

SYSTEMY INFORMATYCZNE W MEDYCYNIE

Artur Przelaskowski

WPROWADZENIE

Motto

- Rozwój: od infrastruktury przez informatyzację po inteligencję użytkową
- Standardy: od normalizacji poprzez standardy do przezroczystych zasobów
- Integracja: bezpieczeństwo, niezawodność, dostępność
- Systemy: rodzaje, schematy, realizacje

Struktura treści wykładu

- Wprowadzenie – informatyka, systemy, uwarunkowania medyczne
- Informatyczne środowisko centrum medycznego
- Medyczne systemy informacyjne - przegląd
- Wybrane standardy zarządzania danymi
 - HL-7, DICOM, IHE, standardy multimedialne
- Ochrona danych: podstawowe mechanizmy i zabezpieczenia
- Szpitalne systemy informacyjne (HIS)
 - Radiologiczne systemy informacyjne (RIS)
 - Systemy archiwizacji i wymiany obrazów (PACS)
 - inne moduły
- Medyczne systemy inteligentne
 - elementy SI w medycynie
 - informatyka obrazów
 - indeksowanie i kodowanie treści
- Wizje rozwoju

Laboratorium

- 1) Medyczna platforma informatyczna**
 - Przykładowe medyczne systemy informatyczne, podstawy HL-7
- 2) Szpitalny system informatyczny**
 - Praca w realiach szpitalnego systemu, zabezpieczenia, charakterystyka danych, opis modułów systemu
- 3) Radiologiczny system informacyjny**
 - Praca w realiach centrum radiografii, stacja diagnostyczna i przeglądowa, PACS, charakterystyka pracy, wykorzystywane narzędzia
- 4) Zarządzanie przepływem informacji, czyli zasoby, dostęp, wyszukiwanie**
 - Praca z nowoczesną platformą zarządzania przepływem informacji obrazowej
- 5) Indeksowanie treści medycznej**
 - Wykorzystanie inteligentnych metod opisu informacji, deskryptory semantyczne, scenariusze zapytań, ocena selektywności

Zasady zaliczenia

- Egzamin - 30 pkt
- Laboratorium – 25 pkt (5*5pkt)
- Opracowanie tematu: 5 pkt
- Minimum zaliczeniowe 31 pkt plus min. 15 pkt z egzaminu
- Skala: 31(3), 37(3.5), 43(4), 49(4.5), 55(5)
- Konsultacje: środa 14-15

Literatura

- Materiały na stronie SIM: <http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/sim/>
- A.Przelaskowski i inni, ‘Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej’, http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/kwod/kwod_beta.pdf
- A.Przelaskowski, ‘Techniki multimedialne’,
<http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/sim/tmed2.pdf>
- R.Tadeusiewicz, ‘Informatyka medyczna’, Instytut Informatyki UMCS, Lublin 2011
- R.Zajdel i inni, ‘Kompendium informatyki medycznej’, alfa-medica press 2003
- E.Piętka, ‘Zintegrowany system informacyjny w pracy szpitala’, PWN 2004
- R.Rudowski, ‘Informatyka medyczna’, PWN 2003
- I. Roterman-Konieczna (red), ‘Elementy informatyki medycznej’, Wydawnictwo UJ, 2011
- M. Cieciura, W.Olchowik, ‘Modelowanie i zastosowanie komputerowych systemów medycznych’, Wyższa Szkoła Technologii Informatycznych, 2009
- M. Cieciura, W.Olchowik, ‘Metody i narzędzia projektowania komputerowych systemów medycznych’, Wyższa Szkoła Technologii Informatycznych, 2009
- E. Kącki, J.L. Kulikowski i inni, ‘Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000’, Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, Exit 2003
- L.Rutkowski, ‘Metody i techniki sztucznej inteligencji’, PWN 2005
- H.K. Huang, ‘PACS and imaging informatics. Basic principles and applications’, Wiley & Sons 2004
- P. Suetens, Fundamentals of Medical Imaging, Cambridge University Press, 2002.
- R.R.Rangayyan, ‘Biomedical image analysis’, CRC Press 2005
- A. Meyer-Baese, „Pattern recognition in medical imaging”, Academic Press, 2003

Systemy informatyczne

- Definicja: zestaw powiązanych ze sobą elementów sprzętowych, oprogramowania, zasobów danych, procedur użytkowych, gdzie:
 - funkcją jest przetwarzanie i zarządzanie danymi przy użyciu technik komputerowej w kontekście określonych wymagań aplikacyjnych
 - zasadniczymi cechami są integracja, sprawność interfejsowania oraz dobra komunikacja człowiek-komputer
- Zasadniczy podział
 - systemy informatyczne, technologie przekazu (jak?)
 - systemy informacyjne, treść przekazu (co?)

UWARUNKOWANIA:

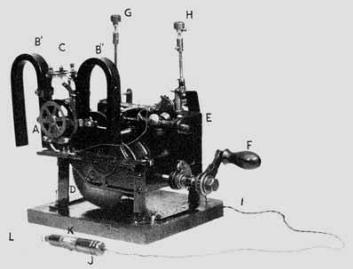
**MEDYCyna,
INFORMATYKA MEDYCZNA**

Infosfera jako kolejny etap rozwoju ludzkości

- Kolejne sfery (poziomy):
 - Geosfera – uwarunkowania ziemskie (koncentryczne obszary naszej planety)
 - Biosfera - ziemskie środowisko naturalne istot żywych
 - Antroposfera – środowisko przekształcone przez człowieka
 - Socjosfera – środowisko społeczne, psychospołeczne, z silnym wpływem kultury, ról społecznych, instytucji
 - Noosfera – strefa ludzkiego umysłu, poznania, rozumu, ducha (płaszcz mentalny Ziemi)
 - Technosfera – sfera ingerencji człowieka w przyrodę, wpływ techniki, środowisko wytwarzane przez technologie
- Infosfera – sfera informacji pozyskiwanych, gromadzonych, przesyłanych, wymienianych, przetwarzanych i analizowanych (na bazie nauk komputerowych)
 - Infosfera w medycynie
 - Informatyka medyczna (przetwarzanie informacji)
 - Infomedycyna
 - Relacja człowiek - komputer

