

Interakcja człowiek-komputer

W1

Wstęp do koncepcji interakcji człowiek-komputer i pojęcia interfejsu

Dr inż. Marek Miłoś, prof. uczelni



**Fundusze
Europejskie**
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Plan wykładu

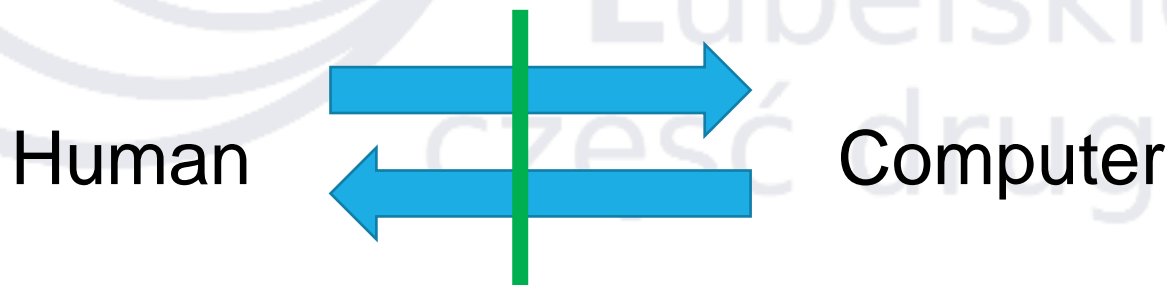
- Interakcja człowiek-komputer
- Pojęcie interfejsu
- Elementy kognitywistki
- Wyśłek poznawczy i zapamiętywalność
- Modele teoretyczne zachowań i ich implikacje: ukierunkowanych działań człowieka Normana, Rasmussena, MHP, ICS, Fittsa, KLM, Hicka
- Ergonomia interfejsu

Interakcja człowiek- komputer (ICK)

ICK – HCI

(Human-Computer Interaction)

Interakcja człowiek-komputer (ICK) bada sposób, w jaki ludzie wchodzą w interakcję z komputerami i jak projektować systemy informacyjne, które są ergonomiczne, tj. efektywne, łatwe w użyciu i dostosowane do kontekstu ich użytkowania



Czym się zajmuje się ICK (HCI)?

- Badania działalności człowieka we współpracy z komputerem
- Modelowanie działalności (w sensie abstrakcyjnym)
- Projektowanie systemów dostosowanych do tej działalności



Pojęcie interfejsu

Zintegrowany
Program
Rozwoju
Politechniki
Lubelskiej -
część druga

Koncepcja interfejsu

- Interfejs to urządzenie, które służy jako wspólna granica między kilkoma komunikującymi się bytami (obiektami)
- Aby komunikacja była możliwa, powinien istnieć fizyczny związek między tymi bytami i identyczne dla wszystkich znaczenie formalizmów używanych przez te byty

Interfejs oprogramowania - koncepcja

- Interfejs użytkownika to punkt interakcji między komputerem a ludźmi
- Obejmuje dowolny sposób interakcji (taki jak grafika, dźwięk, pozycja, ruch...), w którym dane są przesyłane między użytkownikiem a systemem komputerowym

Ukierunkowanie interfejsu człowiek-maszyna

Technologia w centrum

- Koncentracja na maszynach i ich możliwościach
- Użytkownik musi się dostosować do maszyny

Człowiek w centrum

- Koncentracja na ludziach i ich potrzebach
- Maszyna musi się dostosować do człowieka

Elementy kognitywistyki

Zintegrowany
Program
Rozwoju
Politechniki
Lubelskiej -
część druga

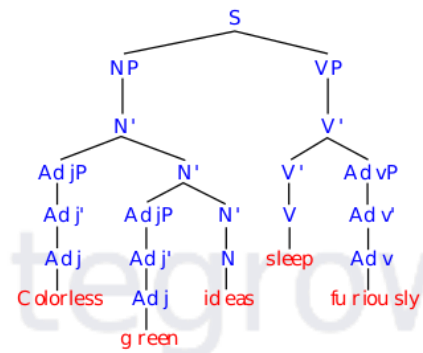
Kognitywistyka

- „dziedzina nauki zajmująca się obserwacją i analizą działania zmysłów, mózgu i umysłu, w szczególności ich modelowaniem”
- Kognitywistyka jest nauką interdyscyplinarną, która znajduje się na pograniczu wielu nauk: psychologii poznawczej, neurobiologii, filozofii umysłu, sztucznej inteligencji, lingwistyki (lingwistyka kognitywna) oraz logiki i fizyki
- Główne obszary badawcze w obrębie tej dziedziny to reprezentacja wiedzy, język, uczenie się, myślenie, percepcja, świadomość, podejmowanie decyzji oraz inteligencja (tzw. inteligencja kognitywna)

(<https://pl.wikipedia.org/wiki/Kognitywistyka>)

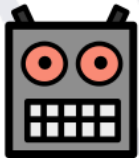
Ψ
Psychologia

Φ
Filozofia

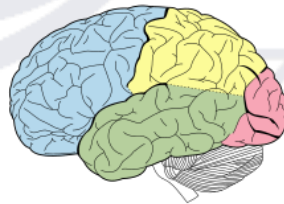


Językoznawstwo

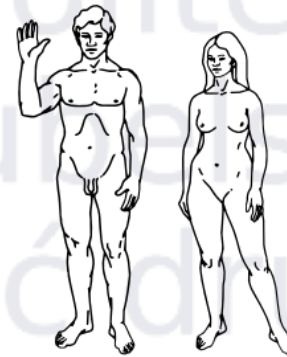
**Sztuczna
inteligencja**



Neurobiologia



Antropologia



https://pl.wikipedia.org/wiki/Kognitywistyka#/media/Plik:Cognitive_Science_Hexagon_PL.svg



Wysiłek poznawczy i zapamiętywalność

Procesy poznawcze

- ...to wszystkie procesy psychiczne, które wykorzystujemy do pozyskania informacji o otoczeniu
- Procesy poznawcze:
 - kontrolowane
 - automatyczne
- Podział procesów poznawczych: wrażenia, uwaga, spostrzeżenia, wyobrażenia, myślenie, pamięć
- Wyśiętek fizyczny a poznawczy (kognitywistyczny)

