



위의 그림 1은 제안된 시스템과 측정 원리를 보여 주고 있다. 하드웨어는 한 대의 패턴 주사기와 두 대의 카메라를 사용하고 있다.<sup>(2)</sup> 두 대의 카메라를 사용하므로 수식 (1)이 좌, 우측 카메라에 대해 각각 나오게 되고, 같은 점에 대해서 좌, 우측 카메라에 계산된 높이 정보가 같아야 한다는 조건을 사용하여  $2\pi$  모호성이 없는 측정점을 구할 수 있다. 즉, 아래 수식에서 유일한 정수를 가지는  $N_L$ 과  $N_R$ 을 구하는 것과 같은 원리이다.

$$z_m = \frac{p}{2\pi} \frac{2\pi N_L + \phi_L}{\tan\theta_L + \tan\theta_p} = \frac{p}{2\pi} \frac{2\pi N_R + \phi_R}{\tan\theta_R + \tan\theta_p} \quad (2)$$

측정 알고리즘은 모두 세단계로 나눌 수 있다. 먼저 오른쪽 카메라에서 임의의 한 점  $(x_{IR}(i), y)$ 을 잡고 수식 (1)을 사용하여 그림 1에서와 같이  $2\pi$  모호성이 있는 높이 후보점  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_j, \dots$  과 그들의 3차원 위치를 구한다. 다음으로 이 후보점들을 왼쪽 카메라 매트릭스를 사용하여 왼쪽 카메라 영상면에 주사를 한다. 그림 1에서와 같이  $C_j$ 점을 왼쪽 카메라 영상면에 주사하게 되면,  $(x_{IL}(i), y)$ 의 좌표를 구할 수 있고, 모아레의 원리에 의해 그 점에서의 위상정보  $\phi_L$ 을 구할 수 있다. 이때 수식 (2)를 적용하여  $N_L$ 이 정수가 되는지 확인하여 본다. 만약  $N_L$ 이 정수가 되면  $C_j$ 의 위치가 오른쪽 영상면에서의 한 점  $(x_{IR}(i), y)$ 에 대한 측정값이 된다. 마지막으로 다른 점들에 대해서도 같은 측정 원리를 적용하므로 모든 점들에 대한 3차원 측정값을 구할 수 있다.

아래 그림은 위의 측정 시스템과 원리를 사용하여 측정한 결과이다.

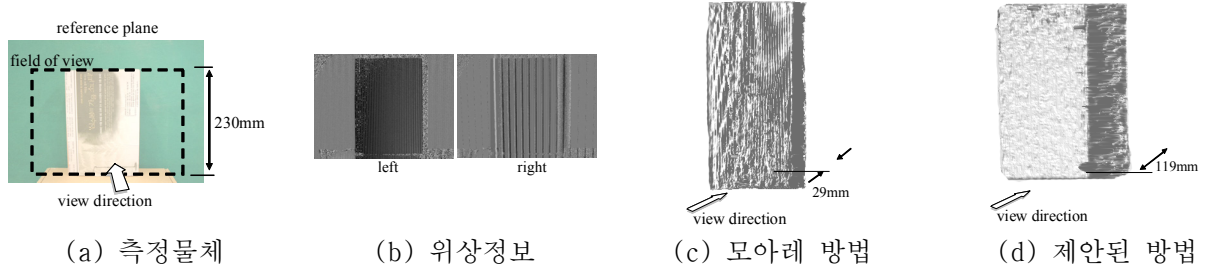


그림 2. 사각형 물체의 측정 결과

일반적으로 모아레 방법은 측정 후 위상필름 과정을 통해 물체의 형상을 측정할 수 있다. 하지만 그림 2와 같이 사각형 물체의 경우 위상 필름으로도 물체의 높이를 측정할 수 없게 된다. 실제 물체의 표면과 기준면사이의 거리는 120mm이지만 모아레 측정법에 의한 결과는 29mm를 보여주고 있어  $2\pi$  모호성을 잘 보여주고 있다.

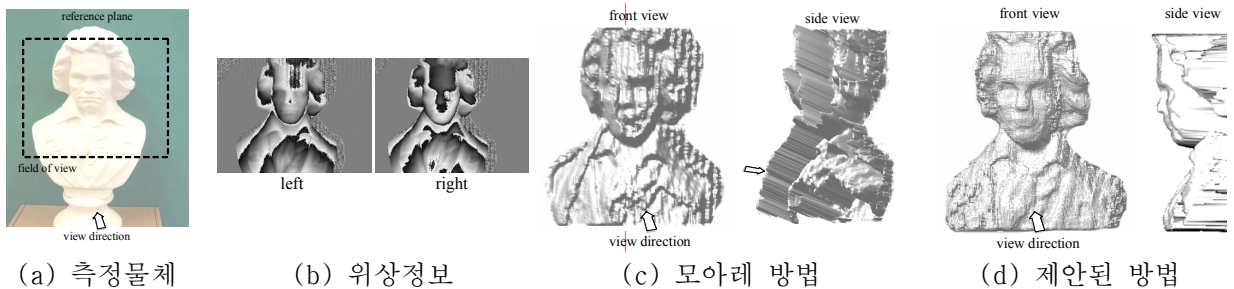


그림 3. 석고상의 측정 결과

1. K.J. Gåsvik, 1995. Optical Metrology, 2nd edition, John Wiley & Sons, Ltd.
2. Hyunki Lee, Hyungsuck Cho and Minyoung Kim. 2006. A New 3D Sensor System for Mobile Robots Based on Moire and Stereo Vision Technique, Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems 1384 - 1389.