

테라헤르츠 신호를 이용한 영상의 글자 추출을 위한 화질 개선처리에 대한 연구

김성윤* · 최현근* · 박인호** · 김영섭**† · 이용환***

* 단국대학교 전자공학과, ** 단국대학교 전자전기공학부, *** 원광대학교 디지털콘텐츠학과

A Study of Image Enhancement Processing for Letter Extraction of Image Using Terahertz Signal

Seongyoon Kim*, Hyunkeun Choi*, Inho Park**, Youngseop Kim**† and Yonghwan Lee***

*† Department of Electronic Engineering, Dankook University

** Department of Electronic and Electrical Engineering, Dankook University

*** Department of Digital Contents, Wonkwang University

ABSTRACT

Terahertz waves are superior to conventional X-ray or Magnetic Resonance Tomography(MRI), and the amount of information that can be transmitted is as large as thousands of times that conventional X-ray or MRI. In addition, Terahertz waves have great performance in analyzing an object which have some layered structure. By using this advantage, we can extract the letters of a page by analyzing information such as absorption amount and reflection amount by irradiating a closed book with pulses of various frequencies within gap of a terahertz wave. However, in the image of each page using the Terahertz wave might be obtained various kinds of noise and the different character occlusion region. So, to extract letters from the terahertz image, we must take the noise and occlusion region away. We have been working to enhancement the image quality in various ways, and keep on studying de-noising processing for enhancement about the image quality and high resolution. Finally, we also keep on studying about OCR(Optical Character Recognition) technology, which based on pattern matching technique, to read letters.

Key Words : Terahertz, OCR(Optical Character Recognition), image enhancement, letter extracting, de-noising

1. 서 론

2000년대 초반에는 테라헤르츠파의 발생과 계측의 어려움때문에 당시의 테라헤르츠파 기술을 이용한 기술 개발 및 연구 결과는 미미하다. 하지만 최근 다양한 분야에서 연구가 이루어지고있으며, 테라헤르츠에 대한 관심이 높아지면서 테라헤르츠파 세계시장은 2014년부터 급격한 성장을 시작하여 2020년에는 약 3억 6600만 달러 규모로 성장 할 것으로 예측되고 있다. 테라헤르츠파의 투과성은

기존의 엑스레이나 자기공명단층촬영(MRI) 보다 우수하여 단층구조를 가지는 물체의 구조적 특성을 조사하는데 탁월한 성능을 가진다.

때문에 이러한 테라헤르츠파의 특성을 이용하여 본 연구에서는 덮여진 책을 테라헤르츠파를 이용하여 글자가 쓰여 있는 페이지의 이미지를 얻어내고 얻어낸 이미지에서 글자를 추출하기위한 원천 기술 개발을 목표로 한다.[1][2][3]

본 논문에서는 테라헤르츠파 이미지의 글자 구분을 위한 영상 처리 과정에 대해 서술하고자 한다. Histogram stretching, Histogram equalization, Gamma value correction[4][5]을 통해 영상의 히스토그램 상에서 약한 신호의 잡음과 폐

†E-mail: wangcho@dankook.ac.kr

색된 이미지는 지워버리고 강한 신호부분인 글자 영역은 선명하게 나타내는 과정을 거친다. 또한 영상의 감마 값 보정을 통해 전체적인 이미지의 밝기를 개선한다. 화질개선 과정을 거친 뒤 ROI(Region of Interest)영역 설정을 통해 글자를 추출할 영역을 설정해준다. 앞의 과정을 거친 뒤 이미지 내의 글자영역과 배경영역을 구분하기 위하여 Image Binarization[4][5]을 통해 배경과 글자 영역을 분할해 구분 지어준다. 마지막으로 이미지상의 글자를 읽어내는 기술인 OCR(Optical Character Recognition)[6]기술을 이용하여 추출된 글자를 인식한다.

