



INSTYTUT SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel. (+4822) 6839504, fax (+4822) 6837858

WYDZIAŁ CYBERNETYKI WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

<http://www.isi.wat.edu.pl>

Komputerowa diagnoza medyczna – tworzenie i interpretowanie

<http://www.isi.wat.edu.pl>





Agenda

1. Po co budujemy komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej?
2. Wymagania na IT wdrażane w medycynie
3. Przypisanie przypadku diagnozowanego do choroby – klasyfikacja
4. Choroby skóry wg IDC i ograniczenia klasyfikacji przypadku w medycynie
5. Przykładowe modele klasyfikacji
6. Wyniki i ich kliniczna weryfikacja
7. Nowe trendy



Cele IT w diagnostyce medycznej

1. **Wspomaganie interpretacji danych** (analiza obrazów medycznych, badania genotypu, itp.)
2. Rozwój aparatury medycznej i jej obsługi – **przetwarzanie danych pomiarowych** (pomiar FFR w kardiologii, zdalny pomiar EKG, itp., TELEMEDYCYNA)
3. A może „kiosk medyczny” w przyszłości?

Powstaje pytanie: jaki cel mają aplikacje wspomagające diagnozowanie w codziennej praktyce lekarskiej w przychodniach?

Odpowiedź: trudno nazwać ten cel badawczym. Raczej ma on **charakter czysto utylitarny wspierający badania medyczne.**



Wymagania na IT wdrażane w medycynie

Dokumentacja techniczna do certyfikowania wyrobu medycznego musi zawierać:

- wyniki analizy ryzyka stosowania wyrobu
- wyniki oceny klinicznej

Wobec tego aplikacja IT wspomagająca diagnozowanie musi posiadać rodzaj „tabliczki znamionowej”, która poinformuje lekarza jakie jest ryzyko błędnej diagnozy przy jej stosowaniu.



Podobieństwo chorób zapisanych zgodnie z IDC (alergie i choroby skóry)

	B35	B86	C 84.0	H26.8	L13.0	L20.0	L20.8	L20.9	L23.0
B35	1,00	0,96	0,96	0,96	0,96	0,25	0,25	0,25	0,92
B86	0,96	1,00	0,94	0,95	0,94	0,26	0,26	0,26	0,91
C 84.0	0,96	0,94	1,00	0,97	0,96	0,26	0,27	0,27	0,92
H26.8	0,96	0,95	0,97	1,00	0,95	0,25	0,24	0,24	0,91
L13.0	0,96	0,94	0,96	0,95	1,00	0,26	0,26	0,26	0,90
L20.0	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	1,00	0,99	0,99	0,25
L20.8	0,25	0,26	0,27	0,24	0,26	0,99	1,00	1,00	0,26
L20.9	0,25	0,26	0,27	0,24	0,26	0,99	1,00	1,00	0,26
L23.0	0,92	0,91	0,92	0,91	0,90	0,25	0,26	0,26	1,00
L23.1	0,93	0,92	0,93	0,92	0,91	0,24	0,25	0,25	0,96
L23.2	0,83	0,83	0,84	0,83	0,82	0,22	0,22	0,22	0,89
L23.3	0,84	0,84	0,84	0,83	0,82	0,25	0,25	0,25	0,89
L23.4	0,90	0,90	0,91	0,90	0,89	0,25	0,25	0,25	0,95
L23.5	0,90	0,89	0,90	0,89	0,89	0,23	0,24	0,24	0,95
L23.6	0,91	0,91	0,92	0,91	0,90	0,24	0,25	0,25	0,96
L23.7	0,93	0,93	0,94	0,93	0,92	0,25	0,25	0,25	0,96
L23.8	0,91	0,91	0,92	0,91	0,90	0,25	0,25	0,25	0,96



