Image विभाजन तकनीकों का तुलनात्मक विश्लेषण

Comparative Analysis of Image Segmentation Techniques

स्नेहिल सक्सेना, सिद्धार्थ जैन, सौरभ त्रिपाठी, कपिल गुप्ता
कंप्यूटर अनुप्रयोगों का विभाग, राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान कुरुक्षेत्र, इंडिया
saxenasnehil@gmail.com,sidharthjain97@gmail.com,srhtrip@gmail.com,kapil@nitkkr.ac.in

Snehil Saxena, Sidharth Jain, Saurabh Tripathi and Kapil Gupta
Department of Computer Applications,National Institute of Technology,Kurukshetra, India
saxenasnehil@gmail.com, sidharthjain97@gmail.com,srhtrip@gmail.com,kapil@nitkkr.ac.in

सार- Computer vision में image segmentation एक प्रमुख कार्य है। Segmented Image को प्राप्त करने के लिए हम image thresholding तकनीक का उपयोग करते हैं। Threshold, image की intensity को दो वर्गों में बटने की एक विधि है और उस image के आधार पर जो binary image उत्पन्न होती है, उसमे आदर्श रूप से रुचि के क्षेत्र की सभी बारीक details होती हैं| जो एक विश्लेषण करने के लिए जरुर होनी चाहियें | image threshold का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है क्योंकि यह image processing की computational लागत को कम करता है और वास्तविक दुनिया के अनुप्रयोगों जैसे medical imaging, object detection, character recognition आदि में image की processing को संभव बनाता है। यह तकनीक सभी प्रकार की images पर बेहतर प्रदर्शन कर सकती है ताकि रुचि के क्षेत्र को निकाला जा सके। हमने पाया कि हर तकनीक सभी मामलों के लिए अच्छी नहीं है, otsu की global threshold एक segement के लिए आशाजनक और तेज़ तरीका है और एक binary image उत्पन्न करता है, और यह बहुत कम noise वाली image के साथ अच्छी तरह से काम करता है और क्योंकि रुचि के क्षेत्र पहले से ही मूल छवि में बहुत स्पष्ट होते हैं। जबकि hybrid तकनीक का उपयोग global और local threshold का एक संयोजन है।

कीवर्ड: segmentation, thresholding, otsu, niblack, sauvola, image processing

Abstract. Image segmentation is a prominent task done in computer vision. Image thresholding is one such technique in image segmentation. Thresholding is a method of categorizing image intensities into two classes and on basis of that yielding an image which is a binary image, and ideally also has all the fine details of region of interest which an image should have for analysis. Image thresholding is widely used as it reduces the computational cost of processing the image and makes processing feasible in real world applications like medical imaging, object detection, recognition task, character recognition etc. This paper dwells into the depth of thresholding techniques to know which technique can perform better on all kind of images so as to extract region of interest. We found out that not every technique is good for all cases, Otsu's global thresholding is a promising and faster way to segment and generate a binary image, but works well with images having negligible noise and region of interest already being very much clear in original image. Whereas the hybrid technique used are combination of global and local thresholding.

Keywords: segmentation, thresholding, Otsu's, niblack's, sauvola's, image processing

© 2017 *Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.

1. परिचय

एक digital image मूल रूप से स्थानिक coordinates का two dimension कार्य है। मान लीजिए f (x, y) image को represent करता है (Gonzalez & Woods, Digital image processing: Pearson 3rd edition:2018)। coordinate (x, y) के दिए गए सेट पर f एक positive स्केलर quantity देता है जो image की तीव्रता को निर्देशित करता है। *function* को product के रूप में व्यक्त किया जा सकता है:

