

Synopsis of PhD thesis

**Advances in the theory and applications
of (dis)similarity functions
in pattern recognition**

György Kovács

Supervisor: Dr. Attila Fazekas



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Informatics
Debrecen, 2016.

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**Eredmények a hasonlósági függvények
elmélete és mintázatfelismerésben
történő alkalmazásaik területén**

Kovács György

Témavezető: Dr. Fazekas Attila



DEBRECENI EGYETEM
Informatikai Tudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2016.

Tartalomjegyzék

1	Background and motivation	1
2	New scientific results and theses	2
2.1	Novel dissimilarity measures invariant to monotonic tone mappings	2
2.2	Translation invariant (dis)similarity measures in kernel space	3
2.3	Segmentation of retinal vessels by template matching and contour reconstruction	4
3.	Bevezetés és motiváció	6
4.	Az értekezés új tudományos eredményei és tézisei	7
4.1.	Új, monoton transzformációkra invariáns hasonlósági függvények	7
4.2.	Eltolás invariancia kernel térben	8
4.3.	Érhálózat szegmentálása retinaképeken mintázat illesztéssel és kontúr rekonstrukcióval	10
	References / Irodalomjegyzék	11
A	Publications used in the dissertation / A disszertáció alapjául szolgáló cikkek	14

1 Background and motivation

Deep under the hood, most of the pattern recognition driven applications are built on the concept of measuring the *similarity* or the inversely proportional *dissimilarity* of real world objects described by numerical vectors. Correspondingly, similarity and dissimilarity are usually formulated in terms of mathematical functions operating on vectors. Obviously, what similar and dissimilar mean, depends on the field of application. As a common property, (dis)similarity functions are usually desired to be invariant to some certain classes of transformations. For example, in face recognition applications – having similar performance as human mind – the (dis)similarity measure is desired to be invariant to under- and over-exposure, noise, geometric and color space transformation, since up to a limit these distortions conserve the piece of information important from the application’s point of view: the face. In pattern recognition, the requirements of the application define which transformations the (dis)similarity measure has to be invariant to, and the invariance implies that the information (pattern) is conserved under this class of transformations. If the coordinates of the vectors can be interpreted similarly (e.g. all pixels of a grayscale image represent intensity levels; all elements of stock price time series are prices), the needs of most applications can be satisfied by (dis)similarity measures invariant to some general classes of transformations, like linear, non-linear, monotonic or non-monotonic ones. Consequently, the research of (dis)similarity measures invariant to some of these classes is of high value in various fields and applications of pattern recognition.

2 New scientific results and theses

2.1 Novel dissimilarity measures invariant to monotonic tone mappings

Many (dis)similarity functions have been proposed in the literature of pattern recognition, some of them being developed to satisfy the needs of particular applications, others being general enough to be applied in various problems efficiently. Some thorough overviews of (dis)similarity functions can be found in the books [1], [2], [3], [4]. Based on the Matching by Tone Mapping (MTM) [5] measure, novel dissimilarity functions invariant to monotonic tone mappings have been introduced. The detailed description of the proposed techniques can be found in Chapter 2 of the dissertation and in the corresponding paper [6].

Thesis 1.

1. *I have introduced the Matching by Monotonic Tone Mapping (MMTM) dissimilarity measure and its piecewise constant (PWC) and piecewise linear (PWL) approximations, both of them being approximately invariant to monotonic, even non-linear transformations.*
2. *I have shown that both of the proposed measures inherit the advantageous properties of the MTM measures: they are absolute measures and can be computed efficiently.*
3. *Based on the test results I can state that the discrimination power of the MMTM measures is highly competitive with that of previous techniques, the measures can be used efficiently in problems, where a dissimilarity measure invariant to monotonic transformations is required.*

2.2 Translation invariant (dis)similarity measures in kernel space

Kernel functions [7, 8] are widely used in the field of machine learning to improve the properties of various mathematical methods by keeping the computational demands relatively low. A kernel function is defined as a function $k : \mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$, which can be decomposed into the form $k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \langle \phi(\mathbf{x}), \phi(\mathbf{y}) \rangle$, where $\phi : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}^n$ denotes a usually non-linear transformation, the so called *feature mapping* of the kernel k . Kernel functions are usually utilized in the so called *kernel trick* [9]: if a mathematical algorithm operates on its input vectors through inner products, the inner product can be replaced by kernel evaluations, thus, the algorithm works in a high dimensional *feature space* implicitly. Regarding (dis)similarity measures, Schölkopf proposed the kernel trick to improve the discrimination power of the Euclidean-distance [9]:

$$D_{EUC}^k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = (k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) + k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) - 2k(\mathbf{x}, \mathbf{y}))^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

and it can be readily seen that the normalization of any kernel [10] computes the correlation coefficient in kernel space:

$$S_{CC}^k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{k(\mathbf{x}, \mathbf{y})}{\sqrt{k(\mathbf{x}, \mathbf{x})k(\mathbf{y}, \mathbf{y})}}. \quad (2)$$

Both of these kernelized measures are constructed by simply replacing the inner product in the original formulation of the measures to a kernel function k .

The main advantage of working with kernels is that they enable calculations in high (possibly infinite) dimensional feature spaces efficiently. However, the operations we can perform efficiently in the kernel are limited to kernel evaluations. Consequently, the kernelization of (dis)similarity measures that cannot be formulated as linear combinations of inner products is not straightforward. For example, in spite of its popularity, there are no results on the kernelization of the widely used Pearson correlation coefficient (PCC) measure. The

difficulty in the kernelization of PCC is its translation invariance, namely, one has to know the mean of the coordinates of the feature map to compute PCC in the kernel space. As a novel contribution to the field, we have examined the kernelization of the centered Euclidean distance (cEUC) and PCC in general, and for the polynomial kernel function in details. The detailed discussion of the results can be found in Chapter 3 of the dissertation and in our corresponding paper [11].

Thesis 2.