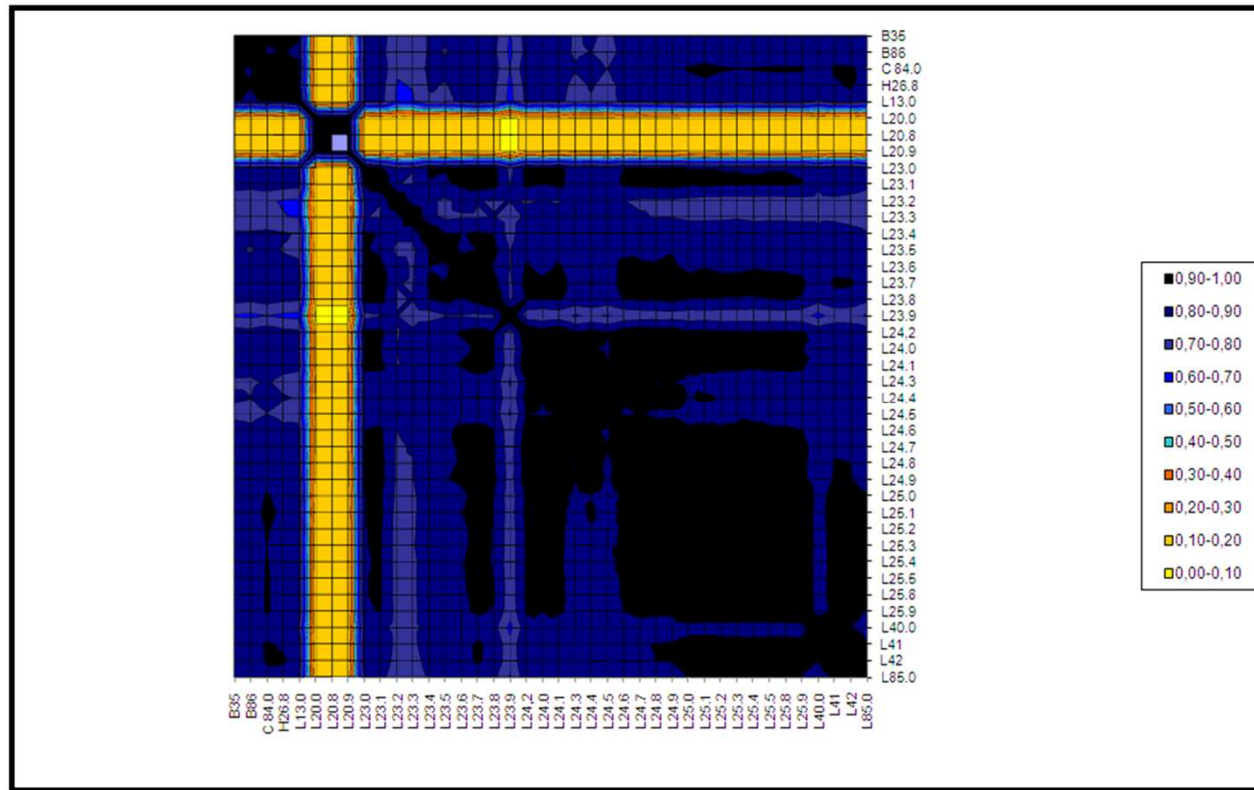
INSTYTUT SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel. (+4822) 6839504, fax (+4822) 6837858

WYDZIAŁ CYBERNETYKI WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

<http://www.isi.wat.edu.pl>

Podobieństwo chorób zapisanych zgodnie z IDC (alergie i choroby skóry)

<http://www.isi.wat.edu.pl>





Przypisanie przypadku diagnozowanego do choroby – klasyfikacja

Załóżmy, że mamy k klas decyzyjnych dec_1, \dots, dec_k . Wtedy funkcją rozróżnialności nazywamy funkcję:

$$F: D \rightarrow R^k$$

która dla danego obiektu przypisuje k wartości — współczynniki wsparcia dla poszczególnych klas. Im większy współczynnik wsparcia tym bardziej prawdopodobne, że obiekt należy do danej klasy.

Lidmila I. Kunchewa, *Combining Pattern Classifiers, Methods and Algorithms*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2004



