



POLITECHNIKA
GDAŃSKA

AI TECH



Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

W3 (2h)

Eksploracja danych, sygnały medyczne, parametryzacja

prof. dr hab. inż. Bożena Kostek (p. 731)

LAF/KSM WETI



Fundusze
Europejskie
Polska Cyfrowa



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

Program Operacyjny Polska Cyfrowa na lata 2014-2020.

Oś priorytetowa nr 3 „Cyfrowe kompetencje społeczeństwa”, działanie nr 3.2 „Innowacyjne rozwiązania na rzecz aktywizacji cyfrowej”.

Tytuł projektu: „Akademia Innowacyjnych Zastosowań Technologii Cyfrowych (AI Tech)”.

Wprowadzenie do SI

prof. dr hab. inż. Bożena Kostek (p. 731)

LAF/KSM WETI, PG

W3 (2h)

bokostek@audioakustyka.org

[wprowadzenie SI@multimed.org](http://wprowadzenie_SI@multimed.org)

Plan prezentacji

- Eksploracja danych. Wizualizacja danych.
- Przetwarzanie i analiza sygnałów. Parametryzacja

Eksploracja danych

Eksploracja danych:

1. Wybór narzędzi przetwarzania wstępnego oraz analizy
2. Wykorzystanie wiedzy eksperckiej
3. Weryfikacja wyniku analizy

Eksploracja danych

Narzędzia eksploracji danych:

1. Analiza statystyczna (wartości średnie; mediana, odchylenie standardowe; częstość wystąpienia danego atrybutu, cechy, parametru; kurtoza, skośność inaczej współczynnik asymetrii, itd.),
2. Miary położenia: klasyczne, pozycyjne;

Do miar pozycyjnych należy dominanta (modalna, wartość najczęstsza) oraz kwantyle. Wśród kwantyli najczęściej stosowane są: kwartyle (dzielące zbiorowość na cztery części pod względem liczebności), kwintyle (dzielące zbiorowość na pięć części), decyle (dzielące zbiorowość na dziesięć części) oraz percentyle (dzielące zbiorowość na sto części)

[Główny Urząd Statystyczny;
https://eks.stat.gov.pl/materialy/scenariusze/miary_statystyczne/materialy_dla_nauczyciel_a.pdf]

Wizualizacja danych

Wizualizacja danych:

Obiekty danych, ich atrybuty oraz relacje między nimi są tłumaczone na elementy graficzne, takie jak punkty, linie, kształty i kolory.

Przykład:

Obiekty są często reprezentowane jako punkty. Wartości ich atrybutów mogą być reprezentowane jako położenie punktów

Wizualizacja danych

Wizualizacja danych:

- tabela danych,
- histogramy,
- reprezentacje 2D (np. wykresy liniowe, histogram 2D) lub 3D,
- wizualizacja rozrzutu (ang. *scatter plots*) – reprezentacja 2D,
- wizualizacja rozkładu Tukeya (wykres pudełkowy, ang. *box plot*),

[J. Stefanowski, <http://www.cs.put.poznan.pl/jstefanowski/gi/wyklad-4-wielowymiarowe.pdf>]

Wizualizacja danych

Wizualizacja danych:

- wizualizacja za pomocą macierzy rozkładów (przydatne, gdy obiekty są sortowane według klasy; zazwyczaj atrybuty są normalizowane, aby zapobiec zdominowaniu wykresu przez jeden atrybut; wykresy podobieństwa lub macierzy odległości mogą być również użyteczne do wizualizacji relacji pomiędzy obiektami),
- mapy ciepła (ang. *heat maps*),
- analiza skupień,
- itd.