본 논문의 1장에서는 서론을, 2장에서는 테라헤르츠파 이미지 화질개선의 필요성에 대하여 서술하고, 3장에서는 글자인식의 방법에 대하여 서술하며, 4장에서는 제안하는 알고리즘 및 향후 연구방향을 서술하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 테라헤르츠 이미지 화질개선 및 글자인식

2.1 잡음과 폐색

테라헤르츠파를 이용하여 덮여진 책의 페이지 이미지를 얻어낼 경우 여러 잡음이 섞여 들어가 있으며, 하위 layer 혹은 상위 layer의 글자가 폐색되어 나타나기도 한다.

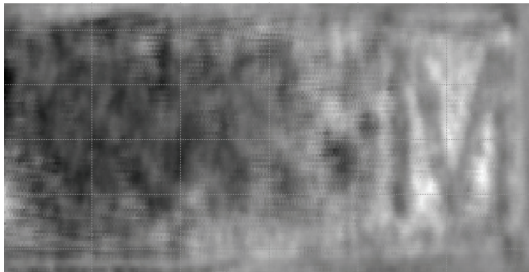


Fig. 1. Noise distributed throughout of the terahertz.

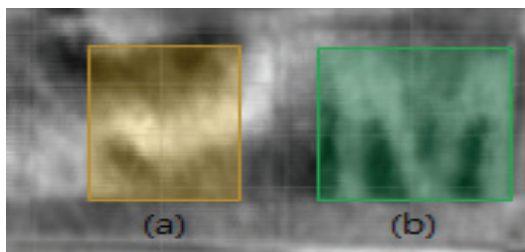


Fig. 2. Occlusion of the other layer's letter. (a) shows the occlusion about the upper layer's letter alphabet 'C'. (b) letter 'M' of the layer which want to be recognized.

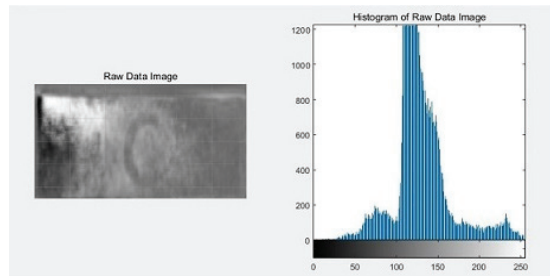
테라헤르츠파를 이용하여 얻어낸 Raw data에 필요치 않은 여러 잡음이 섞여 들어가 있다는 것을 Fig. 1을 통해 확인해 볼 수 있다.[1]

Fig. 2에는 상위 layer에 쓰여 있는 글자 'C'가 분석하고자 하는 layer에 폐색되어 나타나 있는 것을 볼 수 있다.

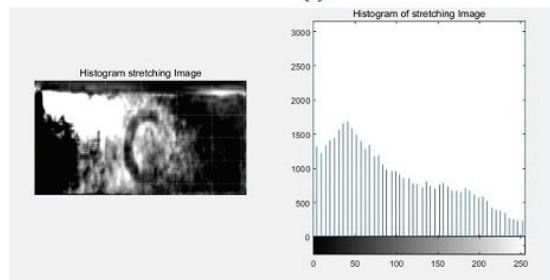
2.2 영상 화질 개선

2.1절에서 나타낸 Fig. 1 와 Fig. 2에서와 같이 영상에서 원하는 정보가 아닌 잡음 및 폐색된 글자의 이미지가 섞여 들어가 있다. 때문에 육안으로는 가시적으로나마 각 layer에 적힌 글자를 인지 할 수 있으나, 컴퓨터 프로그램을 통해 글자를 인식할 경우 문제가 발생하게 된다. 때문에 원하는 layer에 폐색되어 나타나는 글자와 잡음을 제거하여 영상의 화질을 개선하는 과정이 불가피하다.