Rodzaje pamięci

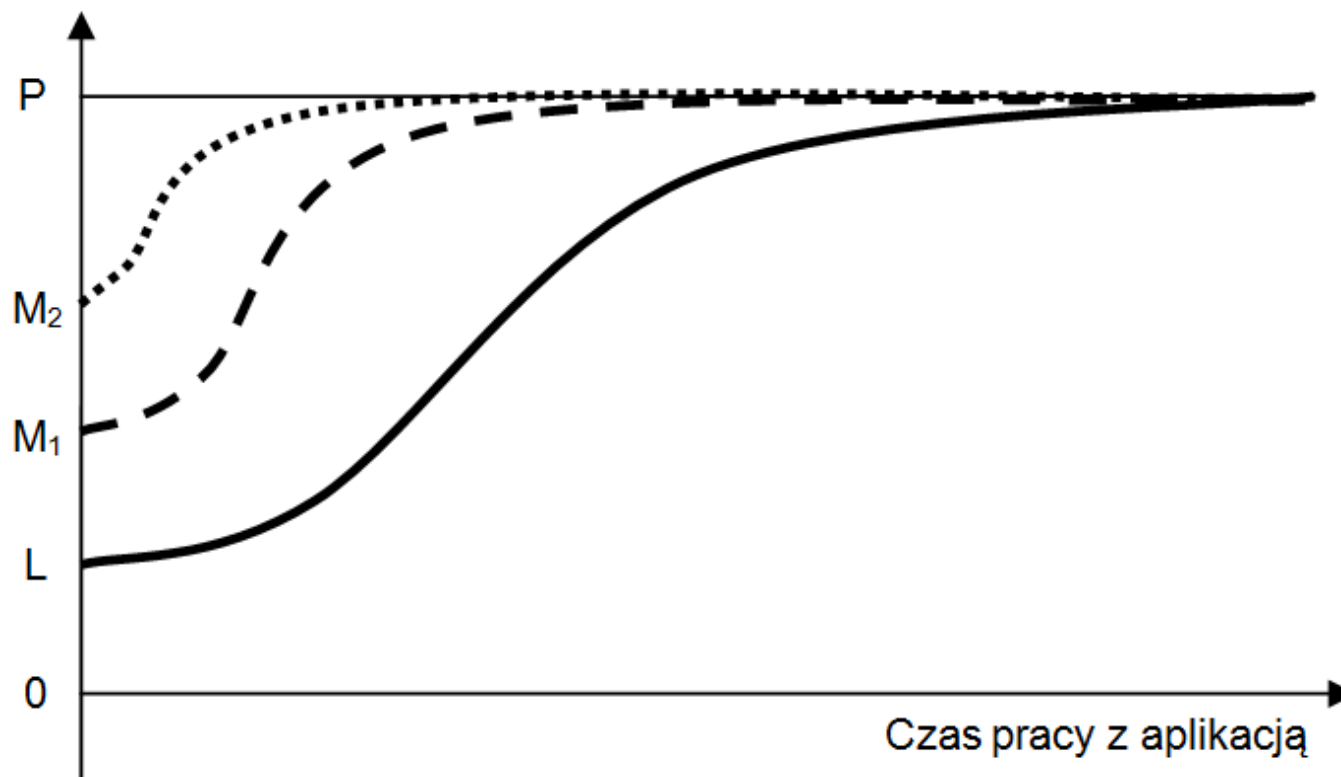
- Sensoryczna – utrzymuje sygnały z sensorów (zmysłów), bardzo krótko (ok. 0,5 sek.)
- Pamięć krótkotrwała (operacyjna) – kilkanaście minut
- Pamięć długotrwała – przechowuje informacje przez długi czas; by utrwalić informacje niezbędny jest świadomy wysiłek poznawczy

Zapamiętywalność

- Ang. *Memorability*
- Zdolność użytkownika powrotu do biegłości w posługiwaniu się aplikacją po przerwie (dłuższej lub krótszej) w jej wykorzystywaniu
- Ważna dla dość rzadko używanych aplikacji/funkcji
- Zwiększa produktywność użytkownika

Produktywność pracy z interfejsem

Produktywność



Modele teoretyczne procesów poznawczych i ich implikacje

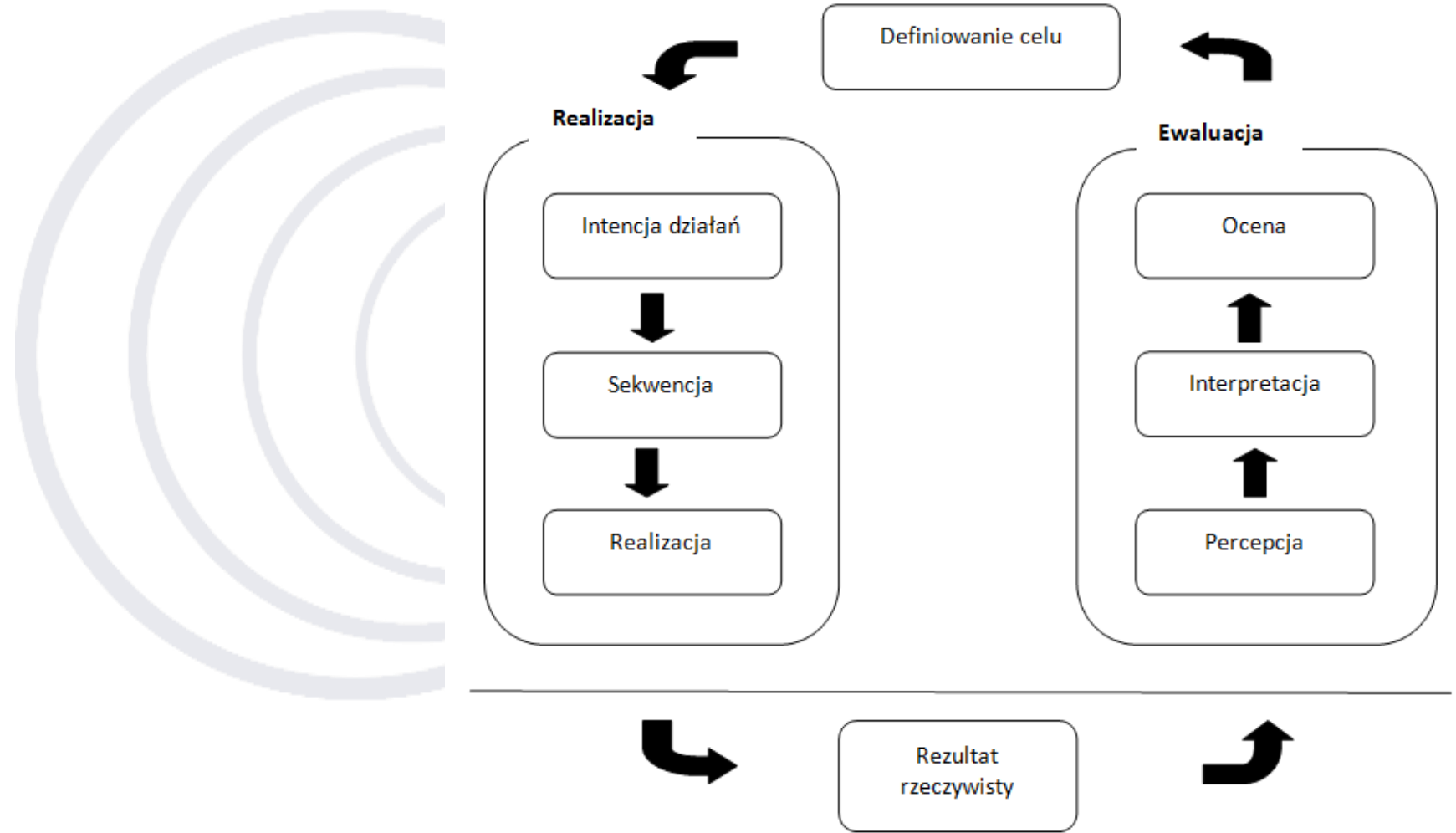
Modele teoretyczne zachowań człowieka

- Ukierunkowanych działań człowieka (Normana)
- SRK (Rasmussena)
- MHP
- ICS
- Fittsa
- KLM
- Hicka

Ukierunkowanych działań człowieka Normana

- Model opisuje działania człowieka używającego dowolnego systemu w określonym celu
- Opisuje realizację wybranych celów oraz ocenę rezultatów osiągnięcia celu
- Działania wykonywane cykliczne

Model Normana



Wnioski wynikające z modelu Normana

- Interfejs oprogramowania ma wspomagać:
 - identyfikację celu działań
 - ocenę stanu systemu (percepcja, interpretacja, ocena)
 - ustalenie sekwencji działań do wykonania by osiągnąć cel
 - realizację działań w interfejsie
- Interfejs ma niwelować rozdźwięk na etapach wykonania i oceny
- Przykład: By odpowiedzieć na proste pytanie: Czy jest dobrze? trzeba wyężyć swój aparat percepcyjno-interpretacyjny

