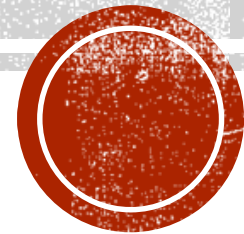


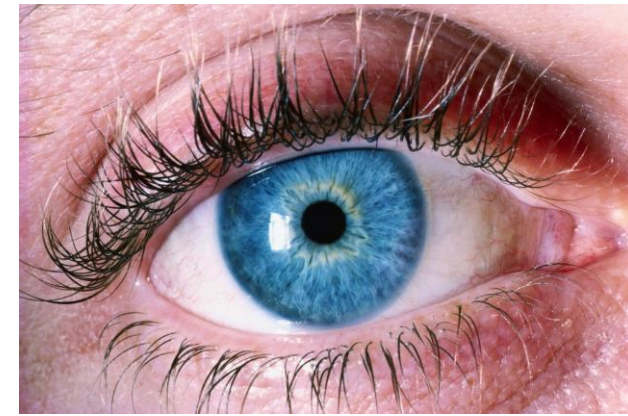
SALIENCY MAPS

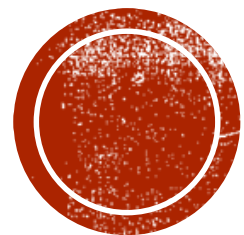
Patrik Polatsek



OBSAH

- Vizuálna pozornosť
- „Saliency map“ a jej využitie
- Modely vizuálnej pozornosti





VIZUÁLNA POZORNOSŤ

Pozornosť zo psychologickej stránky

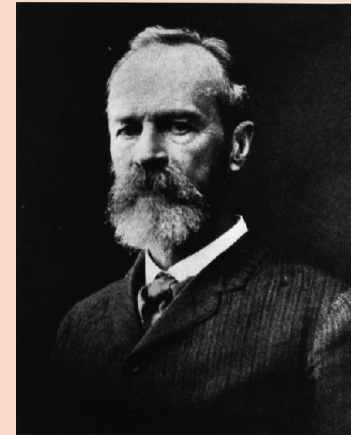
POZORNOSŤ

- Mozog prijíma zmyslami obrovské množstvo dát o okolitom prostredí
- Kognitívny proces optimalizujúci spracovanie senzorických dát

Hlavné vlastnosti pozornosti:

1. **Selektívna:** selektívna koncentrácia na určité aspekty prostredia ignorovaním ostatných
2. **Limitovaná:** spracovanie senzorických dát má obmedzenia

Primárnym cieľom je upozorniť na
potenciálne nebezpečenstvo



W. James, *The Principles of Psychology*:
„Everyone knows
what attention is.“



VIZUÁLNE PREHĽADÁVANIE

Čo vás na
tomto
obrazku
upúta?



VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE



VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE



VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE



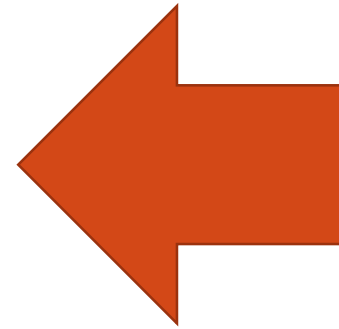
VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE



VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE



VIZUÁLNE PREHĽADÁVANIE



Dobre si zapamätajte
obrázok, na ďalšom slajde
Vám ukážem rovnaký s
„maličkým“ rozdielom ...



VIZUÁLNE PREHLÁDÁVANIE

Našli ste rozdiel oproti
predchádzajúcemu
obrázku?



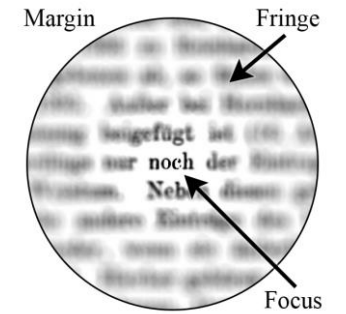
VIZUÁLNE PREHĽADÁVANIE



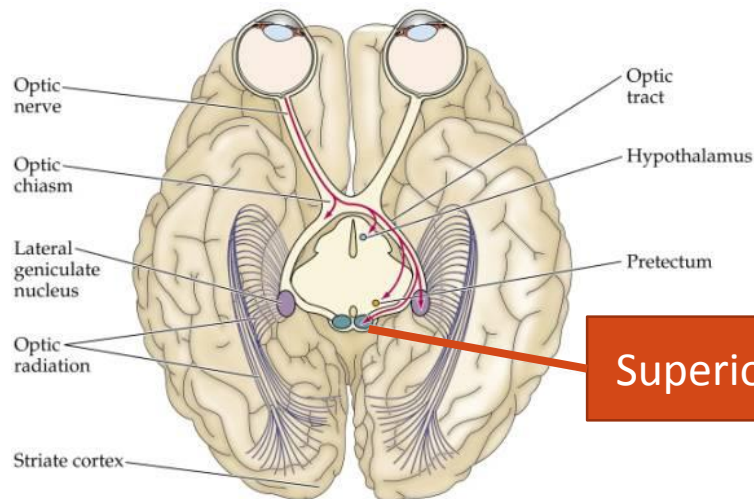
Change blindness



VIZUÁLNA POZORNOSŤ



- Využívaná pri hľadaní „zaujímavých“ oblastí scény
- Pomáha nám rozhodnúť sa, kam pohnúť očami a zafixovať pohľad
- Pozornosť fixáciou pohľadu na objekt
- Pozornosť v periférnom videní bez pohnutia očí