Przypisanie przypadku diagnozowanego do choroby – klasyfikacja

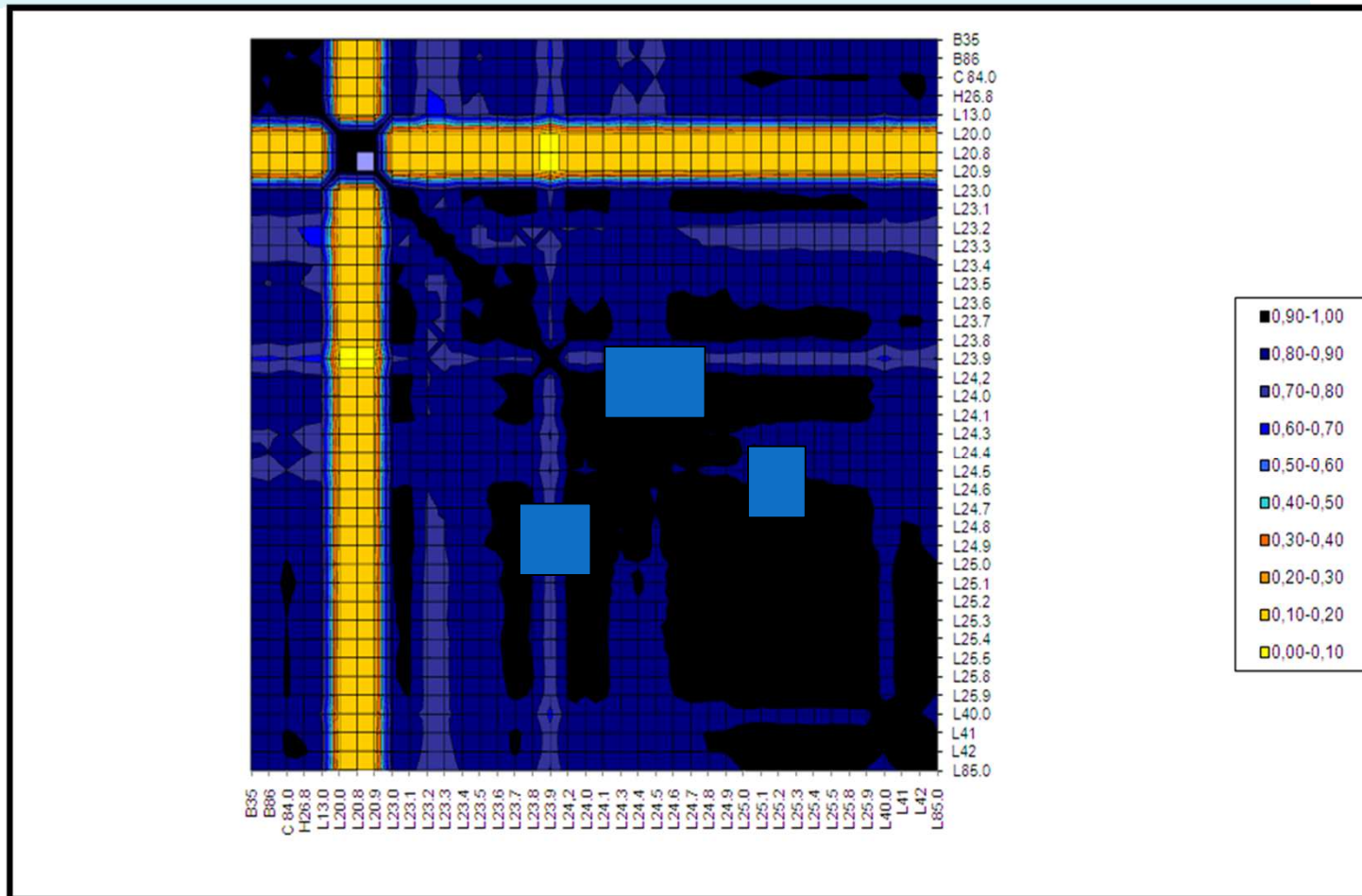
Niech $F = (f_1, \dots, f_k)^T$. Obiekt x jest przypisywany do klasy o najwyższym współczynniku wsparcia, tzn. jeśli:

$$M = \max_i \{f_i(x)\}$$

Lidmila I. Kunchewa, *Combining Pattern Classifiers, Methods and Algorithms*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2004



Podobieństwo chorób zapisanych zgodnie z IDC (alergie i choroby skóry)





Przykładowe modele klasyfikacji

Metody tworzenia funkcji wsparcia mogą być różne. Najczęściej spotykane w zastosowaniach medycznych to:

- Sieci neuronowe (rozmyte sieci neuronowe)
- Ukryte modele Markowa
- Sieci Bayesa
- Metoda k-NN sąsiadów
- Drzewa decyzyjne
- Klasyfikacje oparte o logikę rozmytą



Cechy rezultatów

1. Przy bazie wiedzy medycznej wielokrotnie zweryfikowanej (niezależnie) przez ekspertów medycznych wszystkie klasyfikatory wskazywały bardzo podobny zbiór chorób przy zróżnicowanych oczywiście wartościach współczynnik wsparcia.
2. Wystarczyły niewielkie ilościowo braki (rzędu 5% objawów) **w bazie wiedzy medycznej** aby wskazania klasyfikatorów znacznie się różniły.