Informatyka, czyli przetwarzanie informacji

- Informacja plus komputer
- Informatyka to nauka o przetwarzaniu informacji technikami komputerowymi, o stosowanych teoriach, modelach, metodach, algorytmach, implementacjach i systemach przetwarzania informacji oraz ich zastosowaniach
- Informatyka obejmuje m.in.
 - Elementy teorii informacji, wybranych zagadnień matematyki
 - Algorytmy i struktury danych
 - Metody programowania, języki formalne, narzędzia do programowania, mechanizmy oceny programów itd.
 - Przetwarzanie sygnałów naturalnych i generowanie sygnałów pseudonaturalnych
 - Sprzęt komputerowy, interfejsy, architektura systemów
 - Teleinformatyka
 - Aplikacje
 - administracja i zarządzanie, edycyjne narzędzia użytkowe, projektowanie
 - sterowanie procesami technologicznymi, urządzeniami
 - multimedia, sztuczna inteligencja, grafika
 - archiwa, komunikacja, wyszukiwanie
 - medycyna
 -



Informatyka medyczna



- dział informatyki, zajmujący się przetwarzaniem, przechowywaniem, przesyłaniem informacji wykorzystywanych w medycynie i opiece zdrowotnej
- obejmuje wszystkie technologie informatyczne,
 - urządzenia komputerowe, sieci, specjalistyczne interfejsy
 - rejestratory, czujniki i systemy akwizycji, multimedia, zasoby
 - aplikacje użytkowe (kliniczne, administracyjne, zarządzające, sprawozdawcze, kontrolne, itd.)
 - metody komunikacji człowiek-komputer
 - techniki e-nauczania, narzędzia wirtualnej rzeczywistości, formy prezentacji przestrzennej itd.

będące na usługach służby zdrowia, szpitali, uniwersytetów medycznych, ekspertów, menadżerów, administracji, ...



Informatyka medyczna – precyzowanie definicji

- Zajmuje się informacją medyczną, ogólniej - danymi i wiedzą z obszaru medycyny i szerzej – opieki zdrowotnej
- Zasadniczym celem jest przetwarzanie (rozumiane w sensie ogólnym, jako obróbka) informacji w kontekście odkrywania, konstruowania i utrwalania wiedzy w dziedzinie medycyny i opieki zdrowotnej
- Leży na przecięciu informatyki, nauk informacyjnych i ochrony zdrowia i dotyczy:
 - źródeł, materiałów, urządzeń i metod
 - pomiaru, pozyskiwania, akwizycji, przechowywania, przeglądanie, przetwarzanie, przesyłania i wykorzystania informacji medycznej
- Sedno: narzędzia dostarczające lekarzowi kompleksowej wiedzy o pacjencie poprzez wykorzystanie skutecznych metod przetwarzania, wyszukiwania, przesyłania i gromadzenia różnego typu informacji o pacjentach w medycznych systemach informacyjnych

IM obejmuje (1)

■ systemy informatyczne (sprawność infrastruktury)

- wspomagania podstawowych operacji wymiany danych (ruch chorych, zarządzanie apteką)
- integrujące szpitalne systemy informacyjne (jednostki służby zdrowia, szpitale, apteki itp.)
- bazy danych pacjentów (rejestr pacjenta), internetowe bazy danych (np. Medline)
- skalowalne bazy danych, referencyjne bazy danych (np. opis patologii)
- medyczne portale specjalnościowe (np. dotyczące profilaktyki czy rehabilitacji)
- internetowa telewizja medyczna, multimedialna e-edukacja, symulacja (np. wirtualne operacje)
- narzędzia telemedyczne, e-zdrowia, urządzenia sieciowe, mechanizmy zabezpieczeń
- oprogramowanie aparatury medycznej, sterowanie, funkcje kontrolne
- narzędzia niskopoziomowe: protokoły, kodeki, interfejsy, komunikatory, manipulatory itp.
- automatyzacja pracy biurowej (przepływ dokumentacji, edycja tekstów, itp.)
- wspomaganie zarządzania: sprawozdawczość elektroniczna w służbie zdrowia, obsługa administracji, wykonywanie raportów, bilansów i innych zestawień ułatwiających kontrolę i ewaluację pracy przedsiębiorstwa, zarządzanie menadżerskie, narzędzia prognostyczne itd..

IM obejmuje (2)

- **systemy informacyjne** (efektywność wspomagania – semantyczny poziom abstrakcji)
 - przetwarzanie i analizę sygnałów i obrazów medycznych (np. EEG, EKG, CT, MRI)
 - wspomaganie decyzji, diagnostyki i terapii, inteligencja komputerowa
 - komputerowo wspomagane uczenie (interaktywna edukacja)
 - archiwizacja, indeksowanie i wyszukiwanie danych, deskryptory, modele i wzorce patologii
 - eksploracja danych, ekstrakcja informacji, odkrywanie wiedzy
 - formalizacja wiedzy, ontologie, wnioskowanie
 - zarządzanie wiedzą; itd..
- integracja
 - systemów; standardy informacji medycznej (HL7, DICOM) i standardy integracyjne (IHE)
 - użytkowa, np.. stacja diagnostyki obrazowej (integracja narzędzi i metod)
 - opisu informacji: standardy multimedialne kodowania, opisu i integracji (MPEG-21); itd.
- sprzęt, oprogramowanie, sieć, interfejsy

Medyczne uwarunkowania systemów informatycznych

- Niezawodność
- Bezpieczeństwo
- Dostępność
- Komunikacja
- Uporządkowanie (hierarchia, nie-nadmiarowość)
- Klarowność (interfejsy, procedury obsługi)
- Integracja
- Standaryzacja
- Skala, skalowalność
- Szczególne (wymagające) uwarunkowania prawne, finansowe, kulturowe, zwyczajowe
-

Infomedycyna

- Humanizacja czy technicyzacja – pozorny konflikt
 - Wirtualnie czy w ‘realu’
 - Psychologia leczenia czy opieka domowa
 - Doradzi lekarz czy komputer
 - Wiedza z Internetu czy od babci
 - Zdalnie, czyli jak?
- Kultura informatyczna lekarzy
 - Poznanie specyfiki uwarunkowań świata komputerowego (użytkowej i koncepcyjnej)
 - Ale też: konieczna kultura medyczna informatyków
- Wyzwania:
 - Szybki dostęp do informacji
 - Obiektywizacja wiedzy medycznej
 - Skuteczne modele - symulacje (edukacyjne, naukowe, prognostyczne itd.)
 - Niezawodna i szybka komunikacja
 - Urządzenia przenośne, miniaturowe, zdalne, niezawodne
 - Inteligentna profilaktyka, doradztwo, rehabilitacja
 - ...