1. *Having a kernel with an associated feature mapping into ℓ^1 , the kernelized translation invariant (dis)similarity measures cEUC and PCC are equivalent to the EUC and CC measures, respectively.*
2. *Having a kernel with a finite dimensional feature mapping into $\mathbb{R}^n$, under some mild conditions the cEUC and PCC measures can be kernelized at least in countably infinitely many different ways.*
3. *Using the homogeneous or inhomogeneous polynomial kernels, the translation invariant measures cEUC and PCC can be kernelized in continuum many different ways,*
4. *out of which there exist at least countably infinitely many that can be computed in terms of kernel evaluations.*

2.3 Segmentation of retinal vessels by template matching and contour reconstruction

For several reasons the automated segmentation of the vasculature in retinal images is an important field of research in medical image analysis. On the one hand, the segmentation of the vasculature is a basic step in the segmentation of many other lesions [12, 13, 14]. On the other hand, the characteristic shape of the vascular system can aid the localization of other, occasionally degenerated

anatomical parts like the optic disc [15], or macula [16]. Moreover, novel studies have pointed out that the geometrical features of the vascular system are in correlation with various diseases [17, 18, 19, 20, 21, 22]. According to the thorough and excellent overview of image processing issues related to retinal images in [23], *there is substantial interest in automatically segmenting the vasculature and measuring its properties*. Our contribution to the field is the development of a novel technique for the segmentation of vessels in retinal images. The detailed description of the method can be found in Chapter 4 of the dissertation and in our corresponding paper [24].

Thesis 3.

1. *I have proposed a novel technique for the segmentation of vessels in retinal images. As a novel contribution to the field, in the development of the method I have taken into consideration that various vessel structures are under-represented in the manually annotated training databases. Correspondingly, the proposed method learns and utilizes the visual features of a large number of predefined vessel profiles individually.*
2. *Based on the test results I can state that the method is highly competitive with the state-of-the-art techniques, and the features the method is based on have high descriptive power for the representation of the vascular system.*

3. Bevezetés és motiváció

A mintázatfelismeréshez (pattern recognition) kapcsolódó alkalmazások többségében megjelenik a *hasonlóság* fogalma: a valós világ számvektorokkal jellemezhető objektumainak egyfajta hasonlóságát kell meghatározni. Ehhez kapcsolódóan a hasonlóságot jellemzően vektorokon operáló ún. hasonlósági függvények / hasonlósági mértékek formájában definiáljuk. Természetesen az, hogy mit tekintünk hasonlónak, vagy éppen különbözőnek, általában a problémától, illetve az alkalmazási területtől függ. Mindazonáltal a legtöbb hasonlósági függvénynek van egy közös tulajdonsága: invariánsak a vektorok bizonyos transzformációival szemben. Például arcfelismerést megvalósító alkalmazásokban – amelyek ma már az emberi érzékeléssel összemérhető teljesítményre képesek – a hasonlóság mérőszámának invariánsnak kell lennie a képek alul- vagy éppen túlexponált jellegére, additív zajokra, geometriai- és színtranszformációkra, mivel egy bizonyos pontig ezen transzformációk megőrzik az alkalmazás szempontjából lényeges tartalmat: az arcot. A gyakorlatban jellemzően a probléma és az alkalmazási terület határozza meg, hogy mely transzformációkkal szemben kell a hasonlósági függvénynek – a lehetőségekhez mérten – invariánsnak lennie. Ha az objektumokat leíró vektorok koordinátáit hasonlóan értelmezhetjük (például egy kép minden pixele egy intenzitásinformációt hordoz, egy árfolyam idősor minden eleme egy árat jelent), jól használhatók azon hasonlósági függvények, melyek valamely nagy függvényosztályra nézve invariánsak, például a lineáris vagy sima, de nem-lineáris, monoton vagy nem-monoton transzformációkra. Ennek megfelelően a bizonyos transzformációosztályokra invariáns hasonlósági függvények elméletében, illetve a hasonlósági függvények újszerű alkalmazásaiban elért eredmények a mintázatfelismeréshez kapcsolódó számos területen találhatnak alkalmazásra.

4. Az értekezés új tudományos eredményei és tézisei

4.1. Új, monoton transzformációkra invariáns hasonlósági függvények

A mintázatfelismerés irodalmában számos hasonlósági függvényt vezettek már be. Némelyek kellően általánosak ahhoz, hogy különböző problémák esetén is jól használhatóak legyenek, másokat bizonyos alkalmazási területek speciális igényeinek kielégítésére dolgoztak ki. A hasonlósági függvényekről alapos és részletes áttekintést találhat az olvasó a [1, 2, 3, 4] könyvekben. Kapcsolódó eredményünk, hogy az *Intenzitástranszformációval történő illesztés* (Matching by Tone Mapping – MTM) [5] módszer alapján új, a monoton intenzitás-transzformációkra invariáns hasonlósági függvényeket vezettünk be. A módszerről részletes leírást találhat az olvasó a disszertáció második fejezetében és a [6] cikkben.

1. Tézis.

1. *Bevezettem a Monoton intenzitástranszformációval történő illesztés (Matching by Monotonic Tone Mapping – MMTM) nevű hasonlósági függvényt, s annak szakaszonként konstans (piecewise constant – PWC) és szakaszonként lineáris (piecewise linear – PWL) közelítéseit. A javasolt hasonlósági függvények közelítőleg invariánsak monoton, nem-lineáris transzformációkra.*
2. *Megmutattam, hogy az MMTM függvények öröklik az MTM módszer előnyös tulajdonságait, abszolút mérőszámok, és hatékonyan számolhatók.*
3. *A teszteredmények alapján kijelenthetem, hogy az MMTM függvények diszkriminációs ereje összemérhető a korábban publikált, monoton transzformációkra invariáns hasonlósági mértékekével, az MMTM függvények eredményesen használhatók olyan problémákban, melyekben monoton transzformációkra invariáns hasonlósági függvényre van szükség.*