[J. Stefanowski, <http://www.cs.put.poznan.pl/jstefanowski/gi/wyklad-4-wielowymiarowe.pdf>]

Przetwarzanie i analiza sygnałów

Materiały przygotowane w oparciu o książkę:

R. Tadeusiewicz, Informatyka Medyczna, UNIwersytet MARIi CURIE-SKŁODOWSKIEJ
WYDZIAŁ MATEMATYKI, FIZYKI I INFORMATYKI

INSTYTUT INFORMATYKI, LUBLIN 2010:

„Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych” rozdz. 6

http://otworzksiazke.pl/images/ksiazki/informatyka_medyczna/informatyka_medyczna.pdf

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

1. Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych jako poszerzenie możliwości zmysłów lekarza-diagnosty
2. Standardy zapisu sygnałów biomedycznych
3. Interoperacyjność

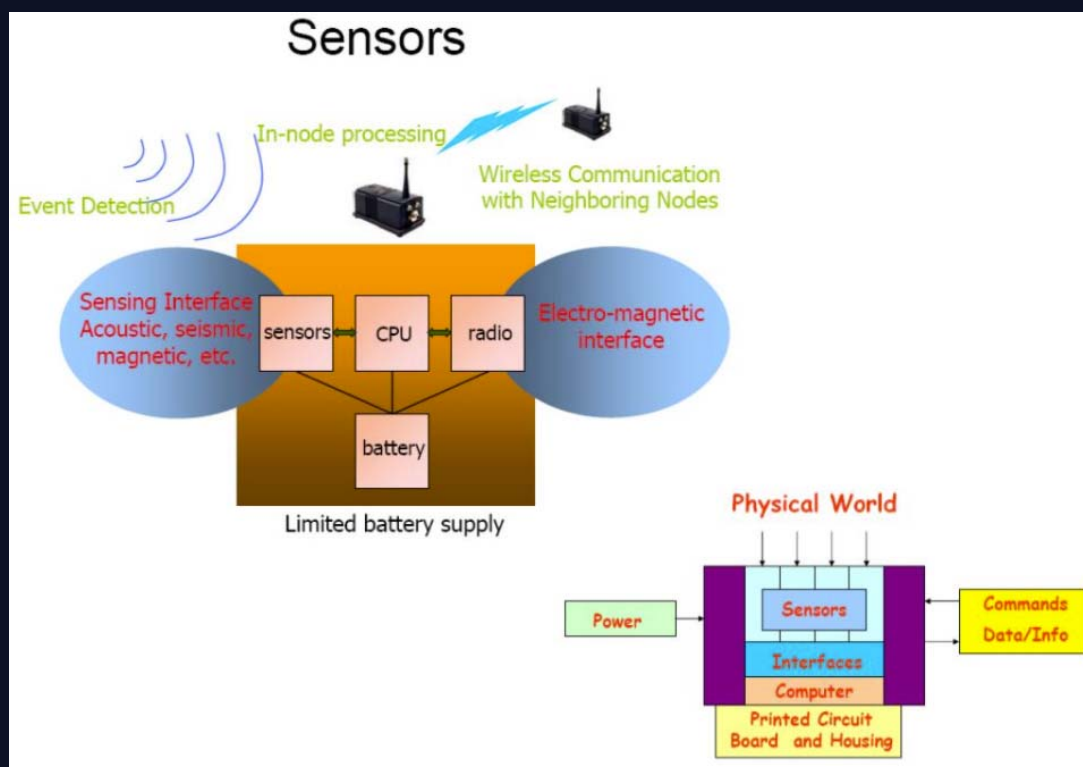
Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

Diagnoza medyczna – za pośrednictwem różnych sygnałów – wspomagana jest przez wiele różnych rodzajów systemów technicznych informujących o stanie pacjenta.