Superior colliculus

Integruje senzorické informácie a riadi posun zraku prostredníctvom pohybov hlavy a očí

Fixovanie na oblasť záujmu



POHYBY OČÍ

1. **Fixation:** pauza v pohybe očí, kedy sa prijíma vizuálna informácia, 200 – 300 msec
2. **Saccade:** rýchly pohyb očí medzi fixáciami, cca 3 sakády za sekundu, 30 – 80 msec
3. **Smooth pursuit:** vedomý pohyb očí pri sledovaní objektu

Sken tváre

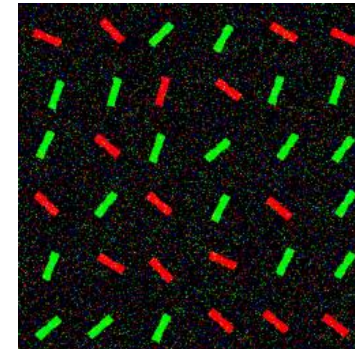
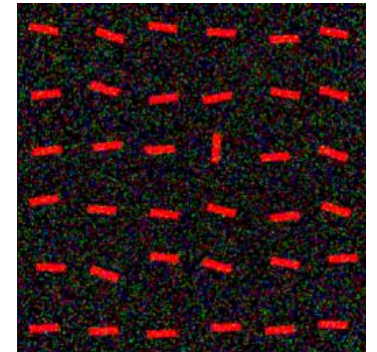
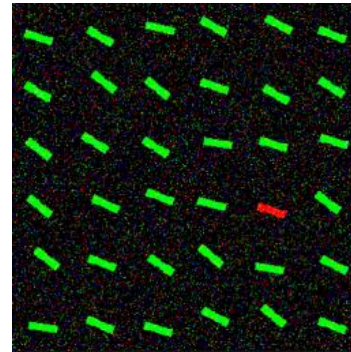


FAKTORY OVPLYVNĚJÍCÍ POZORNOST

1. Bottom-up pozornost:

- Stimulmi riadená
- Veľmi rýchla
- Nevedomá

- *Intenzita, farba, textúra, tvar, pohyb, hĺbka*



FAKTORY OVPLYVNĚJÍCÍ POZORNOST

Nájdite jednorožca
na obrázku

2. Top-down pozornost:

- Cieľmi riadená
 - Pomalšia
 - Vedomá
 - Ovplyvnená našou pamäťou
-
- *Vytýčené ciele, úlohy, vedomosti, očakávania*



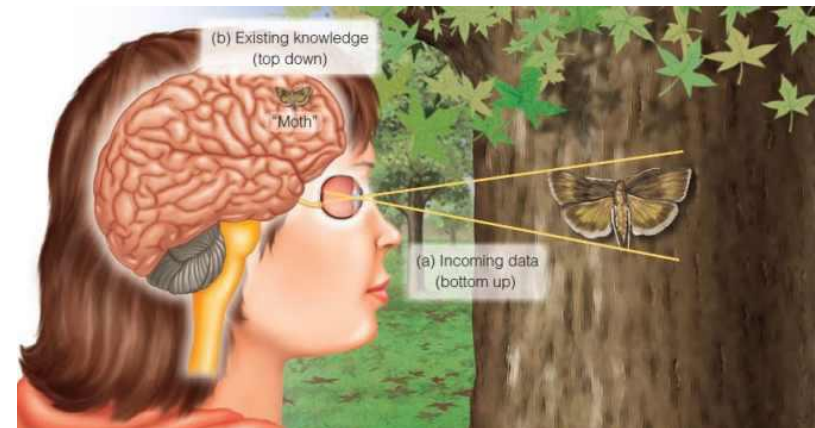
VNÍMANIE

1. Bottom-up spracovanie:

- Analýza scény
- Identifikovanie základných vizuálnych stimulov

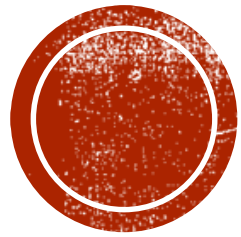
2. Top-down spracovanie:

- Úprava pozornosti s využitím doterajších znalostí
- Kombinovanie stimulov do objektov
- Interpretácia scény