4.2. Eltolás invariancia kernel térben

A *kernelfüggvények* [7, 8] széleskörűen alkalmazott eszközök a gépi tanulóalgoritmusok, a mintázatfelismerés és a statisztikai elemzések területén. Kernel függvények segítségével a számításigény növekedése nélkül javíthatjuk vagy módosíthatjuk az arra alkalmas matematikai módszerek legkülönbözőbb tulajdonságait. Egy $k : \mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ kernelfüggvény legfontosabb tulajdonsága, hogy felírható $k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \langle \phi(\mathbf{x}), \phi(\mathbf{y}) \rangle$ alakban, ahol $\phi : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}^n$ egy jellemzően nem-lineáris, ún. *sajátságtranszformációt* jelöl. A kernelfüggvényekhez, illetve az utóbbi felíráshoz szorosan kapcsolódó ún. *kernel trükk* [9] lényege az, hogy ha egy matematikai algoritmus csak belsőszorzat műveleteken keresztül érintkezik az adattal, akkor a belsőszorzatokat kernel kiértékelésekre cserélve az algoritmus a sajátságtranszformáció képtere által definiált sok- (esetenként végtelen) dimenziós sajátság-térben (az ún. kernel-térben) fog dolgozni. Mindez rendkívül előnyös lehet, ha a transzformált vektorok sajátságterbeli eloszlása a nem-lineáris sajátságtranszformáció hatására kedvezőbbé válik az eredeti vektorok eloszlásától. A gyakorlatban azon kernelfüggvények érdekesek, melyek esetén $k(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ kiszámításához nincs szükség $\phi(\mathbf{x})$ és $\phi(\mathbf{y})$ meghatározására, így a számításigény alacsonyan tartható. Hasonlósági függvények tekintetében Schölkopf javasolta a kernel trükk alkalmazását az euklideszi távolságra [9]:

$$D_{EUC}^k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = (k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) + k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) - 2k(\mathbf{x}, \mathbf{y}))^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

továbbá könnyen látható, hogy bármely kernelt normalizálva [10] a kernel-térben számolt korrelációs együtthatót kapjuk:

$$S_{CC}^k(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{k(\mathbf{x}, \mathbf{y})}{\sqrt{k(\mathbf{x}, \mathbf{x})k(\mathbf{y}, \mathbf{y})}}. \quad (4)$$

A D_{EUC}^k és S_{CC}^k kernelizált hasonlósági mértékek formálisan megegyeznek az euklideszi távolsággal, illetve a korrelációs együtthatóval, azzal a különbséggel, hogy felírásukban a belsőszorzatot kernel kiértékelésekre cseréltük.

A kernelfüggvények lehetővé teszik, hogy sok- (esetenként végtelen) dimenziós terekben hatékonyan dolgozzunk, azonban kernel-függvények segítségével eredendően csak kernelkiértékelést tudunk végrehajtani, azaz a sajátságterben történő belsőszorzat számítást. Ennek eredményeként elsősorban azok a hasonlósági függvények, illetve matematikai algoritmusok kernelizálhatóak, melyek az adatvektorokkal csak belsőszorzaton keresztül érintkeznek. Például széleskörű alkalmazása ellenére sem találni az irodalomban eredményeket a Pearson korrelációs együttható (PCC) kernelizálására vonatkozóan. A PCC kernelizálásának legnagyobb akadálya az eltolás invariancia: a PCC kiszámításához ismerni kell a vektorok koordinátáinak összegét/átlagát; mindez kernelizálás esetén azt jelenti, hogy a sajátságtranszformáció koordinátáinak összegét kell meghatározni kernel térben, ami kernel kiértékelések segítségével nem kézenfekvő. Kutatásaink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az eltolás invariáns hasonlósági mértékek – a centrált euklideszi távolság (cEUC), és a PCC – milyen feltételek mellett kernelizálhatóak, továbbá részletekbemenően megvizsgáltuk a nevezett hasonlósági mértékek kernelizálásának lehetőségeit a széleskörűen használt polinom kernel esetén. A kérdéseket részletesen tárgyaljuk a disszertáció harmadik fejezetében és kapcsolódó [11] cikkünkben.

2. Tézis.

1. *Adott kernel és hozzá tartozó, ℓ^1 -be képező sajátságtranszformáció esetén a kernelizált cEUC és PCC hasonlósági mértékek rendre megegyeznek az EUC és CC mértékekkel.*
2. *Adott kernel és hozzá tartozó, $\mathbb{R}^n$ -be képező sajátságtranszformáció esetén a cEUC és PCC mértékek legalább megszámlálhatóan végtelen különböző módon kernelizálhatóak.*
3. *A homogén és inhomogén polinom kernellel a cEUC és PCC hasonlósági mértékek kontinuum sok különböző módon kernelizálhatóak,*

4. *s ezekből létezik legalább megszámlálhatóan végtelen sok, mely kernel kiértékelésekkel számítható.*

4.3. Érhálózat szegmentálása retinaképeken min-tázat illesztéssel és kontúr rekonstrukcióval

Az érhálózat szegmentálása retinaképeken több okból is fontos kutatási terület az orvosi képfeldolgozás területén. Egyrészt számos elváltozás detektálása esetén [12, 13, 14] az első lépések egyike az érhálózat szegmentálása és levonása. Másrészt az érhálózat karakterisztikus alakja segítheti más anatómiai képletek (például a vakfolt [15], vagy sárgafolt [16]) azonosítását. Harmadrészt számos kutatás mutatott ki kapcsolatot az érhálózat alakja, tulajdonságai, és különböző betegségek között [17, 18, 19, 20, 21, 22]. A retina képekhez kapcsolódó képfeldolgozási problémák alapos és részletes áttekintése [23] szerint *az érhálózat szegmentálása és tulajdonságainak jellemzése alapvető fontosságú feladat*. Kutatásaink eredményeként új eljárást javasoltunk az érhálózat retinaképeken történő szegmentálására. A módszer részletes leírása a disszertáció negyedik fejezetében és a [24] cikkben található.

3. Tézis.

1. *Új módszert javasoltam az érhálózat szegmentálására retinaképeken. A módszer fejlesztése során figyelembe vettem, hogy a különböző érhálózat szegmensek különböző profillal rendelkezhetnek, melyekből sok alulreprezentált lehet a manuálisan annotált adatbázisokban. Ennek megfelelően a javasolt módszer külön-külön tanulja meg és használja nagyszámú előre definiált érprofil vizuális sajátosságait.*
2. *A teszteredmények alapján kijelenthetem, hogy a javasolt módszer kompetens az irodalmi algoritmusokkal, és hogy a szegmentáció során felhasznált sajátágok magas leíró erővel bírnak az érhálózat reprezentációjának tekintetében.*