Biuletyn informacyjny

LUTY 2013, WYDANIE ÓSME

Koordynator Projektów Informacyjnych w Ochronie Zdrowia



Start > Współpraca z Regionami > Biuletyn informacyjny

Szukaj

Biuletyn informacyjny

- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Ósme](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Siódme](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Szóste](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Piąte](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Czwarte](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Trzecie](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Drugie](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - Wydanie Pierwsze](#)
- [Biuletyn Informacyjny CSIOZ - wydanie pilotażowe](#)

<http://www.csioz.gov.pl/biuletyn.php>

- [O Centrum](#)
- [Aktualności](#)
- [Publikacje](#)
- [Nasze systemy](#)
- [Klasyfikacje](#)
- [Statystyka publiczna](#)
- [Współpraca z Regionami](#)
- [Zamówienia publiczne](#)
- [Praca](#)
- [Kontakt](#)



Szukaj

Programy unijne



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓŁ



INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓŁ

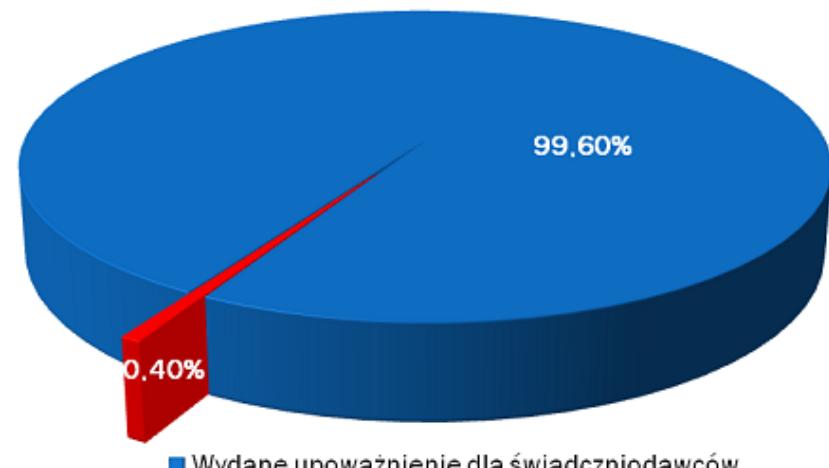
Na skróty

- [Portal projektu P1](#)
- [Portal rejestrów med.](#)
- [e-Recepta](#)
- [IKP](#)
- [eRZOZ \(archiwalny\)](#)
- [RPWDL](#)
- [Poczta ZOZMAIL](#)
- [Portal eZdrowie](#)
- [MSF](#)
- [SSRMZ](#)
- [Baza wiedzy](#)

Elektroniczna Weryfikacja Uprawnień Świadczeniobiorców eWUŚ

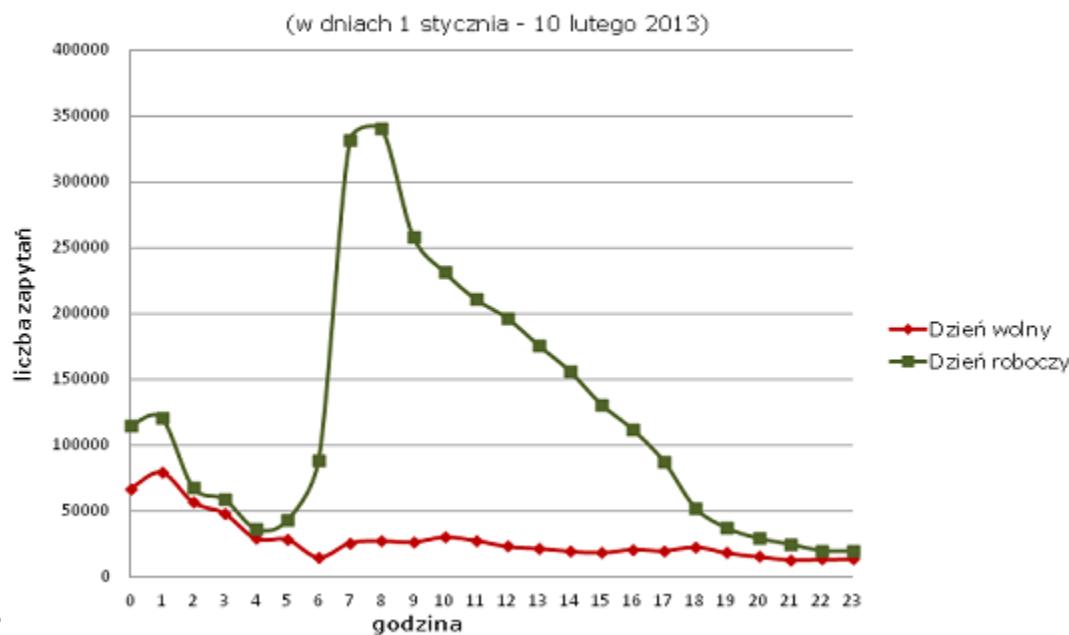
- Pierwszy istotny krok informatyzacji Ochrony zdrowia w Polsce
 - Kolejne planowane to e-Recepta i Internetowe Konto Pacjenta
- Dostęp do świadczeń refundowanych przez NFZ na podstawie dowodu tożsamości oraz PESELa
- Dziennie obsługuje około 3,5 mln zapytań