Vnímanie scény = bottom-up + top-down spracovanie





SALIENCY MAP

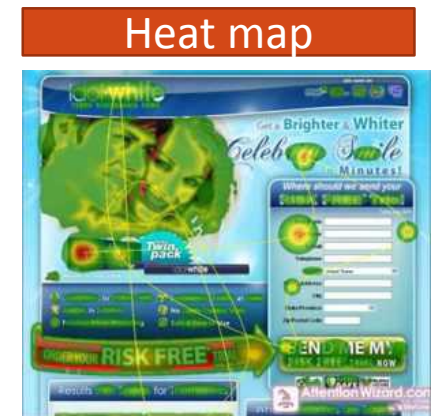
Modelovanie vizuálnej pozornosti

HĽADANIE OBLASTÍ PRIŤAHUJÚCICH POZORNOSŤ

1. Meranie pozornosti



```
<x> <y> <pdiam> <status>  
<targetx> <targety>  
<amplitude> <duration>  
210.3 157.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0  
285.4 214.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0  
315.7 237.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0  
.....
```



2. Modelovanie pozornosti



Model vizuálnej
pozornosti



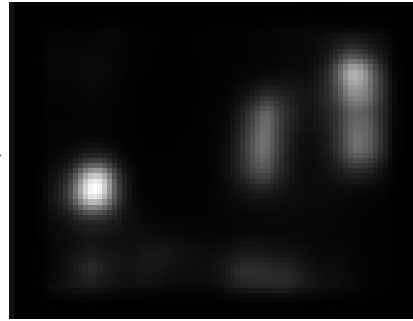
Saliency map



vstupný obraz



mapa výraznosti



SALIENCY MAP (MAPA VÝRAZNOSTI)

- Saliency (výraznosť) – oblasť, ktorá „vystupuje“ z okolia
- Topografická reprezentácia výraznosti
- Intenzita pixla predstavuje výraznosť danej oblasti
- Model výraznosti sa snaží predpovedať našu pozornosť

robotika

bezpečnostné systémy

medicínske snímky

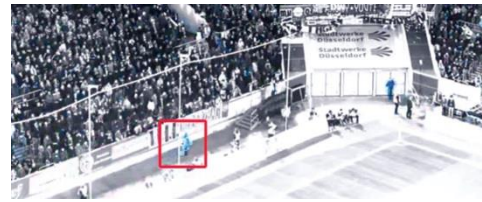
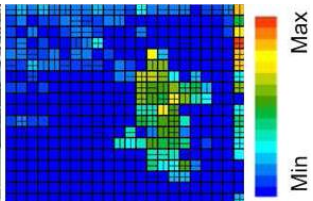
video kompresia

Využitie modelov vizuálnej pozornosti

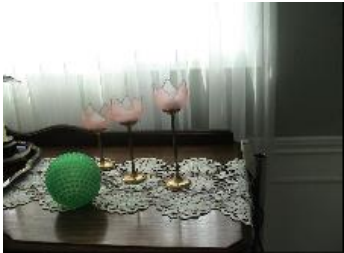
reklama

dizajn

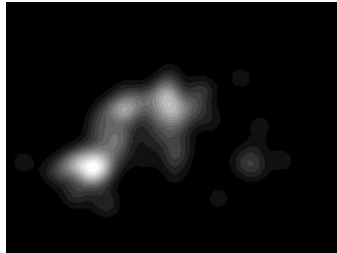
spracovanie obrazu



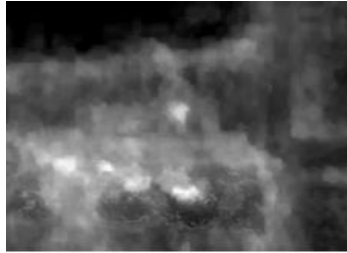
vstupný obraz



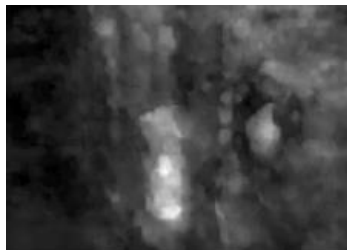
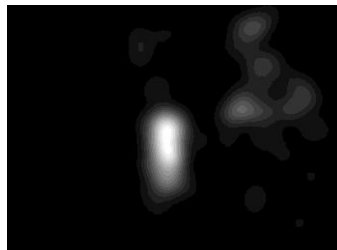
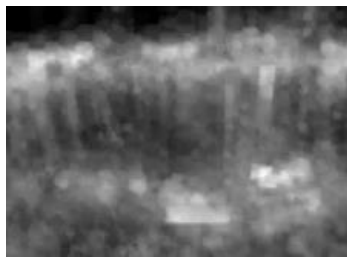
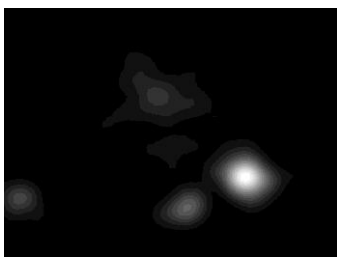
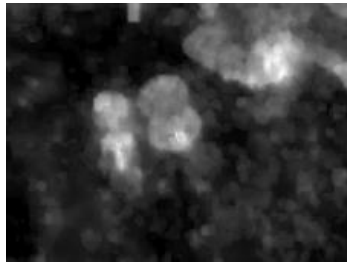
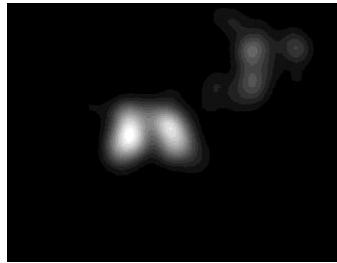
mapa fixácií FM



