

영상 피라미드법을 이용한 원자간력 현미경의 측정면적 확대 알고리즘 개선

고명준*, 서용규(탑엔지니어링), 홍성욱(금오공대)

Improved algorithm for measurement area expansion of atomic force microscope using image pyramid method

M. J. Ko*, Y. K. Seo(Top Engineering), S. W. Hong(KIT)

ABSTRACT

This paper introduces an improved surface matching algorithm that can be used to reconstruct the surface topography of an object that is scanned from multiple overlapping regions by an AFM. The essence of the image matching technique is stitching two neighboring images intentionally overlapped with each other. To enhance the computational efficiency, this paper introduces a pyramid matching algorithm which makes use of reduced images for primary images. The results show that the proposed image pyramid matching algorithm is useful for enhancing the computational efficiency.

Key Words : Atomic Force Microscope (원자간력 현미경), Image Matching (영상정합), Image Pyramid(영상 피라미드), Correlation Coefficient (상관계수)

1. 서론

초정밀/나노기술 분야에 필수적인 장비인 원자간력 현미경(Atomic Force Microscope)의 발전으로 더욱 정밀한 시료의 표면형상에 대한 관측이 가능하게 되었다. 따라서 이러한 원자간력 현미경의 성능을 향상시키기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며 최근에는 원자간력 현미경의 제한적인 측정면적을 확대하기 위한 연구가 진행되었다¹. 원자간력 현미경의 제한적인 측정면적을 확대하는 방법의 유용성은 입증되었으나 정합 대상의 수가 증가할 경우 알고리즘의 계산 효율성을 향상시키기 위한 개선 방안이 필요한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 측정된 표면영상을 단계적으로 축소시킨 영상 피라미드(Image Pyramid)를 이용하여 알고리즘의 계산 효율성을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 또한 실제 측정된 원자간력 현미경 영상에 적용하여 제안한 방법의 유용성을 검증하였다.

2. 영상 피라미드법에 의한 알고리즘의 개선

2.1 기본 개념

영상정합은 서로 다른 두 개 이상의 영상에 존

재하는 유사한 영역들을 기하학적으로 일치시키는 처리로서 두 영상의 유사성을 나타내는 인자를 설정하고 이 인자가 최대가 되도록 영상을 정합하는 것을 의미한다. 영상 피라미드 정합방법은 영상의 해상도를 2의 멱수로 순차적으로 축소시킨 영상 피라미드를 구성하고, 중요한 특징만이 남게 되는 피라미드의 상부 영상에 대하여 영상정합을 실시한 후에 이전 단계로 거슬러 가며 단계에 따른 영상정합 결과를 관찰하는 방법이다²⁻³.

2.2 적용 및 결과

Fig. 1 과 같은 실제 측정영상을 이용하여 제안한 방법의 적합성 및 효율성을 검증하였다. Fig. 1(a)는 피라미드 영상의 원 영상으로서 각 영상의 크기는 256×256 이며 Fig. 1(b)는 원 영상에 대한 축소 영상으로서 각 영상의 크기는 128×128 이다. 본 논문에서는 영상정합을 위한 상관성 인자로 상관계수(Correlation Coefficient)를 적용하였다. Fig. 2 는 Fig. 1 의 영상에 대한 영상정합을 실시한 결과로서 원 영상과 피라미드 영상 모두 정합이 적절하게 이루어졌음을 알 수 있다. Table 1 은 원 영상과 축소 영상에 대한 정합좌표를 비교한 내용으로서 축소 영상의 정합좌표에 대하여 2 배수를 취할 경우 모든 정

합좌표의 위치가 ± 2 화소 내에 존재함을 알 수 있다. Fig. 3은 원 영상과 축소 영상에 대한 영상정합의 계산속도를 측정하여 비교한 내용으로서 축소 영상의 계산 효율성이 우수함을 확인할 수 있다. 따라서 축소 영상의 정합좌표로부터 원 영상의 대략적인 정합좌표를 추정하여 계산 알고리즘을 수행할 경우 효율성이 증가된 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