$$f(x, y) = \quad i(x, y) \quad \times \quad r(x, y)$$

जहां i(x, y) दृश्य पर रोशनी की मात्रा है,

r (x, y) वस्तुओं द्वारा प्रतिबिंबित रोशनी की मात्रा है।

Digital Image Processing एक ऐसा क्षेत्र है, जहां Computer Algorithm के उपयोग के साथ हम digital image को process कर सकते हैं। Image processing का मुख्य उद्देश्य images से उपयोगी जानकारी निकालना है। यह analog image processing के मुकाबले कई फायदे भी देता है। और segmentation, digital image processing का पहला आवश्यक कदम है (Khan & Srisha et al., 2013)। Image segmentation को, एक image को, रंगों की तीव्रता के समान समूहों में विभाजित करने की प्रक्रिया के रूप में परिभाषित किया जा सकता है| जिससे कि प्रत्येक समूह का क्षेत्र अपने आप में समान हो, लेकिन जब दो या अधिक समूहों को ध्यान में रखा जाता है, तो वे भिन्नता प्रदर्शित करते हैं (Pal & Pal et al.,1993)। Image segmentation के विभिन्न applications हैं। उदाहरण के लिए, digital image में विभिन्न वस्तु-वर्गों (जैसे बसों, sky scrapers, जीवित प्राणियों) की पहचान करने के साथ वस्तु का पता लगाने से संबंधित है। इसका उपयोग Computer Vision के कार्यों जैसे face recognition, object detection में प्रमुखता से किया जाता है। इसका उपयोग objects को track करने में भी किया जाता है, उदाहरण के लिए एक फुटबॉलमैच के दौरान ball को track करना, क्रिकेट में bat के movement पर नज़र रखना, वीडियो में किसी व्यक्ति की हलचल को track करना आदि। Image segmenation के लिए कई techniques विकसित की गई हैं फिर भी एक भी ऐसी technique नहीं है जो सभी प्रकार की images के लिए अच्छी मानी जाती हो (Pal & Pal et al. 1993)। चूँकि algorithm image की intensity की value के distribution के आधार पर develop होते हैं, इसलिए, images के एक वर्ग के लिए विकसित algorithm, images के अन्य वर्ग के लिए अच्छे परिणाम नहीं दे सकती है। segmentation कई अन्य विशेषताओं पर भी निर्भर करता है जो image समायोजित करती है (Yogamangalam & Karthikeyan et al.,2013)। Segmenting process की efficiency इसकी गति, अच्छे आकार के मेल और इसके segmenting result के साथ बेहतर shape connectivity है ।(Kannan, Gurusamy & Nalini et al., 2014)

2. साहित्य की समीक्षा

2.1 Global threshold

© 2017 Vidya Publications. Authors are responsible for any plagiarism issues.

यह उन Images पर लागू किया जा सकता है जिनमे foreground objects और background objects का intensity वितरण काफी अलग हो (Bhargavi & Jyothi et al., 2014)। इसमें, image को binary करने के लिए एक value चुनी जाती है। Pixel की intensity value जो गणना की गई threshold value से अधिक है, उसको foreground के रूप में माना जाता है जबकि pixel value गणना मान से कम हो उसे background माना जाता है। तो, single value की गणना विभिन्न तरीकों से की जा सकती है। सबसे आसान तरीकों में से एक है जो 0 से 255 के बीच प्रत्येक value का उपयोग threshold value के रूप में करता है और सर्वोत्तम अनुकूल value प्राप्त करने के लिए result की जांच करना और उसकी तुलना करना लेकिन इसके लिए बहुत सारी गणनाओं की आवश्यकता होती है (Kumar N. et al., 2017).

2.2 Local threshold

कई बार, image को binarize करने के लिए single threshold value पर्याप्त नहीं होती है। परछाई पड़ने या असमान की रोशनी के कारण, single threshold का उपयोग करके image को binarize करना अच्छा परिणाम नहीं देता है। अत: इस प्रकार की images में कई threshold निर्धारित किए जाते हैं (Bhargavi & Jyothi et al., 2014)। इनमे, image को block या window में विभाजित किया गया है और फिर प्रत्येक खंड के लिए threshold की गणना की जाती है और block के हर pixel value पर लागू किया जाता है (Chang et al., 2011)। Global threshold की तुलना में local threshold विधि जादा computation करती हैं। जैसा कि हम Fig.1 में देख सकते हैं, threshold image कुछ local properties के साथ pixel value पर निर्भर करती है (Bhargavi & Jyothi et al., 2014).