INSTYTUT SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel. (+4822) 6839504, fax (+4822) 6837858

WYDZIAŁ CYBERNETYKI WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

<http://www.isi.wat.edu.pl>

Weryfikowanie wyników w testach klinicznych (ocena ryzyka)

$$\text{czułość testu} = \text{TP}/(\text{TP}+\text{FN})$$

TP – true positive

FN- false negative

<http://www.isi.wat.edu.pl>





Weryfikowanie wyników w testach klinicznych

Diagnozowana JCH	Liczba pacjentów	Odsetek pacjentów w próbie	Czułość sieci Bayesa	Czułość współczynnik a przekrycia
AZS				
Pozycja rankingu 1/2	31/45	69%	0.82	0.85
Pozycja rankingu 1/10	44/45	96%	0.99	0.99



Wnioski

1. Nie należy oczekiwać od klasyfikatora wskazywania jednej choroby BO TO BĘDZIE ZALEŻEĆ OD CECH BAZY WIEDZY MEDYCZNEJ I JEST SPECYFICZNE DLA DANEJ DZIEDZINY MEDYCYNY
2. Nawet relatywnie prosta postać klasyfikatora zapewnia uzyskanie wstępnych rezultatów o czułości akceptowalnej dla środowiska medycznego ale NA PEWNO CHARAKTERYSTYCZNEJ DLA KONKRETNEJ CHOROBY LUB GRUPY CHORÓB



INSTYTUT SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel. (+4822) 6839504, fax (+4822) 6837858