Ogólna liczba świadczeniodawców - potencjalnych użytkowników eWUŚ



Źródło: Departament Informatyki Centrali NFZ 10.02.2013r

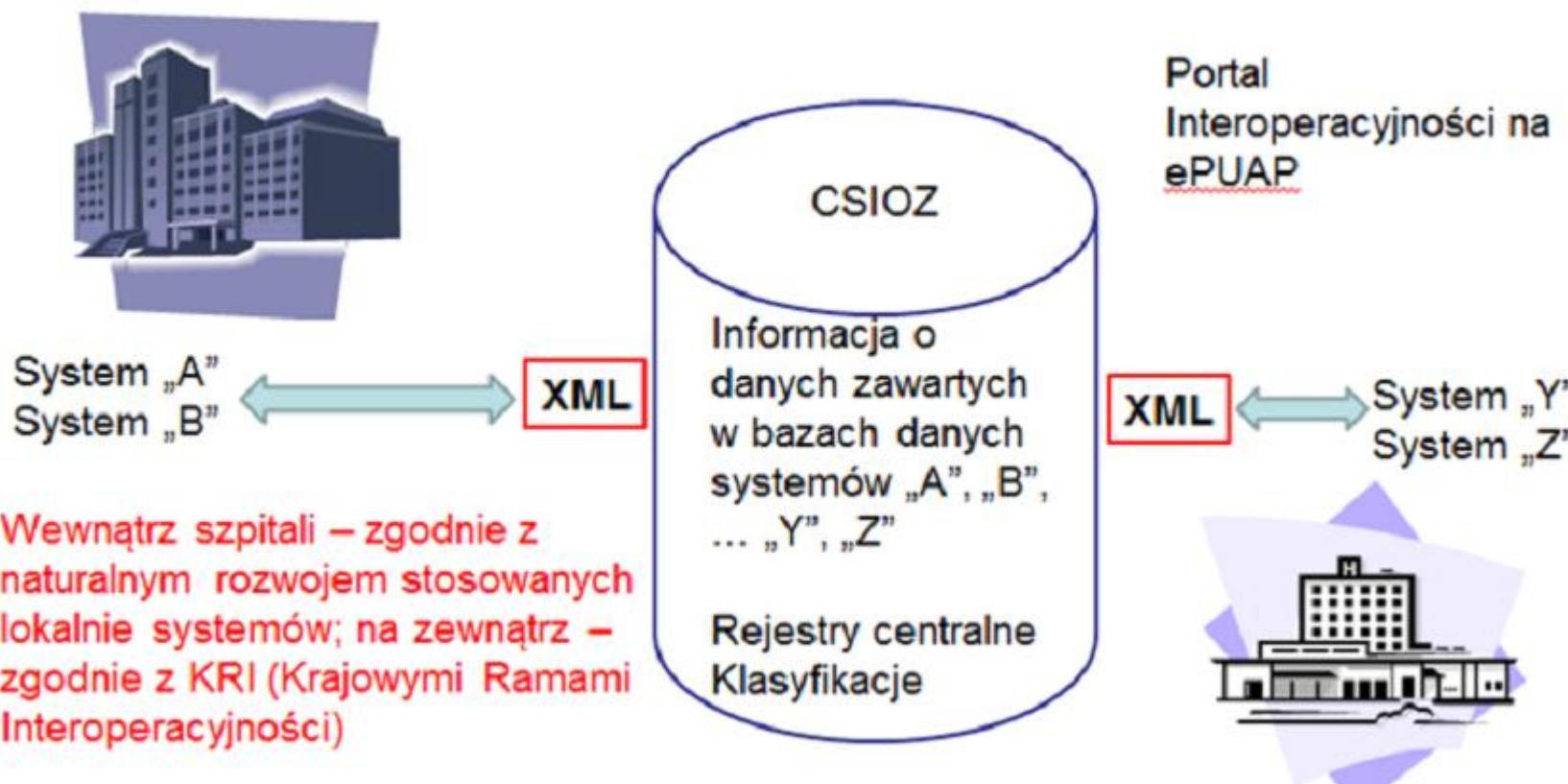
Średni rozkład zapytań w systemie eWUŚ w ciągu dnia



Źródło: Departament Informatyki Centrali NFZ 10.02.2013r.

Sygnalizacja innych koncepcji: Centralny indeks rejestrów medycznych

**Centralnie przetwarzana informacja o dokumentacji medycznej
tworzonej w różnych przedsiębiorstwach podmiotów leczniczych**





informacja



POJĘCIE INFORMACJI I JEJ UŻYTKOWANIA

Pojęcie informacji

■ Informacja to wszystko, co

- służy bardziej skutecznej realizacji zamierzonego **celu**
- ogólnie - jest użyteczne dla **odbiorcy** (użytkownika)
- pozwala lepiej zrozumieć interpretowaną rzeczywistość

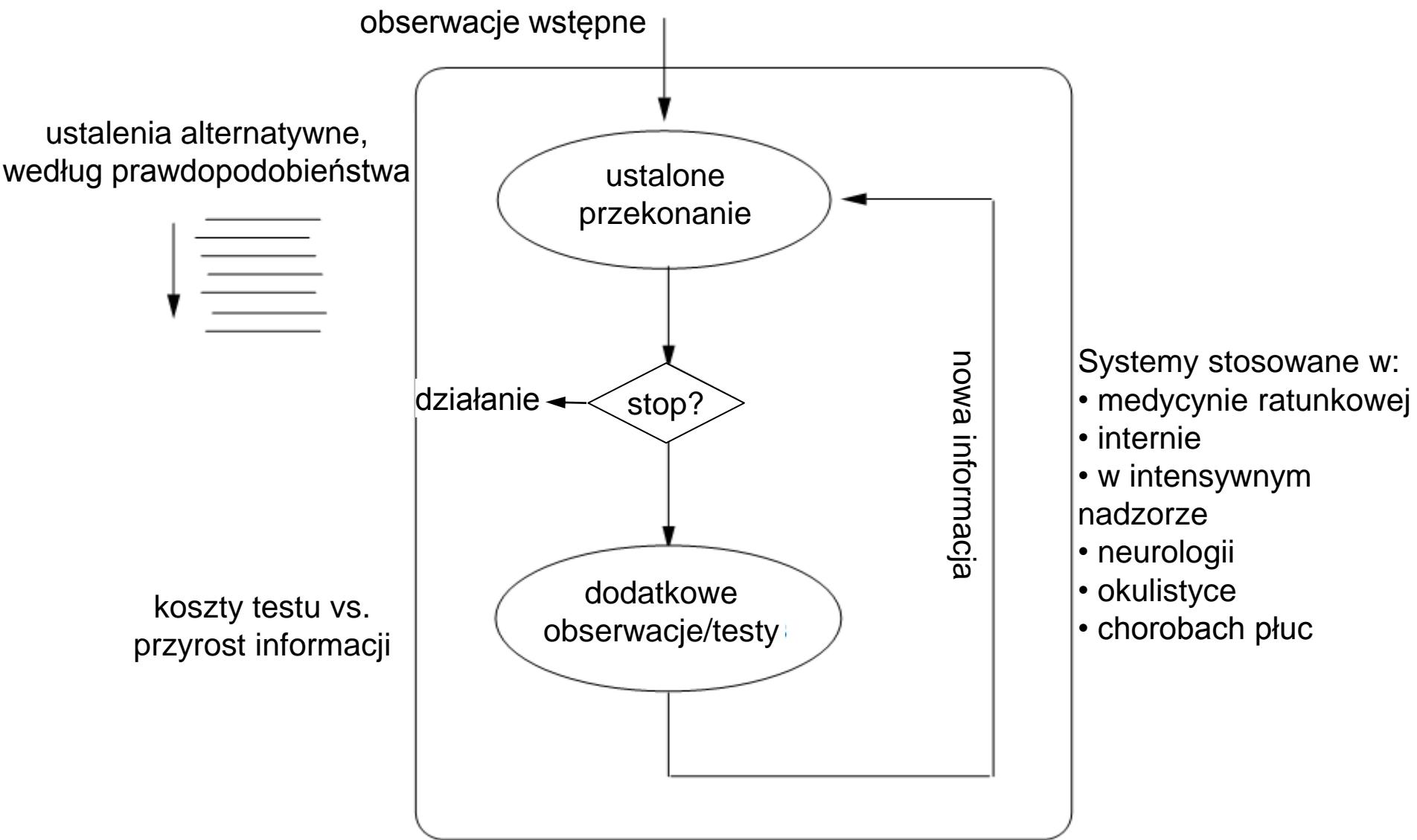
■ Cechy

- względność, balans subiektywno-obiektywny
- Prawdziwość
- spójność, brak zaprzeczeń, brak powtórzeń znaczeniowych
- uporządkowanie znaczeń i charakteru, mierzalność
- niezależność źródeł
- nienadmiarowość reprezentacji (uproszczenia)
- kontekst środowiskowy, historyczny, doświadczeń
- koszt, wyjątkowość