Model Rasmussena – SRK

- Model opisuje procesy przetwarzania informacji w mózgu w różnych sytuacjach (działaniach różnego typu) od postrzegania sytuacji do wykonania działania
- Przedstawia sposób reakcji człowieka na bodźce zewnętrzne
- Reakcja na różnych, trzech poziomach:
 - umiejętności, nawyki, odruchy (ang. *Skills*)
 - reguły, przepisy (ang. *Rules*)
 - wiedzy (ang. *Knowledge*)
- Model: **SRK**

SRK. Poziom nawyków

- Część działań człowieka wynika z nawyków – np. pisanie, jazda rowerem, potwierdzenie OK. w oknie zapytania bez czytania
- Wykonuje je prawie automatycznie, odruchowo
- Reakcje bardzo szybkie (sekundy)
- Odruchy bezwarunkowe (wbudowane w psychikę, np. ssania) i nawyki (warunkowe)
- Nawyki trzeba wytworzyć
- **Małe prawdopodobieństwo popełnienia błędu (~0,001)**

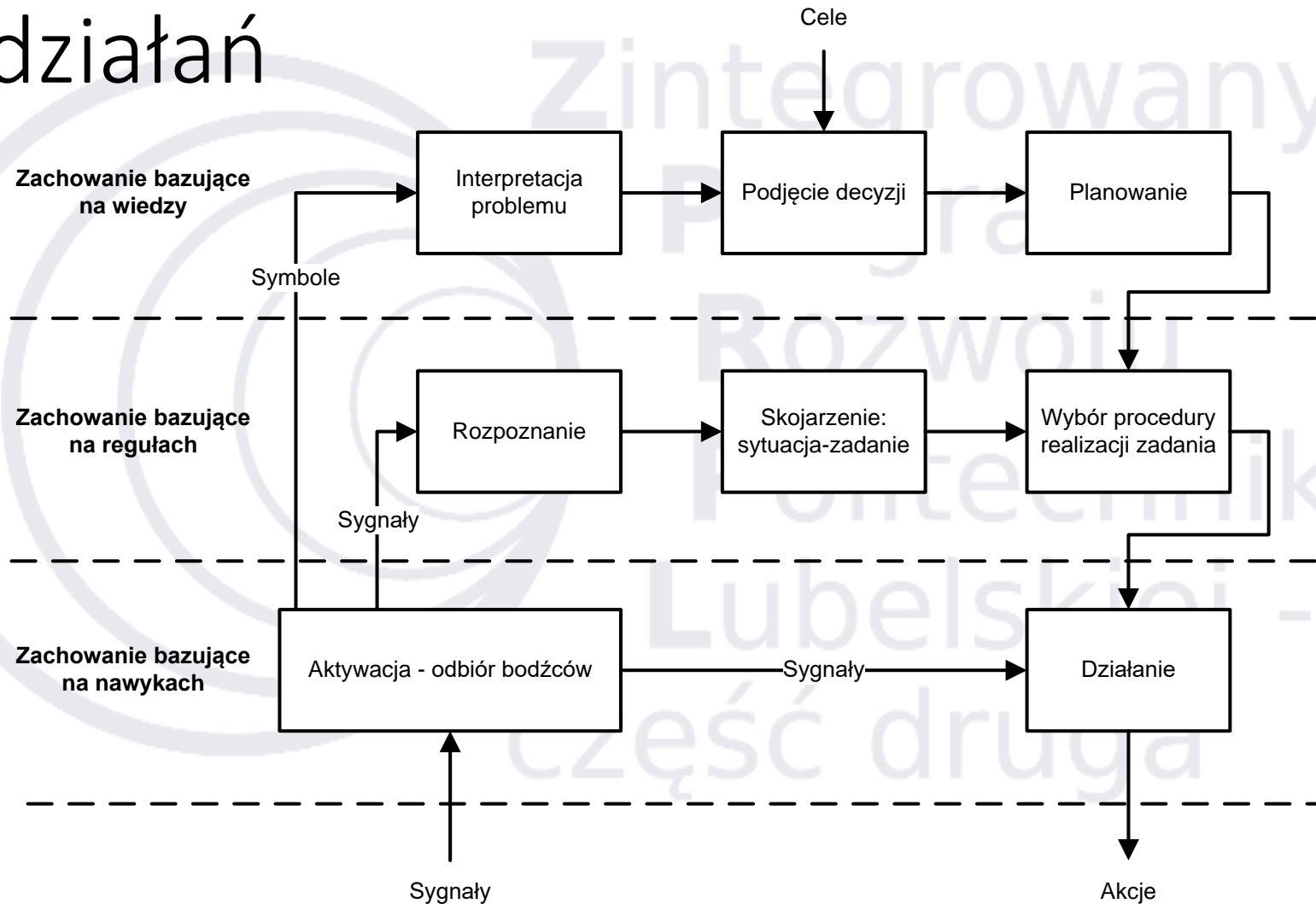
SRK. Poziom reguł

- Reguły to zasady zapisane lub zapamiętane opisujące działania (wzorce działań)
- Działania:
 - przegląd dostępnych (zapamiętanych) reguł
 - wybór reguły
 - wykonanie (zgodne z regułą)
- Wspomaganie: listy kontrolne
- Trwa dłużej (zależnie od komplikacji rozpoznania i uświadomienia sobie sytuacji, liczby reguł, sposobu poszukiwania, stopnia komplikacji działania)
- Wypracowanie działań trwa minuty
- **Średnie prawdopodobieństwo popełnienia błędu ($<0,1$)**

SRK. Poziom wiedzy

- Wymaga wiedzy w celu wypracowania decyzji osiągnięcia określonego celu
- Realizowane jest w przypadku nowości sytuacji, brak reguł
- Proces podejmowania decyzji:
 - rozpoznanie problemu
 - jawne określenie celu
 - wypracowanie planów działań
 - wybór najlepszego planu działań (w świetle realizacji celu)
- Wypracowanie działań trwa zwykle długo i często wymaga dodatkowo poszukiwania wiedzy
- **Duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu ($>0,1$)**