WYDZIAŁ CYBERNETYKI WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

<http://www.isi.wat.edu.pl>

<http://www.isi.wat.edu.pl>

- Pomiar FFR z obrazu RTG



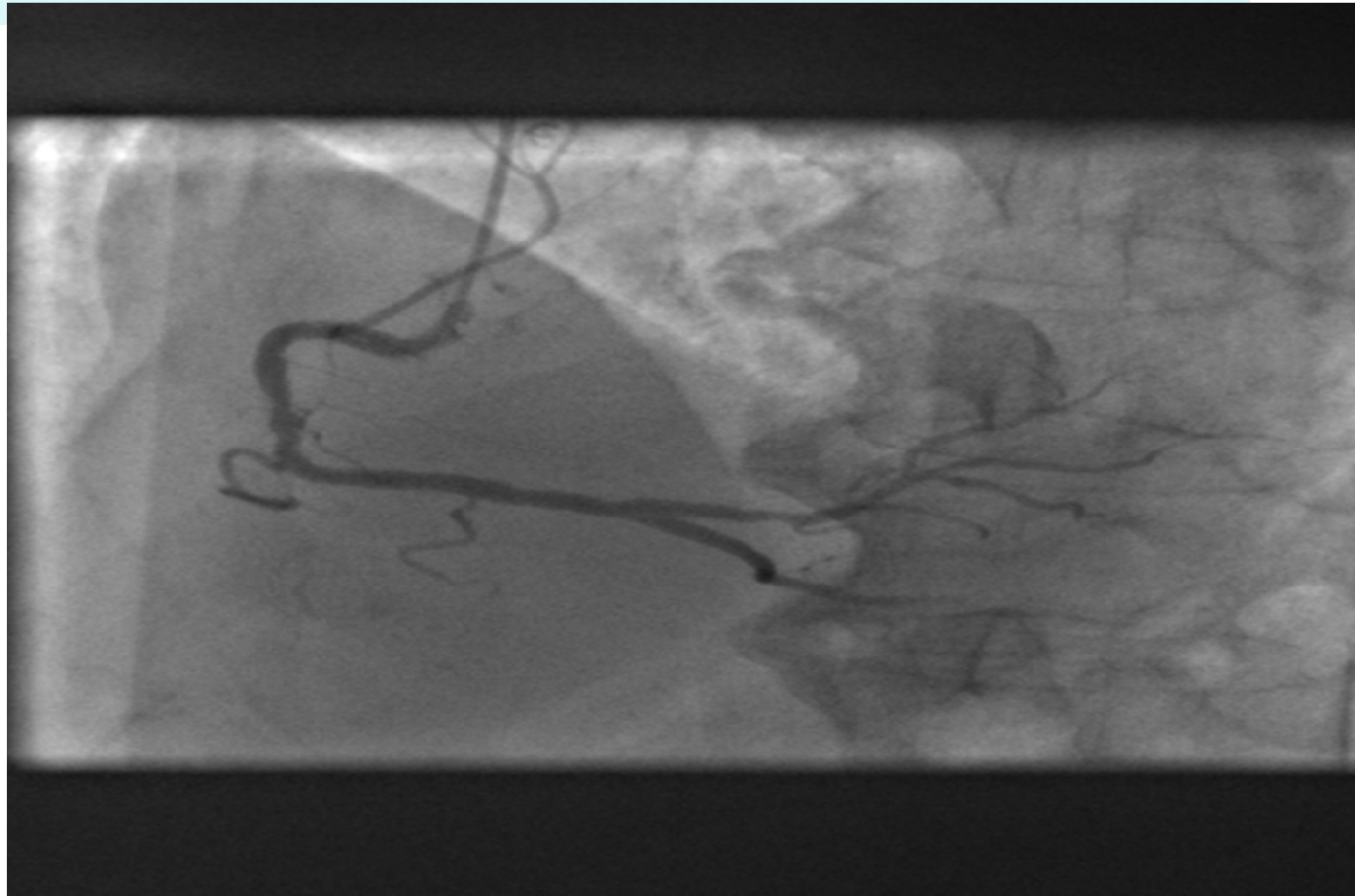


INSTYTUT SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, tel. (+4822) 6839504, fax (+4822) 6837858

WYDZIAŁ CYBERNETYKI WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

<http://www.isi.wat.edu.pl>

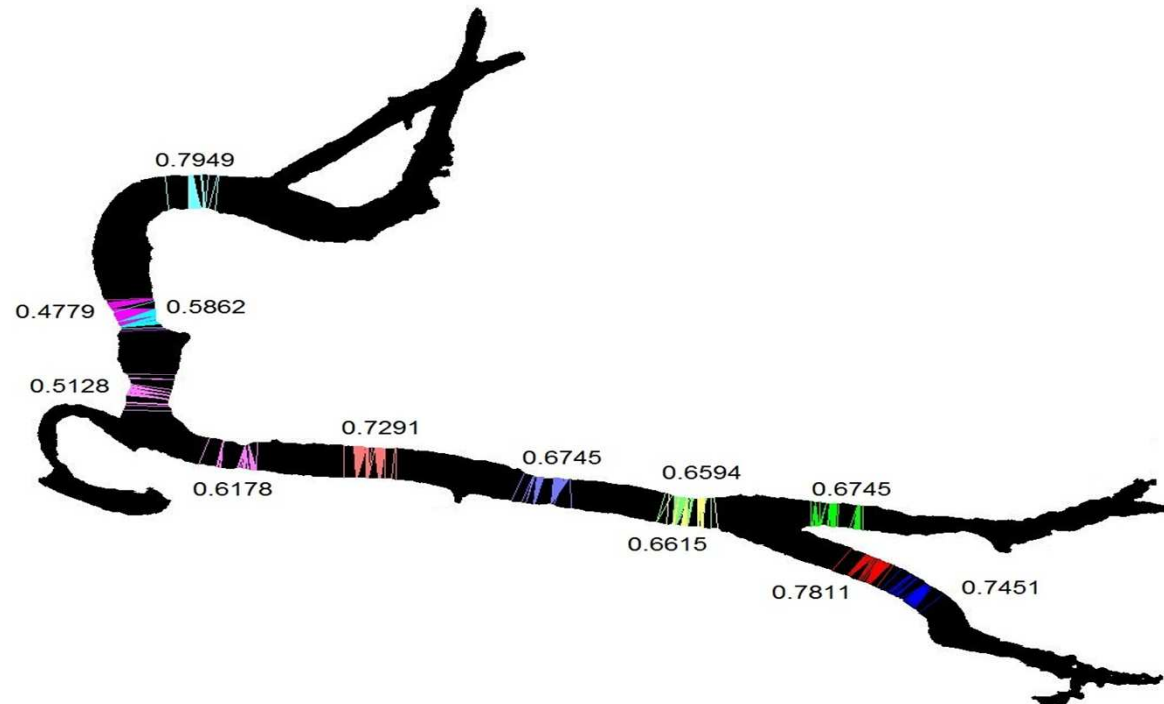
<http://www.isi.wat.edu.pl>





Wyniki

Rys.1. Przykładowe miejsca pomiaru i otrzymane wartości dla stenoz wykrytych w tętnicy serca. {medical data from MIL, courtesy W.Wąsek MD }





Wyniki z pierwszego oszacowania c.d.

Wykres zależności wyników pomiaru FFR bez poprawek obliczeń numerycznych dla ADO i REG