mapa výraznosti SM



porovnanie



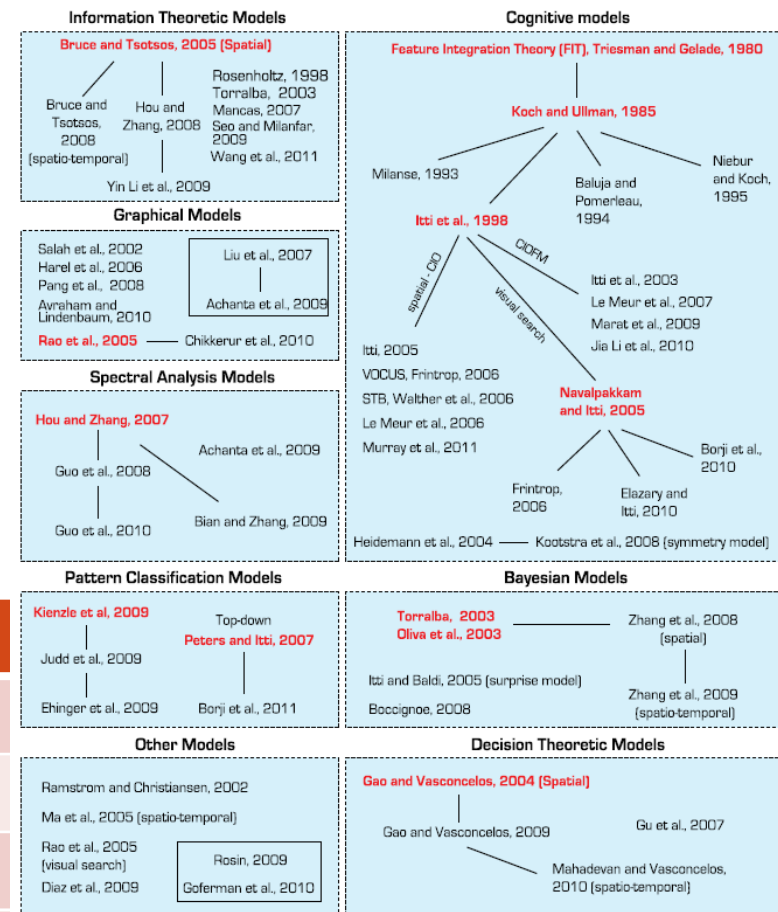
Červený kruh –
najsledovanejšia oblasť (z FM)
Zelený kruh – oblasť s
najvyššou výraznosťou (z SM)

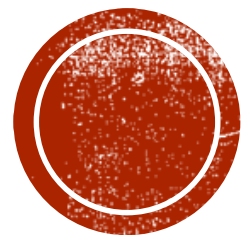


MODELY VIZUÁLNEJ POZORNOSTI

- Bottom-up, top-down
- Priestorové, časové, časopriestorové

Model	Popis
hierarchické	hierarchické rozkladanie príznakov
Bayesove	kombinácia výraznosti s predchádzajúcimi znalosťami
rozhodovaco-teoretické	diskriminačná teória výraznosti
informaticko-teoretické	maximalizácia informácie z daného prostredia
grafické	výraznosť založená na grafových algoritmoch
spektrálno-analytické	výpočet výraznosti vo frekvenčnej doméne
vzorovo klasifikačné	strojové učenie zo vzorov s výraznými črtami
s učením s odmenou a trestom	maximalizácia získanej kumulatívnej odmeny