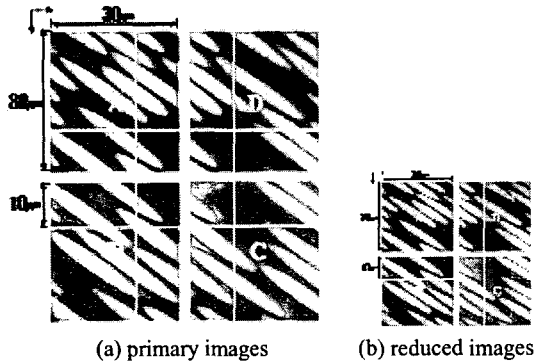


Fig. 1 Four overlapped pyramid images measured from a composite surface

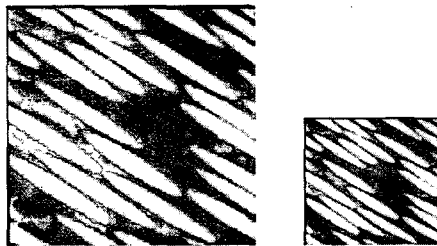


Fig. 2 Comparison of synthesized images for primary images and reduced images

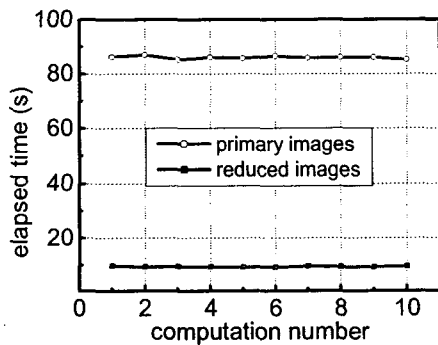


Fig. 3 Elapsed time for two image matching procedures with primary images and reduced images

Table 1 Matching coordinate of synthesized images for primary images and the first reduced images

surface	coordinate	Upper	Upper	Lower	Lower
		_Left	_Right	_Left	_Right
A	Pr.	0, 0	255, 0	0, 255	255, 255
	Re.	0, 0	127, 0	0, 127	127, 127
	Re. $\times 2$	0, 0	254, 0	0, 254	254, 254
B	Pr.	0, 175	255, 175	0, 430	255, 430
	Re.	0, 88	128, 88	1, 215	128, 215
	Re. $\times 2$	0, 176	256, 176	2, 430	256, 430
C	Pr.	168, 173	423, 173	168, 428	423, 428
	Re.	85, 87	212, 87	85, 214	212, 214
	Re. $\times 2$	170, 174	424, 174	170, 428	424, 428
D	Pr.	168, 1	423, 1	168, 256	423, 256
	Re.	85, 1	212, 1	85, 128	212, 128
	Re. $\times 2$	170, 2	424, 2	170, 256	424, 256

3. 결론

본 논문에서는 원자간력 현미경의 측정면적 확대 알고리즘의 개선방안을 제안하였다. 대상 시료의 대면적 표면형상을 관측하기 위해 정합해야 하는 영상의 수가 증가할 경우 또는 원자간력 현미경이 공정간 실시간 검사장비로서의 기능을 할 경우에는 영상정합 알고리즘의 계산 효율성의 향상 방안이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 측정된 표면 영상을 단계적으로 축소하고 영상 피라미드를 이용하여 원 영상의 영상정합 좌표를 신속히 유추할 수 있는 방법을 제안하였다. 실제 측정된 영상에 대하여 적용한 결과 기존 알고리즘의 효율성을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. 홍성욱, 고명준, 신영현, 이득우, "원자간력 현미경을 이용한 초소형 마이크로 부품 표면 형상 측정 시스템 개발," 한국공작기계학회 논문집, Vol.14, No.6, pp. 22-30, 2005.
2. 고명준, 원자간력 현미경의 측정면적 확대를 위한 영상정합 알고리즘 개발, 석사학위 논문, 금오공과대학교 대학원 기전공학과, 2006.
3. C. L. Tan and P. O. Ng, "Text Extraction using Pyramid," Pattern Recognition, Vol. 31, No. 1, pp. 63-72, 1998.