



Technical University of Lodz
Institute of Electronics

Komputerowa analiza obrazów z endoskopu bezprzewodowego dla diagnostyki medycznej

Piotr M. Szczypiński

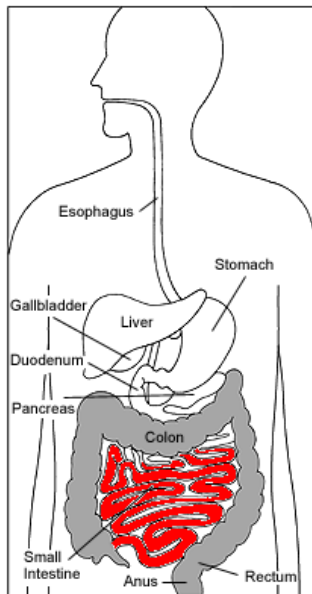
Kollokwium habilitacyjne
16 kwietnia 2013



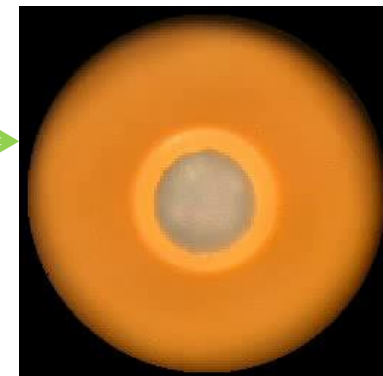
Endoskopia bezprzewodowa



Kapsułka typu SB
Źródło: [GivenImaging®](#)

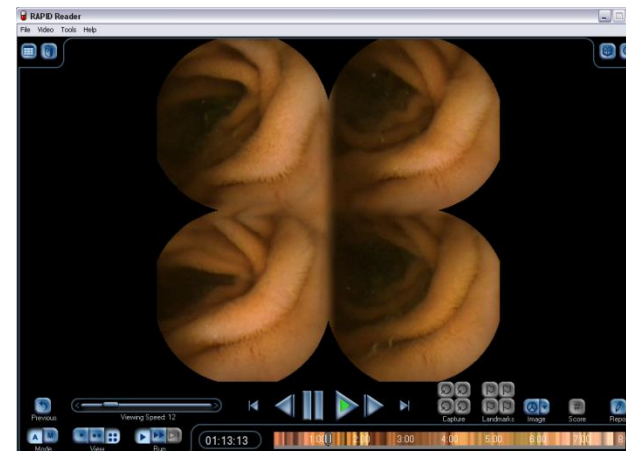


Anteny odbiorcze i rejestrator
Źródło: [GivenImaging®](#)



Przykład filmu

Przetwornik CMOS
256 x 256 pikseli
2 obrazy na sekundę
Kąt widzenia 140°
Czas działania ok. 8 godzin



Okno programu RapidReader™

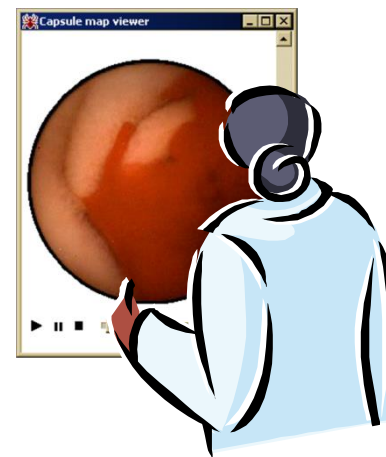


Problemy diagnozowania

- ✓ Zmiany chorobowe widoczne tylko w pojedynczych obrazach (spośród ok. 50000)
- ✓ Analiza filmu jest pracochłonna i długotrwała (ok. 2 godzin)
- ✓ Postawienie diagnozy wymaga obejrzenia całego filmu
- ✓ Prędkość kapsułki nie jest stała

Oczekiwania:

- ✓ Zwiększenie wiarygodności i powtarzalności diagnozy
- ✓ Narzędzia do szybkiej oceny filmu
- ✓ Detekcja i klasyfikacja zmian chorobowych
- ✓ Odtwarzanie filmu z automatycznie dobieraną prędkością





