

주사 전자 현미경의 보정작업을 위한 메타 휴리스틱 알고리즘

Meta Heuristic for Calibration of Scanning Electron Microscope

이 상 욱

목원대학교

Lee Sangwook

Mokwon University

요약

주사전자현미경은 시편의 표면형상을 수 nm의 정밀도로 관찰할 수 있는 측정 장비로, 과학 기술 및 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 이러한 주사현미경은 30여종 이상의 변수조합에 의해 운영되며, 정상적인 영상을 관찰하기 위해서는 변수를 최적화하는 보정작업을 필요로 한다. 본 논문에서는 이러한 보정작업을 용이하게 하기 위한 메타 휴리스틱 기법을 소개한다.

I. 서론

전자현미경(Electron Microscope)은 전자렌즈(magnetic lens)를 사용하여 물체의 확대상을 만드는 장치를 말한다 [1]. 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope)은 10 토르(Torr) 이상의 진공 중에 놓여진 시료표면을 1-100nm 정도의 미세한 전자선으로 x-y의 이차원방향으로 주사하여 시료표면에서 발생하는 2차 전자, 반사전자, 투과전자, 가시광, 적외선, X선, 내부 기 전력 등의 신호를 검출하여 확대화상을 표시하거나 기록하여 시료의 형태, 미세구조의 관찰이나 구성원소의 분포, 정성, 정량 등을 분석하는 장치이다. 주로 금속 등 도체, IC, 산화물 등 반도체, 고분자 재료나 세라믹 등 절연물의 고체, 분말, 박막시료가 표본이 된다 [2].

이러한 주사전자현미경은 30여종 이상의 변수 조합에 의해 운영되며, 정상적인 영상을 관찰하기 위해 조정 변수가 미치는 영향에 대한 전문 지식이 필요하다. 통상적인 운영자는 전자현미경을 사용할 목적과 관련된 전문 지식만을 가지고 있어, 변수 조합에 대한 이해가 없다. 그러므로 운영자의 사용을 용이하도록 장비 제조사는 제조 시 전문지식을 가지고 있는 설계자에 의해 최적화된 장비 설정값을 보정(Calibration) 과정을 통해 미리 저장해 둔다. 비정상적인 사용 또는 노후화로 인해 필연적으로 발생하는 문제 발생 시, 장비 제조사는 장비가 설치되어 있는 현장에서 각종 변수에 대한 전문지식을 가지고 있는 기술자에 의해 진단하고, 문제를 해결해야 하며, 또한 문제 해결 후 장비 최적화를 위해 보정작업을 수행해야 한다.

이를 위해 전문지식을 가진 기술자 또는 상당한 경험이 있는 기술자가 현장에서 기술 지원을 수행해야 한다. 본 논문에서는 이러한 보정 작업을 비전문가도 쉽게 할 수 있는 보정 시스템 구현을 위한 보정 알고리즘을 제안한다.

II. 보정 알고리즘

보정 알고리즘을 구현하기 위해서 가장 먼저 해야 할 것은 원하는 결과를 정량적으로 표현하는 것이다. 결과는 이미지로 출력되는데 우리가 원하고자 하는 이미지를 수치적으로 표현한다는 것은 쉽지 않다. 이러한 타겟 이미지를 수치적으로 표현하고 나서, 결과에 영향을 미치는 파라미터들을 정의해야 한다. 각 파라미터들은 결과에 dominant 한 것도 있을 것이고 거의 영향을 주지 않는 것도 있을 것이다. 그러한 관계를 살피는 것도 이후 메타 휴리스틱 기법을 설계하는데 중요한 정보가 된다.

대부분의 메타 휴리스틱 기법은 답을 찾는데 뚜렷한 결정론적인 방법이 없거나, NP-hard인 문제에 많이 적용된다. 본 문제는 NP-hard 문제로 볼 수 있는데, 그렇다면 주어진 시간내에 최적해 (optimum) 또는 유사 최적해 (near optimal)를 찾아주는 메타 휴리스틱 (Meta-heuristic) 기법을 선택해야 한다. 본 문제는 연속적인 공간 (continuous domain) 문제이므로, PSO[4]나 DE[5]가 적합하다. 그러나 조합최적화 문제에 적합한 유전 알고리즘[3]은 연속적인 공간 문제에 또한 강력하므로 3가지 방법에 대해 모두 구현하여 가장 좋은 성능을 내는 기법을 선택하려 한다.

메타 휴리스틱 기법은 문제마다 그 문제의 특성에 맞게 알고리즘을 변형해야만 한다. 따라서 본 문제에서도 선택한 메타 휴리스틱 기법을 적합하게 가공하여 보정 알고리즘을 개발해야 한다.

마지막으로 개발한 알고리즘에 대한 성능을 평가하고, 3가지 알고리즘에 대해 비교 분석하여 가장 우수한 것을 선택한다. 만약 가장 우수한 것조차 목표를 넘지 못한다면 알고리즘 설계를 다시 해야 할 것이다.

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 주사 전자 현미경의 보정 작업을 비전문가도 빠른 시간 내에 쉽게 할 수 있도록 하는 보정 알고리즘을 개발을 위한 방법을 제시하였다. 보정을 위한 작업은 30개 이상의 변수를 연속공간속에서 이루어져야 한다. 이를 위해 유전알고리즘, PSO, DE와 같은 메타휴리스틱 기법을 제안하였다. 장비 수리 후 보정은 한 나절 이상이 걸리는 지루하고 복잡한 과정이나 본 논문에서 제시하는 방법을 구현하여 개발되는 기술 적용 시 간략화 할 수 있으며 기존 기술에 대해 차별화 할 수 있을 것으로 기대한다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 박창현 “돋보기에서 FE까지 현미경의 변천사”, 한국전자현미경학회지, 제33권, 제2호, pp.93-104, 2003.
- [2] 윤준도, 주사전자현미경 분석과 X선 미세분석, 청문각, 2005.
- [3] Goldberg, E, Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.
- [4] Clerc, M., Particle Swarm Optimization, iSTE, US, 2006
- [5] Storn, R. and Price, K., “Differential Evolution—A simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces,” Technical Report TR-95-012, ICSI, 1995