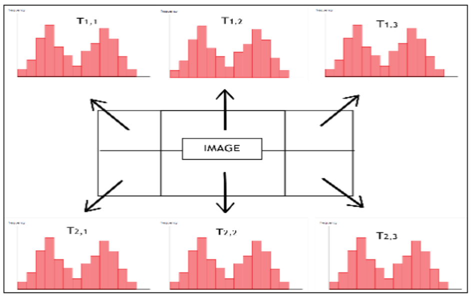


Fig. 1

2.3 Hyrbid threshold

Local thresholding और global thresholding दोनों के लाभ को प्राप्त करने के लिए Hybrid thresholding को विकसित किया गया| (Kuo, Lai & Lo et al., 2010)| इसमे मूल रूप से, local thresholding तकनीक और global thresholding तकनीक का एक संयोजन उपयोग किया जाता है। एक global सीमा मूल्य निर्धारित की जाती है और हर block या window की एक local सीमा निर्धारित की जाती है और तदनुसार इनमें से एक सीमा मान लक्ष्य pixel पर उपयोग की जाती है।(Kumar N. et al., 2017).

© 2017 Vidya Publications. Authors are responsible for any plagiarism issues.

Local एवं global

इस method में, हमने विभिन्न खंडों में image को विभाजित करने के लिए global और local threshold का उपयोग किया। हम grayscale image को binary image में बदलने के लिए global और local threshold को परिभाषित कर सकते हैं। एक global threshold की गणना otsu की विधि द्वारा की जाती है जिसमें threshold (maximizing the between class variable) को बीच के चर को अधिकतम करके निर्धारित किया जाता है। Local सीमा की गणना दो तरीको से की जाती है जो नीचे वर्णित है| और mean और standard deviation का उपयोग करके सीमा की गणना करता है। एक sliding window बनाई गई है जिसमें हमारा लक्ष्य pixel p के केंद्र में है। window का आकार इस तरह से निर्धारित किया जाता है कि यह local details को संरक्षित करता है और साथ ही noise को कम करता है। हम एक S variable की गणना करते हैं जो window के pixel से उठाया जाता है और यह 0 से अधिक है और global सीमा से कम होता है। इन मूल्यों की गणना करने के बाद, हम अंत में निम्न प्रकार से उस target pixel के लिए एक binary value को निर्धारित कर सकते हैं:

$$g(p) = \begin{cases} 1, & \mathrm{i(p)} > global\ threshold \\ local\ thresholding, & global\ thresholding \geq i(p) > S \\ 0, & i(p) \leq S \end{cases}$$

(Chou et al. 2005)

जहाँ i (p) = grayscale pixel की तीव्रता,

g (p) = target pixel की तीव्रता.

Niblack method का उपयोग करते हुए Local threshold:

$$local_{threshold} = \{mean_{local} - \frac{SD}{global_{threshold}}$$

(Niblack W et al., 1986)

sauvola's method का उपयोग करते हुए local threshold:

$$local_{threshold} = \{mean_{local} * 1 + k \left[\frac{SD}{global_{threshold}} - 1\right]$$

