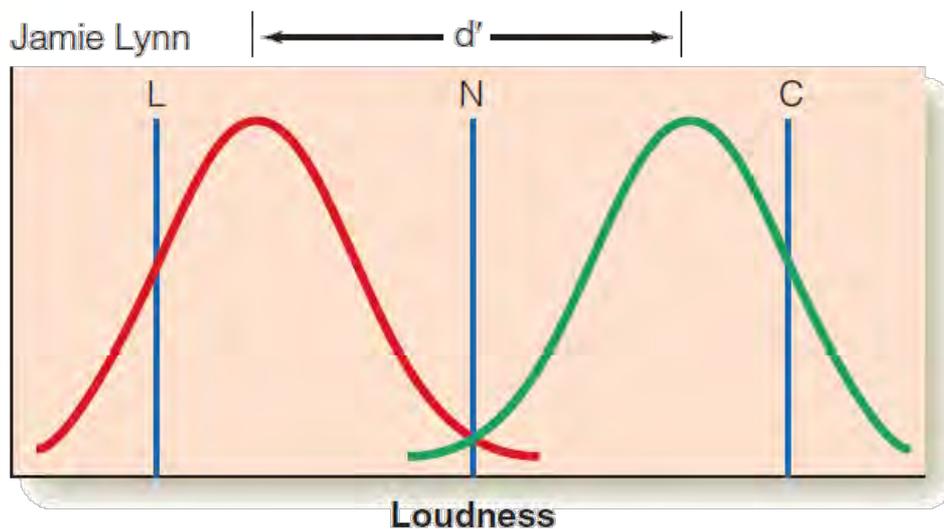
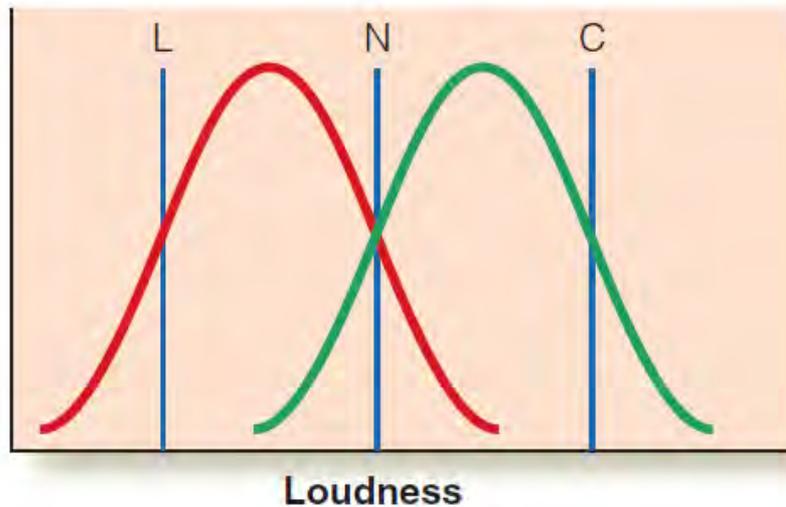
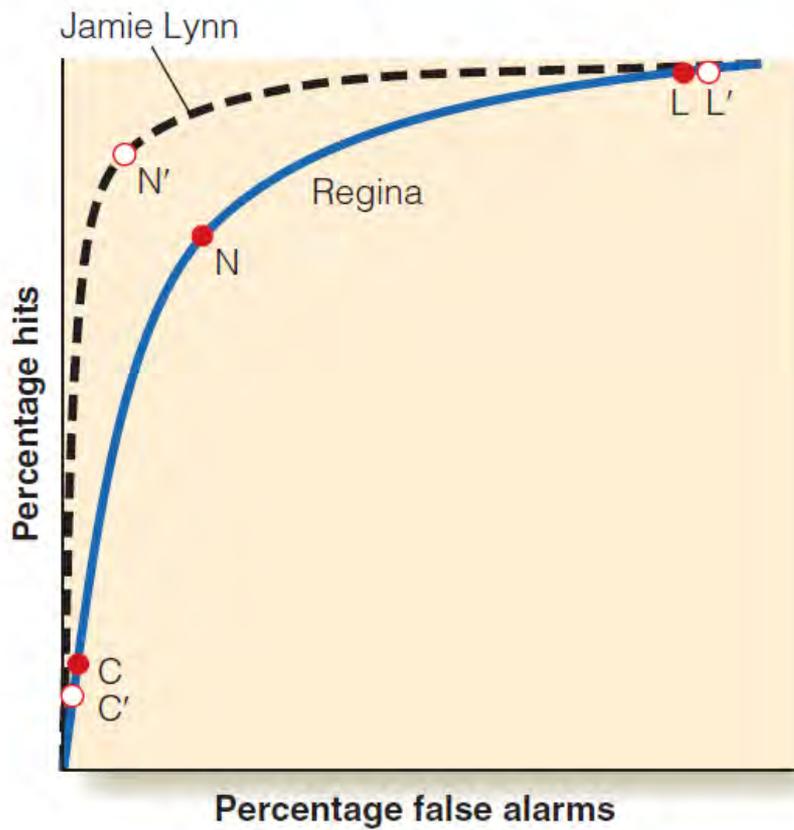


# Kryterium

- Liberalne, Neutralne, Konserwatywne
- Zgodnie z Teorią Detekcji Sygnałów wrażliwość na bodziec zależy jedynie od odległości maksimum  $N$  i  $S+N$



# Wpływ wrażliwości na krzywą ROC



# Korelacja badań psychofizycznych

- Badanie psychofizyczne to przyporządkowanie logarytmicznego przedziału liczb do logarytmicznego przedziału bodźców
- Wszystkie osądy są względne w odniesieniu do bezpośredniego kontekstu
- Przyporządkowanie natężeń wrażeń nie jest przechodnie, tzn. jeśli prezentujemy kolejno bodźce A, B i C i badany uznał, że percepcja B jest dwa razy większa od A, zaś percepcja C jest 3 razy większa od B to nie wynika z tego, że percepcja C jest 6 razy większa od percepcji A
- Badania obdarzone są więc dodatnią autokorelacją

# Różnorodność zagadnień psychofizycznych

- Znajdowanie bodźców percepcyjnie nierozróżnialne lub dopasowanie pewnej cechy bodźców
- Posiadające binarną odpowiedź lub ciągłe
- Badające jakość percepcji lub istnienie wrażenia
- Z wymuszonym wyborem i z wolnym wyborem
- Zależne lub niezależne od przyjętego kryterium
- Oparte na wykrywaniu bodźca lub na jego rozróżnieniu
- Progowe lub ponadprogowe
- Samą reakcją lub jej czas