Wykorzystanie informacji – od danych do użyteczności (schemat)

- dane przydatne
- tworzenie reprezentacji
- wyszukanie obiektów (detekcja OoI)
- opis obiektów
 - ekstrakcja i selekcja cech
 - deskryptory
- odczytanie treści
 - rozpoznanie komponentów
 - wizualizacja informacji
- **interpretacja**
- **wykorzystanie**

Hipotetyczno-dedukcyjne wnioskowanie w medycynie



Źródło: E.J. Horvitz, Innovations at the Human—Computer Interface: A Medical-Informatics Perspective. Proc. Medicine Meets Virtual Reality: Applications for 3-D Multim. Techn. in the Health Sciences, San Diego, 1992

Technologie semantyczne

- Umożliwiają elastyczną, pełną integrację zastosowań ze źródłami danych
- Zapewniają inteligentny dostęp, rozumienie kontekstu, dostarczają odpowiedzi i wiedzę ogólną
- Rozumiejąc znaczenie informacji wprowadzają proces integracji informacji na nowy poziom automatycznych rozwiązań
- Umożliwiają inteligentny dostęp do informacji, spójność rozumienia, będąc w stanie wnioskować ukrytą a więc nową wiedzę

Interpretacja

- Interpretacja - wyjaśnienie zgromadzonej informacji - obserwowanych czynników: efektów, symptomów, anormalności, skutków poprzez określenie ich przyczyny
 - opis cech zgromadzonej, pozyskanej informacji
 - właściwa ocena dostępnej informacji na bazie doświadczeń własnych, wiedzy, a nawet intuicji
 - wykorzystanie konsultacji, dostępnych źródeł najbardziej aktualnej wiedzy dziedzinowej, dodatkowych obserwacji itp.
 - cenna zdolność kojarzenia i wnioskowania, w tym o charakterze indukcyjnym
- Najwyższe aspiracje informatyki – komputerowa inteligencja ... odwołanie się do szerokiej wiedzy dziedzinowej, doświadczeń, skojarzeń, aż po indukcję

Podejmowanie decyzji

- formułowanie decyzji (diagnostycznej, terapeutycznej, organizacyjnej, zapobiegawczej)
 - odwołanie do dostępnych zasobów wiedzy i własnych doświadczeń
 - jasne sformułowanie całego uzasadnienia
 - podjęcie wysiłku unikania pomyłek (symboliczne porady)
 - kiedy działasz pod presją czasu, pracuj tak, jakbyś miał go wystarczająco dużo
 - koncentruj uwagę w danym momencie na jednej rzeczy
 - w sytuacji, gdy od dłuższego czasu nie posunąłeś się do przodu w poszukiwaniu rozwiązania, zrób przerwę
 - nie lekceważ działań oczywistych - ogromna część błędów jest spowodowana bardzo prostymi pomyłkami
 - jeśli istnieje realne niebezpieczeństwo błędnej decyzji, problem wydaje się zbyt złożony – uprość go, np. rozbijając na podzadania
 - warto wykorzystać wszelkie dodatkowe informacje, sugestie, wskaźniki, doświadczenie, porady itp..
 - jeśli wstępne rozwiązanie (rozpoznanie) może być błędne albo wydaje się zbyt oczywiste, rzetelnie zweryfikuj swoje podejrzenia
 -
- komputerowe ‘decyzje’ muszą zostać sformalizowane bez odwołania do intuicji czy świadomości; leżą w kategorii dedukcyjnej weryfikacji

Rozum vs. intuicja

- Rozum - zdolność do
 - operowania pojęciami abstrakcyjnymi
 - analitycznego myślenia i wyciągania wniosków (na podstawie dostępnych danych, informacji, wiedzy, eksperymentów)
 - uczenia się
 - używania zdobytych doświadczeń i posiadanej wiedzy do radzenia sobie w sytuacjach życiowych
- Rozum jest bardziej kojarzony z myśleniem logicznym
- Intuicja – zdolność do
 - nagłego przebłysku myślowego, w którym dostrzega się rozwiązanie problemu lub znajduje odpowiedź na nurtujące pytanie
 - szybkiego dopasowania rozwiązania problemu do zaistniałych uwarunkowań
- Intuicja to nie są emocje, a proces podświadomy, którego nie można kontrolować - przewidywanie, domyślanie się nie do końca oparte na wnioskowaniu
 - można jedynie dopuszczać lub odrzucać podawane przez intuicję rozwiązania
 - jest procesem bardziej kreatywnym i działającym na wyższym poziomie abstrakcji w porównaniu do myślenia logicznego

Intuicja jest trudno definiowalna

- z łac. *intuitio* – wejrzenie; wewnętrzne przekonanie, że mamy rację
- działaniu inteligencji często nie towarzyszy świadoma myśl.....
- zdolność bezpośredniego pojmowania, dotarcia do bezpośredniej wiedzy bez udziału obserwacji czy rozumu - myślenie intuicyjne jest podobne do percepcji, czyli błyskawiczne i bez wysiłku
- wgląd, olśnienie pojawiające się w trakcie rozwiązywania problemu
- przeczucie, zdolność przewidywania, szybkie rozpoznanie
- przekonanie, którego nie można w pełni uzasadnić
- *rozum, który się śpieszy*
- poznanie docierające do istoty rzeczy operuje intuicją
- myślenie intuicyjne wykorzystuje 3 zjawiska:
 - mimowolne uczenie się, automatyczne, nieświadomione zdobywanie wiedzy
 - automatyzm zachowania, sztywne sposoby reagowania wynikające z doświadczenia życiowego (twórcze wykorzystanie doświadczenia)
 - markery somatyczne ostrzegające organizm (odczucia generowane na podstawie wtórnego emocji, wcześniejszych doświadczeń - fizjologiczny sygnał ostrzegawczy o przewidywanych skutkach podjęcia decyzji)

