ISSN 1339-3189

8/2017

Mladá veda

Young Science

Asociácia doktorandov Slovenska

Determinanty pracovnej mobility na Slovensku

Úvod do problematiky nákupných centier

www.mladaveda.sk

Mladá veda
Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 8, ročník 5., vydané v decembri 2017
ISSN 1339-3189
Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk
Fotografia na obálke: Pltník v Pieninách. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA
doc. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)
prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)
Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)
doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)
prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)
prof. PhDr. Peter Švorc, CSc.,predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra veřejné ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA
PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)
Mgr. Martin Hajduk (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)
RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)
Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)
PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)
Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ
Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.
www.universum-eu.sk
Javorinská 26, 080 01 Prešov
Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

Mladá veda
Young Science
ISSN 1339-3189

Vol. 5 (8), pp. 137-142

VYUŽITÍ INFORMAČNÍ ENTROPIE PŘI ANALÝZE VIDEA

ANALYSIS OF VIDEO FILES USING INFORMATION ENTROPY

Tomáš Náhlík[1]

Tomáš Náhlík působí jako odborný asistent na Katedře informatiky a přírodních věd, Ústavu technicko-technologického, Vysoké školy technické a ekonomické v Českých Budějovicích v České republice. V rámci své odborné činnosti na pracovišti se věnuje problematice zpracování dat a analýze obrazu, aplikacím a výuce matematiky, fyziky a informatiky.

Tomáš Náhlík is an assistant professor at the Department of Informatics and Natural Sciences, Faculty of Technology, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Czech Republic. As part of his professional work at the workplace he deals with data processing and analysis of images, applications and teaching of mathematics, physics and informatics.

Abstract
Output of the many long term experiments, especially biological, contains huge amount of data of different type, e.g. images, video-files. Biological experiments cannot be repeated under exactly the same condition because biology means living objects. We can provide at least almost the same outer condition but the cells are always slightly different. In this case is needed to mine all possible data and information once the experiment is done and data obtained. Sometimes it can happen that quality of data is not good at all or the quality varies through the experiment. Then it is necessary to somehow unified the quality or enhance or improve these data. One of these methods is information entropy.
Key words: Rényi Entropy, Shannon Entropy, Image analysis, Video-file analysis

Abstrakt
Výstupem mnoha dlouhodobých experiment, zvláště biologických, je velké množství dat různého typu, obvykle obrázky a videa. Biologické experimenty nemohou být opakovány za úplně stejných podmínek, protože biologie znamená zkoumání živých objektů. Můžeme zajistit téměř totožné vnější podmínky, ale buňky budou pokaždé trochu jiné. V tomto případě je potřeba vytěžit všechna možná data a informace pokud experiment již jednou proběhl a nějaká data byla získána. Někdy se také stane, že kvalita získaných dat není příliš dobrá nebo se kvalita liší v průběhu experimentu. Pak je nutné nějakým způsobem sjednotit případně zlepšit kvalitu těchto dat. Jedním ze způsobů je využití informační entropie.
Kľúčové slová: Rényiho entropie, Shannonova Entropie, Analýza obrazu, Analýza videa

[1] Adresa pracoviště: Mgr. Tomáš Náhlík, Ph.D., Vysoká škola technická a ekonomická, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Česká Republika
E-mail: nahlik@mail.vstecb.cz

Úvod

Vzhledem k množství dat produkovaných biologickými experiment je jejich skladování značně obtížné. Obvykle od uživatele vyžaduje jistý kompromis mezi tím, co je potřeba uchovávat a velikostí prostoru určeného pro ukládání. Někteří uživatelé jsou proto nuceni volit jistý typ komprese dat. Pokud se jedná o velké množství fotek, obvykle se volí nějaká konverze do video souborů, případně už na začátku je zvolena kamera místo fotoaparátu. Video má jisté výhody pro manuální (lidskou) analýzu. Může být zhlédnuto za zlomek času, který by byl potřeba k procházení tisíců fotografií, také změny, či případný pohyb je ve videu vidět lépe. Nevýhodou video souborů je, že obvykle mají menší rozlišení a používají jistý typ ztrátové komprese.