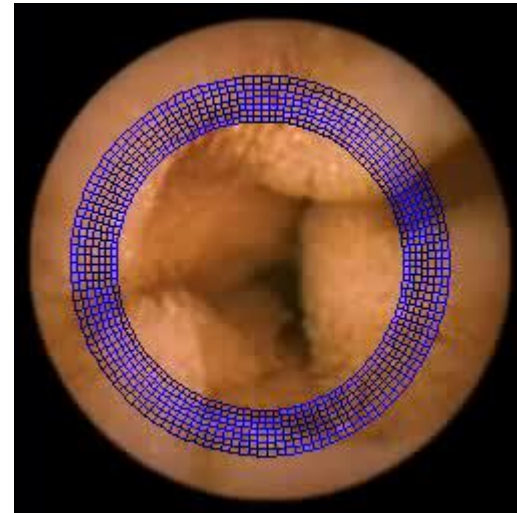
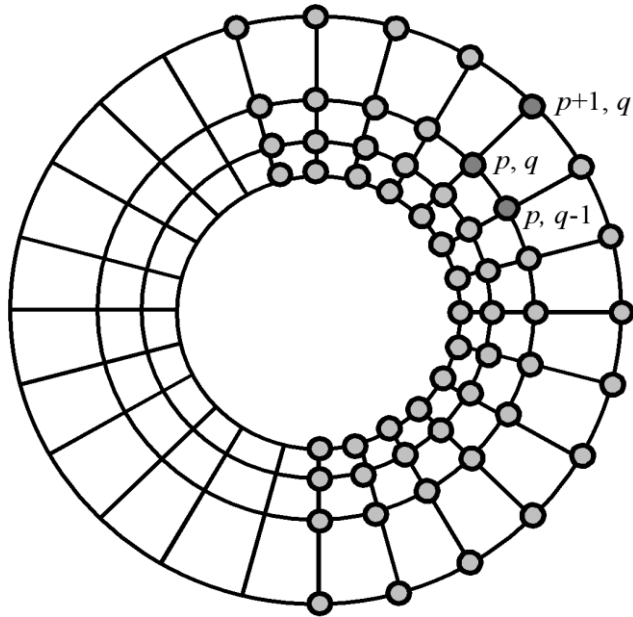
Wybrane kierunki badań naukowych

- ✓ Segmentacja topograficzna – analiza barwy, MPEG-7
([Berens et al. 2006](#), [Duda et al. 2007](#), ...)
- ✓ Detekcja obrazów zmian chorobowych – analiza tekstury i barwy, deskryptory MPEG-7
([Mackiewicz et al. 2008](#), [Coimbra et al. 2005](#), [Baopu & Meng 2008](#), ...)
- ✓ Automatyczny dobór prędkości odtwarzania filmu
([Vilarino et al. 2006](#), [Coimbra et al. 2006](#), ...)
- ✓ Rekonstrukcje przestrzenne
([Karargyris et al. 2010](#), ...)



Deformowalne pierścienie

Śledzenie ruchu ścian przewodu pokarmowego



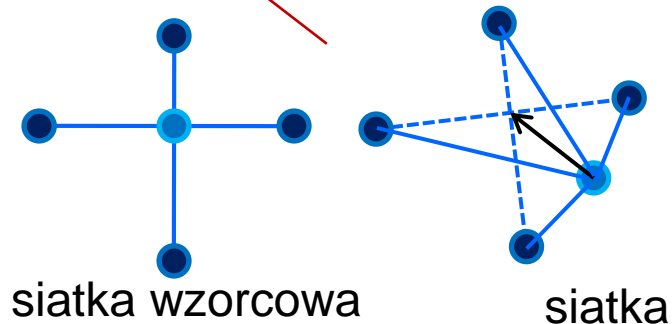
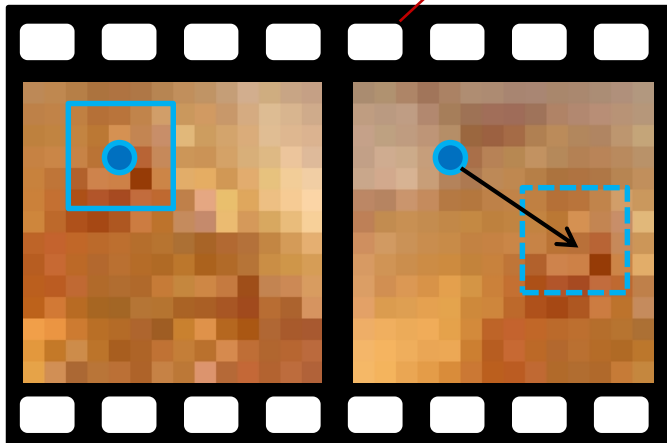


Deformowalne pierścienie

Energia modelu

Węzły przesuwają się w wyniku minimalizacji funkcjonału energii:

$$E_{MDR} = \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q \left(M_{pq}(x_{pq}, y_{pq}) + E_{pq}(x_{pq}, y_{pq}) \right)$$



