

# ANÁLISIS EXTENSO DE DESCRIPTORES DE TEXTURA PARA MEJORAR LA SEGMENTACIÓN AUTOMÁTICA DE TUMORES DE MAMA EN IMÁGENES DE ULTRASONIDO

M. en C. Fabian Torres Robles

Tutor: Dr. Fernando Arambula Cosio

# Indice

- ❑ Objetivo
- ❑ Introducción
- ❑ Análisis de textura
- ❑ Algoritmo de Segmentación
- ❑ Resultados
  - ▣ Mejoramiento de Contraste
  - ▣ Evaluación de la segmentación
- ❑ Conclusiones



# Objetivo

# Objetivo

- Realizar un análisis extenso de diferentes descriptores de textura usados en la segmentación o clasificación de tumores de mama en imágenes de ultrasonido, para identificar la habilidad de estos para mejorar el contraste entre el tejido sano y la región tumoral, así como su habilidad para mejorar los resultados de segmentación de un algoritmo automático.



# Introducción

# Introducción

- Actualmente el ultrasonido es responsable de uno de cinco diagnósticos por imágenes.
- La visualización de los tumores de mama en imágenes de ultrasonido no es fácil.
- La textura es una fuente que contiene información visual.
- Las características usadas en métodos de segmentación se deben de seleccionar de acuerdo a la aplicación.

# Trabajos similares

- Liao *et al.* Comparan la habilidad de los descriptores de textura propuestos por Haralick *et al.* para mejorar el contraste de la imagen y cual de ellos mejora la visualización de la lesión para el especialista.

# Otros trabajos

- Diferentes métodos de segmentación automática y clasificación de tumores de mama, que hacen uso de la intensidad del pixel y diferentes descriptores de textura, se han propuesto.
  - ▣ Primer Orden
  - ▣ Haralick
  - ▣ Run-Length





# Análisis de textura

# Descriptores de primer orden

- Son descriptores que extraen información de textura a partir de los valores de intensidad de la imagen original.
  - ▣ Media y Entropia (*Huang et al.*)
  - ▣ Curtosis y Oblicuidad (*Pilouras et al.*)
  - ▣ Diferencia con la Media (*Madabhushi et al.*)

# Descriptores de Haralick

- Basados en la matriz de co-ocurrencia de los valores de gris de la imagen.
  - ▣ Entropía y contraste (*Liu et al.*)
  - ▣ Varianza (*Liao et al.*)

# Descriptores Run-Length

- Basados en las matrices Run-Length. Usados para la clasificación de tumores.
  - ▣ Galloway (*Lefebvre et al., Murmis et al., Pilouras et al.*)

# Descriptores utilizados

Table 1. List of evaluated texture descriptors.

First order	Mean Entropy Kurtosis Skewness Mean Difference	(S.-F. Huang et al., 2008) (S.-F. Huang et al., 2008) (Piliouras et al., 2004) (Piliouras et al., 2004) (Madabhushi & Metaxas, 2003)
Co-occurrence	Entropy Contrast Homogeneity Energy Variance	(Liu et al., 2010) (Liu et al., 2010) (Liao et al., 2011) (Liao et al., 2011) (Liao et al., 2011)
Run-length	Short Run Emphasis Long Run Emphasis Gray-Level Nonuniformity Run-length Nonuniformity	(Lefebvre et al., 2000) (Lefebvre et al., 2000) (Murmis et al., 1988) (Murmis et al., 1988)



# Métodos de segmentación

# Métodos más comunes

- Clasificadores de intensidad y textura local.
- Etapa de pre-procesamiento.
  - ▣ Sticks y ecualización histográfica.
  - ▣ Butterworth y Gaussiano, Gaussiano Anisotrópico.