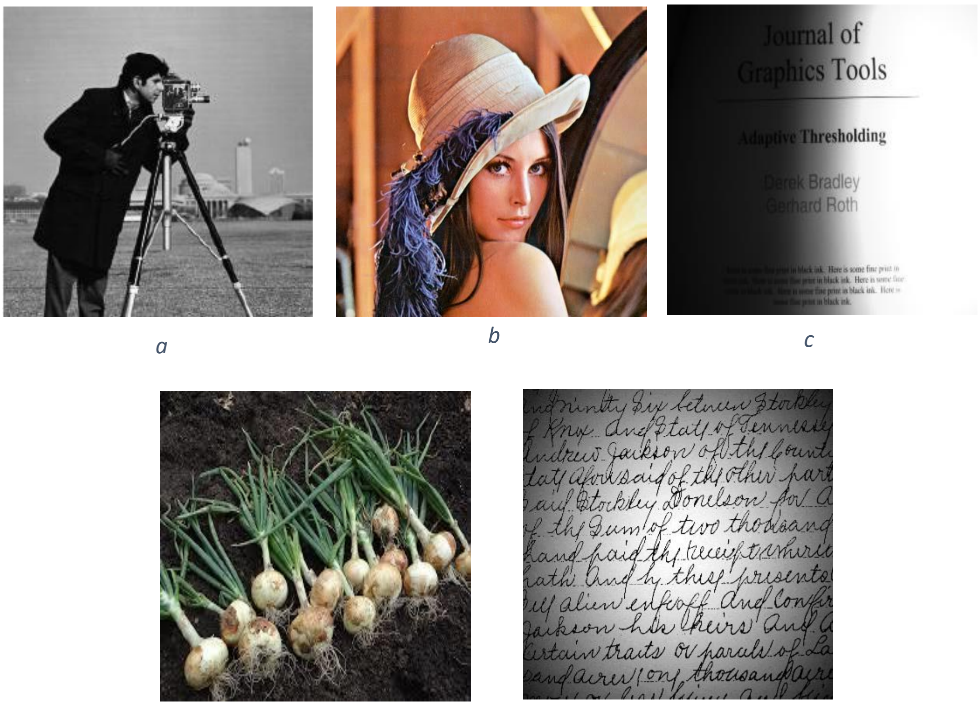
(Sauvola & Pietikäinen et al., 2000)

3. प्रयोगिक व्यवस्था (experimental setup)

3.1 Dataset

© *2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.

जिन images को हमने उपयोग किया है, वे standard image और हमारी पसंद की images का एक संयोजन हैं, जो हमने सोचा था कि तुलनात्मक विश्लेषण में फायदेमंद होगा और standard image की मदद से पाठक को उन images पर किए गए अन्य कार्यों के साथ तुलना करने में मदद करेगा। उपयोग की जाने वाली images के बारे में यहाँ बता रहें हैं:



a *b* *c*

d *e*

Fig. 2

Fig 2. में पाँच मूल चित्र हैं, जिनका उपयोग हमारे द्वारा किया गया है। image *a)* को विभिन्न image processing algorithms की उपयोगिता समझने के लिए इस्तेमाल लिया गया है, जो MIT के under में है और उपयोग करने के लिए स्वतंत्र है। इस छवि का आकार 256 × 256 का मूल है। image *b*), 1973 से विभिन्न researchers द्वारा उपयोग की जाने वाली एक मानक छवि है, यह Swedish model lena soderberg की एक छवि है। image *c*), एक और standard image है, जिसका उपयोग विभिन्न पुस्तकों के साथ-साथ पत्रिकाओं में भी किया गया है। image *d*), एक और standard image है जिसको हमने [] से लिया है| image *a*), को छवियों की algorithms के तुलनात्मक विश्लेषण के लिए internet से चुना गया है ।

3.2 नमूनों का वर्णन एवं preprocessing

हमारे प्रयोग में, हमने पहले images को greyscale images में परिवर्तित किया है। बाद में, हमने सभी छवियों को 400 × 400 के एक ही आयाम पर scale किया है। इससे प्रत्येक image की processing को अलग-अलग आकार की चिंता किए बिना आसानी से किया जा सके। इसके बाद

© *2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.