Model Rasmussena – schemat działań



SRK a interfejs oprogramowania

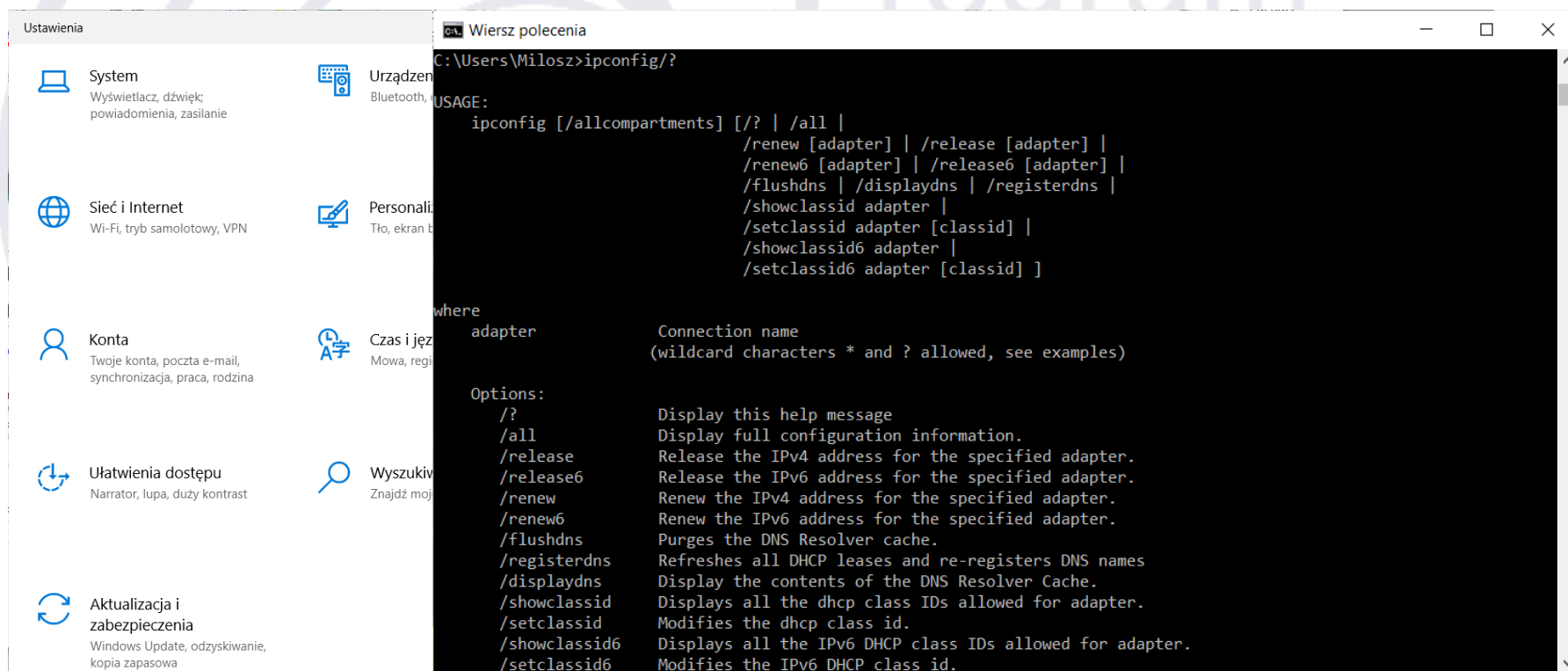
- Odruchy/nawyki: wciskanie przycisków myszy, klawiszy, tąpanie, przemieszczanie kursora
- Reguły: celowy wybór opcji menu, ustalenie parametrów funkcji (np. drukowania)
- Wiedza: opracowanie nowej metody postępowania w nietypowych sytuacjach (np. nowicjusz „eksplorujący” oprogramowanie)

Model Rasmussena a interfejs

- Unikać zadań wymagających wiedzy
- Opierać pracę z interfejsem przede wszystkim na nawykach, potem na regułach
- Zadania wymagające reguł wspomagać poprzez kreatory, menu podręczne, mapy drogowe itd.
- Szybkość realizacji zadań rośnie wraz z czasem pracy z oprogramowaniem (coraz więcej czynności człowiek wykonuje w systemie odruchowo)

SRK. Wspomaganie zadań wymagających wiedzy

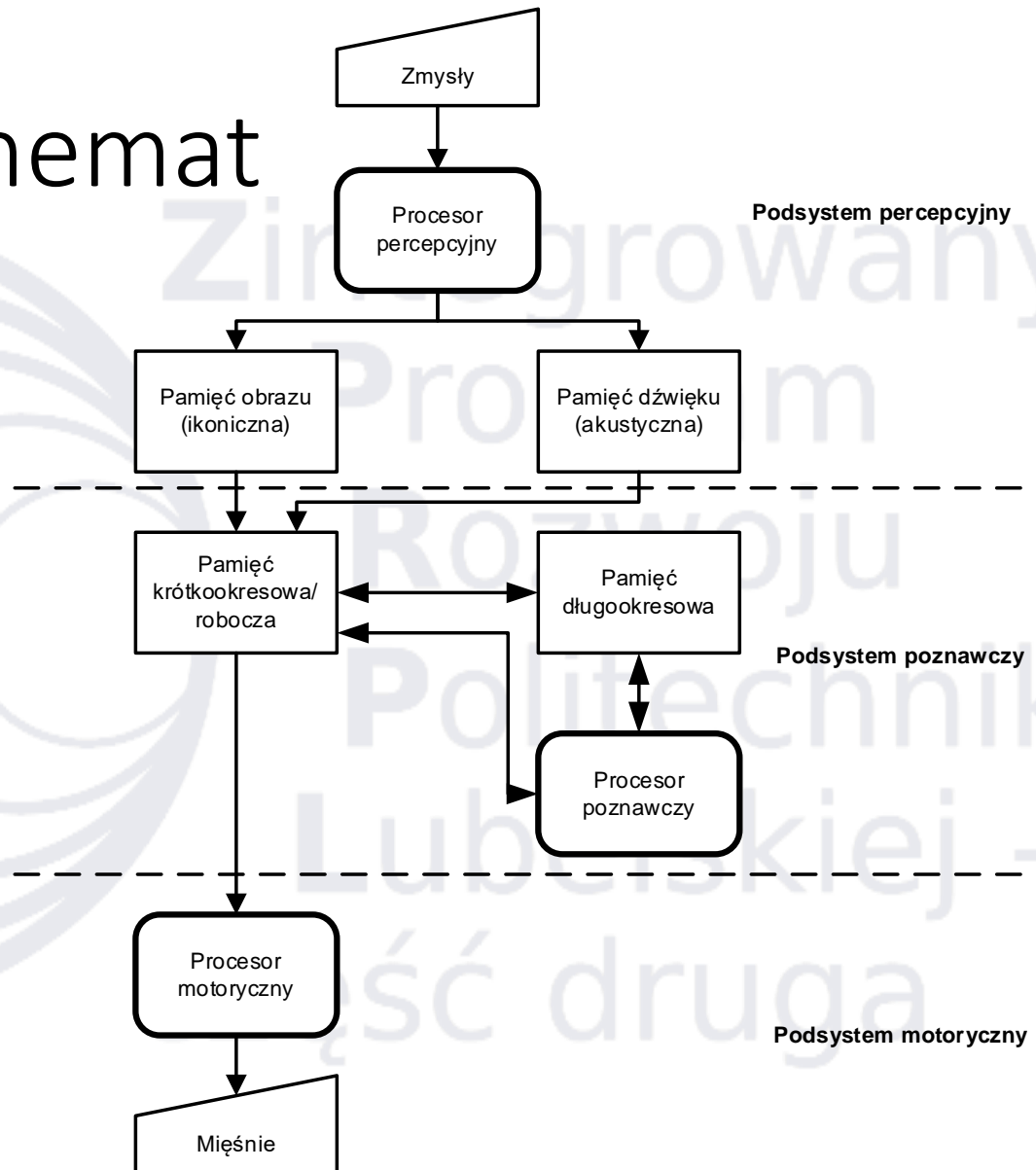
- Wyjaśniać, wizualizować, podpowiadać



Model Human Processor (MHP)

- Człowiek jako sekwencyjny układ procesorów przetwarzania informacji współpracujących z różnymi pamięciami i układami wejścia-wyjścia
- Trzy podsystemy:
 - percepcyjny
 - poznawczy
 - motoryczny, czyli wykonawczy

MHP – schemat



MHP – czasy działania

- Procesory (czasy średnie):
 - percepcyjny – 100 ms
 - poznawczy – 70 ms
(różne tryby -> SRK – model Rasmunsena)
 - motoryczny – 70 ms
- Średnio (dla odruchowego działania) – 240 ms
- Działanie wielokrotnie powtarzalne bez kontroli – tylko motoryczny – 70 ms
- Czasy są zmienne w zależności od człowieka, jego stanu i zadania