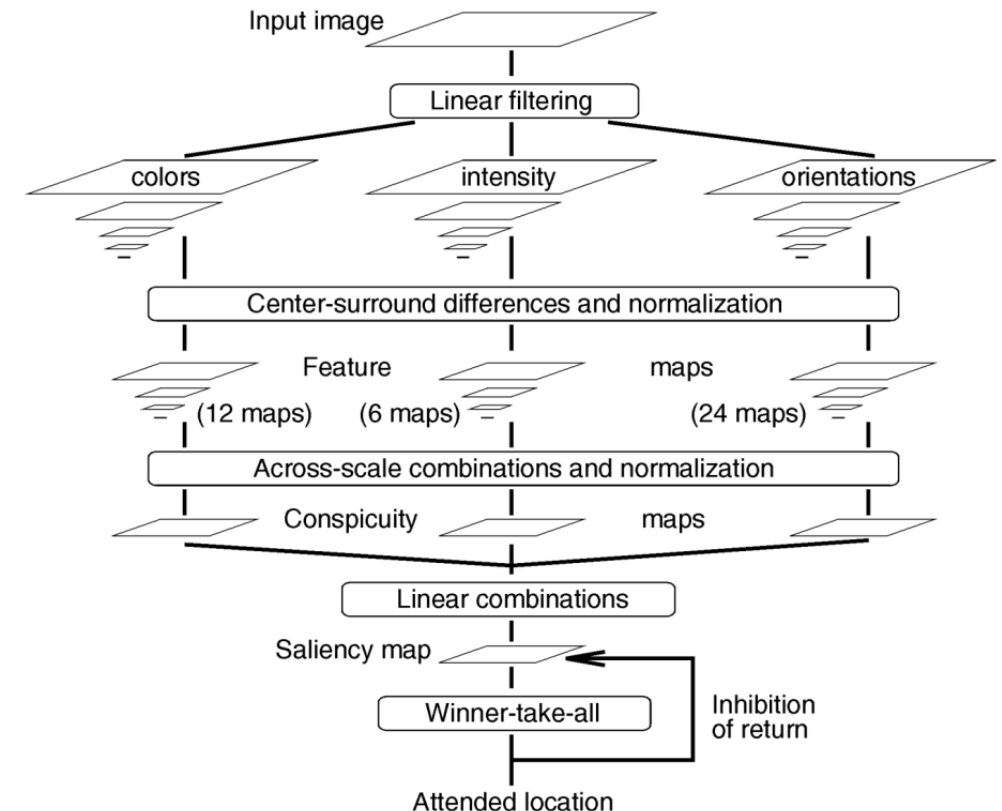
MODELY VIZUÁLNEJ POZORNOSTI

Prehľad existujúcich modelov vizuálnej pozornosti

HIERARCHICAL MODEL, ITTI ET AL. (1998)

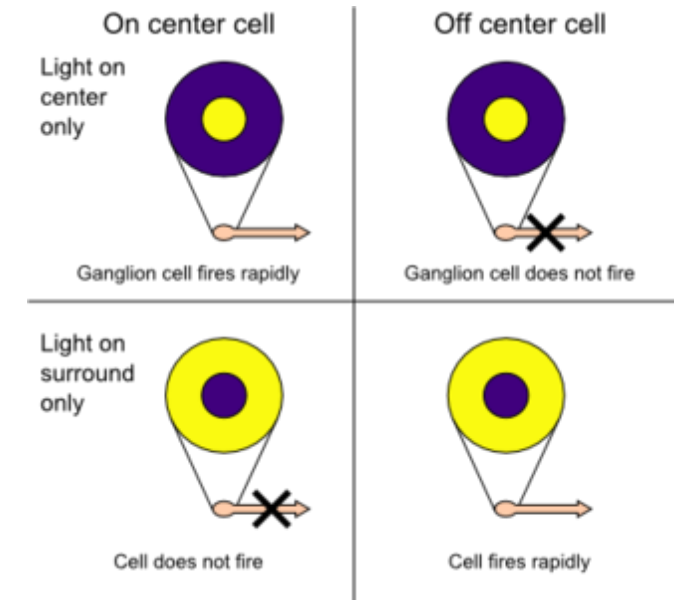
- Biologicky inšpirovaný bottom-up model
- **Feature integration theory (FIT):**
Hierarchické rozloženie vlastností a ich kombinácia do výslednej mapy výraznosti

1. *Intenzita* – gray-scale
2. *Farba* – oponentná teória (RG a BY)
3. *Orientácia* – Gabor filter (4 uhly)