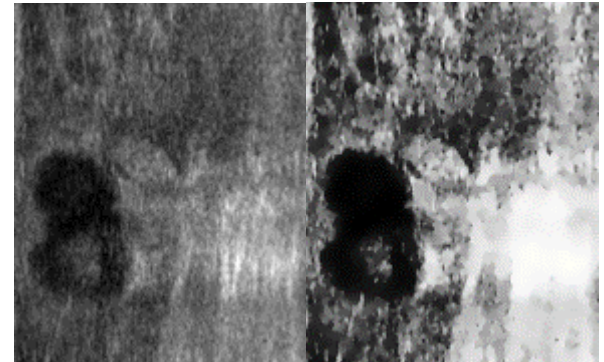
# Método implementado

- Segmentación de una imagen de probabilidad (*Madabhushi et al.*)
  - ▣ Intensidad
  - ▣ Textura
- Etapa de pre-procesamiento.



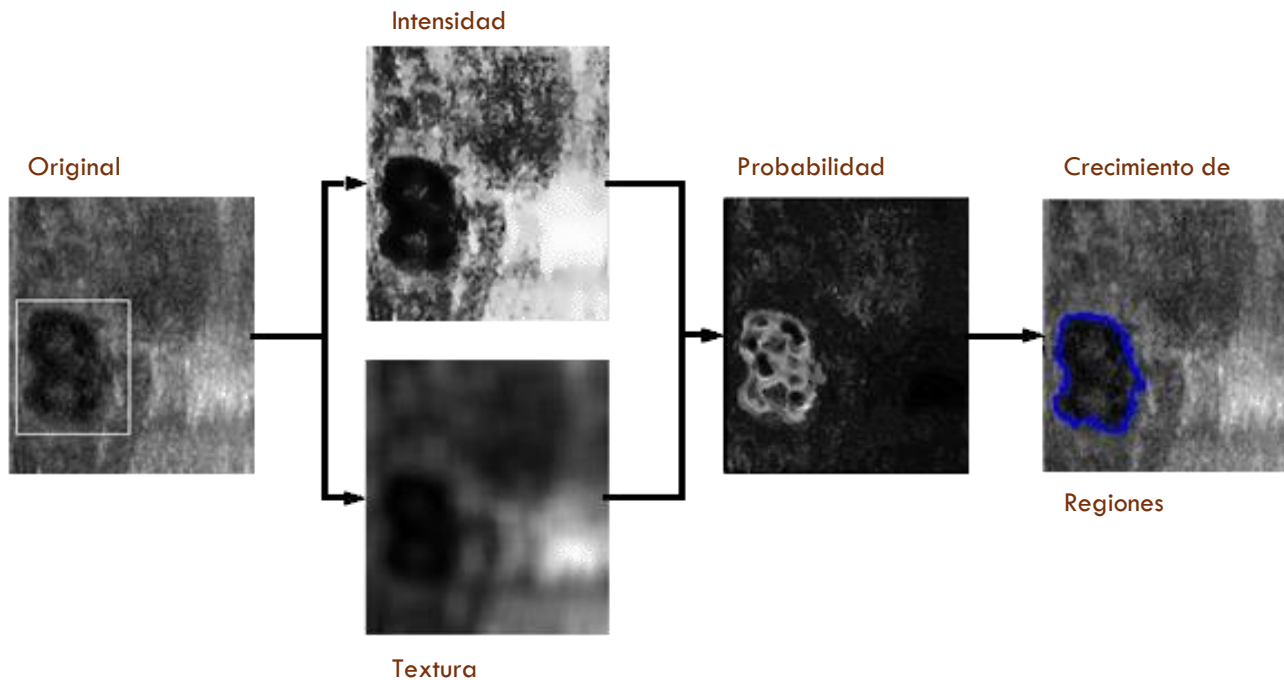
# Etapa de pre procesamiento

- Mejora de contraste.
  - ▣ Ecualización del histograma.
- Homogenización de la región.
  - ▣ Filtro Gaussiano Anisotrópico.