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

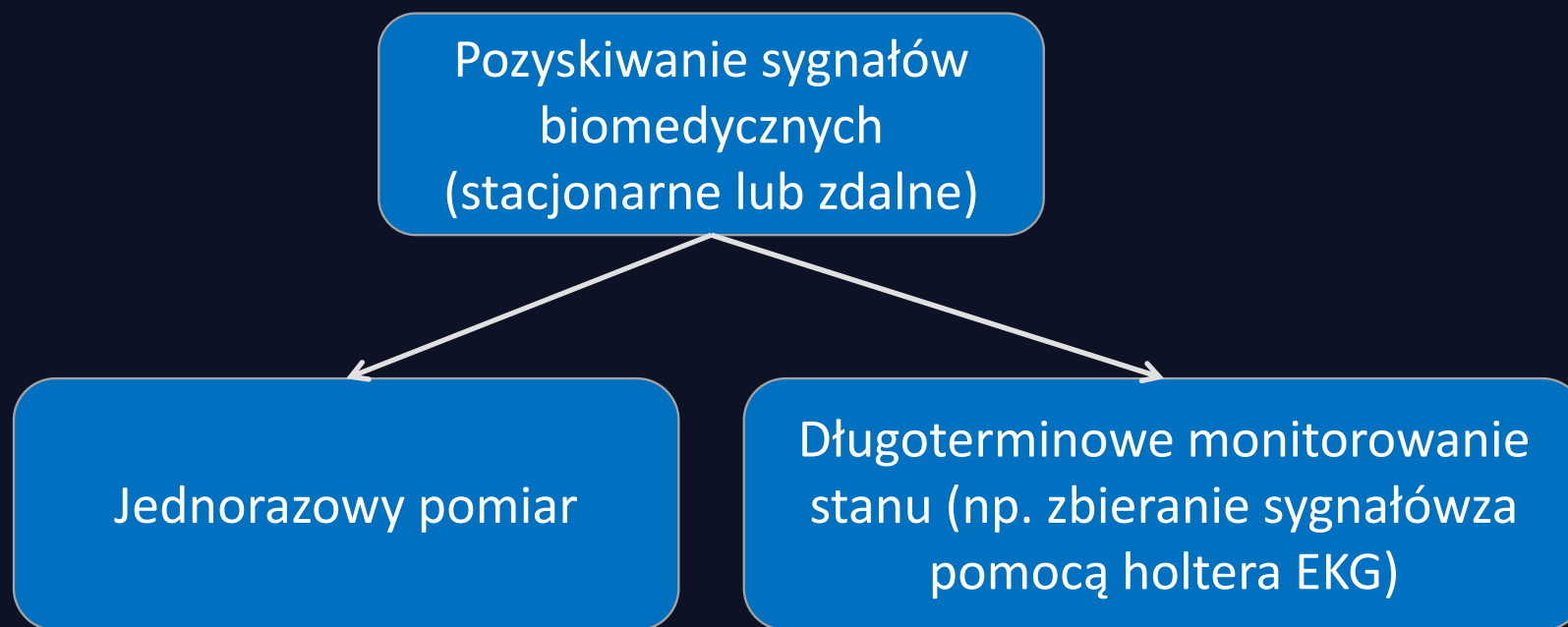
- Prawidłowe i naturalne procesy w narządach – sygnały mają rozpoznawalną postać;
- Sygnały generowane przez chore tkanki czy narządy różnią się od tych zbieranych z prawidłowych;
- Aparatura rejestrująca sygnały może wykryć na podstawie odmiennych sygnałów chorobę oraz zlokalizować jej źródło.

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych



Rys. Typowa konfiguracja aparatury do zbierania sygnałów z narządów człowieka
<http://www.cs.pitt.edu/~mosse/courses/cs2001/UbiCare.pdf>

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych



Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych



Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

- Pomiar sygnałów za pomocą czujników:
- Temperatura;
- Ciśnienie krwi;
- Puls;
- Cukier we krwi;
- EKG (częstość akcji serca);
- Częstość oddechów;
- itd.

Zalety

- Brak "błędów ludzkich" - brak nieodebranych odczytów
- Bardziej dokładny
- Monitorowanie w czasie rzeczywistym
- Automatyczny pomiar trendów

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

- **Monitorowanie pacjenta** – stały odbiór i ciągła analiza sygnałów przez pewien okres czasu (stacjonarne/zdalne)
- Zbieranie sygnałów podczas monitorowania pacjenta nie może być zakłócone;
- Użyteczne sygnały biomedyczne są często trudne do uzyskania (SNR, *Signal-to-Noise ratio*), np. biopotencjały;
- Sygnały bezpośrednie są często trudne do bezpośredniego pomiaru – wykorzystuje się sygnały pośrednie związane z danym narządem

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

Monitorowanie pacjentów:

- OIOM;
- Pacjenci w trakcie operacji;
- Pacjenci w okresie przed- i pooperacyjnym;
- Pacjentki z zagrożoną ciążą w okresie okołoporodowym oraz w trakcie porodu;
- Pacjenci z problemem kardiologicznym;
- Osoby z cukrzycą (typ I), itd.

