

Weakly supervised learning을 이용한 반도체 전자현미경 이미지로부터 깊이 예측 알고리즘

정순범, 이정우

서울대학교

sb3991@snu.ac.kr, junglee@snu.ac.kr

A Depth prediction algorithm from semiconductor electron microscope images using weakly supervised learning

Jeong Sun Beom, Lee Jung Woo

Seoul National Univ.

요 약

본 논문은 삼성전자의 반도체 전자현미경(Scanning Electron Microscope) 이미지 데이터로부터 깊이를 추정하는 알고리즘을 개발하였다.

I. 서 론

최근 반도체 구조를 정량적으로 계측하는 분야가 반도체 구조가 미세화, 복잡화되면서 더욱 중요해지고 있으며, 최근 네덜란드의 ASML사에서 반도체의 현미경 이미지로부터 이미지의 픽셀마다 깊이를 추정하는 알고리즘을 발표하였다[1]. 본 논문에서는 [1]의 방법론을 더 확장하여, 높은 정확도로 깊이를 추정하는 알고리즘을 개발하였다.

II. 본론

본 논문에서 이용한 데이터는 삼성전자에서 제공한 simulator로 생성한 반도체 Hole의 전자 현미경 이미지와 그에 대응하는 깊이 이미지 259956

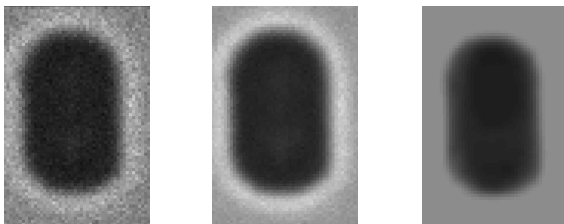


그림 1 왼쪽부터 차례로 simulator로 생성한 전자현미경 이미지, 실제 전자현미경 이미지, 그에 따른 깊이 이미지

장과 실제 전자현미경 이미지와 그에 대응하는 평균 깊이(실수 값) 60664장으로 이루어져 있다.

본 논문에서 제시한 알고리즘은 다음과 같다. 우선 cycle GAN[2]을 이용한 데이터 Image translation 방법으로 simulation 이미지 데이터를 실제 현미경 이미지와 비슷한 분포로 변환을 시킨다. 이후 변환된 이미지 데이터로 깊이를 추정하는 Unet 구조[3] 뉴럴 네트워크를 학습시킨다. 학습된 네트워크를 이용하여 평균 깊이만 주어진, 실제 전자현미경 이미지를 인풋으로 깊이를 추정하는 데이터를 생성하고 생성한 데이터의 평균 깊이를 주어진 평균 깊이와 일치시키도록 데이터를 선형 변환 한다. 최종적으로

만들어진 데이터를 다시 학습 데이터로 하여 네트워크를 미세조정(fine tuning) 한다.

III. 결론

본 논문의 알고리즘을 이용하여 학습한 네트워크는 test data 25988장에서 Root Mean Square Error 2 수준으로 [1]의 논문의 방법대로 학습한 네트워크의 RMSE 6의 수준을 뛰어넘는 우수한 결과를 내었다.

ACKNOWLEDGMENT

This work is in part supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (2021-0-00106(40%), 2021-0-02068(30%), 2021-0-01059(30%)) grant funded by the Ministry of Science and ICT (MSIT), INMAC, and BK21-plus.

참 고 문 헌

- [1] Tim Houben etl al. "Depth estimation from a single SEM image using pixel-wise fine-tuning with multimodal data" Machine Vision and Applications, 2022, pp. 33-56
- [2] ZHU, Jun-Yan, et al. "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks. In: Proceedings of the IEEE international conference on computer vision." 2017. p. 2223-2232.
- [3] RONNEBERGER, Olaf; FISCHER, Philipp; BROX, Thomas. "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In: International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention." Springer, Cham, 2015. p. 234-241.