Świadomość

- Świadomość - stan psychiczny, w którym jednostka zdaje sobie sprawę ze zjawisk wewnętrznych (własne procesy myślowe, psychika) oraz zjawisk zachodzących w środowisku zewnętrznym (świadomość otoczenia, możliwość reakcji)
- stan przytomności, czuwania, odbierania bodźców
- zdolność do celowej orientacji i odczuwania (przeżywania doznań i stanów emocjonalnych)
- stanowi podstawę tworzenia wiedzy i zapamiętywania
- jako samoświadomość jest specyficzną gatunkową cechą człowieka
- jest zawsze intencjonalna, nakierowana na jakiś przedmiot materialny lub abstrakcyjny i powiązana z odczuciem własnego "ja"

METODY INTELIGENTNEGO DZIAŁANIA

Poszukiwanie rozwiązań

- Metody:
 - dla większości problemów trudno jest z góry określić ciąg czynności prowadzących do rozwiązania - muszą one być określone przez systematyczne analizowanie kolejnych alternatyw
 - proste formułowania zadań - wymagane jest jedynie określenie
 - zbioru stanów przestrzeni rozwiązywanego problemu (w tym stanu początkowego i zbioru stanów końcowych)
 - zbioru operatorów przekształcających te stany (operatory stosowane do stanów generują nowe stany – powstają)
 - rozwiązanie polega na określeniu ciągu operatorów przekształcających stan początkowy w stan końcowy
- Korzysta się z pewnych algorytmów, czyli strategii realizujących poszczególne metody przeszukiwań (od metod ślepych po heurystyczne)
 - poszukiwanie żądanego stanu odbywa się często w sposób subiektywny; zależy ono od reguł wypracowanych doświadczalnie, opierających się na opiniach ekspertów; w zadaniach przeszukiwania mianem „heurystyczne” określa się wszelkie prawa, kryteria, zasady i intuicje (również takie, których konieczność nie jest całkowicie pewna), które umożliwiają wybranie najbardziej efektownych kierunków działania zmierzających do celu

Heurystyka

- nauka o metodach i regułach rządzących dokonywaniem odkryć i tworzeniem wynalazków
- podejście mające na celu twórcze rozwiązanie problemu, zarówno logicznego, kierowniczego, jak i matematycznego (np. rozwiązanie zadania, zbudowanie definicji)
 - szczególnie przez eksperyment, często za pomocą metody prób i błędów, odwoływanie się do analogii, uogólnień
- zbiór odkrywczych technik pozwalających na szybkie i skuteczne odnalezienie rozwiązań problemów dających się sformułować w sposób ilościowy, wykorzystujących przeważnie metody samouczenia się maszyn (np. poprzez sprzężenie zwrotne) w celu poprawy wyników

Heurystyka

- wszelkie prawa, kryteria, zasady, intuicje, które umożliwiają wybranie najbardziej efektywnych kierunków działania prowadzącego do osiągnięcia danego celu
- jest to praktyczna strategia poprawiająca efektywność rozwiązywania złożonych problemów
- prowadzi do rozwiązania wzduż najkrótszej, najbardziej prawdopodobnej drogi
- podaje proste kryterium wyboru kierunków postępowania
- powinna umożliwiać uniknięcie badania tzw. ślepych uliczek oraz wcześniejsze wykorzystanie zdobytych w trakcie badania informacji

Uczenie (się) systemów

- Transmutacje wiedzy – są to różnorodne przekształcenia (dedukcyjne, indukcyjne, mieszane) stosowane do wiedzy wrodzonej, nabytej (zastanej) oraz informacji trenującej zmierzające do generowania nowej wiedzy (obiekty, opis)
- Przykłady transmutacji (pewne formalizmy)
 - uogólnienie/zawężenie (uszczergółowienie)
 - zwiększenie abstrakcji/konkretyzacja
 - upodabnianie/różnicowanie
 - wyjaśnianie/predykcja
- Przeszukiwanie/poszukiwanie
 - na ślepo (deterministycznie, losowo) w tym
 - *brute force* (wyczerpująco), np. poszukiwanie drogi w labiryncie lub gra (duża pamięci lub duża złożoność obliczeniowa)
 - analityczne (formalizm matematyczny)
 - heurystyczne (przybliżenia, orientacja, przewidywanie)
- Zastosowania: odkrywanie wiedzy w bazach danych, automatyczne sterowanie, ‘inteligentne’ (dopasowujące się) interfejsy użytkownika, ...

Aproksymacja

- Zadania aproksymacji (ekstrapolacji, rozpoznania)
 - przewidywanie (predykcja), uzupełnianie
 - znajdowanie zależności między danymi, modelowanie
 - klasyfikacja nieznanych obiektów na podstawie znanych przykładów (rozpoznanie mowy, OCR, sterowanie, prognozowanie trendów)
- Formalnie
 - Niech X - dowolny zbiór (przestrzeń stanów)
 - Mamy dany ciąg przykładów (obserwacji): $(x_1, y_1), \dots (x_n, y_n)$
 - Niech $f : X \rightarrow Y$ – pewna nieznana (poszukiwana) funkcja na X w Y
 - Dla dowolnego x_0 znaleźć takie y za pomocą dobranego f , aby
$$f(x_0)=y \text{ lub } |f(x_0)-y| \text{ było minimalne lub } \Pr(f(x_0)=y) \text{ było maksymalne}$$
 - f jest uogólnieniem charakteryzującym dany problem (rodzajem modelu)
- Przykłady
 - rozpoznanie patologii, opisanie trendów, przebiegu obserwowanych zjawisk
 - przyporządkowanie znormalizowanym obrazkom zapisu ciągu liter czy ogólnie znaków opisanych np. kodem ASCII
- Rozwiązania
 - reprezentatywne zbiory uczące (obserwacji)
 - dobre reprezentacje modelu (np. symulacje statystyczne trendów, analiza wyjątków, tendencje progresji itp..)