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

- **Powszechnie znane procedury diagnostyczne**
- elektrokardiografia (kardiologia)
- elektroencefalografia
- elektromiografia
- audiometria
- elektronystagmografia (badanie diagnostyczne narządu równowagi)
- kardiokardiotokografia (monitorowanie czynności serca płodu z jednoczesnym zapisem czynności skurczowej macicy)
- spirometria
- elektrookulografia

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

Typ sygnału	Przykład badania
Mechaniczny	Rejestracja: ciśnienie krwi, oddech, siłą wywierana przez kończyny, przepływ gazów i płynów ustrojowych, itd.
Elektryczny	Rejestracja sygnałów odwzorującego: - EKG, EEG, elektromiogram, elektroenterogram
Magnetyczny	Magnetokardiografia
Chemiczny	Rejestracja zmian stężenia hormonów we krwi, analizy laboratoryjne
Akustyczny	Audiometria, akwizycja sygnału mowy
Termiczny	Pomiar temperatury ciała

Tab. 1 Przykładowa lista sygnałów używanych w informatyce medycznej

Komputerowe przetwarzanie sygnałów medycznych

- Sygnały mechaniczne są trudne do pomiaru;
- Do badania mięśni wykorzystuje się sygnały bioelektryczne (np. napięcie, elektromiografia);
- Elektryczna aktywność serca nie jest istotą jego działania, gdyż serce pracuje jako pompa tłocząca krew, a nie generator elektrycznych impulsów. Jednak elektryczną aktywność serca łatwiej obserwować i mierzyć niż jego podstawowe funkcje, stąd EKG.
- Źródła najkorzystniejszych sygnałów są często trudno dostępne, a badania uciążliwe dla pacjenta;
- Zazwyczaj wykorzystuje się sygnały, których pozyskanie jest nieuciążliwe i mało inwazyjne.

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

Aby dane na temat stanu zdrowia mogły być udostępniane oraz wymieniane pomiędzy oddziałami bądź jednostkami służby zdrowia, istnieje potrzeba stosowania standardów, do którego dostosują się strony wymieniające dokumentację w sposób elektroniczny.

Obecnie istnieje wiele unormowanych sposobów opisu danych medycznych. Przykłady standardów:

- **HL7** - standard wymiany danych w postaci tekstowej używany w USA
- **EDIFACT** - standard używany w Europie oraz wdrażany w Polsce
- **DICOM** - standard wymiany danych zawierających obrazy medyczne (przeznaczone dla sygnałów towarzyszących obiektom obrazowym i umożliwiają ich wspólną analizę, a także umożliwiają dołączenie parametrów diagnostycznych zgodnie z formatem raportu strukturalnego)

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- **standard MFER** (*Medical Waveform Format Encoding Rules*); ISO/TS 22077-2:2015 - kodowanie dowolnych sygnałów medycznych
- Ujednolicenie zapisu sygnałów surowych, jakie produkują różne urządzenia medyczne
- Specyfikacja zakłada harmonizację ze standardami **HL7, DICOM i IEEE 1073**
- **Inicjatywa Open ECG**

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- Format MFER może służyć do opisu każdego rodzaju sygnałów:
- 12-odprowadzeniowego elektrokardiogramu
- 24-godzinnego zapisu holterowskiego
- sygnału nadzoru kardiologicznego
- wektokardiogramu
- elektroencefalogramu i wielu innych

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- HL7 (Health Level 7 - <http://www.hl7.org/>) jest standardem wymiany danych elektronicznych pomiędzy instytucjami medycznymi. Jest zdefiniowany jako niezależny od systemu komputerowego oraz protokołu komunikacyjnego używanego do wymiany danych. Jest rozszerzalny i to w taki sposób, że jego rozbudowa nie powoduje konieczności wymiany systemów korzystających ze starszych wersji.
- W odróżnieniu od większości innych standardów, które skupiają się na wymaganiach specyficznych dla określonych działów nauk medycznych, HL7 proponuje rozwiązania, które mogą być wykorzystywane w każdej instytucji medycznej, niezależnie od charakteru jej pracy. Standard opisuje szereg rozwiązań, które pozwalają istniejącym, dojrzałym systemom medycznym na integrację z nowymi, zgodnymi z HL7, znacząco rozszerzając w ten sposób zasięg dostępności danych medycznych. Pozwala także na współpracę z innymi nowoczesnymi standardami, takimi jak np. DICOM i XML.