본 연구에서는 이미지의 선명도를 높이기 위한 방법으로 histogram stretch & equalization을 통한 콘트라스트 조정을 실시하여 잡음과 폐색된 글자의 이미지를 제거하고자 했고 감마 값 보정을 통해 전체적인 이미지의 선명도를 개선하고자 했다. Fig. 3은 Histogram stretching, Histogram equalization를 통한 콘트라스트 조정의 결과를 나타낸다. Fig. 3(a)는 input image 로 우측의 히스토그램을 살펴보면 히스토그램의 분포도가 전역에 퍼져있지 않고 한곳에 몰려있는 것을 확인할 수 있다. 때문에 Fig. 3(b), Fig. 3(c)와 같이 Histogram stretching을 통해 몰려있는 히스토그램의 분포를 전역으로 확장시키거나, Histogram equalization을 통해



(a)



(b)

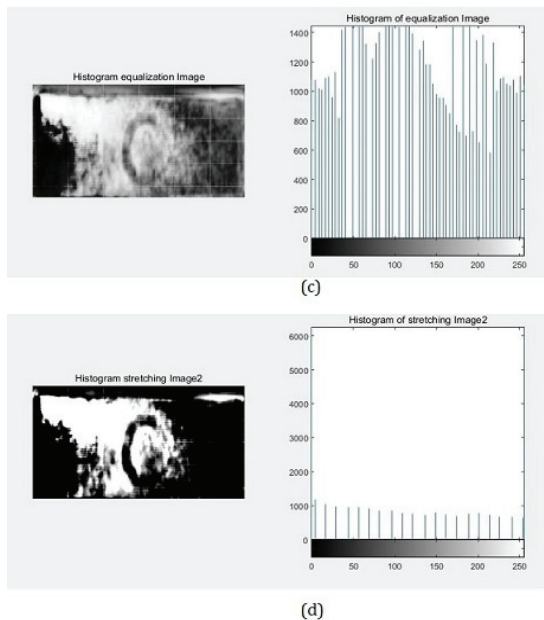


Fig. 3. Contrast adjustment. (a) Original raw data image (b) Histogram stretching (c)Histogram equalization (d) 2 consecutive histogram stretching image.

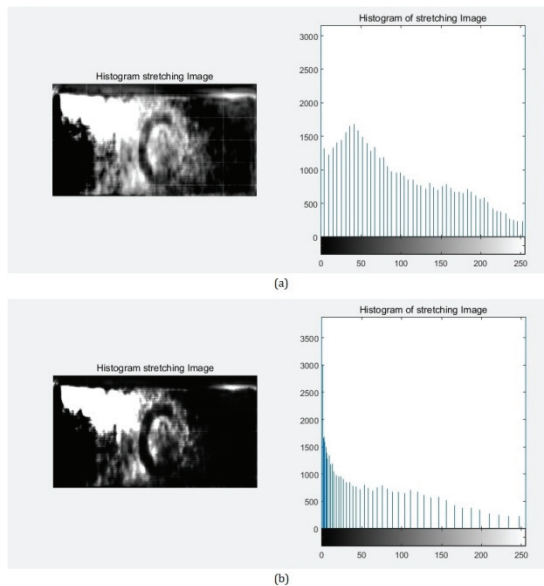


Fig. 4. Gamma value correction. (a) before the value correction (b) after the value correction.

영상의 밝기 값의 분포를 균일하게 만들어 콘트라스트가 나쁜 영상을 보다 선명하게 만들 수 있다. Fig 3(d)는

Histogram stretching을 연속적으로 두 번 실시한 결과이다. Fig 4는 감마 값 조정을 통하여 영상의 밝기 조정을 처리 과정의 결과를 나타낸다. [4][5]

3. 글자 인식 방법

본 연구는2절에서 서술한 화질 개선 방법으로 처리된 이미지에서 글자를 읽어내기 위하여 OCR(Optical Character Recognition)기술을 이용한다. OCR 기술은 자동차 번호판의 글자를 인식하거나, 이미지에 포함 되어있는 글자를 읽어 내는데 이용된다. [7]