References / Irodalomjegyzék

- [1] R. Brunelli. *Template Matching Techniques in Computer Vision: Theory and Practice*. Wiley, 2009, p. 348.
- [2] A. A. Goshtasby. *Image Registration, Principles, Tools and Methods*. Springer-Verlag London, 2012, p. 442.
- [3] M. M. Deza and E. Deza. *Encyclopedia of Distances*. Springer, 2009, p. 583.
- [4] E. Deza and M. M. Deza. *Dictionary of Distances*. Elsevier, 2006, p. 391.
- [5] Y. Hel-Or, H. Hel-Or, and E. David. “Matching by Tone Mapping: Photometric Invariant Template Matching”. In: *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 36(2) (2014), pp. 317–330.
- [6] Gy. Kovács. “Matching by Monotonic Tone Mapping”. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* (2016). submitted.
- [7] B. Scholkopf and A. J. Smola. *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2001, p. 648.
- [8] T. Hofmann, B. Scholkopf, and A. J. Smola. “Kernel Methods in Machine Learning”. In: *The Annals of Statistics* 31.3 (Jan. 2008), pp. 1171–1220.
- [9] B. Scholkopf. “The Kernel Trick for Distances”. In: *NIPS*. 2000, pp. 301–307.
- [10] V. N. Vapnik. *Statistical Learning Theory*. Wiley-Interscience, Sept. 1998, p. 768.
- [11] Gy. Kovács and A. Hajdu. “Translation Invariance in the Polynomial Kernel Space and Its Applications in kNN Classification”. In: *Neural Processing Letters* 37(2) (2013). (IF=1.237), pp. 207–233.
- [12] D. Marín, A. Aquino, M. E. Gegúndez-Arias, and J. M. Bravo. “A new supervised method for blood vessel segmentation in retinal images by using gray-level and moment invariants-based features”. In: *IEEE Trans. Med. Imag.* (2011), pp. 146–158.

- [13] A. Sopharak, B. Uyyanonvara, and S. Barman. “Simple hybrid method for fine microaneurysm detection from non-dilated diabetic retinopathy retinal images”. In: *Computerized Medical Imaging and Graphics* 37(5-6) (2013), pp. 394–402.
- [14] A. Bhulyan, R. Kawasaki, M. Sasaki, E. Lamoreux, K. Ramamohanarao, R. Guymer, T. Y. Wong, and K. Yogesan. “Drusen Detection and Quantification for Early Identification of Age Related Macular Degeneration using Color Fundus Images”. In: *J. Clin Exp Ophthalmol* 4(5) (2013), pp. 1–6.
- [15] A. Hoover and M. Goldbaum. “Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of blood vessels”. In: *IEEE Trans Med Imaging* 22(8) (2003), pp. 951–958.
- [16] C-Y Yu, C-C Liu, and S-S Yu. “A Fovea Localization Scheme Using Vessel Origin-Based Parabolic Model”. In: *Algorithms* 7(3) (2014), pp. 456–470.
- [17] C. S. Cheung, Z. Butty, N. N. Tehrani, and W. C. Lam. “Computer-assisted image analysis of temporal retinal vessel width and tortuosity in retinopathy of prematurity for the assessment of disease severity and treatment outcome”. In: *J AAPOS* 16(5) (2012), pp. 431–436.
- [18] Q. Li, J. You, W. Jinghua, and A. Wong. “A fully automated system for retinal vessel tortuosity diagnosis using scale dependent vessel tracing and grading”. In: *Proc. of IEEE 23rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CGMS)*. 2010, pp. 221–225.
- [19] S. G. Vázquez, B. Cancela, N. Barreira, M. G. Penedo, M. Rodríguez-Blanco, M. Pena Seijo, G. C. de Tuero, M. A. Barceló, and M. Saez. “Improving retinal artery and vein classification by means of a minimal path approach”. In: *Machine Vision and Applications* 24(5) (2013), pp. 919–930.
- [20] N. Chapman, G. Dell’omo, M. S. Sartini, N. Witt, A. Hughes, S. Thom, and R. Pedrinelli. “Peripheral vascular disease is associated with abnormal arteriolar diameter relationships at bifurcations in the human retina”. In: *Clin Sci (Lond)*. 103(2) (2002), pp. 111–116.

- [21] M. S. Habib, B. Al-Diri, A. Hunter, and D. H. W. Steel. “The association between retinal vascular geometry changes and diabetic retinopathy and their role in prediction of progression – an exploratory study”. In: *BMC Ophthalmology* 14(89) (2014), pp. 1–11.
- [22] R. Kawasaki, M. Z. Che Azemin, D. K. Kumar, A. G. Tan, G. Liew, T. Y. Wong, P. Mitchell, and J. J. Wang. “Fractal dimension of the retinal vasculature and risk of stroke: a nested case-control study”. In: *Neurology* 76 (2011), pp. 1766–1767.
- [23] E. Trucco, A. Ruggeri, T. Karnowski, L. Giancardo, E. Chaum, J. P. Hubschman, B. al Dir, C. Y. Cheung, D. Wong, M. Abrámoﬀ and G. Lim, D. Kumar, P. Burlina, N. M. Bressler, H. Jelinek, F. Meriaudeau, G. Quéllec, T. MacGillivray, and B. Dhillon. “Validating retinal fundus image analysis algorithms: issues and a proposal”. In: *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 54(5) (2013), pp. 3546–3559.
- [24] Gy. Kovács and A. Hajdu. “A Self-Calibrating Approach for the Segmentation of Retinal Vessels by Template Matching and Contour Reconstruction”. In: *Medical Image Analysis* 29(4) (2016). (IF=3.654), pp. 24–46.

A Publications used in the dissertation / A disszertáció alapjául szolgáló cikkek

Journal papers / Folyóiratcikkek

- [1] Gy. Kovács and A. Hajdu. “Translation Invariance in the Polynomial Kernel Space and Its Applications in kNN Classification”. In: *Neural Processing Letters* 37(2) (2013). (IF=1.237), pp. 207–233. DOI: 10.1007/s11063-012-9242-0.
- [2] Gy. Kovács and A. Hajdu. “A Self-Calibrating Approach for the Segmentation of Retinal Vessels by Template Matching and Contour Reconstruction”. In: *Medical Image Analysis* 29(4) (2016). (IF=3.654), pp. 24–46. DOI: 10.1016/j.media.2015.12.003.
- [3] Gy. Kovács. “Matching by Monotonic Tone Mapping”. In: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* (2016). submitted.

Proceedings of international conferences / Nemzetközi konferenciakiadványokban megjelent anyagok

- [1] Gy. Kovács and A. Hajdu. “Extraction of vascular system in retina images using averaged one-dependence estimators and orientation estimation in Hidden Markov Random Fields”. In: *8th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI2011)*. March 30 – April 2. Chicago, USA, 2011, pp. 693–696.