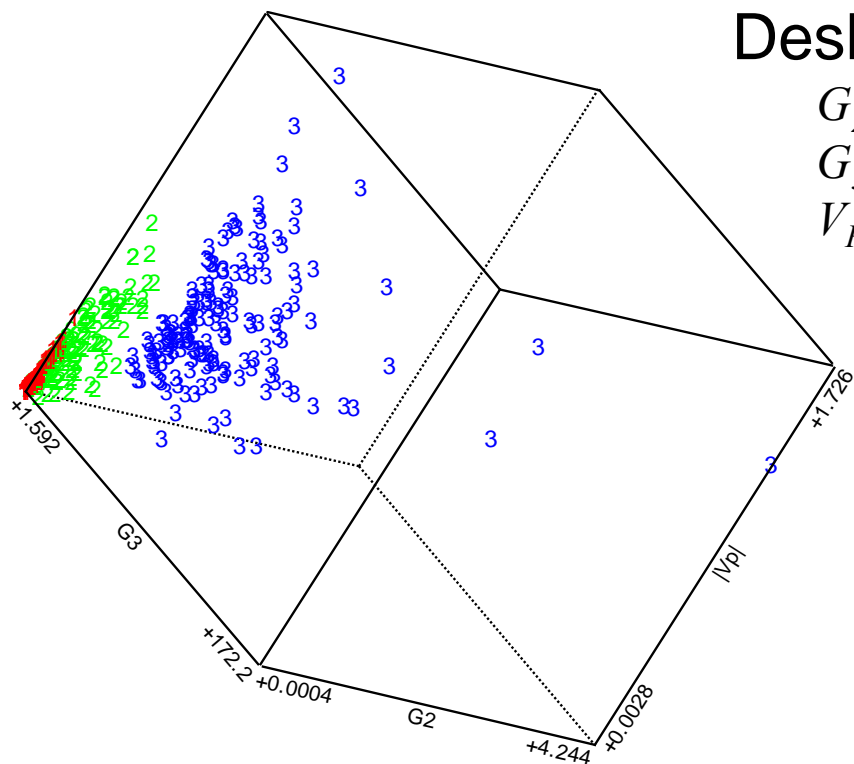
M_{pq} – oddziaływanie obrazu na węzeł

E_{pq} – oddziaływanie pomiędzy węzłami

(x_{pq}, y_{pq}) – współrzędne węzła o indeksach p, q



Analiza ruchu własnego endoskopu



Deskryptory ruchu

G_2 globalna deformacja siatki

G_3 podobieństwo dwóch kolejnych obrazów

V_P estymowana prędkość postępową kapsułki

1 – bezruch

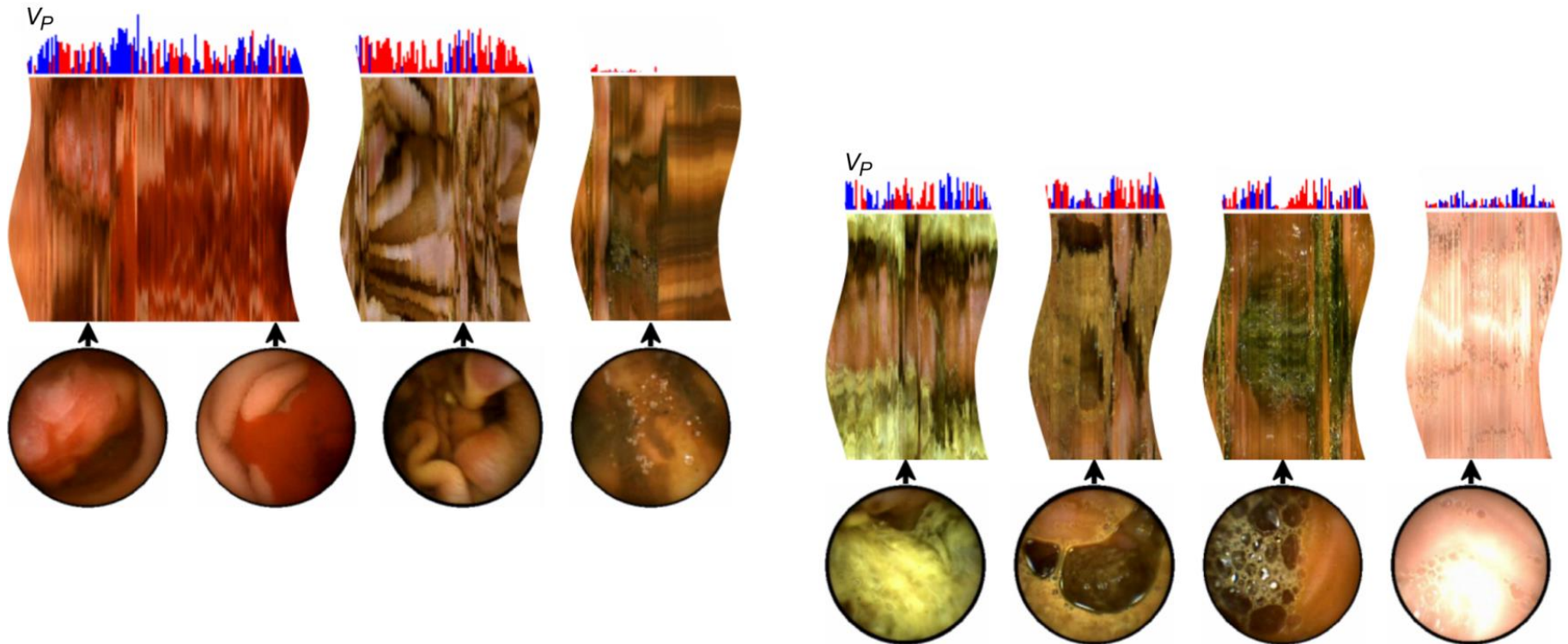
2 – ruchy perystaltyczne,
(płynne zmiany obrazu)