Snadno se může se stát, že v průběhu experimentu dojde ke změně optických podmínek, ať už se mění intenzita osvětlení v důsledku střídání dne a noci nebo dojde k určitému rozostření obrazu. V takovém případě je na místě využití některých technik z oblasti analýzy obrazu pro vylepšení nebo sjednocení kvality obrazu.

Informační entropie

Jednou z těchto technik je měření informační obsahu obrazu. Tato metoda je označována jako informační entropie a je založena na Shannonově vzorci pro entropii.

$$H = -\sum_i p_i \log_2(p_i) \tag{1.1}$$

Shannonova entropie je limitním případem Rényiho entropie.

$$H_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha}\log\left(\sum_{i-1}^{n} p_i^\alpha\right) \tag{1.2}$$

Vzorce pro výpočet entropie musí být přizpůsobeny tak, aby vstupem pro výpočet mohl být obrázek (histogram obrázku). Místo výpočtu pravděpodobnosti nějaké události, potřebujeme spočítat informační obsah obrazu. Výpočet informace je založen na pravděpodobnosti, s jakou se daný bod vyskytuje v obraze.

Základem je vypočítání informace nesené obrazovým bodem (PIG – Point Information Gain), tento výpočet byl popsán již v několika článcích [1, 2, 3]. Informaci jednoho bodu získáme tak, že vezmeme informaci obsaženou v celém obraze a od toho odečteme informaci obrazu bez tohoto konkrétního bodu.

$$PIG_{\alpha,x,y} = \frac{1}{1-\alpha}\ln\left(\sum_{i-1}^{n} p_{i,x,y}^\alpha\right) - \frac{1}{1-\alpha}\ln\left(\sum_{i-1}^{n} p_i^\alpha\right) \tag{2.1}$$

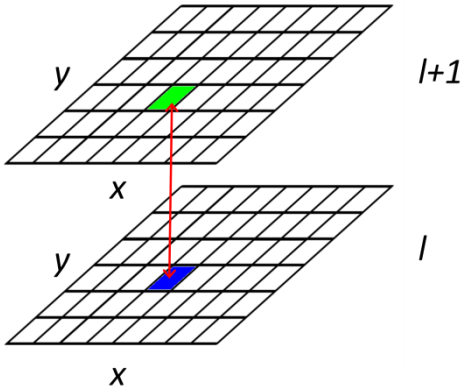
kde α je Rényiho parametr, $p_{i,x,y}$ a p_i jsou pravděpodobnosti výskytu dané intenzity v obraze bez daného bodu a s ním. Je také možné spočítat informaci obsaženou v celém obraze (PIE – Point Information gain Entropy) jako sumu informací nesených jednotlivými body.

$$PIE_\alpha = \sum_{j=0}^{m}\sum_{i=0}^{n} PIG_{\alpha,x,y} \tag{2.2}$$

Kde *m* je počet bodů v ose *x* a *n* je počet bodů v ose *y*. $PIG_{\alpha\ x,y}$ je vypočítáno podle rovnice 2.1.
Na základě těchto vzorců, lze také vypočítat tok informace mezi dvěma po sobě jdoucími obrazy v sérii – PDG – Point Divergence Gain.

$$PDG_{\alpha,x,y} = \frac{1}{1-\alpha}\log_2 \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i^{\alpha}}{\sum_{i=1}^{n} p_{i,x(l+1),y(l+1)}^{\alpha}} \tag{2.3}$$

Kde *l* je index aktuálního obrázku v sekvenci. To znamená, že hodnota PDG je vypočítána tak, že spočítáme informační obsah daného obrázku a poté nahrazujeme jednotlivé body v tomto snímku body ze snímku následujícího na příslušných místech (viz. Obr. 1). Po té je hodnota informace opětovně přepočítána.