Proceedings of Hungarian conferences / Magyar konferenciakiadványokban megjelent anyagok

- [1] Gy. Kovács. “On the Optimal Quantization Technique of Photometric Invariant Template Matching and Its Properties in the Presence of Gaussian Noise”. In: *Proc. of KÉPAF 2015*. January 27–30. Kecskemét, Hungary, 2015, pp. 657–672.



Registry number:
Subject:

DEENK/228/2016.PL
PhD Publikációs Lista

Candidate: György Kovács

Neptun ID: W7U938

Doctoral School: Doctoral School of Informatics

MTMT ID: 10037499

List of publications related to the dissertation

Foreign language Hungarian book chapters (1)

1. **Kovács, G.:** On the optimal quantization technique of photometric invariant template matching and its properties in the presence of Gaussian noise.

In: Konferenciakötet: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 657-672, 2015.

Foreign language international book chapters (1)

2. **Kovács, G., Hajdu, A.:** Extraction of vascular system in retina images using averaged one-dependence estimators and orientation estimation in Hidden Markov Random Fields.

In: 2011 8th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro. Proceedings, IEEE, Piscataway, 693-696, 2011, (ISSN 1945-7936) ISBN: 9781424441280

Foreign language scientific articles in international journals (2)

3. **Kovács, G., Hajdu, A.:** A self-calibrating approach for the segmentation of retinal vessels by template matching and contour reconstruction.

Med. Image Anal. 29, 24-46, 2016. ISSN: 1361-8415.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.media.2015.12.003>

IF: 4.565 (2015)

4. **Kovács, G., Hajdu, A.:** Translation invariance in the polynomial kernel space and its applications in kNN classification.

Neural Process. Lett. 37 (2), 207-233, 2013. ISSN: 1370-4621.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11063-012-9242-0>

IF: 1.237





List of other publications

Hungarian books (3)

5. **Kovács, G.:** A digitális jelfeldolgozás matematikai alapjai. Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen, 270 p., 2014.
6. **Kovács, G.:** OpenCL. Typotex, Budapest, 362 p., 2014. ISBN: 9789632793320
7. **Kovács, G.:** Párhuzamos programozási eszközök és összetett alkalmazásai. Typotex, Budapest, 322 p., 2014. ISBN: 9789632793283

Foreign language Hungarian books (1)

8. **Kovács, G.:** OpenCL. Typotex, Budapest, 355 p., 2014. ISBN: 9789632793344

Foreign language international book chapters (9)

9. **Kovács, G.,** Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.: Alternatives of PLS regression for the estimation of weight from CT images.
In: Proceedings of FAIM IV: Fourth Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 116-119, 2015.
10. **Kovács, G.,** Donkó, T., Matics, Z., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: New segmentation method for CT based selection program in rabbits.
In: Proceedings of FAIM III: Third Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 102-104, 2014. ISBN: 9780993106309
11. **Kovács, G.,** Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: Gabor-filter based automatic removal of troughs from CT images.
In: Proceedings of FAIM II: Second Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 80-84, 2013. ISBN: 9780957070998
12. **Kovács, G.,** Donkó, T., Milisits, G., Sütő, Z., Szentirmai, E., Emri, M.: CT image analysis methods used in Hungary.
In: Proceedings of FAIM I: First Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 60-63, 2012. ISBN: 9780957070936



13. **Kovács, G.**, Fazekas, A., Hajdu, A.: Exponential contrast maximization of intensity images.
In: Proceedings of the 7th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, Dubrovnik, Croatia, September 4-6, 2011. Eds.: S. Lončarić, G. Ramponi, D. Seršić, IEEE, Danvers, 139-142, 2011. ISBN: 9789531841597
14. **Kovács, G.**, Iván, J. I., Pányik, Á., Fazekas, A.: The openIP open source image processing library.
In: Proceedings of the 18th International Conference on Multimedia. Eds.: Alberto del Bimbo, Shih-Fu Chang, Arnold Smeulders, ACM, Firenze, Italy, 1489-1492, 2010. ISBN: 9781605589336
15. **Kovács, G.**, Kajtár, B., Méhes, G., Fazekas, A.: Fast detection of chromosome metaphases in digitalized microscopic slides.
In: Proceedings of 6th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, 2009. ISPA 2009.16-18 September, 2009, Salzburg, Austria. Szerk.: Peter Zinterhof, IEEE, Piscataway, New Jersey, 444-448, 2009. ISBN: 9789531841351
16. Sajó, L., **Kovács, G.**, Fazekas, A.: An application of multi-modal human-computer interaction - the chess player Turk 2.
In: IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2008 ; THETA 16th edition ; 22 - 25 May 2008, Cluj-Napoca, Romania . Ed.: Liviu Miclea, IEEE, Piscataway, New Jersey, 316-319, 2008. ISBN: 9781424425761
17. Fazekas, A., Palágyi, K., **Kovács, G.**, Németh, G.: Skeletonization based on metrical neighborhood sequences.
In: Computer vision systems : 6th international conference, ICVS 2008, Santorini, Greece, May 12-15, 2008 : proceedings. Ed.: Antonios Gasteratos, Markus Vincze, John K. Tsotsos, Springer, Berlin; Heidelberg, 333-342, 2008, (Lecture Notes in Computer Science, ISSN 0302-9743 ; 5008.) ISBN: 9783540795469

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

18. **Kovács, G.**, Sajó, L., Fazekas, A.: Multi-modális gépi sakkozó: Török-2.
Híradástechnika. 63 (5), 51-54, 2008. ISSN: 0018-2028.