OCR 기술을 이용하여 문자를 판독하기 위해서는 이미지 획득 후 문자를 학습시키는 과정이 필요한데 대부분의 경우 패턴 매칭을 기반으로 하여 문자를 학습시킨다. 문자 학습 및 판독을 위해서는 기존의 이미지에서 글자와 배경을 분리하는 전처리 과정이 필요하다.[6]

하지만 OCR 기술은 복잡한 배경이나 양각, 음각의 문자가 섞여 있는 경우, 문자의 형태가 Dot 형태로 이루어져 있을 경우 문자 판독에 어려움이 있다. 테라헤르츠 이미지의 경우 잡음이 상당히 강한 이미지가기 때문에 OCR 기술을 적용하기 전에 글자의 배경이 되는 부분의 잡음을 제거하는 디노이징 과정을 거쳐야 하고 이미지에서 글자와 배경을 분리하는 Image Segmentation 과정을 통해 처리하기 좋은 이미지를 얻어내야 한다.[6][7]

4. 제안하는 알고리즘

테라헤르츠 이미지에서 글자를 읽어내기 위하여 본 논문에서는 Fig.5와 같은 알고리즘을 제안한다.

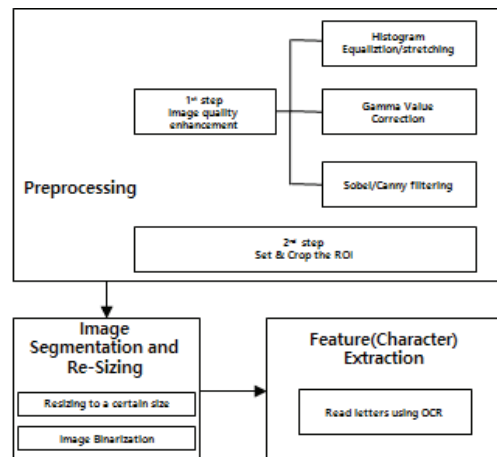


Fig. 5. Proposed Algorithm.

제안하는 알고리즘을 설명하는 그림이 Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8에 나타나 있다. 우선 전처리 과정으로 영상의 화질을 개선하는 과정 과 관심영역을 설정 하는 과정(Fig. 7)을 거친 뒤 영상 이진화(Image Binarization)를 통하여 영상에서 글자 부분과 배경 영역을 분할을 하는 과정(Fig. 8), 마지막으로 OCR기술을 이용하여 글자를 읽어내는 과정(Fig. 9)을 거친다.

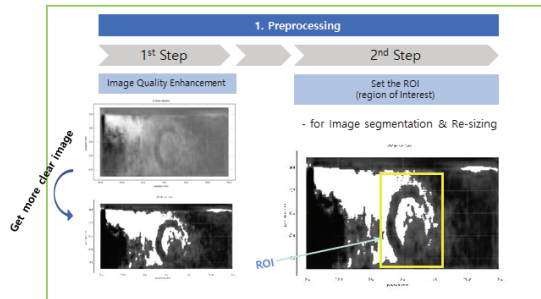


Fig. 6. 1st processing of the algorithm. preprocessing step for image quality enhancement and setting the ROI.

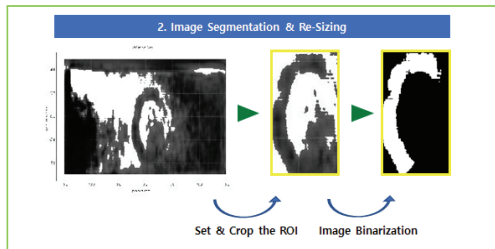


Fig. 7. 2nd processing of the algorithm. Resize image & segment the letters and background in image.