MHP – pamięci

- Pojemność pamięci obrazu – 17 znaków (7-17)
- Okres połowicznego zaniku informacji w pamięci obrazu – 0,2 sek. (200 ms)
- Pojemność pamięci roboczej – 7 wpisów (5-9)
- Okres połowicznego zaniku informacji w pamięci roboczej – 7 sek.
- Pojemność pamięci długookresowej – „bardzo duża” – 100-2500 TB

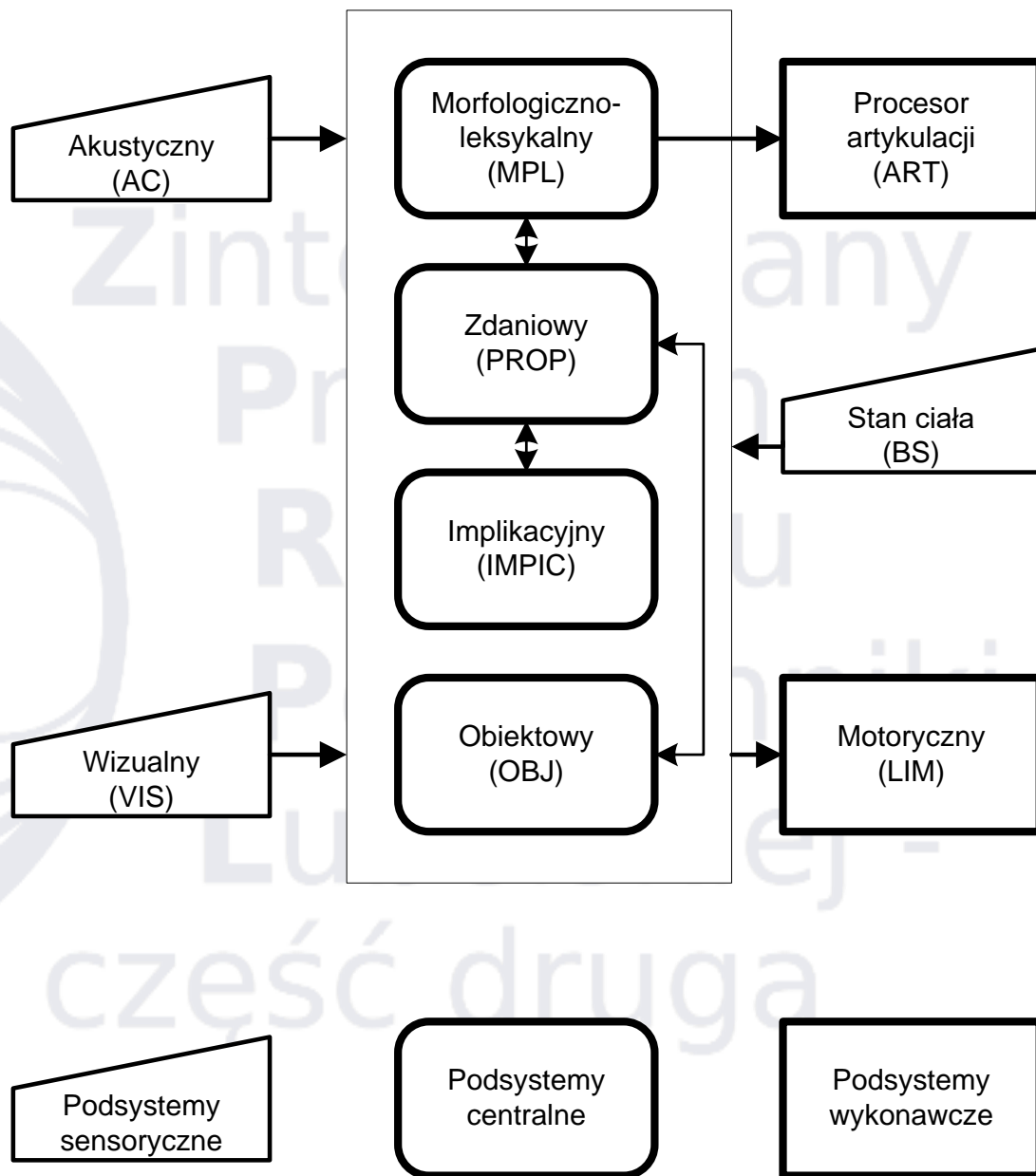
MHP – implikacje dla interfejsu

- Czas na reakcję użytkownika
- Interfejs powinien zmniejszać obciążenie pamięci:
 - „wskazywanie zamiast pamiętania”
 - grupowanie elementów (wpisy do pamięci, np. 601 23 45 67)
 - metafory (przechowywane w pamięci długookresowej)
- Reguła Millera (7 ± 2) – dotyczy:
 - opcji w menu
 - ikon w pasku narzędziowym
 - opcji w menu
 - elementów danych w oknie/zakładce

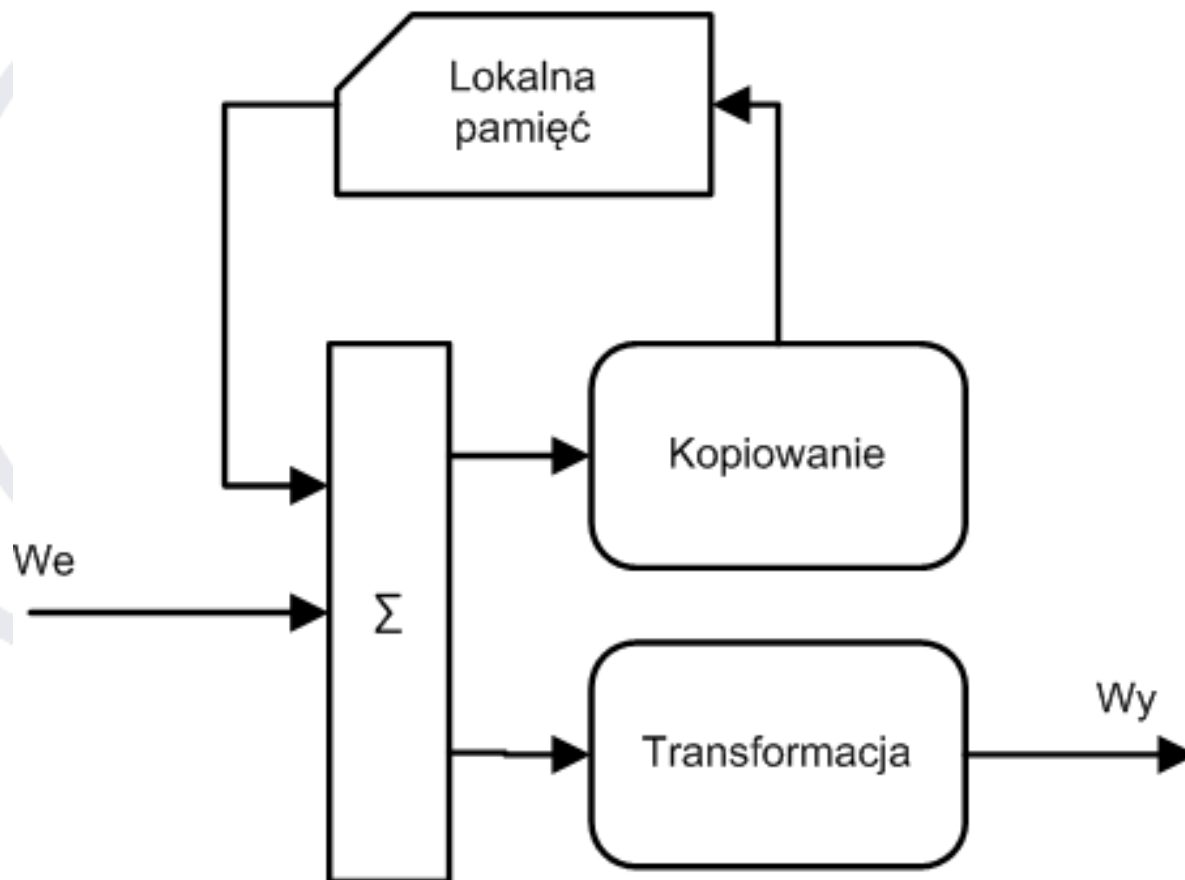
Model Interacting Cognitive Subsystems - ICS