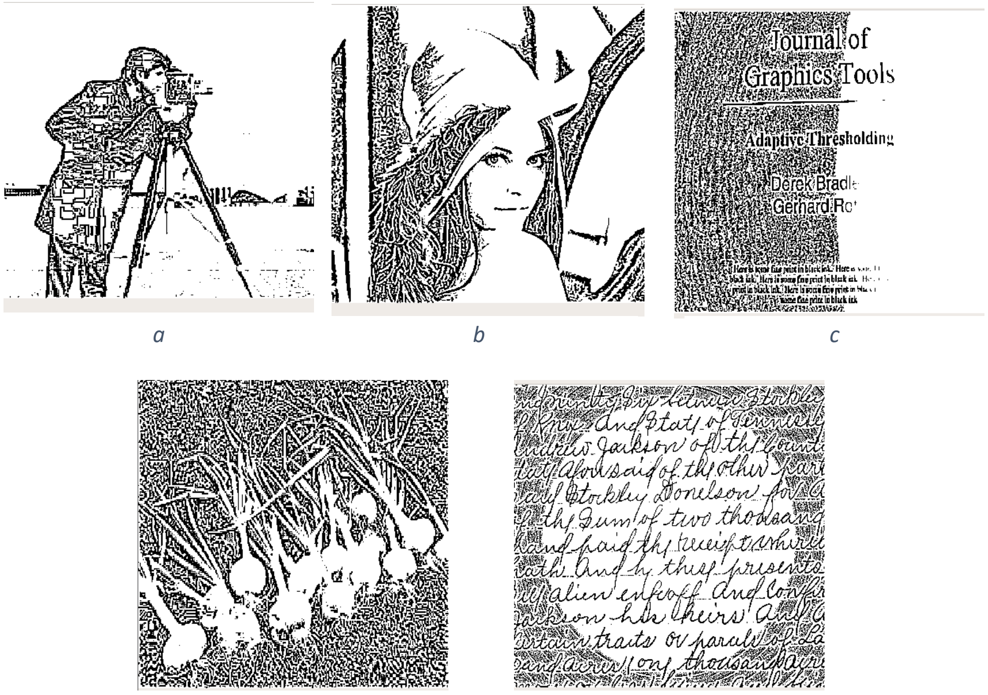
हमने image histograms तैयार किए हैं और फिर उन्हें normalized histogram में परिवर्तित किया। फिर हमने अपने परिणाम प्राप्त करने के लिए इन उत्पन्न normalized histogram पर हमारे algorithms लागू किए हैं।

3.3 प्रयोग आयोजित किया गया (experiment conducted)

हमने अपने प्रयोग में दो तकनीकों का उपयोग किया। otsu की thresholding niblack और savoula के तरीकों के साथ लागू की गई जो एक hybrid तकनीक बनाते है। इन तकनीकों को python में लागू किया गया है और उपर्युक्त dataset को उन algorithms पर threshold image बनाने के लिए संसाधित किया गया है।

4. तुलनात्मक विश्लेषण (comparative analysis)

4.1 otsu और niblack की विधि का उपयोग करते हुए hybrid technique



a b c

d e

Fig. 3

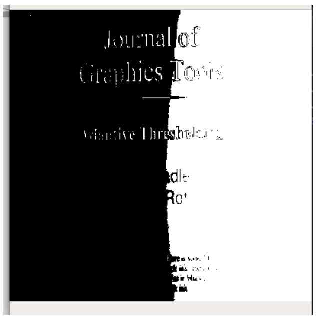
जैसा कि परिणामों में देखा गया है कि images में बहुत अधिक noise है, क्योंकि neighbour pixels को threshold खोजने के दौरान लिया जाता है। image b में, फिर भी, परिणाम बेहतर हैं और object विशेषताएं को देखा जा रहा है। जबकि image c और image e में, characters पठनीय हैं लेकिन noise के गैर-समान वितरण के कारण, परिणाम में noise, अभी भी मौजूद है। image d में, foreground object को देखा जा सकता है लेकिन इसके साथ, neighbours में कफ़्फ़ी noise होने के कारण परिणाम धुंधले आ रहे है।

© 2017 *Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.

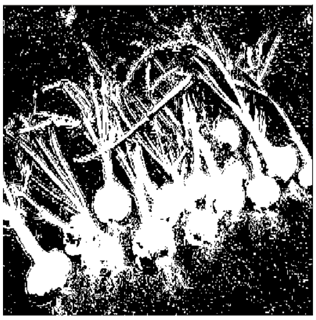
4.2 otsu और sauvola की विधि का उपयोग करते हुए hybrid technique

a

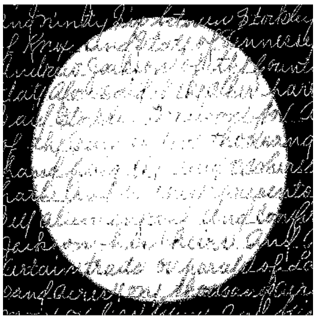
b



c



d



e

Fig 4.