# Segmentación

18





# Resultados

# Mejora de contraste

- Se usaron como medidas de contraste.
  - ▣ SNR
  - ▣ CNR
  - ▣ Intersección de los histogramas
  - ▣ Distancia de Minkowski
- Preservación de bordes
  - ▣ EPI

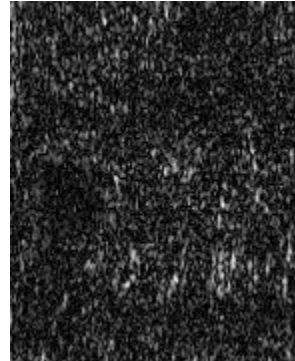
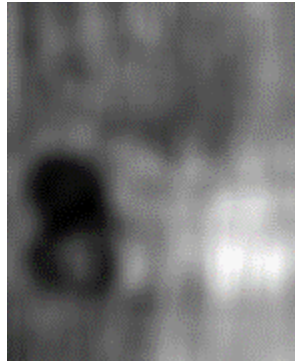
# Valores de la imagen original

Table 2. Original image contrast indexes

MD	INT	SNR	CNR	EPI
1.4136 $\pm$ 0.3264	0.2932 $\pm$ 0.1632	1.7450 $\pm$ 0.5285	1.0784 $\pm$ 0.3316	1 $\pm$ 0

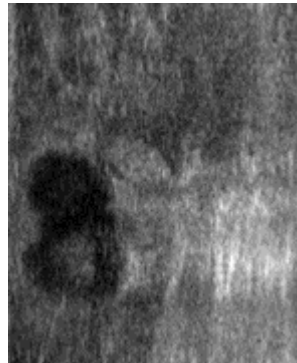
# Descriptores primer orden

- Ninguno mejora todos
  - ▣ Media (DM INT CNRE)
  - ▣ Diferencia (EPI)



# Descriptores Haralick

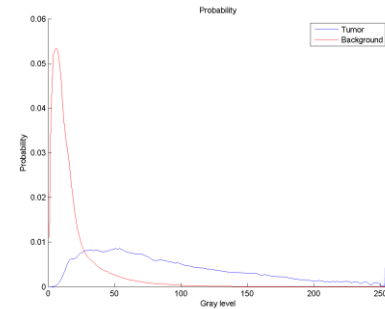
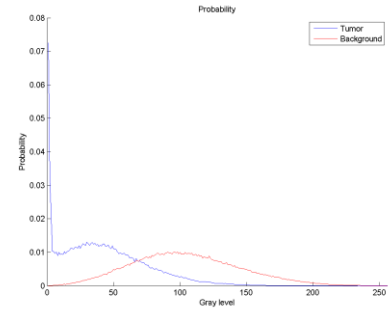
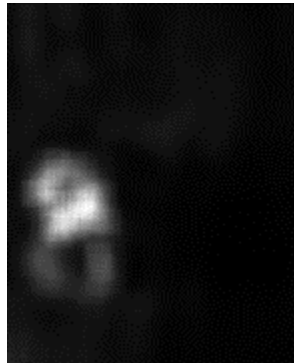
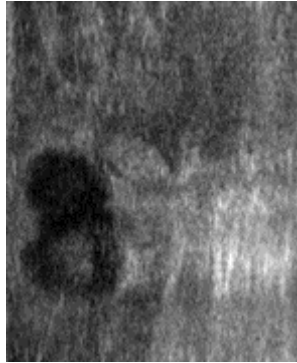
- No mejoran el contraste
  - ▣ Homogeneidad
- Mejoran el SNR



# Descriptores Run-Length

□ Mejora todos excepto EPI. Mejor MD e intersección.

▣ SRE





# Evaluación de la segmentación

- 30 imágenes evaluadas.
  - ▣ Exactitud
  - ▣ Sensitividad
  - ▣ Especificidad
  - ▣ PPV
  - ▣ NPV