- Architektura mentalna (psychiczna) człowieka
- Cel: analiza zjawisk poznawczych, zachodzących w mózgu człowieka z uwzględnieniem procesów pamięciowych i przetwarzania informacji
- Przetwarzanie (tj. rozumienia i tworzenia) języka mówionego i pisanego
- 9 podsystemów, pogrupowanych w trzy kategorie:
 - podsystemy sensoryczne, czyli pozyskujące informacje
 - podsystemy wykonawcze, czyli generujące rezultaty działań
 - podsystemy centralne, realizujące przetwarzania informacji opisowej i znaczeniowej

ICS – schemat



ICS – struktura podsystemów



Prawo Fittsa

- Działania człowieka przy wskazywaniu obszaru na ekranie
- Wskazywanie przy pomocy:
 - urządzeń technicznych (mysz, dotyk, pióro)
 - naturalnych organów (palec, nos)
- Działania:
 - postrzegania, wyszukanie, rozpoznanie obiektu
 - przemieszczanie kursora (działania motoryczne)
- Realizowane cyklicznie – kolejne cykle udokładniają pozycje kursora/palca

Prawo Fittsa - model



- D – odległość (piksel lub cm)
- S – szerokość wskazywanego obiektu (piksel lub cm)

Prawo Fittsa – czas realizacji

- Czas realizacji zadania (T, s):

$$T = a + b \cdot \log_2 \left(c + \frac{D}{S} \right)$$

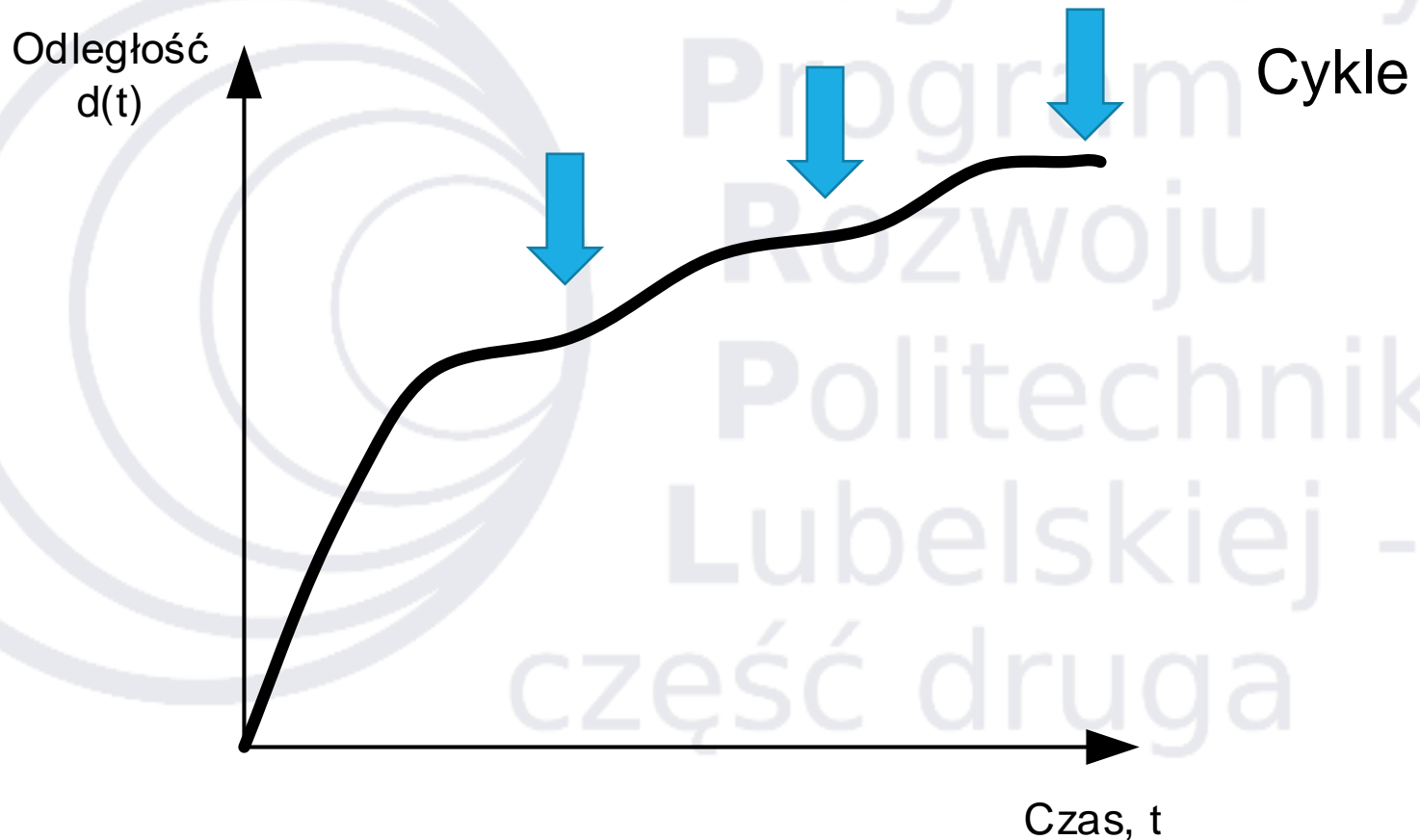
gdzie:

a – stała opisująca czas (w sekundach) reakcji niezbędnej do rozpoczęcia ruchu (postrzeganie, rozpoznanie, motoryka)

b – stała czasowa związana z prędkością ruchu urządzenia wskazującego, sterowanego przez człowieka (s)

c – stała zależna od środowiska wykonywania ruchu i przyjmująca wartości 0, 0,5 lub 1; dla systemów informatycznych zwykle jest równa 1

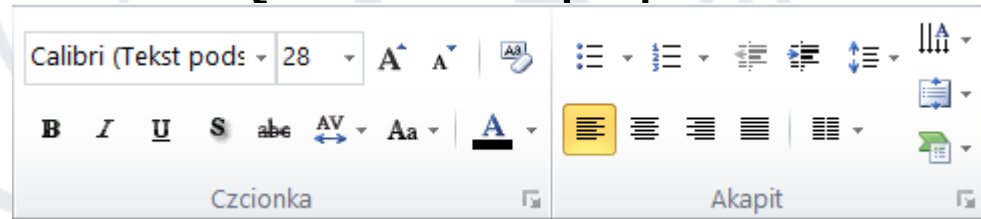
Prawo Fittsa – trajektoria ruchu



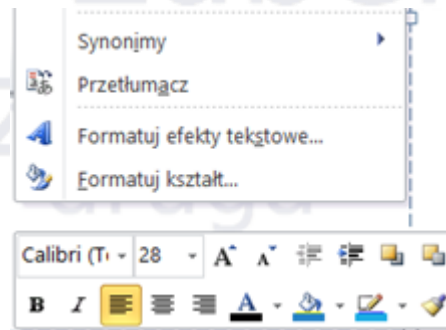
Prawo Fittsa – implikacje (1)