Foreign language scientific articles in international journals (7)

19. Keszthelyi, S., Donkó, T., **Kovács, G.**: Computer tomography assisted imaging analysis in damaged maize grain caused by *Sitotroga cerealella*.
J. Plant Dis. Prot. 123 (2), 89-92, 2016. ISSN: 1861-3829.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s41348-016-0009-0>
IF: 0.477 (2015)





20. Csomós, K., Kristóf, E., Jakob, B., Csomós, I., **Kovács, G.**, Rotem, O., Hodrea, J., Bagoly, Z., Muszbek, L., Csősz, É., Fésüs, L.: Protein cross-linking by chlorinated polyamines and transglutamylation stabilizes neutrophil extracellular traps.
Cell Death Dis. 7 (8), e2332, 2016. ISSN: 2041-4889.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/cddis.2016.200>
IF: 5.378 (2015)
21. **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Pentagon chain in external fields.
Philos. Mag. 95 (32), 3674-3695, 2015. ISSN: 1478-6435.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786435.2015.1094191>
IF: 1.632
22. **Kovács, G.**, Glukhov, K., Gulácsi, Z.: Quadrilateral quantum chain Hamiltonian cast in positive semidefinite form containing non-linear fermionic contributions.
WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics. 10, 187-193, 2015. ISSN: 1991-8747.
23. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: An extension to flat band ferromagnetism.
Mod. Phys. Lett. B. 28 (28), 1450220-, 2014. ISSN: 0217-9849.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1142/S0217984914502200>
IF: 0.746
24. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Exact ferromagnetic ground state of pentagon chains.
Philos. Mag. Lett. 94 (5), 269-277, 2014. ISSN: 0950-0839.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09500839.2014.895873>
IF: 1.087
25. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Flat band ferromagnetism without connectivity conditions in the flat band.
Europhys. Lett. 107 (5), 57005-, 2014. ISSN: 0295-5075.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1209/0295-5075/107/57005>
IF: 2.095

Other journal articles (2)

26. Milisits, G., Donkó, T., **Kovács, G.**, Opposits, G., Szentirmai, E., Sütő, Z.: Examination of the separate effect of egg weight and egg composition on the hatchability.
Worlds Poult. Sci. J. Supplement 1, 89-92, 2012. ISSN: 0043-9339.
27. Kis, S. A., Opposits, G., Lajtos, I., Spisák, T., Balkay, L., **Kovács, G.**, Trón, L., Emri, M.: Comparative analysis of image processing algorithms on quadratic and hexagonal grids.
Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 38 (Suppl.), S275, 2011. ISSN: 1619-7070.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1911-0>

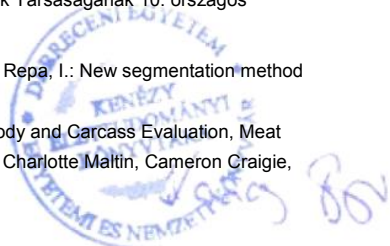


Hungarian abstracts (3)

28. **Kovács, G.**, Fazekas, A.: Automatikus gamma korrekció.
In: Képfeldolgozók és Alakfelismerők VIII. konferenciája. Szerk.: Kató Zoltán, Palágyi Kálmán, NJSZT-KÉPAF, Szeged, 163-173, 2011.
29. Németh, G., **Kovács, G.**, Palágyi, K., Fazekas, A.: A morfológiai váz általánosítása szomszédsági szekvenciákkal.
In: Proceedings of the 7th Conference of the Hungarian Association for Image Processing and Pattern Recognition. January 28-30, 2009 Budapest, Hungary, MTA SZTAKI, Budapest, 162-172, 2009.
30. Fazekas, A., Hajdu, A., Sajó, L., **Kovács, G.**: A digitális képfeldolgozás területén folyó kutatások a Debreceni Egyetem Informatika Karán.
In: Informatika a felsőoktatásban 2008, Debrecen, 2008. augusztus 27-29. [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Pethő Attila, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, 1-8, 2008. ISBN: 9789634731290

Foreign language abstracts (12)

31. **Kovács, G.**, Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.: Alternatives of PLS regression for the estimation of weight from CT images.
In: Booklet of FAIM IV: Fourth Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 41, 2015.
32. Fazekas, Z., Hajdu, A., Lázár, I., **Kovács, G.**, Csákány, B., Calugaru, D. M., Shah, R., Adam, E. I., Talu, S.: Influence of using different segmentation methods on the fractal properties of the identified retinal vascular networks in healthy retinas and retinas with Vein occlusion.
In: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 361-373, 2015.
33. **Kovács, G.**, Donkó, T., Matics, Z., Czákó, B., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.: On the CT based estimation of muscle weights in living rabbits.
In: Konferenciakötet: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 151-166, 2015.
34. **Kovács, G.**, Donkó, T., Matics, Z., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: New segmentation method for CT based selection program in rabbits.
In: Booklet of FAIM III: Third Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 34, 2014.





35. **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: On the exact ground states of quadrilateral chains.
In: International Conference Smart functional materials for shaping our future, 19-20 September 2014 Debrecen, Hungary. Programme and book of abstracts. Ed.: Attila Csík, University of Debrecen, Debrecen, 130-131, 2014. ISBN: 9789634737247
36. **Kovács, G.**, Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: Gabor-filter based automatic removal of troughs from CT images.
In: Booklet of FAIM II: Second Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 39, 2013.
37. **Kovács, G.**, Donkó, T., Milisits, G., Sütő, Z., Szentirmai, E., Emri, M.: CT image analysis methods used in Hungary.
In: Booklet of FAIM I: First Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 31, 2012.
38. **Kovács, G.**, Opposits, G., Kis, S. A., Balkay, L., Trón, L., Emri, M.: Development and error-analysis of sinogram correction methods for MiniPET-II.
Nucl. Med. Rev. Cent. East. Eur. 12 (1), 36, 2009. ISSN: 1506-9680.
39. **Kovács, G.**, Makara, C., Fazekas, A.: The multi-modal rock-paper-scissors game.
In: Intelligent Virtual Agents : 9th International Conference, IVA 2009 Amsterdam, The Netherlands, September 14-16, 2009 Proceedings. . Ed.: by Zsófia Ruttkay, Michael Kipp, Anton Nijholt, Springer, Berlin; Heidelberg, 564-565, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, ISSN 0302-9743 ; 5773.) ISBN: 9783642043796
40. **Kovács, G.**, Németh, G.: Skeletonization based on neighborhood sequences.
In: Proceedings of Conference of PhD Students in Computer Science. Volume of extended abstracts, University of Szeged, Szeged, 36-37, 2007.
41. Kis, S. A., Trón, L., Opposits, G., Veres, P., Pányik, Á., **Kovács, G.**, Balkay, L., Pohubi, L., Szlávecz, Á., Molnár, J., Galuska, L., Emri, M.: Testing and validating of a parallel image reconstruction software package.
Nucl. Med. Rev. 10 (1), 59, 2007. ISSN: 1506-9680.





42. **Kovács, G.**, Ruttkay, Z., Fazekas, A.: Virtual chess player with emotions.
In: Proceedings of Fourth Hungarian Conference on Computer Graphics and Geometry. Eds.:
László Szirmay-Kalos, Gábor Renner, [s.n.], Budapest, 182-188, 2007.