# Resultados de la segmentación tablas

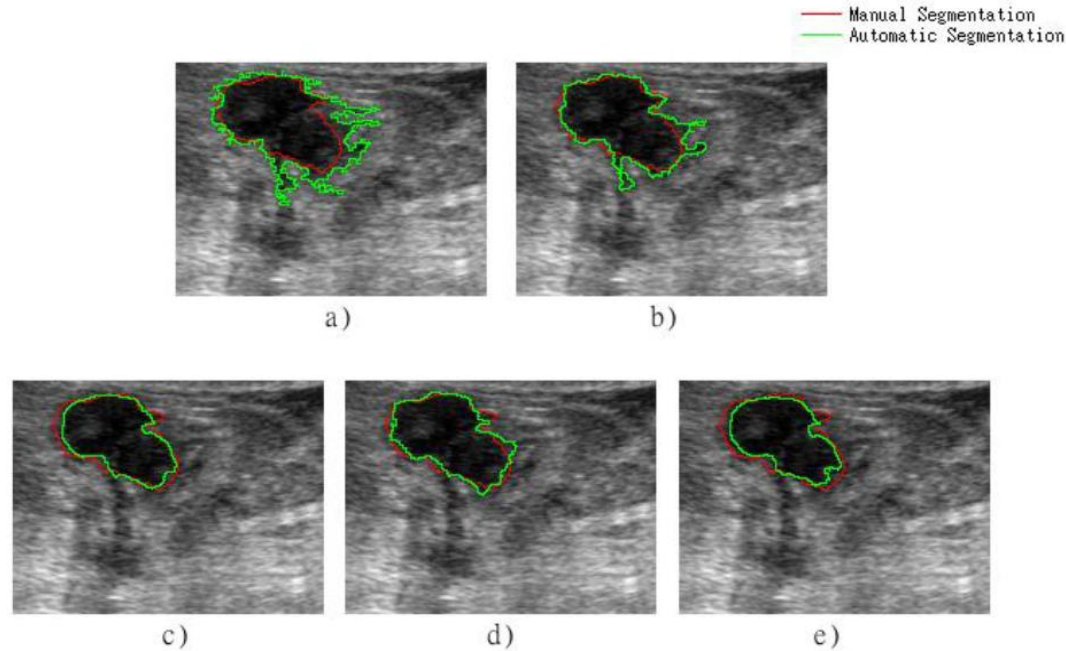
Table 4. Original and Intensity images segmentation results

Image	Accuracy	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Original	83.89%	86.51%	86.63%	78.94%	88.84%
Intensity	87.13%	85.26%	90.52%	85.96%	88.30%

Table 5. Original and Intensity images segmentation results

Category	Descriptor	Accuracy	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
First Order	Mean	90.58%	89.36%	95.24%	94.08%	87.08%
Haralick	Homogeneity	90.60%	88.66%	94.84%	93.40%	87.24%
Run-length	SRE	91.02%	88.58%	96.89%	96.34%	89.16%

# Resultados de la segmentación imágenes





# Conclusiones

# Mejora de contraste

- ❑ Se demostró en los resultados que algunos de los descriptores de textura evaluados mejoran el contraste de la imagen. Siendo el SER de la matriz run-length el que mejora más la imagen.
- ❑ La media y la etapa de pre-procesamiento son otras opciones para la mejora de contraste.
- ❑ Los descriptores de textura no son capaces de preservar los bordes del tumor, con excepción de la diferencia con la media.

# Segmentación

- ❑ El uso de textura mejora los resultados de la segmentación, aunque algunos descriptores no mejoren el contraste en la imagen.
- ❑ El descriptor de textura que mejora más la segmentación es el SER de la matriz run-length.
- ❑ La media del histograma y la homogeneidad de la matriz de co-ocurrencia también muestran buenos resultados.

# Trabajo futuro

---

- Evaluar la segmentación haciendo uso de más de una característica de textura y conocer cual es la mejor combinación.



# Referencias



Abd-Elmoniem, K. Z., Youssef, A.-B. M., & Kadah, Y. M. (2002). Real-time speckle reduction and coherence enhancement in ultrasound imaging via nonlinear anisotropic diffusion. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 49(9), 997–1014. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0036721081&partnerID=40&md5=d5f5fbf546ad5e4399367f427a718bd0>

Aggarwal, N., & Agrawal, R. K. (2012). First and Second Order Statistics Features for Classification of Magnetic Resonance Brain Images. *Journal of Signal and Information Processing*, 3(May), 146–153.