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

HL7 (Health Level 7 - <http://www.hl7.org/>) – zastosowanie/cechy:

- księgowość, jakość (*Accountability, Quality and Performance*),
- bank krwi (*Blood Bank*),
- roszczenia (*Claims Attachments*),
- wspomaganie decyzji klinicznych (*Clinical Decision Support / Arden Syntax*),
- wymiana wiadomości w oparciu o komponenty (*Component Based Messaging*),
- zgodność (*Conformance*),

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

HL7 (Health Level 7 - <http://www.hl7.org/>) – zastosowanie:

- kontrola i zapytania (*Control/Query*),
- hurtownie danych (*Data Warehousing*),
- edukacja (*Education*),
- projekty rządowe (*Government Projects*),
- opieka domowa - leczenie długookresowe (*Home Health/Long Term Care*),
- zarządzanie obrazami medycznymi (*Image Management*),
- implementacje (*Implementation*),
- itd.

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- **Problemy związane z nadmiarowością sygnałów** (np. rejestracja sygnału EKG przez całą dobę);
 - metody kompresji sygnału (bezstratna, stratna)

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- **Standard SCP-ECG** (nie jest rozwijany) - strukturalna postać informacji kardiologicznej dostosowanej do schematu narzuconych sekcji;
 - Każda z sekcji składa się z nagłówka definiującego rodzaj i długość danych oraz z identyfikatora sekcji i wersji protokołu; itd.
 - Sekcja wskaźników reprezentuje spis treści rekordu SCP;
 - Sekcja nagłówkowa może zawierać do 35 znaczników (tagów) opisujących podstawowe informacje
- (np. Sekcja 1: SCP-ECG Drugs coding (Tag 10), Medical History codes (Tag 32) and Electrode configuration Codes (Tag 33), **Implanted Cardiac Devices** (Tag 36, based on the NASPE/BPEG coding systems)
- Opcjonalna sekcja 2 zawiera informacje na temat sposobu zakodowania surowego sygnału EKG zapisanego w sekcjach 5 i 6.

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- Sekcja 3 zawiera definicję odprowadzeń użytych podczas akwizycji elektrokardiogramu
- Wypełnianie kolejnych nieobowiązkowych sekcji zdefiniowanych przez standard SCP (4, 5, 7 i dalszych) wymaga zastosowania coraz bardziej zaawansowanej analizy EKG i wykorzystuje silną kardiologiczną orientację tego standardu.
- Sekcje 7, 8 i 9, wraz z sekcjami 10 i 11 są przeznaczone do implementacji w zaawansowanej elektrokardiografii wyposażonej w mocny procesor i algorytm automatycznej interpretacji zapisu.
- 2016 r.: 18 sekcji

Standardy zapisu sygnałów biomedycznych

- **SCP zawiera:**
- Standardowe bezstratne kodowanie elektrokardiogramu
- Specyfika algorytmu kompresji wykorzystującego parametry diagnostyczne elektrokardiogramu i dedykowanego sygnału

Interoperacyjność

- Współczesne systemy informatyki medyczne powstają i są rozwijane w taki sposób, że wiele ich segmentów powstaje i rozwija się niezależnie, zwykle w oparciu o aparaturę specjalistyczną zakupywaną wraz z komputerami i oprogramowaniem
- **Konieczność interoperacyjności**, to znaczy takiego systemu uzgodnień formatów danych i sposobów ich interpretacji
- Dla wielu danych zbieranych z różnych źródeł elementem scalającym jest **standard HL7**

Interoperacyjność

- **standard IEEE 1073/11073**
- monitorowanie chorych podczas transportu (przewodowe i bezprzewodowe),
- usługi ogólnego przeznaczenia (np. przeglądane zdalnie i wyzwalane zdarzeniem),
- dane urzędów zgodne z obiektowym modelem danych, terminologią i zasadami kodowania typowymi dla sygnałów elektrofizjologicznych,
- opcjonalne składniki typowe dla specyficznych wymagań aplikacji,
- interfejsy komunikacji i współpracy sieciowej (w tym konwertery) i usługi wbudowujące dane zgodne ze standardem 11073 w obiekty HL7 i DICOM.