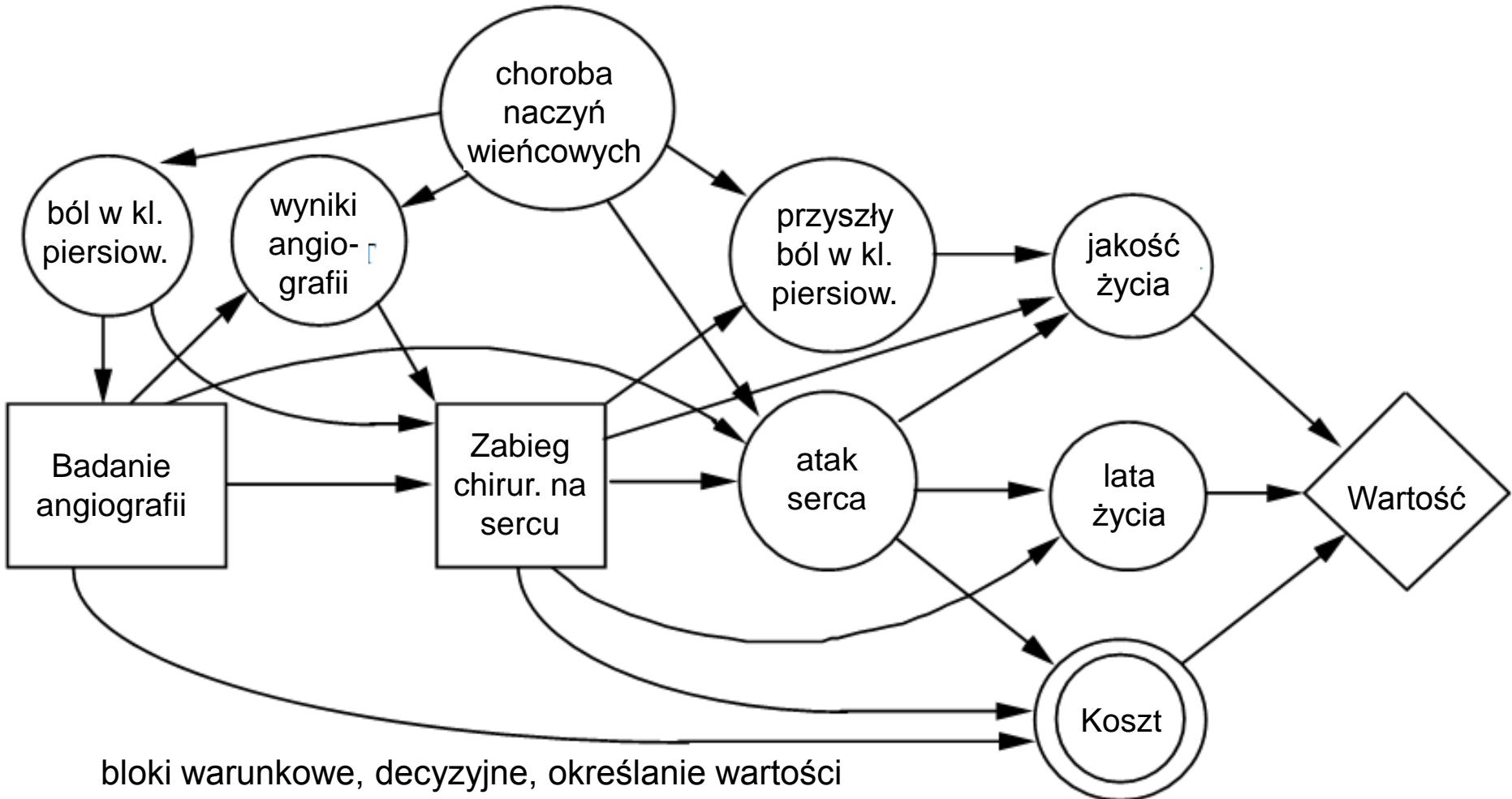
Optymalizacja

- Zadania optymalizacyjne
 - szukanie najlepszego rozwiązania (ocenianego liczbowo - kryterium)
 - przykłady: minimalizacja kosztu, minimalizacja funkcji błędu, maksymalizacja wygranej (gry logiczne) czy funkcji zysku
- Formalnie
 - Niech X - dowolny zbiór skończony (przestrzeń stanów – zbiór wszystkich możliwych rozwiązań problemu)
 - Niech $f : X \rightarrow \mathbb{R}$ - pewna rzeczywista funkcja na X w (funkcja celu)
 - Znaleźć takie $x_0 \in X$, aby
$$x_0 = \operatorname{argmax}\{f(x)\} \quad \text{lub} \quad x_0 = \operatorname{argmin}\{f(x)\} \quad \text{dla } x \in X$$
 - x_0 jest najlepszym rozwiązaniem
- Przykłady
 - wyjście z labiryntu, komiwojażer (minimalna odległość)
 - posunięcia giełdowe maksymalizujące zysk
 - zaplanowanie operacji, całego procesu terapii, sekwencji zachowań w sytuacjach nagłych itd..
- Rozwiązania
 - kryteria subiektywizowane, użytkowe
 - heurystyki wspierane doświadczeniem, wiedzą

Problemy niealgorytmizowalne - ważne z medycznego punktu widzenia

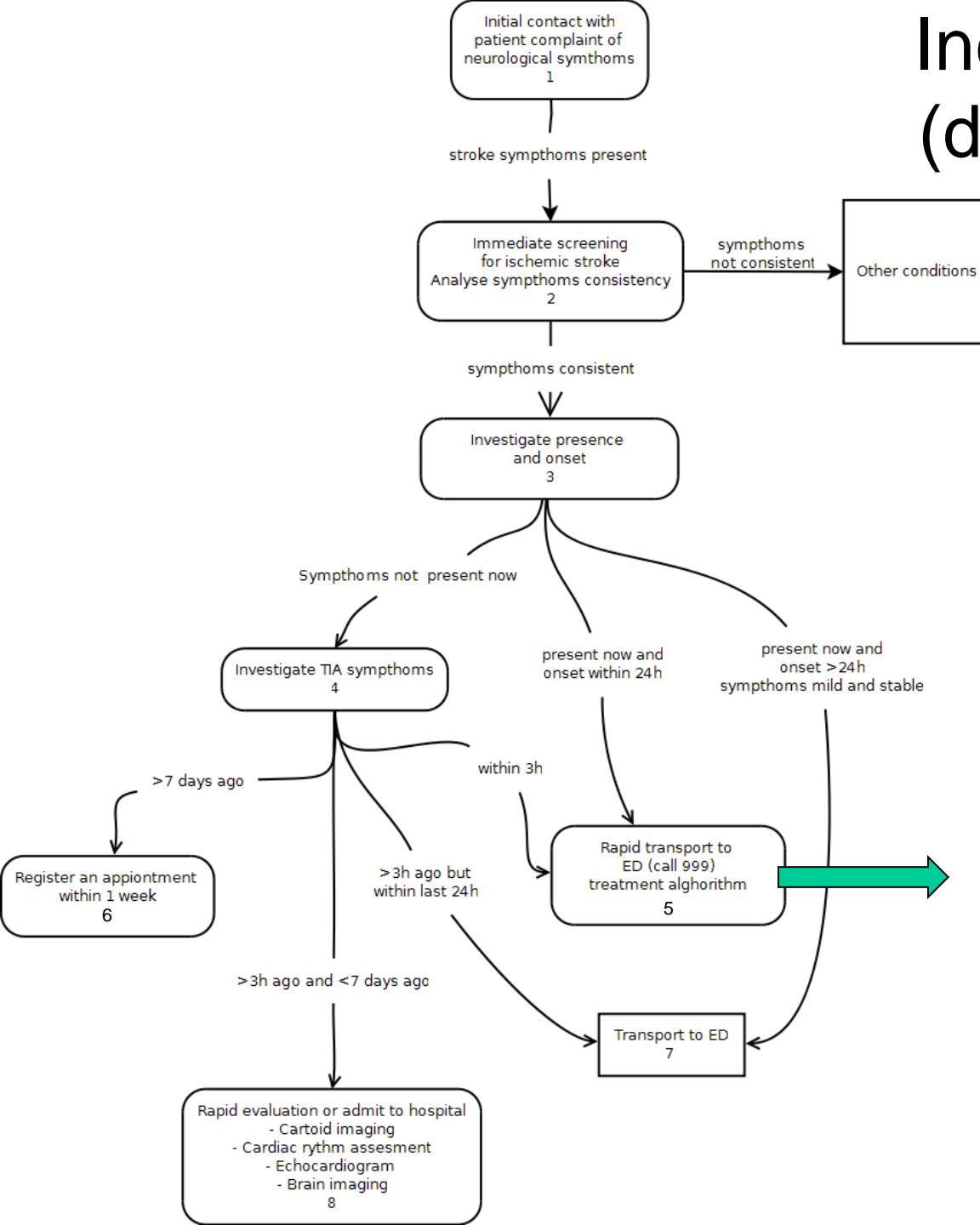
- **Poprawa warunków pracy („okulary” – większa zdolność postrzegania):**
 - Wydobywanie informacji (przetwarzanie)
 - Gromadzenie i przesyłanie informacji
 - Poprawa percepcji
- **Zwiększenie czułości (czujność):**
 - Selekcja cech istotnych, redukcja nadmiarowości, kategoryzacja, hierarchizacja, określanie relacji
 - Obiektywizacja: opisu, oceny, procesów podejmowania decyzji
 - Rozpoznawanie, wskazywanie przesłanek, symptomów, kluczowych obserwacji, trendów
- **Zwiększenie trafności (nieomylność):**
 - Wspomaganie decyzji, symulacja wyników (konsekwencji)
 - Planowanie: terapii
 - Kontrola: leki
 - Sterowanie i monitorowanie
 - Prognozowanie
 - Uczenie lekarzy