Akobeng, A. K. (2007). Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 96(3), 338–41. doi:10.1111/j.1651-2227.2006.00180.x

Bader, W., Böhmer, S., Van Leeuwen, P., Hackmann, J., Westhof, G., & Hatzmann, W. (2000). Does texture analysis improve breast ultrasound precision? *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 15(4), 311–316. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0034543860&partnerID=40&md5=de959bbf56615fddc3548fa4861e418e>

Barla, A., Odone, F., & Verri, A. (n.d.). Histogram intersection kernel for image classification. In *Proceedings 2003 International Conference on Image Processing (Cat. No.03CH37429)* (Vol. 2, pp. III–513–16). IEEE. doi:10.1109/ICIP.2003.1247294

Byrd, K., Zeng, J., & Chouikha, M. (2006). An assessed digital mammography segmentation algorithm used for content-based image retrieval. In *2006 8th international Conference on Signal Processing* (Vol. 2). IEEE. doi:10.1109/ICOSP.2006.345694

Chang, H.-H., Zhuang, A. H., Valentino, D. J., & Chu, W.-C. (2009). Performance measure characterization for evaluating neuroimage segmentation algorithms. *NeuroImage*, 47(1), 122–35. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.03.068

Chang, R.-F., Wu, W.-J., Moon, W. K., & Chen, D.-R. (2005). Automatic ultrasound segmentation and morphology based diagnosis of solid breast tumors. *Breast Cancer Research and Treatment*, 89(2), 179–185. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-13844267711&partnerID=40&md5=e041bd7389900373ab3295633ebbfbbba>

Chen, D.-R., Chang, R.-F., Wu, W.-J., Moon, W. K., & Wu, W.-L. (2003). 3-D breast ultrasound segmentation using active contour model. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 29(7), 1017–1026. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0038104383&partnerID=40&md5=7ce9fd930964c1fa833d59c54cbee0f2>

Contreras Ortiz, S. H., Chiu, T., & Fox, M. D. (2012). Ultrasound image enhancement: A review. *Biomedical Signal Processing and Control*, 7(5), 419–428. doi:10.1016/j.bspc.2012.02.002

F. Igual R. Mayo, T. H. U. C. A. R., & M. Ujaldon. (2008). Optimizing Co-Occurrence Matrices on Graphics Processors Using Sparse Representations. In *9th Int. Workshop on State-of-the-Art in Science and Parallel Computing, Trondheim, Norway*.

Galloway, M. M. (1975). Texture analysis using gray level run lengths. *Computer Graphics and Image Processing*, 4(2), 172–179. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0146-664X\(75\)80008-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0146-664X(75)80008-6)

Guo, Y., Cheng, H. D., Huang, J., Tian, J., Zhao, W., Sun, L., & Su, Y. (2006). Breast ultrasound image enhancement using fuzzy logic. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 32(2), 237–47. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2005.10.007

Halliwell, M. (2010). A tutorial on ultrasonic physics and imaging techniques. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 224(2), 127–142. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-76849088916&partnerID=40&md5=2e31c49ee5each38e9d8eff368395571>

Han Chumning, Guo Huadong, & Wang Changlin. (2002). Edge preservation evaluation of digital speckle filters. In *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (Vol. 4, pp. 2471–2473). IEEE. doi:10.1109/IGARSS.2002.1026581

Haralick, R. M. (1979). Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*, 67(5), 786–804. doi:10.1109/PROC.1979.11328

Huang, D.-S., McGinnity, M., Heutte, L., & Zhang, X.-P. (Eds.). (2010). *Advanced Intelligent Computing Theories and Applications* (Vol. 93). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-14831-6

Huang, Q.-H., Lee, S.-Y., Liu, L.-Z., Lu, M.-H., Jin, L.-W., & Li, A.-H. (2012). A robust graph-based segmentation method for breast tumors in ultrasound images. *Ultrasonics*, 52(2), 266–275. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-81855206603&partnerID=40&md5=64f63b465f4e88b93568bd6afd633289>

Huang, S.-F., Chen, Y.-C., & Woo, K. M. (2008). Neural network analysis applied to tumor segmentation on 3D breast ultrasound images. In *2008 5th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, Proceedings, ISBI* (pp. 1303–1306). Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-51049090141&partnerID=40&md5=fb1a47c542dd589d7e2fb66be1f4d161>