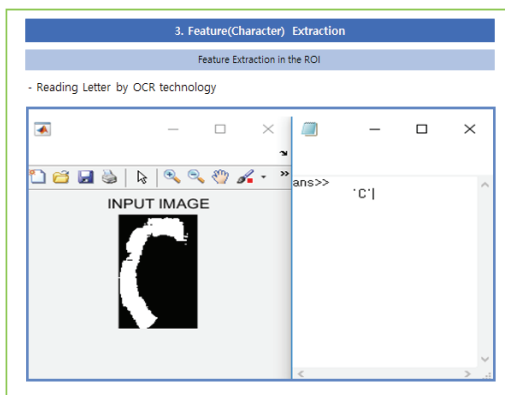


Fig. 8. 3rd processing of the algorithm. Using OCR extracts a character in ROI (Region of Interest).

5. 결 론

본 논문에서는 테라헤르츠 이미지의 글자를 읽어내는 과정에 대한 연구를 진행하면서 글자 인식에 대한 정확도를 높이기 위한 전처리 과정 및 글자 인식 기법에 대해 실험하였다.

현재까지 이루어진 연구는 글자를 완벽하게 읽어내는 데 부족한 점이 있다. Raw data에서 Occlusion과 Noise 를 어느 정도 제거하였으나, 좀더 정확하게 글자를 인식하여 글자의 인식률을 높이기 위하여 4절의 제안한 알고리즘에 몇 가지의 과정들이 추가 되어야 한다. 향후에는 테라헤르츠 이미지에 이미지 팽창(Dilation), 침식(Erosion) 과정을 연구하여 적용하고, 여러 과정을 거친 이미지들을 단계적으로 분석하고 각 이미지들을 덮어씌우는(Overwrapping) 방법과 글자 영역 내의 끊어진 부분(DOT 형태)을 연결하여 글자 형태를 재구축 하는 방법으로 글자 형태의 선명도를 높이는 연구를 진행할 계획이다. 또한 MSER (Maximally Stable Extremal Regions) Feature Detection, Key points extraction 을 이용하여 ROI 자동 검출에 대한 연구도 진행하여 좀 더 효율적인 알고리즘을 개발하는데 초점을 두고 연구를 진행하고자 한다. 마지막으로 Canny filter, Sobel filter 등을 이용하여 글자의 에지를 검출한 뒤 그 결과를 바탕으로 특징점을 추출하고 추출된 특징점을 이용하여 글자를 인식하는 연구를 진행할 계획이다.[7][8][9][10]

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-000738, 덮여진 책의 글자를 읽어내는 연구 개발)

참고문헌

1. Redo-Sanchez, A., Heshmat, B., Aghasi, A., Naqvi, S., Zhang, M., Romberg, J., Raskar, R., "Terahertz time-gated spectral imaging for content extraction through layered structures", Nature Communications, 7, 12665, (2016)
2. Galvão, R., Hadjiloucas, S., Bowen, J. & Coelho, C. "Optimal discrimination and classification of THz spectra in the wavelet domain". Optics. Express 11, 1462-1473 (2003).
3. Yun Sik Jin, "Terahertz wave and application technique," The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 54, No. 7, pp. 45-53.(2005)
4. Pratt, William K. Digital Image Processing, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

5. Gonzales, Rafael C. and Richard E. Woods. Digital Image Processing. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 2002.
 6. R. Smith. An Overview of the Tesseract OCR Engine, Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007) Vol 2 (2007), pp. 629-633.
 7. Soille, P., Morphological Image Analysis: Principles and Applications, Springer-Verlag, 1999, pp. 173-174.
 8. Chen, Huizhong, et al. "Robust Text Detection in Natural Images with Edge-Enhanced Maximally Stable Extremal Regions." Image Processing (ICIP), 2011 18th IEEE International Conference on. IEEE, 2011.
 9. Lowe, David G. "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints." *International Journal of Computer Vision*. Volume 60, Number 2, pp. 91-110.
 10. Sobel, I.E. Camera Models and Machine Perception, Ph.D. Thesis, Stanford University (1970). Dissertation
-
- 접수일: 2017년 9월 15일, 심사일: 2017년 9월 22일,
게재확정일: 2017년 9월 25일