Total IF of journals (all publications): 17,217

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 5,802

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

13 September, 2016





Nyilvántartási szám: DEENK/228/2016.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kovács György
Neptun kód: W7U938
Doktori Iskola: Informatikai Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10037499

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű, hazai könyvrészletek (1)

1. **Kovács, G.:** On the optimal quantization technique of photometric invariant template matching and its properties in the presence of Gaussian noise.
In: Konferenciakötet: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 657-672, 2015.

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

2. **Kovács, G., Hajdu, A.:** Extraction of vascular system in retina images using averaged one-dependence estimators and orientation estimation in Hidden Markov Random Fields.
In: 2011 8th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro. Proceedings, IEEE, Piscataway, 693-696, 2011, (ISSN 1945-7936) ISBN: 9781424441280

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

3. **Kovács, G., Hajdu, A.:** A self-calibrating approach for the segmentation of retinal vessels by template matching and contour reconstruction.
Med. Image Anal. 29, 24-46, 2016. ISSN: 1361-8415.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.media.2015.12.003>
IF: 4.565 (2015)
4. **Kovács, G., Hajdu, A.:** Translation invariance in the polynomial kernel space and its applications in kNN classification.
Neural Process. Lett. 37 (2), 207-233, 2013. ISSN: 1370-4621.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11063-012-9242-0>
IF: 1.237





További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (3)

5. **Kovács, G.:** A digitális jelfeldolgozás matematikai alapjai. Debreceni Egyetem Informatikai Kar, Debrecen, 270 p., 2014.
6. **Kovács, G.:** OpenCL. Typotex, Budapest, 362 p., 2014. ISBN: 9789632793320
7. **Kovács, G.:** Párhuzamos programozási eszközök és összetett alkalmazásai. Typotex, Budapest, 322 p., 2014. ISBN: 9789632793283

Idegen nyelvű, hazai könyvek (1)

8. **Kovács, G.:** OpenCL. Typotex, Budapest, 355 p., 2014. ISBN: 9789632793344

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (9)

9. **Kovács, G., Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.:** Alternatives of PLS regression for the estimation of weight from CT images.
In: Proceedings of FAIM IV: Fourth Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 116-119, 2015.
10. **Kovács, G., Donkó, T., Matics, Z., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.:** New segmentation method for CT based selection program in rabbits.
In: Proceedings of FAIM III: Third Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 102-104, 2014. ISBN: 9780993106309
11. **Kovács, G., Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.:** Gabor-filter based automatic removal of troughs from CT images.
In: Proceedings of FAIM II: Second Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 80-84, 2013. ISBN: 9780957070998
12. **Kovács, G., Donkó, T., Milisits, G., Sütő, Z., Szentirmai, E., Emri, M.:** CT image analysis methods used in Hungary.
In: Proceedings of FAIM I: First Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 60-63, 2012. ISBN: 9780957070936



13. **Kovács, G.**, Fazekas, A., Hajdu, A.: Exponential contrast maximization of intensity images.
In: Proceedings of the 7th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, Dubrovnik, Croatia, September 4-6, 2011. Eds.: S. Lončarić, G. Ramponi, D. Seršić, IEEE, Danvers, 139-142, 2011. ISBN: 9789531841597
14. **Kovács, G.**, Iván, J. I., Pányik, Á., Fazekas, A.: The openIP open source image processing library.
In: Proceedings of the 18th International Conference on Multimedia. Eds.: Alberto del Bimbo, Shih-Fu Chang, Arnold Smeulders, ACM, Firenze, Italy, 1489-1492, 2010. ISBN: 9781605589336
15. **Kovács, G.**, Kajtár, B., Méhes, G., Fazekas, A.: Fast detection of chromosome metaphases in digitalized microscopic slides.
In: Proceedings of 6th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, 2009. ISPA 2009.16-18 September, 2009, Salzburg, Austria. Szerk.: Peter Zinterhof, IEEE, Piscataway, New Jersey, 444-448, 2009. ISBN: 9789531841351
16. Sajó, L., **Kovács, G.**, Fazekas, A.: An application of multi-modal human-computer interaction - the chess player Turk 2.
In: IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2008 ; THETA 16th edition ; 22 - 25 May 2008, Cluj-Napoca, Romania . Ed.: Liviu Miclea, IEEE, Piscataway, New Jersey, 316-319, 2008. ISBN: 9781424425761
17. Fazekas, A., Palágyi, K., **Kovács, G.**, Németh, G.: Skeletonization based on metrical neighborhood sequences.
In: Computer vision systems : 6th international conference, ICVS 2008, Santorini, Greece, May 12-15, 2008 : proceedings. Ed.: Antonios Gasteratos, Markus Vincze, John K. Tsotsos, Springer, Berlin; Heidelberg, 333-342, 2008, (Lecture Notes in Computer Science, ISSN 0302-9743 ; 5008.) ISBN: 9783540795469

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (1)

18. **Kovács, G.**, Sajó, L., Fazekas, A.: Multi-modális gépi sakkozó: Török-2.
Híradástechnika. 63 (5), 51-54, 2008. ISSN: 0018-2028.

Idegén nyelvű közlemények külföldi folyóiratban (7)

19. Keszthelyi, S., Donkó, T., **Kovács, G.**: Computer tomography assisted imaging analysis in damaged maize grain caused by Sitotroga cerealella.
J. Plant Dis. Prot. 123 (2), 89-92, 2016. ISSN: 1861-3829.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s41348-016-0009-0>
IF: 0.477 (2015)