Interoperacyjność

Dla wymiany zapisów archiwalnych, na przykład pomiędzy laboratoriami analizy snu (polisomnografia), została przeniesiona z IEEE 1073 specyfikacja ENV 14271 (*File Exchange Format*) używana w tym specyficznym obszarze. Jednak konieczność zapewnienia interoperacyjności różnych systemów zmusza do wciąż nowych wysiłków w tym zakresie.

Parametryzacja MPEG7

- **MPEG-7** *Multimedia Content Description Language*
- **ISO/IEC 15938: MPEG7**
 - Standard dostarcza technologii do opisu źródeł, które pozwalają na opis zawartości multimedialnej w środowisku multimedialnym
 - Standard międzynarodowy zatwierdzony we wrześniu 2001 r.

[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Parametryzacja MPEG7

- **MPEG-7 GŁÓWNE ELEMENTY STANDARDU**

- **deskryptory (D, ang. *Descriptors*)** – sposób opisu poszczególnych cech (elementów metadanych),
- **schematy opisu (DS, ang. *Description Schemes*)** – sposób opisu relacji (struktury i składni) między deskryptorami (również pomiędzy różnymi schematami deskryptorów),
- **język definicji deskryptorów (DDL, ang. *Description Definition Language*)** – język do tworzenia opisów (również do tworzenia nowych schematów lub deskryptorów),
- **schematy klasyfikacji (CS, ang. *classification schema*)** – pojęcia i znaczenia używane do opisu danych

Parametryzacja MPEG7

PART III Audio

[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Parametryzacja MPEG7

MPEG-7 GRUPY DESKRYPTORÓW AUDIO NISKIEGO POZIOMU

- **Podstawowe (Basic)** *AudioWaveform, AudioPower*
- **Podstawowe deskrytory widmowe (Basic Spectral)** *AudioSpectrumEnvelope, AudioSpectrumCentroid, AudioSpectrumSpread, AudioSpectrumFlatness*
- **Parametry Sygnału (Signal Parameters)** *AudioFundamentalFrequency, AudioHarmonicity*
- **Parametry czasowe barwy dźwięku (Timbral Temporal)** *LogAttackTime, TemporalCentroid*
- **Parametry widmowe barwy dźwięku (Timbral Spectral)**
SpectralCentroid, HarmonicSpectralCentroid, HarmonicSpectralDeviation, HarmonicSpectralSpread, HarmonicSpectralVariation
- **Deskrytory dynamicznego opisu widma sygnału (Spectral Basis)** *AudioSpectrumBasis, AudioSpectrumProjection*
- **Cisza (Silence)**

[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Parametryzacja MPEG7

**MPEG-7 GRUPY
DESKRYPTORÓW AUDIO
NISKIEGO POZIOMU**
[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Audio Framework

Silence Description

Timbral Temporal

Log Attack Time Description
Temporal Centroid Description

Basic Spectral

Audio Spectrum Envelope Description
Audio Spectrum Centroid Description
Audio Spectrum Spread Description
Audio Spectrum Flatness Description

Basic

Audio Waveform Description
Audio Power Description

Timbral Spectral

Harmonic Spectral Centroid Description
Harmonic Spectral Deviation Description
Harmonic Spectral Spread Description
Harmonic Spectral Variation Description
Spectral Centroid Description

Spectral Basic

Audio Spectrum Basis Description
Audio Spectrum Projection Description

Signal Parameters

Audio Harmonicity Description
Audio Fundamental Frequency Description

Parametryzacja MPEG7

PART IV Video

[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Parametryzacja MPEG7

- **Podstawowe**

Grid Layout, Time Series, Multiple View, Spatial 2D Coordinates, Temporal Interpolation

- **Koloru**

Color Space, Color Quantization, Dominant Color, Scalable Color (Histogram), Group of Frames Histogram, Color Structure, Color Layout

- **Tekstury**

Homogeneous Texture, Texture Browsing, Edge Histogram

- **Kształtu**

Region Shape, Contour Shape, Shape 3D

- **Ruchu**

Camera Motion, Motion Trajectory, Parametric Motion, Motion Activity

- **Lokalizacji**

Region Locator, Spatio-temporal Locator)

[https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7\]](https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7)

Parametryzacja MPEG7

- Camera Motion
- Motion Trajectory
- Parametric Motion
- Motion Activity

- Color Space
- Color Quantization
- Dominant Color
- Scalable Color (Histogram)
- Group of Frames Histogram
- Color Structure
- Color Layout

- Homogeneous Texture
- Texture Browsing
- Edge Histogram

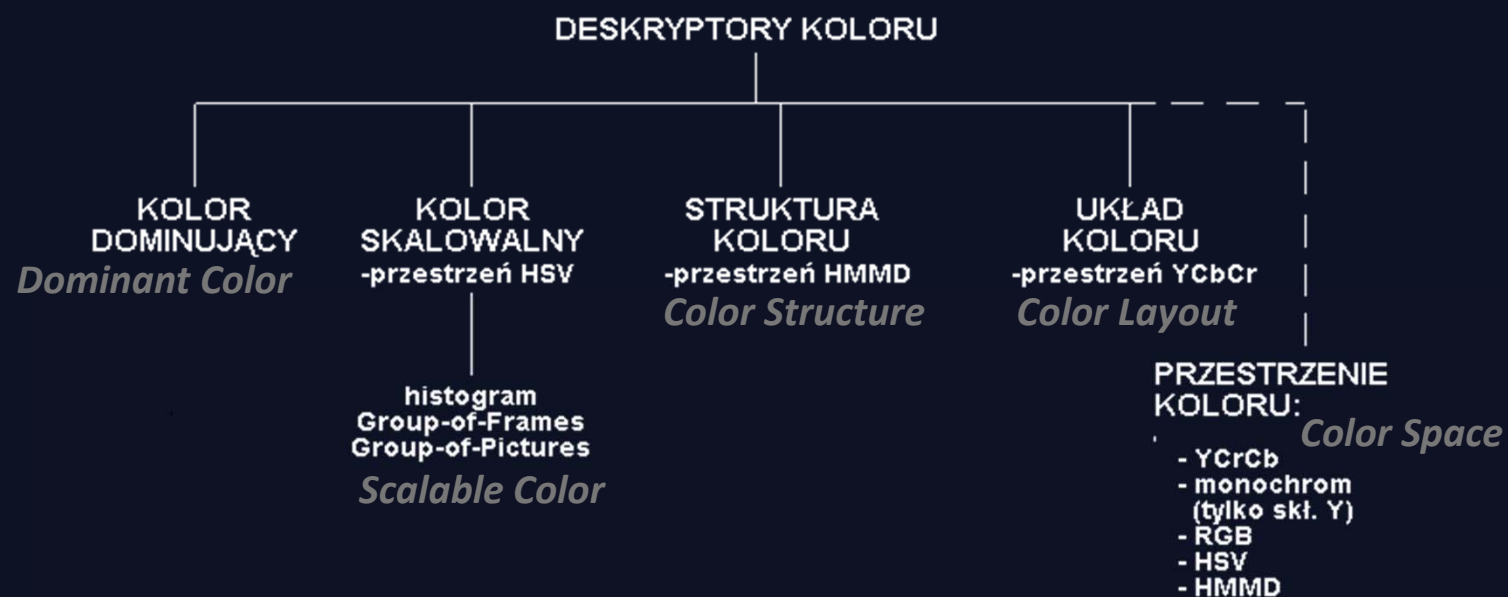


- Region Locator
- Spatio-temporal Locator

- Region Shape
- Contour Shape
- Shape 3D

[<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]

Parametryzacja MPEG7



- [<https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>]



POLITECHNIKA
GDAŃSKA

AI TECH



Dziękuję

Bożena Kostek



Fundusze
Europejskie
Polska Cyfrowa



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

Program Operacyjny Polska Cyfrowa na lata 2014-2020.

Oś priorytetowa nr 3 „Cyfrowe kompetencje społeczeństwa”, działanie nr 3.2 „Innowacyjne rozwiązania na rzecz aktywizacji cyfrowej”.

Tytuł projektu: „Akademia Innowacyjnych Zastosowań Technologii Cyfrowych (AI Tech)”.