- Wzrost rozdzielczości monitora -> spadek efektywności pracy, spowodowany wzrostem czasu pozycjonowania (rośnie D)
- Skracanie D i zwiększanie S poprzez:

Wstążki:



Prostokątne kontenery:

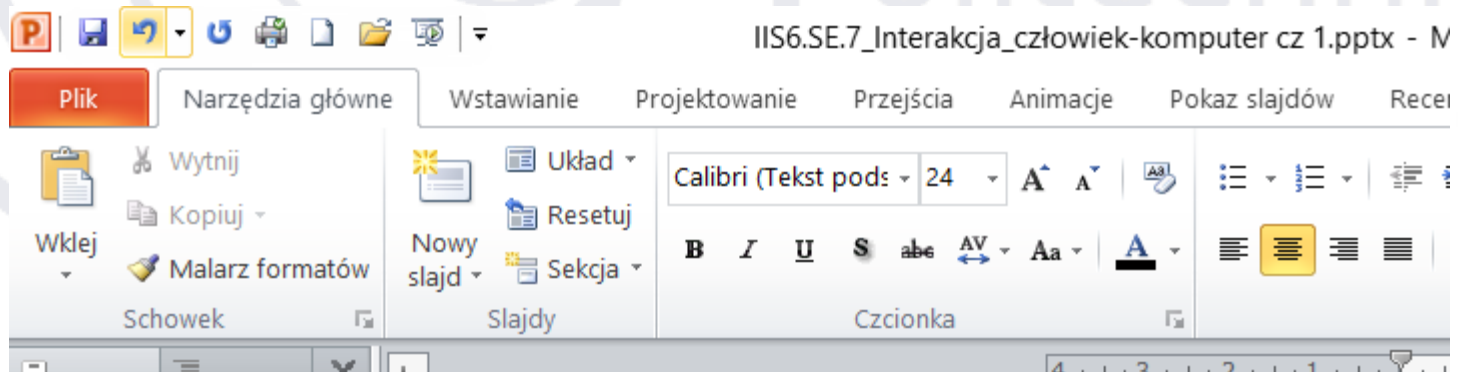


Prawo Fittsa – implikacje (2)

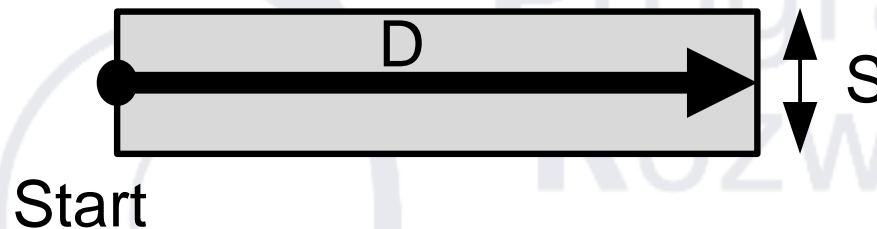
- Szybkie pozycjonowanie na krawędzi ekranu

Szybki dostęp

Nazwa okna



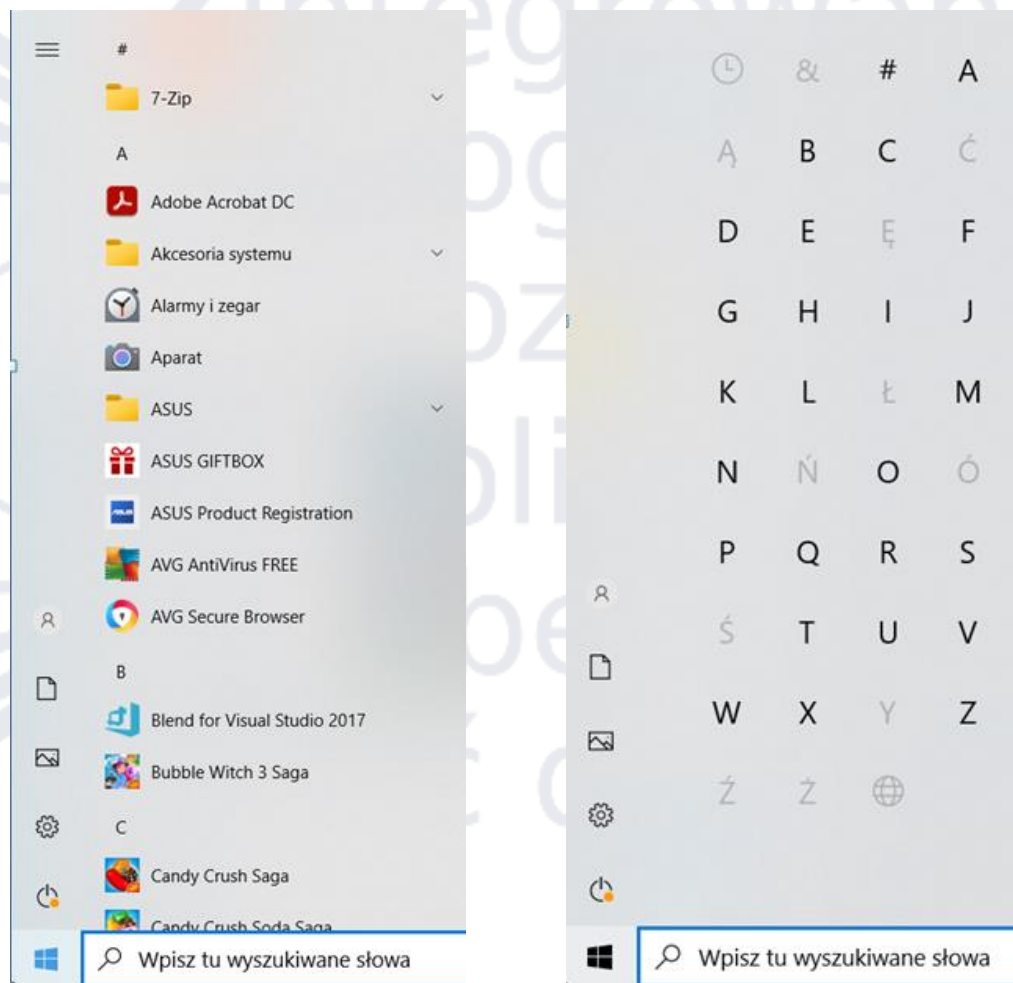
Prawo Fittsa – ruch tunelowy



$$T = a + b \cdot \frac{D}{S}$$

Ruch tunelowy – przyśpieszenie

- Gesty
- Narzędzia



Model KLM

- KLM - Keystroke-Level Model
- Cel: opis i analiza złożoności (czasowej) działań użytkownika w interfejsie (klawiatura/mysz)
- Atomowe czynności – operatory
- Umożliwia kalkulację czasu wykonania działania poprzez dekompozycję na operatory (o określonych czasach realizacji) i obliczenia sumy czasów