3 – skurcze mieszające,
(zmiany gwałtowne)

✓ Sterowanie odtwarzaniem filmu tak, by ruch obserwowany był jednostajny



Przykłady map



- ✓ *Szybka identyfikacja rozległych zmian chorobowych*
- ✓ *Identyfikacja nieprzydatnych fragmentów filmu*
- ✓ *Wyświetlenie filmu od miejsca na mapie*



Obliczanie lokalnych cech obrazu

The 'Report' window displays the following data:

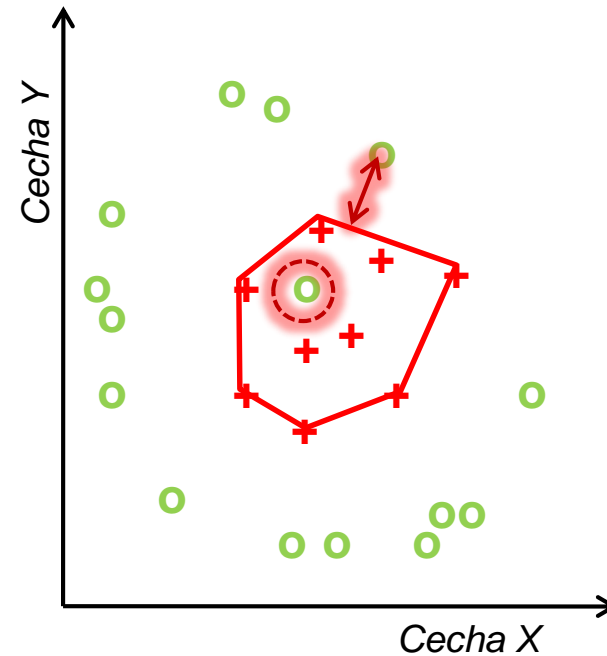
Feature name	Wiz	Wybr	N	N	N
Area	2009	2009	2009	2009	2009
MinNorm	25	145	9	12	150
MaxNorm	263	233	236	245	226
Mean	144.57	189.55	122.88	128.89	188.53
Variance	1562.7	214.99	1434.1	1513.2	163.37
Skewness	-0.19887	-0.74622	0.37509	-0.085797	-0.38815
Kurtosis	-1.3528	-0.4891	-0.96745	-1.2294	-0.38581
Perc.01%	75	155	66	60	158
Perc.10%	88	166	75	74	171
Perc.50%	148	194	117	131	189
Perc.90%	194	206	177	178	204
Perc.99%	201	211	203	195	213
Area_S(1,0)	3916	3916	3916	3916	3916
S(1,0)AngScMom	0.033793	0.026295	0.027302	0.024252	0.016931
S(1,0)Contrast	0.36466	0.83708	0.45199	0.57508	1.2385
S(1,0)Correlat	0.99308	0.98415	0.99131	0.989	0.97735
S(1,0)SumDiSq	26.339	26.409	26.01	26.136	27.344
S(1,0)InvDiMom	0.83177	0.72051	0.79668	0.77252	0.6638
S(1,0)SumAverg	32.876	32.72	32.826	32.757	32.742
S(1,0)SumVarn	104.99	104.8	103.59	103.97	108.14
S(1,0)SumEntrp	1.484	1.5241	1.5402	1.5442	1.6009
S(1,0)Entropy	1.5993	1.7746	1.6918	1.7341	1.9258
S(1,0)DiVarn	0.24826	0.47204	0.28043	0.34948	0.65864
S(1,0)DiEntrp	0.29492	0.41519	0.3244	0.36204	0.47675
Area_S(0,1)	3916	3916	3916	3916	3916