Problem decyzyjny w warunkach niepewności – decyzja dotyczy wykonania angiografii w warunkach bólu w klatce piersiowej

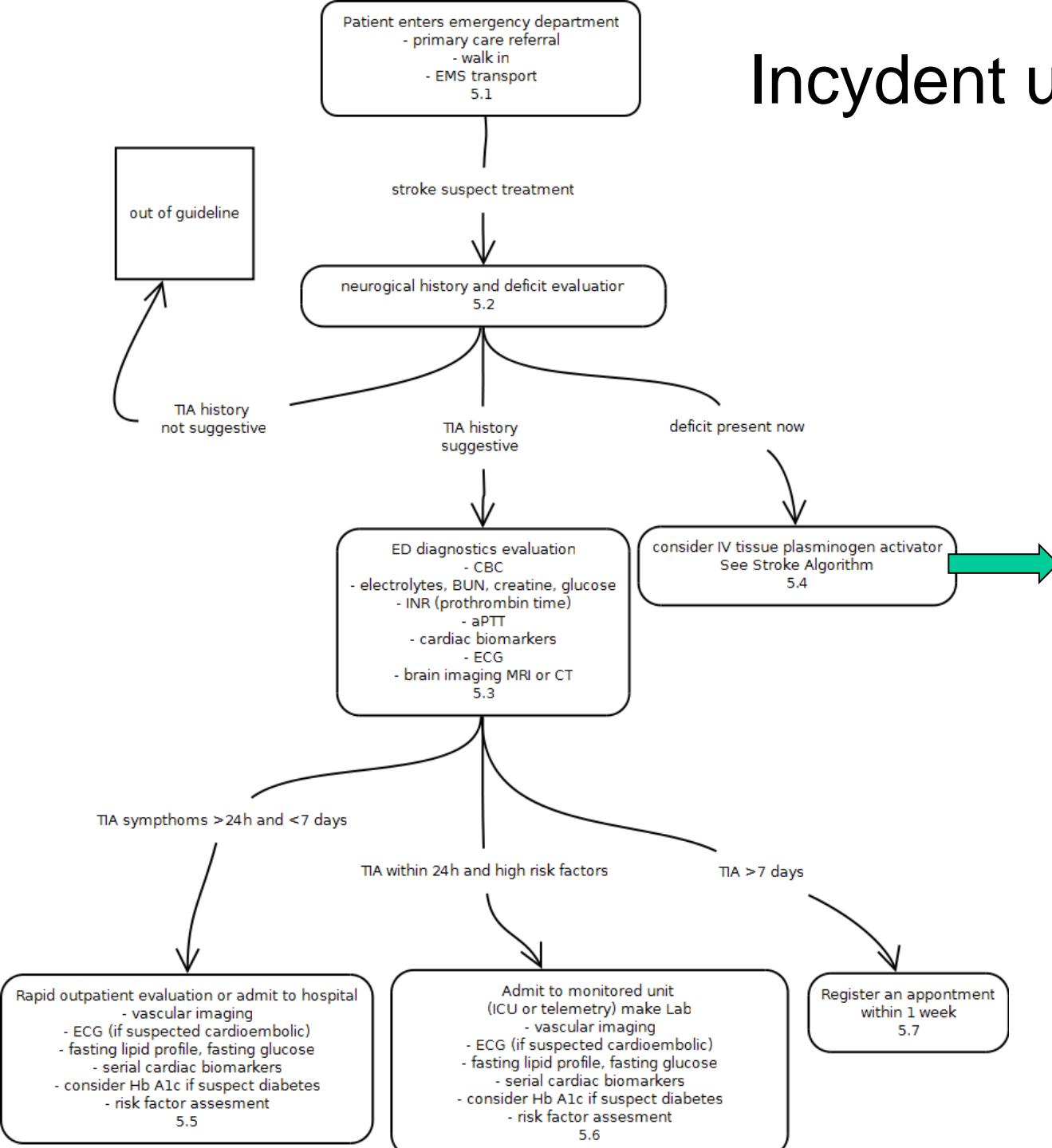


Źródło: E.J. Horvitz, Innovations at the Human—Computer Interface: A Medical-Informatics Perspective. Proc. Medicine Meets Virtual Reality: Applications for 3-D Multim. Techn. in the Health Sciences, San Diego, 1992

Incydent udarowy (diagram działań)



Incydent udarowy - TIA



Incydent udarowy - terapia