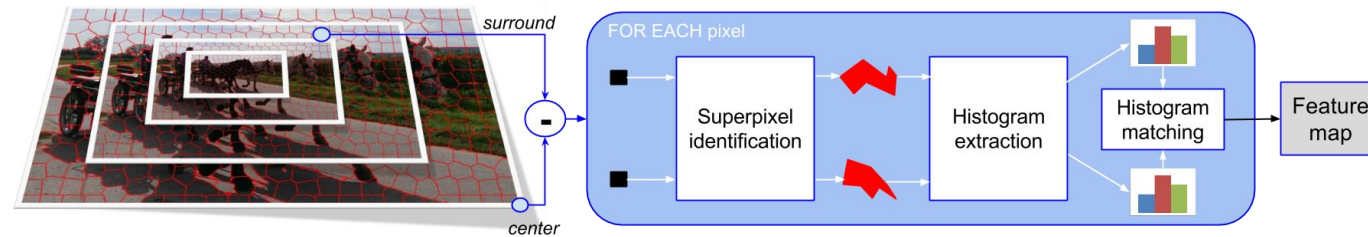
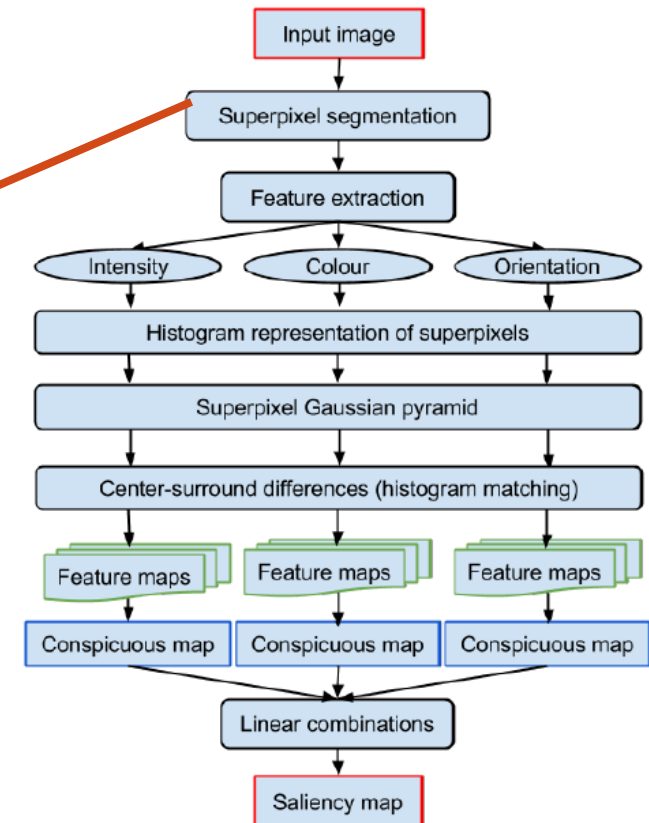
HIERARCHICAL MODEL, ITTI ET AL. (1998)

- **Center-surround differences** – mapy príznakov (FM)
 - Gangliové bunky približne kruhové receptívne pole (center-surround organizácia)
 - Rozdiel medzi vrstvami Gaussovej pyramídy po pixeloch
- 3 mapy nápadnosti (CM)
 - Kombinácia normalizovaných FM
- Mapa výraznosti (SM)
 - Priemer z CM

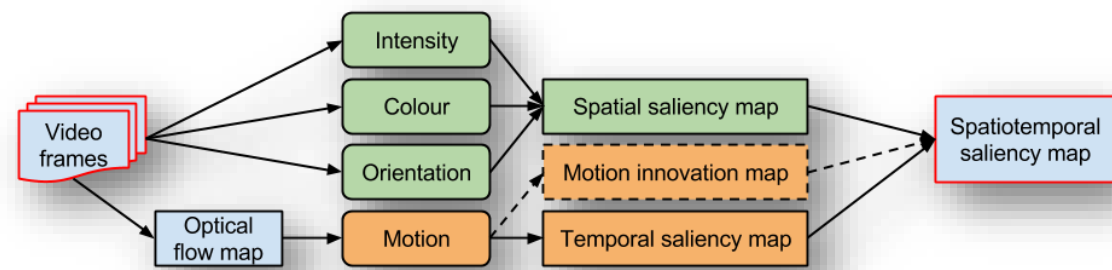


HIERARCHICAL MODEL, POLATSEK, BENEŠOVÁ (2015)

- hierarchický bottom-up model založený na FIT:
 - Intenzita, farba, orientácia, *pohyb*
- Pozornosť – spracovanie vizuálnej informácie:
 - Pre-attentive phase: analýza a identifikácia jednotlivých príznakov
 - Focused attentive phase: kombinácia príznakov pre vnímanie celých objektov
- Použite **superpixlov** (SPX) namiesto pixlov:
 - vizuálne súvislé segmenty
 - s malou variáciou pixlov
 - mali by sledovať hranice objektov
- Hľadať SPX s jedinečnými vlastnosťami



HIERARCHICAL MODEL, POLATSEK, BENEŠOVÁ (2015)



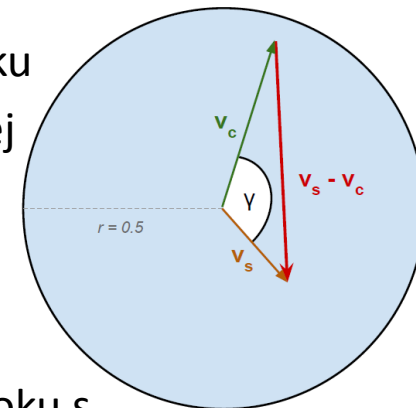
- Spracovanie výraznosti vo videu
- Pohyb objektov sa prejavuje lokálny optický tok
- Pohyb pozorovateľa sa prejavuje ako globálny tok
- Spracovanie pohybu pomocou mapy hustého optického toku