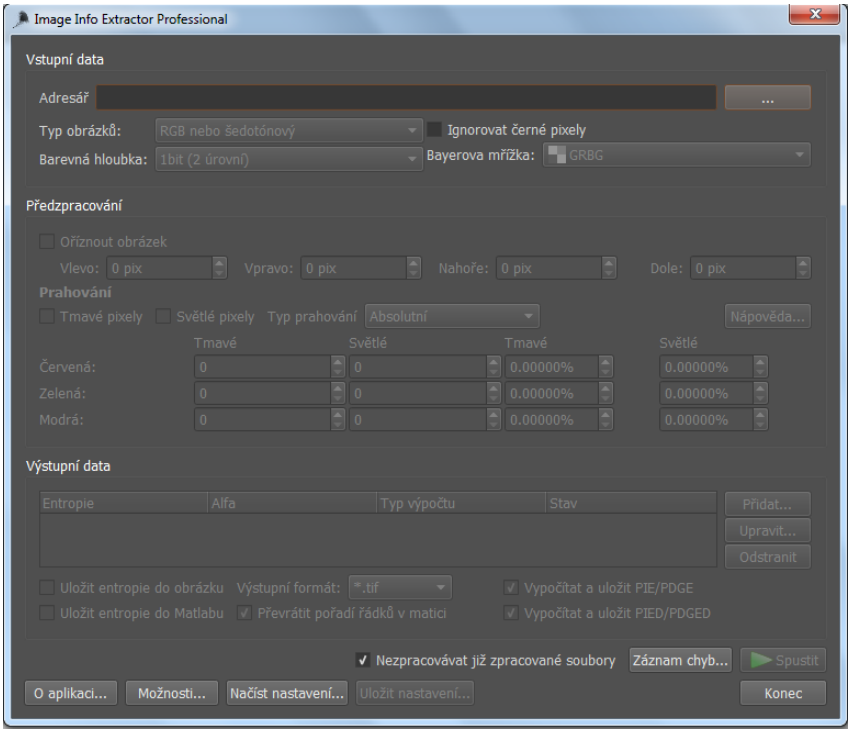
Obr. 1: Výpočet hodnoty PDG, pixel (modře zvýrazněný) v původním obrázku *l* je nahrazen pixelem (zvýrazněn zeleně) z následujícího obrázku *l+1*. Oba pixely mají stejné souřadnice.

Všechny tyto hodnoty mohou být vypočítány jako sémantická nebo syntaktická informace. V případě sémantické informace uvažujeme při výpočtu histogram z celého obrazu, nezávisle na okolí vyšetřovaného bodu. V případě syntaktické informace bereme pouze histogram z předem definovaného okolí bodu (například všechny body v daném sloupci a řádku, kde se nachází sledovaný bod – výpočet pomocí kříže). Okolí bodu lze vzít samozřejmě libovolné, jen je nutné tomu přizpůsobit postup výpočtu a také vzít do úvahy určitou limitaci. Pokud bychom například vzali okolí bodu kruhové, tj. body do určité vzdálenosti od daného bodu, pak v případě, že vzdálenost bodu od okraje bude menší než zvolený poloměr, klesne i počet bodů v daném okolí (v krajním případě až na čtvrtinu). V tu chvíli by bylo nutné zavést určité korekce do výpočtu pravděpodobnosti, nebo danou část obrazu při výpočtu ignorovat. Toto riziko při výpočtu pomocí kříže samozřejmě nehrozí.
Metoda výpočtu pomocí křížového okolí nám mimo jiné pomáhá při korekci nerovnoměrného osvětlení zorného pole.

Software – Entropy Calculator

Spočítat informační entropii obrázku nám umožňuje software Entropy Calculator (Image Info Extractor Professional) vyvinutý na ÚKS FROV JČU (Ústav Komplexních Systémů, Fakulta Rybářství a Ochrany Vod, Jihočeská Univerzita). Tímto programem lze spočítat informační entropii s různými parametry pro různá okolí bodu pro jednotlivé obrázky i pro celé série [3].