Jiao, J., & Wang, Y. (2011). Automatic boundary detection in breast ultrasound images based on improved pulse coupled neural network and active contour model. In *5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, iCBBE 2011*. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79960133488&partnerID=40&md5=2fbc2be3a6c29e8afa2686a80a22de7d>

Lefebvre, F., Meunier, M., Thibault, F., Laugier, P., & Berger, G. (2000). Computerized ultrasound B-scan characterization of breast nodules. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 26(9), 1421–1428.  
doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629\(00\)00302-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629(00)00302-1)

Legg, P. A., Rosin, P. L., Marshall, D., & Morgan, J. E. (2013). Improving accuracy and efficiency of mutual information for multi-modal retinal image registration using adaptive probability density estimation. *Computerized Medical Imaging and Graphics : The Official Journal of the Computerized Medical Imaging Society*, 37(7-8), 597–606.  
doi:10.1016/j.compmedimag.2013.08.004

Liao, Y. Y., Wu, J. C., Li, C. H., & Yeh, C. K. (2011). Texture feature analysis for breast ultrasound image enhancement. *Ultrason Imaging*, 33, 264–278.

Liu, B., Cheng, H. D., Huang, J., Tian, J., Tang, X., & Liu, J. (2010). Fully automatic and segmentation-robust classification of breast tumors based on local texture analysis of ultrasound images. *Pattern Recognition*, 43(1), 280–298. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-68949159836&partnerID=40&md5=849f4e2d8f796deb81ef01d7be063f00>

Madabhushi, A., & Metaxas, D. N. (2003). Combining low-, high-level and empirical domain knowledge for automated segmentation of ultrasonic breast lesions. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 22(2), 155–169. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0038398643&partnerID=40&md5=8f3c0cb69868bd81039a7d66c017a20e>

Murmis, V. G., Gisvold, J. J., Kinter, T. M., & Greenleaf, J. F. (1988). Texture analysis of ultrasound B-scans to aid diagnosis of cancerous lesions in the breast. In *Ultrasonics Symposium, 1988. Proceedings., IEEE 1988* (pp. 839–842 vol.2). doi:10.1109/ULTSYM.1988.49495

Parikh, R., Mathai, A., Parikh, S., Sekhar, G. C., & Thomas, R. (2008). Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian Journal of Ophthalmology*, 56(1), 45–50. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-38149096396&partnerID=tZOtx3y1>

Piliouras, N., Kalatzis, I., Dimitropoulos, N., & Cavouras, D. (2004). Development of the cubic least squares mapping linear-kernel support vector machine classifier for improving the characterization of breast lesions on ultrasound. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 28(5), 247–255. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compmedimag.2004.04.003>

Rajaei, A., Dallalzadeh, E., & Rangarajan, L. (2012). Segmentation of Pre-processed Medical Images: An Approach Based on Range Filter. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing(IJIGSP)*, 4(9), 8. Retrieved from <http://www.mecs-press.org/ijigsp/ijigsp-v4-n9/v4n9-2.html>

Rubner, Y., Tomasi, C., & Guibas, L. J. (n.d.). The Earth Mover's Distance as a Metric for Image Retrieval. *International Journal of Computer Vision*, 40(2), 99–121. doi:10.1023/A:1026543900054

Selvarajah, S., & Kodituwakku, S. R. (2011). Analysis and Comparison of Texture Features for Content Based Image Retrieval. *International Journal of Latest Trends in Computing*, 2(1), 108–113. Retrieved from <http://www.ijltc.excelingtech.co.uk/vol2issue1/18-vol2issue1.pdf>

Tang, X. (1998). Texture information in run-length matrices. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 7(11), 1602–1609. doi:10.1109/83.725367

Yassine, I. S., Belfkih, S., Najah, S., & Zenkouar, H. (2010). A new method for texture image segmentation. In *2010 5th International Symposium On I/V Communications and Mobile Network* (pp. 1–4). IEEE. doi:10.1109/ISVC.2010.5656161