Image a में, कुछ हद तक, विचाराधीन object दिखाई दे रहा है लेकिन बहुत स्पष्ट नहीं है। image b के परिणाम बेहतर हैं और अधिकांश foreground pixel को संरक्षित कर रहे हैं। image c और image d में कोई अच्छा परिणाम नहीं दिखा रहा हैं। तकनीक में लिया गए, local neighbour pixels से परिणाम में कमी आई है और कुछ भी स्पष्ट रूप से दिखाई नहीं दे रहा है। image c का परिणाम अच्छा है लेकिन फिर से background noise के साथ, foreground pixel स्पष्ट रूप से दिखाई नहीं दे रहे हैं।

5. निष्कर्ष (conclusion)

यह paper की मदद से हमने threshold techniques की गहराई में जाने की कोसिश की है। हमने यह जानने की कोसिश की है की सभी प्रकार की images पर कोनसी technique बेहतर प्रदर्शन कर सकती है ताकि region of interest निकाला जा सके। परंतु हमने यह देखा की कोई भी technique सभी प्रकार की images के लिए अच्छा प्रदर्शन नहीं कर पा रही है। otsu's की global threshold, binary image को generate करने के लिए एक आशाजनक और तेज़ तरीका है, परंतु यह उनही images पर अच्छा काम करती है जिनमे noise बहुत कम होती है। जबकि otsu को local thresholding के साथ प्रयोग करने से कुछ बेहतर परिणाम मिले है लेकिन वो कफ़्फ़ी नहीं है।

© 2017 Vidya Publications. Authors are responsible for any plagiarism issues.

6. References

1. Gurusamy, V., Kannan, S., & Nalini, G. (2013). REVIEW ON IMAGE SEGMENTATION TECHNIQUES. *Journal of Pharmacy Research*, *20125*, 4548-4553.
2. Verma, N., & Sharma, D. Region Merging Based Image Segmentation Using Maximal Similarity Mechanism. *International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN.*
3. Gonzalez,R.,C. and Woods,E.,R. , Digital Image Processing. 3 Edition. Pearson(2018)
4. Pal, N. R., & Pal, S. K. (1993). A review on image segmentation techniques. *Pattern recognition*, *26*(9), 1277-1294.
5. Kumar, N. (2018). Thresholding in salient object detection: a survey. *Multimedia Tools and Applications*, *77*(15), 19139-19170.
6. Al-amri, S. S., Kalyankar, N. V., & Khamitkar, S. D (2010). Image Segmentation by Using Threshold Techniques" journal of computing..
7. Khan, A. M., & Ravi, S. (2013). Image segmentation methods: A comparative study.
8. Bhargavi, K., & Jyothi, S. (2014). A survey on threshold based segmentation technique in image processing. *International Journal of Innovative Research and Development*, *3*(12), 234-239.
9. Niblack, W. (1986). *An introduction to digital image processing*(Vol. 34). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
10. Sauvola, J., & Pietikäinen, M. (2000). Adaptive document image binarization. *Pattern recognition*, *33*(2), 225-236.
11. Vala, H. J., & Baxi, A. (2013). A review on Otsu image segmentation algorithm. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET), 2(2), 387-389.
12. Rabinovich, A., Vedaldi, A., & Belongie, S. J. (2007). *Does image segmentation improve object categorization?*. Department of Computer Science and Engineering, University of California, San Diego.
13. Chang, K. Y., Liu, T. L., Chen, H. T., & Lai, S. H. (2011, November). Fusing generic objectness and visual saliency for salient object detection. In *2011 International Conference on Computer Vision* (pp. 914-921). IEEE.
14. Kuo, T. Y., Lai, Y. Y., & Lo, Y. C. (2010, July). A novel image binarization method using hybrid thresholding. In *2010 IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (pp. 608-612). IEEE.
15. Chou, C. H., Huang, C. C., Lin, W. H., & Chang, F. (2005, September). Learning to binarize document images using a decision cascade. In *IEEE International Conference on Image Processing 2005* (Vol. 2, pp. II-518). IEEE.

© *2017 Vidya Publications.* Authors are responsible for any plagiarism issues.