Model KLM – operatory (1)

| Operator | Znaczenie | Czas, s | Czas śr., s |
|-----------|---|----------|-------------|
| K | pojedyncze uderzenie w klawisz klawiatury | 0,12-1,2 | 0,28 |
| P | wskazanie celu na ekranie przy pomocy kursora myszy; czas ten zależny jest od odległości oraz wielkości wskazywanego obszaru | 0,8-1,5 | 1,1 |
| B | wciśnięcie lub zwolnienie przycisku myszy | - | 0,1 |
| BB | kliknięcie przyciskiem myszy, które jest liczone jako dwa operatory typu B | - | 0,2 |
| H | ułożenie rąk na klawiaturze, bądź myszy (przeniesienie ręki z jednego urządzenia na drugie); ruch ten wykonywany jest często jako nawyk | - | 0,4 |



Model KLM – operatory (2)

| Operator | Znaczenie | Czas, s | Czas śr., s |
|----------|---|--------------|--------------------|
| M | akt rutynowego działania lub percepcji – akcja o charakterze umysłowym; czas potrzebny na wykonanie tej czynności może być bardzo zróżnicowany w zależności od osoby, jej umiejętności, zdolności percepcyjnych oraz sytuacji w jakiej realizowane jest zadanie | 0,6-1,35 | 1,2 |
| R | oczekiwanie na odpowiedź systemu; w wielu przypadkach operator ten może być pominięty | bardzo różny | indywidualna ocena |

Model KLM – algorytm szacowania czasu wykonania

1. Definiowanie scenariuszy
2. Dekompozycja procesu na działania proste, wykonywane sekwencyjnie i niekiedy z powtórzeniami
3. Klasyfikacja działań i przypisanie im odpowiednich operatorów
4. Przypisanie czasów realizacji poszczególnych operatorów (z uwzględnieniem specyficznych warunków, w tym parametrów pracy systemu informatycznego)
5. Obliczeniu czasu realizacji danego scenariusza
6. Porównanie czasów dla różnych scenariuszy

Model KLM – przykład – scenariusz

- Wstawienie wytłuszczonego 8. znakowego wyrazu w istniejącym tekście
- Scenariusz:
 1. Wskazanie miejsca wstawienia wyrazu
 2. Kliknięcie w miejscu wstawienia
 3. Przeniesienie ręki na klawiaturę
 4. Wpisanie wyrazu ze spacją kończącą
 5. Przeniesienie ręki na myszkę
 6. Wskazanie wpisanego wyrazu
 7. Podwójne kliknięcie na wyrazie by go zaznaczyć
 8. Wskazanie ikony  na widocznej wstążce w Narzędziu główne
 9. Kliknięcie na ikonie 

Model KLM – przykład – obliczenia

- Operatory:

M+P+BB+H+M+9xK+H+M+P+BB+M+P+BB

- Założenia:

- brak opóźnień
- brak dodatkowych działań o charakterze umysłowym (doświadczony użytkownik)

- Czas realizacji (średni):

**1,2+1,1+0,2+0,4+1,2+9x0,28+0,4+1,2+1,1+0,2+
1,2+1,1+0,2**

- łącznie: **12,02 s**

Model KLM – problemy

- Tylko eksperci wykonują rutynowo działania (w przypadku początkujących użytkowników, średnie czasy nie mają zastosowania)
- Mierzy tylko efektywność wykonawczą, a nie pozostałe cechy jakości interfejsu
- Nie bierze pod uwagę całego szeregu czynników, takich jak: pojawianie się błędów, akcji równoległych (np. połączenie wciśnięcia klawiszów klawiatury i myszki jednocześnie), czasu potrzebnego na zaplanowanie działań
- Daje pierwsze przybliżenie w średnich warunkach

Prawo Hicka

- Wpływ niepewności na szybkość podejmowania decyzji
- Czas wyboru (T) z n równo prawdopodobnych możliwości :

$$T = b \cdot \log_2(n + 1)$$

gdzie:

b – stała (zależna między innymi od umiejętności i poziomu inteligencji konkretnego użytkownika)

n+1 – bo możliwość wycofania się (braku wyboru)

Prawo Hicka – ograniczenia

- Prawo Hicka nie działa przy przeszukiwaniu nieuporządkowanego zbioru możliwości pod kątem znalezienia właściwego elementu
- W takim zbiorze czas podejmowania decyzji zależy liniowo od n

Prawo Hicka – implikacje w interfejsie

- Ograniczenie liczby opcji możliwych do wyboru
- Hierarchizacja – ukrywanie złożoności, rozłożenie na szereg wyborów ze zbiorów o mniejszej liczności
- Odchudzenie zawartości, stopniowe pokazywanie



Ergonomia interfejsu

Ergonomia

- Słowo ergonomia jest połączeniem słów: praca (gr. εργον) i prawo, zasada, norma (gr. νομος)
- Dyscyplina naukowa (i praktyczna) zajmująca się organizacją pracy człowieka w układzie: człowiek-maszyna-warunki otoczenia
- Cel: minimalizacja kosztu biologicznego pracy (ryzyka wystąpienia wypadków lub chorób zawodowych) i zwiększenie jej efektywności
- Cel użyteczny: polepszanie warunków pracy człowieka, poprzez dostosowanie ich do możliwości pracownika i na odwrót – poprzez właściwy dobór i przygotowanie (np. poprzez edukację) pracownika do danej pracy

Ergonomia i inne nauki

- Antropologia
- Higiena
- Prakseologia
- Organizacja i zarządzanie
- Socjologia pracy
- Psychologia
- Fizjologia człowieka
- Ekonomia

Ergonomia – analiza obciążeń człowieka pracą

- Obciążenia fizyczne (praca mięśni)
- Obciążenia psychiczne (praca mózgu), w tym poznawcze
- Wysiętek psychofizyczny – pokonywanie uciążliwości, związanej z wykonywaniem pracy w określonych warunkach

Ergonomia – typy

- **Korekcyjna** – analiza istniejących układów człowiek-praca i wprowadzaniu zmian usuwających wykryte usterki w eksploatacji maszyn
- **Koncepcyjna** – wymuszenie stosowania prawidłowych, z punktu widzenia ergonomii, rozwiązań już na etapie projektowania układów człowiek-maszyna

Ergonomia korekcyjna – cele

- Poprawa warunków pracy człowieka (np. poprzez poprawę oświetlenia, zmniejszenia poziomu czynników szkodliwych, polepszenie mikroklimatu stanowiska pracy itd.)
- Eliminacja nadmiernych obciążeń fizycznych i psychicznych pracownika
- Zwiększenie wydajności układu człowiek-praca-środowisko

Ergonomia – wady istniejących systemów

- Wykorzystanie starych maszyn projektowanych bez uwzględnienia wymagań ergonomii pracy
- Przenoszenie błędów konstrukcyjnych (starych maszyn) na nowe maszyny, urządzenia i linie technologiczne – utrwalanie nieergonomicznych rozwiązań
- Oszczędnościowa polityka realizacji projektów
- Nowe technologie eliminujące jedne problemy, ale wprowadzające inne, o których ich twórcy zapomnieli

Ergonomia koncepcyjna

- Mechanizm norm i dobrych praktyk
- Etap: projektowanie systemów



Problemy układu człowiek-praca

- Skutki prawne (przepisy BHP, wymagania) i finansowe (odszkodowania, brak klientów, zwiększenie kosztów eksploatacji)
- Ograniczenia biologiczne człowieka i ich przekraczalność
- Zróżnicowanie ludzi (brak możliwości unifikacji, ale też właściwy dobór do maszyny)
- Wpływ wielu czynników (fizycznych, psychicznych, wiedza, umiejętności) na efektywność działań układu człowiek-praca



Pytania?

Dziękuję

Materiały zostały opracowane w ramach projektu
„Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Lubelskiej – część druga”,
umowa nr **POWR.03.05.00-00-Z060/18-00**
w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020
współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego