

Badania z zakresu sztucznej inteligencji prowadzone w Instytucie Informatyki UJ

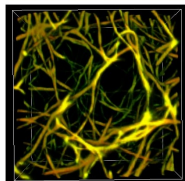
Stanisław Brodowski, Ewa Matczyńska,
Włodzimierz Moczurad, Igor Podolak, Marek Skomorowski,
Jacek Śmietański, Bartosz Zieliński, Marcin Żelawski

16 listopada 2012

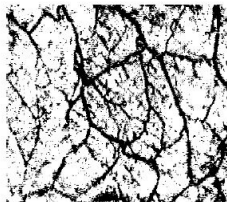
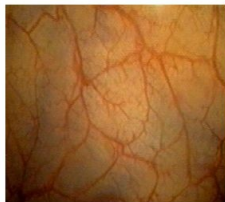
Obiekty o strukturze liniowej

M. Mrozek, M. Żelawski, A. Krajniak, A. Gryglewski and S. Han, "Homological methods for extraction and analysis of linear features in multidimensional images", Pattern Recognition, Volume 45, Issue 1, pp. 285-298, 2012.

- Ekstrakcja liniowych struktur z zaszumionych obrazów w dowolnym wymiarze ("globalna informacja").
- Analiza i charakterystyka liniowych struktur (np. zliczanie rozgałęzień).
- Przykłady zastosowań: zdjęcia endoskopowe jelita grubego (2D), zdjęcia lotnicze i obrazy satelitarne (2D), obrazy włókien kolagenowych (3D).



Obiekty o strukturze liniowej cd.



EXTRACTION
RECONSTRUCTION



EXTRACTION
RECONSTRUCTION



Inne zastosowania i dalsze kierunki badań

- Inne zastosowania:

- Wykrywanie patologicznych zmian w mózgu (MRI).
- Rozpoznawanie wzorców (dowolny wymiar, np. pismo ręczne).



- Dalsze badania:

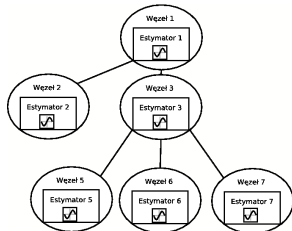
- Analiza i wykrywanie patologii w strukturze naczyń krwionośnych jelita grubego na zdjęciach endoskopowych.
- Analiza i różnicowanie włókien kolagenowych w 4D (czas).
- Analiza pierwiastkowa w schorzeniach neurodegeneracyjnych (synchrotron).
- Diagnostyka osteoporozy.
- Homologie a analiza danych wielowymiarowych (data mining, analiza predykcyjna, machine learning) ?

Wprowadzenie

- Predykcja zmiennej o wartościach z przedziału rzeczywistego (wielowymiarowego).
 $Y = f(X) + \varepsilon$, gdzie f – nieliniowe.
- Na podstawie zbioru uczącego – uczenie nadzorowane.
- Np. przewidywanie zużycia energii elektrycznej, wartości rynkowej.
- Schemat algorytmu o możliwych różnych szczegółowych realizacjach.

Rozwiązanie

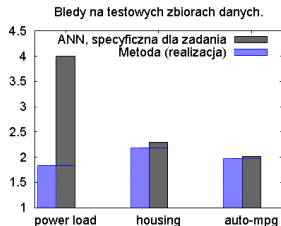
- Łączy wiele prostych rozwiązań (najczęściej prosta sieć neuronowa) w jedno o większej skuteczności (por. "boosting").
- Automatyczny podział na nakładające się podproblemy.
- Nieregularna, zależna od problemu struktura drzewa podproblemów i ich rozwiązań.
- *Zmienne wagi węzłów*– w zależności od przykładu.



Wyniki

Wyniki dla przykładowych problemów →
 Wyniki teoretyczne np.:

$$E(\tilde{g}_i, \mathbf{S}) = \sum_{j=0}^{N(i)} \frac{|\mathbf{S}_{P(i,j)}|}{n_i \cdot |\mathbf{S}|} E(\tilde{g}_{(i,j)}, \mathbf{S}_{(i,j)}) + \tau - \bar{\rho}$$

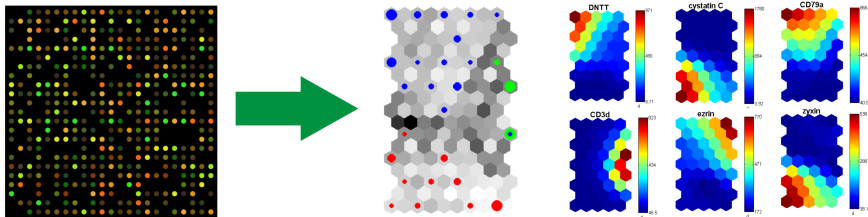


Dalsze prace:

- Bardziej "inteligentny" podział na podproblemy i ważenie.
- Wewnętrzna kontrola generalizacji.
- Użycie w systemach hybrydowych.
- Specjalny przypadek – zmienna czasu.

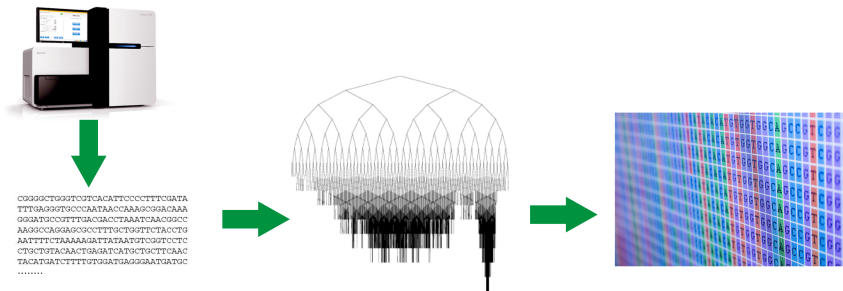
Analiza ekspresji genów za pomocą Map Kohonena

- dane pochodzące z badań mikromacierzowych i RNAseq
- klastrowanie, klasyfikacja, wyszukiwanie genów-markerów



Monte Carlo Planning w problemie sequence assembly

- Next generation sequencing - miliony krótkich odczytów
- wyszukanie optymalnego złożenia za pomocą ukierunkowanego przeszukiwania przestrzeni

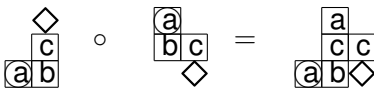


Figury zaczepione

- *Figury zaczepione* to dwuwymiarowe uogólnienie słów: etykietowane poliomina (skończone i spójne podzbiory \mathbb{Z}^2), z wyróżnionym punktem początkowym i końcowym.
- Określamy dwa rodzaje konkatencji figur: z funkcją łączącą (co pozwala rozstrzygać konflikty przy nakładaniu się figur) i bez. Otrzymujemy monoid, w którym rozważamy deszyfrowalność kodów.
- Deszyfrowalność może być jednoznaczna (UD), z dokładnością do wielozbioru (MSD), z dokładnością do zbioru (SD) lub z dokładnością do liczby elementów (ND).
- Przykładowo, kod X jest UD, jeśli dla dowolnych $x_1, x_2, \dots, x_m, y_1, y_2, \dots, y_n \in X$ warunek $x_1 x_2 \dots x_m = y_1 y_2 \dots y_n$ pociąga $m = n$ oraz $x_i = y_i$ dla $i = 1, 2, \dots, n$.
- W gruncie rzeczy: składamy obrazki z klocków. Interesują nas takie zbiory klocków (kody), z których dowolny obrazek da się złożyć na co najwyżej jeden sposób.

Przykłady

Przykład konkatencji figur:



Kółko oznacza punkt początkowy, romb — punkt końcowy.
Przyjmujemy funkcję łączącą $m(p, q) = p$.

Przykład kodu jednoznacznie deszyfrowalnego (UD) i nie:

- $X = \{ \boxed{a} \diamond, \boxed{a} \}$ jest UD

- $X = \{ w = \boxed{a} \boxed{a} \diamond, x = \boxed{a} \boxed{a} \diamond, y = \boxed{a} \diamond, z = \boxed{a} \}$
nie jest UD, gdyż

$$wx = yz = \begin{array}{cc} \boxed{a} & \boxed{a} \\ \boxed{a} & \boxed{a} \end{array} \diamond$$

Rozstrzygalność sprawdzania deszyfrowalności

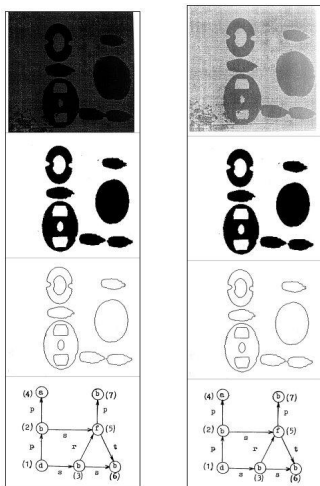
W zależności od geometrii kodu (jednostronne, dwustronne, dwustronne z równoległymi wektorami translacji) i rodzaju konkatenacji (z funkcją łączącą lub bez), mamy następujące wyniki dla rozstrzygalności sprawdzania deszyfrowalności poszczególnych typów (UD, MSD, ND, SD). Tam, gdzie odpowiedź jest pozytywna (+), istnieje konstruktywny algorytm weryfikacji.

	UD	MSD	ND	SD
Jednostronne bez f.ł.	+	+	+	+
Jednostronne z f.ł.	+	+	+	+
Dwustronne bez f.ł.	-	-	-	-
Dwustronne z f.ł.	+	+	+	?
Dwustronne z r.w.t., bez f.ł.	+	+	+	+
Dwustronne z r.w.t., z f.ł.	+	+	+	?

Zamierzenia

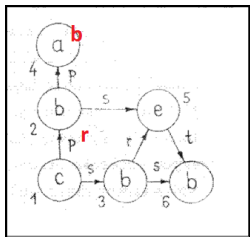
- Granice rozstrzygalności (np. graniczne rozmiary zbiorów) dla tych przypadków, w których deszyfrowalność nie jest w ogólności rozstrzygalna.
- Zliczanie kodów, w tym gęstość asymptotyczna kodów deszyfrowalnych.
- Kody synchronizujące, umożliwiające powrót do poprawnego dekodowania po wystąpieniu błędu.
- 'Ratowanie' twierdzenia o defekcie, czyli charakteryzacja kodów, dla których własność defektu zachodzi.

Wprowadzenie



- Problem rozpoznawania nieznanego obrazu, reprezentowanego przez graf g , polega na ustaleniu, czy graf g należy do języka $L(G)$, generowanego przez gramatykę grafową G .
- Zniekształcenia obrazów - mogą dotyczyć zarówno składowych pierwotnych obrazu (wierzchołki grafu np. **b**), jak również relacji między nimi (krawędzie grafu, np. **r**).

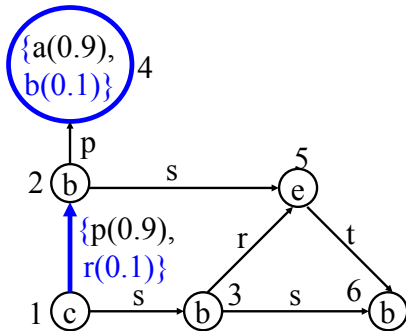
Cel



Celem było skonstruowanie efektywnego, o złożoności $O(n^2)$, algorytmu rozpoznawania obrazów zniekształconych.

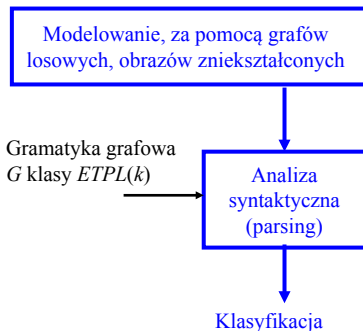
Graf losowy i graf wynikowy

- W celu uwzględnienia wszystkich możliwych zniekształceń zaproponowany został pewien został **graf losowy**.
- **Graf wynikowy** - graf otrzymany z grafu losowego przez wybranie tylko jednej z możliwych etykiet dla każdego wierzchołka i krawędzi.



Graf losowy i graf wynikowy

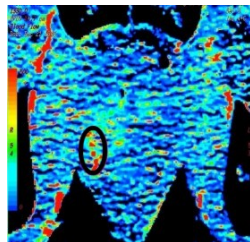
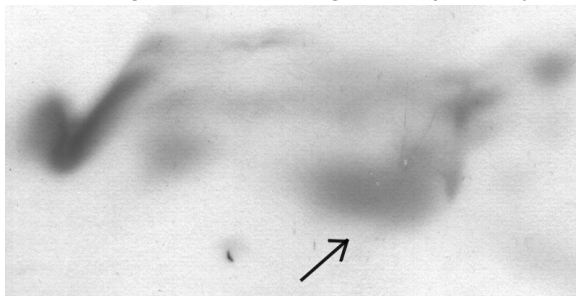
Problem rozpoznawania nieznanego **zniekształconego** obrazu, reprezentowanego przez **graf losowy** R , polega na ustaleniu, czy **graf wynikowy** g otrzymany z **grafu losowego** R należy do języka $L(G)$, generowanego przez gramatykę grafową G .



Wprowadzenie

Przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów medycznych:

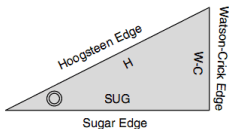
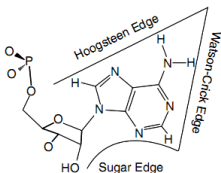
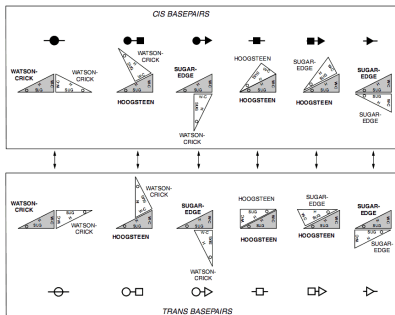
- poszukiwanie patologicznych białek we krwi,
- diagnoza wczesnego raka prostaty.



Wprowadzenie

Przewidywanie oddziaływań w cząsteczkach RNA:

- rozmyte dane wejściowe,
- model siatkowy,
- identyfikacja wszystkich typów par.



Wprowadzenie

Aktualne zainteresowania / plany na przyszłość:

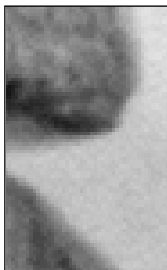
- przewidywanie interakcji RNA-RNA, RNA-białko, białko-białko,
- przewidywanie struktury przestrzennej oraz funkcji RNA i białek,
- modelowanie szlaków metabolicznych oraz sieci interakcji,
- siRNA.

Wprowadzenie

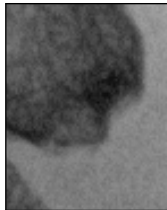
Żmudna i czasochłonna diagnostyka reumatoidalna oparta na analizie zdjęć rentgenowskich rąk.



Anatomia
radiologiczna



Zdrowy staw



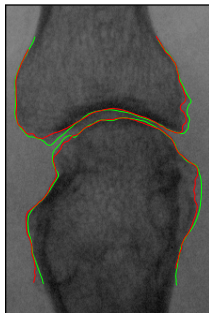
Nadżerka
(ubytek
kostny)



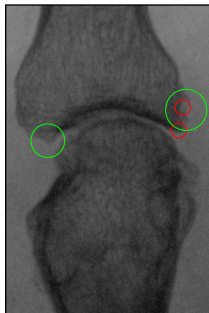
Osteofit
(narośl
kostna)

Dotychczas uzyskane rezultaty

- Wieloetapowy algorytm, wykorzystujący analizę przekrojów obrazu, segmentację lokalną opartą na metodzie rozrostu obszaru, metodę aktywnego konturu, języki opisu kształtów.
- Uzyskiwanie obrysów powierzchni stawowych oraz lokalizacji nadżerek i osteofitów.
- Testy na 120 zdjęciach.



Obrysy
powierzchni
stawowych



Lokalizacje
objawów
chorobowych

Dalsze kierunki badań

- Kontynuacja dotychczasowych badań:
 - wykrywanie innych objawów chorobowych,
 - inferencja gramatyk (gramatyki odpowiadające objawom chorobowym).
- Współbieżne przetwarzanie, analiza i rozpoznawanie obrazów.

Dziękujemy za uwagę!