Selekcja cech i klasyfikacja



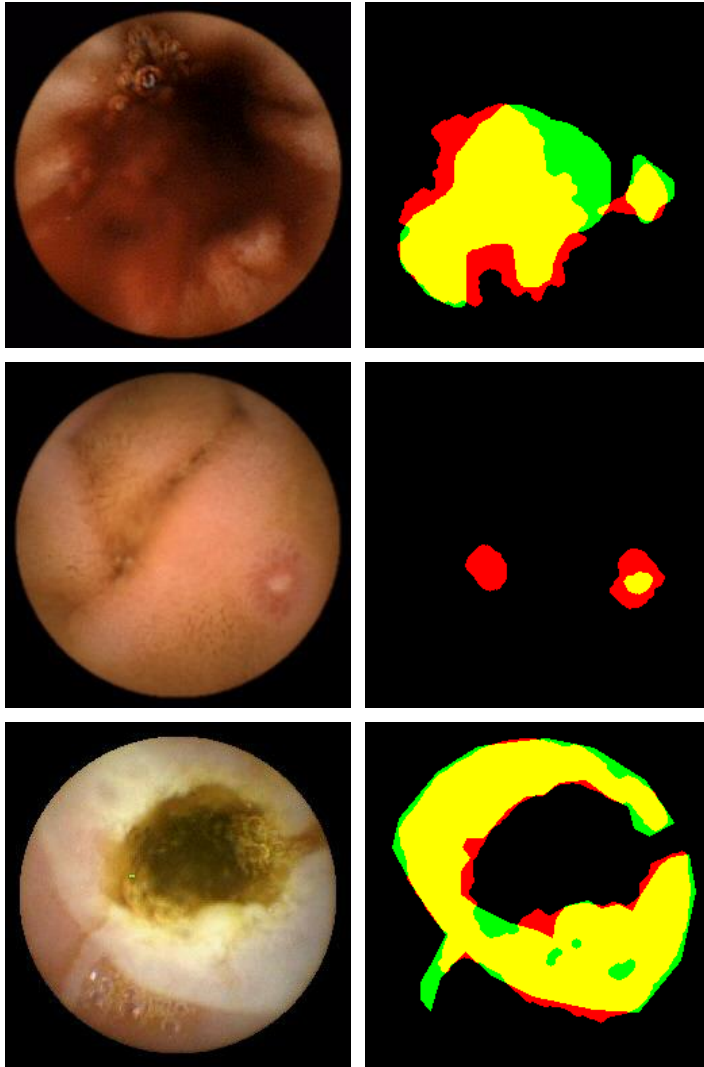
Oryginalny algorytm selekcji cech i klasyfikacji za pomocą wielotopu wypukłego



Ilustracja dla przypadku przestrzeni dwuwymiarowej – wielotop jest wielokątem.



Przykłady walidacji



Obszary zmienione chorobowo:

 *wskazane przez eksperta*

 *oznaczone automatycznie*



Podsumowanie

Oryginalne metody:

- ✓ *Model deformowalny pierścieni koncentrycznych*
- ✓ *Uniwersalna metoda obliczania naprężeń*
- ✓ *Szybki algorytm selekcji cech i klasyfikacji trudno rozdzielnych skupień wykorzystujący wielotop wypukły*

Główne osiągnięcia:

- ✓ *Zwiększenie liczby wykrytych zmian chorobowych*
- ✓ *Zwiększają wiarygodność i powtarzalność wyników diagnozowania*
- ✓ *Opracowanie metod wykrywania zmian chorobowych o skuteczności nieosiągalnej dla innych stosowanych metod*
- ✓ *Nie wymagają wprowadzania zmian konstrukcyjnych w endoskopie*
- ✓ *Nie wykorzystują dodatkowych sposobów obrazowania*
- ✓ *Opracowane programy komputerowe udostępniono w Internecie*
- ✓ *Konieczność przeprowadzenia badań klinicznych w celu bardziej wszechstronnej walidacji zaproponowanych metod*