▪ Pohybová mapa príznakov

- Každý SPX reprezentovaný vektorom toku
- rozdielu vektorov na hrubšej a jemnejšej úrovni pyramídy

▪ Pohybová mapa inovácie

- Sledovanie zmien v pohybe
- Porovnanie aktuálnej mapy optického toku s pohybovou pamäťou po pixeloch



BAYESIAN MODEL, ZHANG ET AL. (2008); ITTI, BALDI (2006)

- Kombinácia bottom-up pozornosti s predchádzajúcimi znalosťami
- Top-down pozornosť je modelovaná pomocou **Bayesovej vety**

Zhang et al. (2008):  <http://cseweb.ucsd.edu/~l6zhang/>

- Meria jedinečnosť vizuálnych príznakov (self-information)
- Meria konzistentnosť s predchádzajúcimi znalosťami o výzore a polohe objektu záujmu

Itti, Baldi (2006):

- Definuje prekvapenie ako stimul, ktorý výrazne zmení predchádzajúce znalosti o scéne
- Prekvapenie sa meria pomocou KL-divergencie medzi apriórnu a posteriornou pravdepodobnosťou

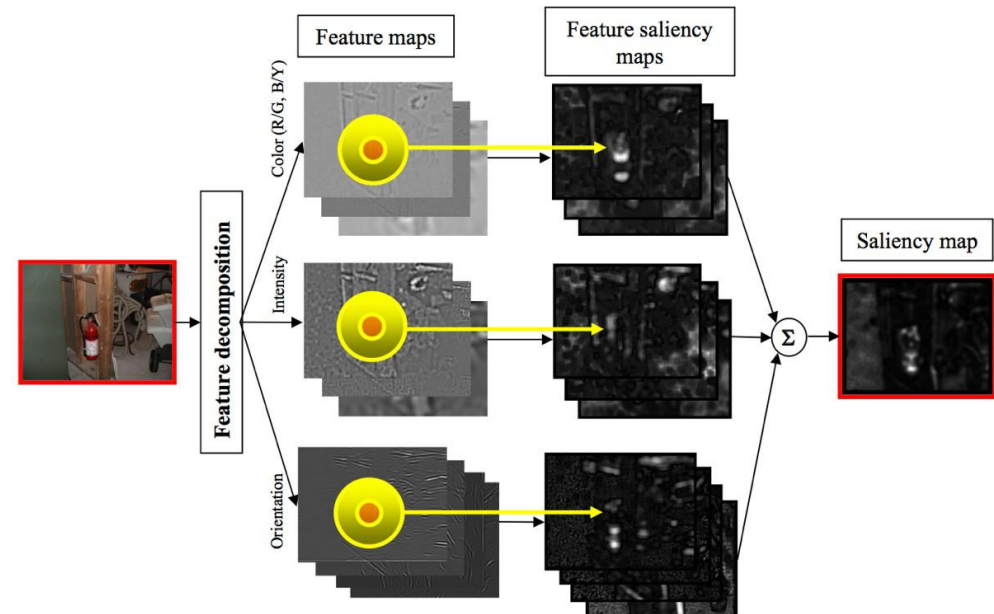
Zhang et al., Sun: A Bayesian framework for saliency using natural statistics, JOV 2008, <http://cseweb.ucsd.edu/~gary/pubs/Zhang-et-al-2008-accepted.pdf>

Itti, Baldi, Bayesian surprise attracts human attention, Advances in neural information processing systems 2006, http://ilab.usc.edu/publications/doc/Itti_Baldi06nips.pdf



DECISION-THEORETIC MODEL, GAO ET AL. (2008)

- Discriminant saliency
- Rozlišuje 2 triedy
 - Nulová hypotéza: „non-salient“ stimuly v pozadí
 - Trieda záujmu: vizuálne príznaky odlišujúce popredie od pozadia
- Oblasti klasifikované do triedy záujmu s najmenšou pravdepodobnosťou chyby sú označené ako „salient“
- KL divergencia medzi centrálnou a okolitou oblasťou