20. Csomós, K., Kristóf, E., Jakob, B., Csomós, I., **Kovács, G.**, Rotem, O., Hodrea, J., Bagoly, Z., Muszbek, L., Csász, É., Fésüs, L.: Protein cross-linking by chlorinated polyamines and transglutamylation stabilizes neutrophil extracellular traps.
Cell Death Dis. 7 (8), e2332, 2016. ISSN: 2041-4889.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/cddis.2016.200>
IF: 5.378 (2015)
21. **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Pentagon chain in external fields.
Philos. Mag. 95 (32), 3674-3695, 2015. ISSN: 1478-6435.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786435.2015.1094191>
IF: 1.632
22. **Kovács, G.**, Glukhov, K., Gulácsi, Z.: Quadrilateral quantum chain Hamiltonian cast in positive semidefinite form containing non-linear fermionic contributions.
WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics. 10, 187-193, 2015. ISSN: 1991-8747.
23. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: An extension to flat band ferromagnetism.
Mod. Phys. Lett. B. 28 (28), 1450220-, 2014. ISSN: 0217-9849.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1142/S0217984914502200>
IF: 0.746
24. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Exact ferromagnetic ground state of pentagon chains.
Philos. Mag. Lett. 94 (5), 269-277, 2014. ISSN: 0950-0839.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09500839.2014.895873>
IF: 1.087
25. Gulácsi, M., **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: Flat band ferromagnetism without connectivity conditions in the flat band.
Europhys. Lett. 107 (5), 57005-, 2014. ISSN: 0295-5075.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1209/0295-5075/107/57005>
IF: 2.095

Egyéb folyóiratközlemények (2)

26. Milisits, G., Donkó, T., **Kovács, G.**, Opposits, G., Szentirmai, E., Sütő, Z.: Examination of the separate effect of egg weight and egg composition on the hatchability.
Worlds Poult. Sci. J. Supplement 1, 89-92, 2012. ISSN: 0043-9339.
27. Kis, S. A., Opposits, G., Lajtos, I., Spisák, T., Balkay, L., **Kovács, G.**, Trón, L., Emri, M.: Comparative analysis of image processing algorithms on quadratic and hexagonal grids.
Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 38 (Suppl.), S275, 2011. ISSN: 1619-7070.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00259-011-1911-0>



Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

28. **Kovács, G.**, Fazekas, A.: Automatikus gamma korrekció.
In: Képfeldolgozók és Alakfelismerők VIII. konferenciája. Szerk.: Kató Zoltán, Palágyi Kálmán, NJSZT-KÉPAF, Szeged, 163-173, 2011.
29. Németh, G., **Kovács, G.**, Palágyi, K., Fazekas, A.: A morfológiai váz általánosítása szomszédsági szekvenciákkal.
In: Proceedings of the 7th Conference of the Hungarian Association for Image Processing and Pattern Recognition. January 28-30, 2009 Budapest, Hungary, MTA SZTAKI, Budapest, 162-172, 2009.
30. Fazekas, A., Hajdu, A., Sajó, L., **Kovács, G.**: A digitális képfeldolgozás területén folyó kutatások a Debreceni Egyetem Informatika Karán.
In: Informatika a felsőoktatásban 2008, Debrecen, 2008. augusztus 27-29. [elektronikus dokumentum]. Szerk.: Pethő Attila, Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Debrecen, 1-8, 2008. ISBN: 9789634731290

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (12)

31. **Kovács, G.**, Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.: Alternatives of PLS regression for the estimation of weight from CT images.
In: Booklet of FAIM IV: Fourth Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 41, 2015.
32. Fazekas, Z., Hajdu, A., Lázár, I., **Kovács, G.**, Csákány, B., Calugaru, D. M., Shah, R., Adam, E. I., Talu, S.: Influence of using different segmentation methods on the fractal properties of the identified retinal vascular networks in healthy retinas and retinas with Vein occlusion.
In: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 361-373, 2015.
33. **Kovács, G.**, Donkó, T., Matics, Z., Czákó, B., Garamvölgyi, R., Bajzik, G.: On the CT based estimation of muscle weights in living rabbits.
In: Konferenciakötet: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 10. országos konferenciája, [s.n.], [Kecskemét], 151-166, 2015.
34. **Kovács, G.**, Donkó, T., Matics, Z., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: New segmentation method for CT based selection program in rabbits.
In: Booklet of FAIM III: Third Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 34, 2014.



35. **Kovács, G.**, Gulácsi, Z.: On the exact ground states of quadrilateral chains.
In: International Conference Smart functional materials for shaping our future, 19-20 September 2014 Debrecen, Hungary. Programme and book of abstracts. Ed.: Attila Csík, University of Debrecen, Debrecen, 130-131, 2014. ISBN: 9789634737247
36. **Kovács, G.**, Donkó, T., Emri, M., Opposits, G., Repa, I.: Gabor-filter based automatic removal of troughs from CT images.
In: Booklet of FAIM II: Second Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 39, 2013.
37. **Kovács, G.**, Donkó, T., Milisits, G., Sütő, Z., Szentirmai, E., Emri, M.: CT image analysis methods used in Hungary.
In: Booklet of FAIM I: First Annual Conference on Body and Carcass Evaluation, Meat Quality, Software and Traceability. Eds.: Lutz Bünger, Charlotte Maltin, Cameron Craigie, QMS, Newbridge, 31, 2012.
38. **Kovács, G.**, Opposits, G., Kis, S. A., Balkay, L., Trón, L., Emri, M.: Development and error-analysis of sinogram correction methods for MiniPET-II.
Nucl. Med. Rev. Cent. East. Eur. 12 (1), 36, 2009. ISSN: 1506-9680.
39. **Kovács, G.**, Makara, C., Fazekas, A.: The multi-modal rock-paper-scissors game.
In: Intelligent Virtual Agents : 9th International Conference, IVA 2009 Amsterdam, The Netherlands, September 14-16, 2009 Proceedings. . Ed.: by Zsófia Ruttkay, Michael Kipp, Anton Nijholt, Springer, Berlin; Heidelberg, 564-565, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, ISSN 0302-9743 ; 5773.) ISBN: 9783642043796
40. **Kovács, G.**, Németh, G.: Skeletonization based on neighborhood sequences.
In: Proceedings of Conference of PhD Students in Computer Science. Volume of extended abstracts, University of Szeged, Szeged, 36-37, 2007.
41. Kis, S. A., Trón, L., Opposits, G., Veres, P., Pányik, Á., **Kovács, G.**, Balkay, L., Pohubi, L., Szlávecz, Á., Molnár, J., Galuska, L., Emri, M.: Testing and validating of a parallel image reconstruction software package.
Nucl. Med. Rev. 10 (1), 59, 2007. ISSN: 1506-9680.





42. Kovács, G., Ruttkay, Z., Fazekas, A.: Virtual chess player with emotions.

In: Proceedings of Fourth Hungarian Conference on Computer Graphics and Geometry. Eds.:

László Szirmay-Kalos, Gábor Renner, [s.n.], Budapest, 182-188, 2007.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 17,217

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
5,802**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2016.09.13.