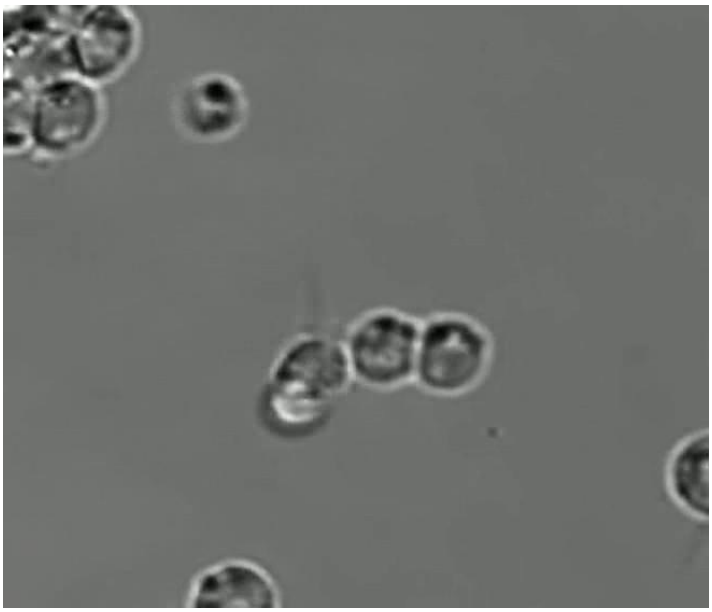
Na Obr.2 je vidět GUI s možnostmi nastavení. Jako vstup mohou sloužit obrázky různého typu –RGB, šedotónové, čeernobílé či RAW. Volitelná i je i bitová hloubka v rozmezí od 1 bitu (černobílé) až po 16 bitové obrázky. Při použití RAW obrázků je nutné zvolit správnou Bayerovu masku (rozložení barevných pixelů na čipu). Software také umožňuje vybrat pouze určitou část obrázku, případně vypustit určité intenzitní hladiny s velmi nízkou obsazeností (obvykle chyby na kamerovém čipu).



Obr. 2: Uživatelské rozhraní Entropy Calculatoru

Příklad použití

Na analyzovaném videu byl zachycen vývoj organismu *Paratrypanosoma confusum* (viz.: Obr. 3). Analýza byla zaměřena na vývoj a pohyb bičíku. Naneštěstí se bičík pohybuje i v ose Z. Standartní metody pro zaostření a vylepšení obrazu nefungují z důvodů optických vlastností bičíku.



Obr. 3: Originální snímek Paratrypanosoma confusum

Závěr a diskuze

Obrázky jsou v počítači uloženy jako matice čísel a video je jen sekvencí po sobě jdoucích snímků. Je tedy možné využít řadu různých matematických technik pro analýzu, vylepšení a zpracování snímků i celých video souborů. Analýza videa je téměř totožná s analýzou jednotlivých snímků. Jen u videa je obvykle použita nějaká forma komprese. Na druhou stranu video nám poskytuje informaci o bezprostřední změně objektu, díky znalosti následujících či předcházejících snímků. U pomalejších dějů je tedy možno analyzovat informaci z několika snímků najednou. Z toho vyplývá, že pro zpracování videa je nutné nebo alespoň vhodné udělat nějaké zpracování navíc, které se u zpracování jednotlivých snímků dělat nemusí.

Na Obr. 4 je vidět ukázka rozdílného zpracování původního snímku (Obr. 3) za použití informační entropie. Části A a C zobrazují vizualizaci syntaktické informace s použitím různých parametrů α (1,5 resp. 0,9999) a B a D ukazují sémantickou informaci se stejnými parametry.