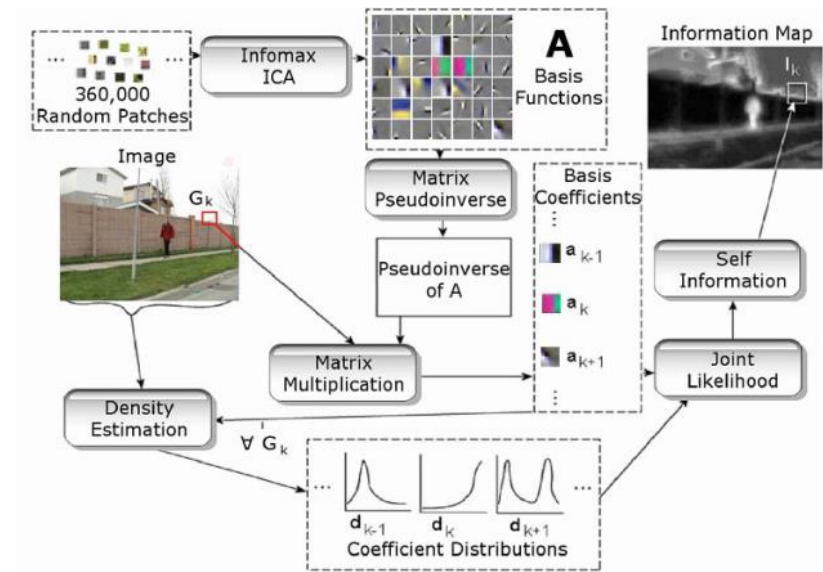


INFORMATION-THEORETIC MODEL, BRUCE, TSOTSOS (2005)

- „Saliency“ vedie k maximu informácií získaných z prostredia
- Meria informačný obsah každého regiónu v obraze pomocou self-information vektoru príznakov: $-\log(p(X))$
- Príznačky regiónu sa zobrazia v priestore, ktorého dimenzie sú čo najviac nezávislé



<http://www-sop.inria.fr/members/Neil.Bruce/>



GRAPHICAL MODEL, HAREL ET AL. (2006)

- Modeluje pohyby očí ako časové rady pomocou Markovovho modelu
- Uzol v grafe ako fixácia
- Hrany ako sakády
- Extrakcia máp príznakov pomocou hierarchického prístupu
- Váha hrán nepriamo úmerná podobnosti odpovedajúcich uzlov

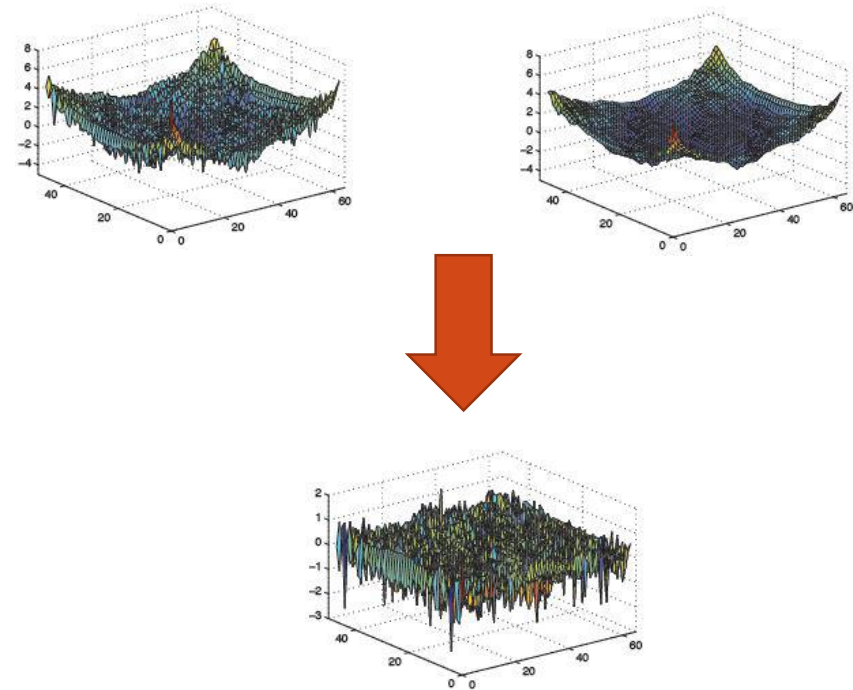


<http://www.vision.caltech.edu/~harel/share/gbvs.php>



SPECTRAL ANALYSIS MODEL, HOU, ZHANG (2007)

- Spracovanie obrazu v spektrálnej oblasti
- Fourierova transformácia
- Spektrálne reziduum = rozdiel medzi originálnou a zjemnenou logaritmickou hodnotou amplitúdy signálu



PATTERN CLASSIFICATION MODEL, JUDD ET AL. (2009)

- Tréning na fixáciách (pozitívne prípady) a náhodných nefixačných oblastiach (negatívne prípady)
- Support vector machine (SVM) klasifikátor
- Kombinovanie nízko- a vysoko-úrovňových príznakov (napr. detekcia ľudí)



<http://people.csail.mit.edu/tjudd/WherePeopleLook/>



CONTEXT-AWARE MODEL, GOFERMAN ET AL. (2012)

- Hľadanie oblastí s rozdielnou farbou a kontrastom
- Potlačenie oblastí s častou vyskytujúcimi sa príznakmi
- Zoskupenie „salientných“ pixelov do skupín
- Rozoznávanie objektov a tvárí



<http://cgm.technion.ac.il/Computer-Graphics-Multimedia/Software/Saliency/Saliency.html>



ĎAKUJEM ZA POZORNOST