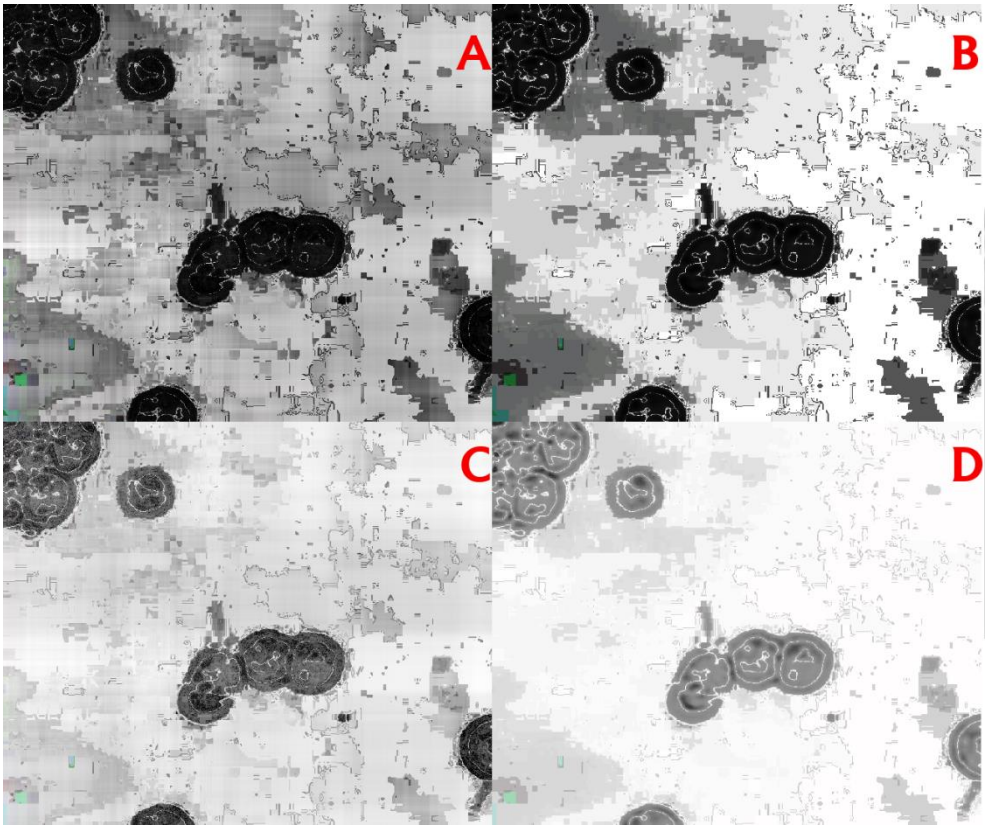
Ukazuje se, že rozdílné parametry α zvýrazňují odlišné části obrazu, stejně tak je vidět rozdíl mezi syntaktickou a sémantickou informací. Je tedy potřeba si ujasnit, s jakým cílem děláme analýzu. Co je potřeba na snímku zvýraznit a co naopak potlačit.

Lze poměrně snadno dokázat, že parametr α větší než jedna zvýrazňuje hodnoty vyskytující se s větší pravděpodobností, kdežto α menší než 1 zvýrazňuje vzácné hodnoty. Jestliže se Rényiho parametr rovná (Shannonova entropie) nebo alespoň blíží jedné, pak jsou všechny body zvýrazněny stejně.

Analýza videa *P. confusum* ukazuje, že pro tento experiment je vhodné zvolit α blízké hodnotě 1, protože bičík se svými optickými vlastnostmi nachází někde mezi optickými vlastnostmi buňky a pozadí.

Tato analýza zlepšuje viditelnost buněčné stěny a dokonce i organel uvnitř buňky, které nejsou danou technikou dobře pozorovatelné.

Matematické techniky a operace tak pomáhají biologům porozumět a analyzovat jejich experimenty. Hlavní výhodou této techniky je, že ji lze provést automaticky, což je rychlejší než manuální zpracování. Také ji lze s úspěchem uplatnit v rámci předzpracování pro další automatickou analýzu.



Obr. 4: Entropické obrázky Paratrypanosoma confusum. A – syntaktická informace pro α=1,5, B – sémantická informace pro α=1,5, C – syntaktická informace pro α=0,9999, D – sémantická informace pro α=0,9999

Tento článok odporúčal na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
RNDr. Dana Smetanová, PhD.

Použitá literatúra

1. ŠTYS, D., URBAN, J., VANĚK, J., CÍSAŘ, P. *Analysis of biological time-lapse microscopic experiment from the point of view of the information theory.* Micron, 42(4):360-365, 2011.
2. DALIBOR, Š., VANĚK, J., NÁHLÍK, T., URBAN, J., CÍSAŘ, P. *The cell monolayer trajectory from the system state point of view.* Molecular biosystems, 7(10):2824-2833, 2011.
3. RYCHTARIKOVA, R., NAHLIK, T., SMAHA, R., URBAN, J., STYS, D.,Jr, CISAR, P., STYS, D. *Multifractality in imaging: Application of information entropy for observation of inner dynamics inside of an unlabeled living cell in bright-field microscopy.* In ISCS 2014: Interdisciplinary Symposium on Complex Systems, pages 261-267. Springer, 2015.