

## 화상처리법을 이용한 곡면변형률 측정에 관한 연구

김영수, 김형종\*  
강원대학교 기계공학과

### A Study on the Measurement of Surface Strain Using the Image Processing Technique

Young Soo Kim, Hyung Jong Kim\*  
Dept. of Mechanical Engineering, Kangwon National University

#### Abstract

The measurement of 3D surface strain using the image processing method is another approach for strain measurement. The advantage of this method is that strains at several points included in a captured image can be obtained automatically from only one process. In this study, the whole process of automated surface strain measurement is presented. The strain distribution on a LDH specimen is illustrated as a result of the trial to develop an automated strain measurement system.

#### 1. 서 론

3차원 곡면변형률의 측정은 판재성형 제품에 나타나는 각종 결함을 검사하고 그 발생 원인을 규명하여 설계과정에 반영하거나, 성형한계도 작성을 위한 중요한 실험적 근거를 제공한다. 곡면변형률의 측정은 판재성형 문제에만 국한되지 않고 단조나 압축, 고분자 화합물이나 초소성 재료의 중공성형법(blow molding) 등 다른 성형 분야에서도 중요한 의미를 가진다. 또한, 물체의 표면 형상을 나타내기 위한 CAD 데이터를 준비할 때나 NC 공작기계에서 표면을 정의할 때와 같이, 곡면의 변형률뿐만 아니라 곡면 상의 점들의 좌표를 필요로 하는 경우도 있다. 그러나 곡면변형률의 측정 작업은 기술적 문제뿐만 아니라 방대한 데이터 획득과 처리를 위한 시간적·경제적 문제로 인하여 현실적으로 수행이 어려운 실정이다.

3차원 곡면의 변형률을 측정하는 기술은 지난 수십 년간 지속적으로 고안, 개선되어 왔으며, 최근에는 측정 과정을 자동화하고자 하는 연구가 수행되고 있다[1-3]. 특히, Lee 등은 컴퓨터 화상처리 기술을 이용한 ASAME (Automated Strain Analysis and Measuring Environment)를 개발하여 상용화하였으며[4], 최근에는 측정치의 오차 요인을 분석하기 위한 연구를 계속하고 있다[5,6].

본 연구는 화상처리법을 이용하여 3차원 곡면변형률의 분포를 자동적으로 정확하고 신속하게 측정할 수 있는 시스템을 자체 개발하는 것을 목표로 현재 진행 중에 있다.

## 2. 곡면변형률 측정 과정

이 시스템은 소재와 함께 변형된 격자선들의 3차원 정보를 얻기 위한 화상 입력장치와, 컴퓨터 화상처리(image processing)[7], 카메라 보정(camera calibration)[8], 3차원 좌표 및 변형률 계산[4], 변형률 분포의 그래픽 처리 등을 위한 응용 소프트웨어로 구성된다.

Fig. 1은 화상처리법을 이용한 변형률 측정 과정을 도식화한 것이다.

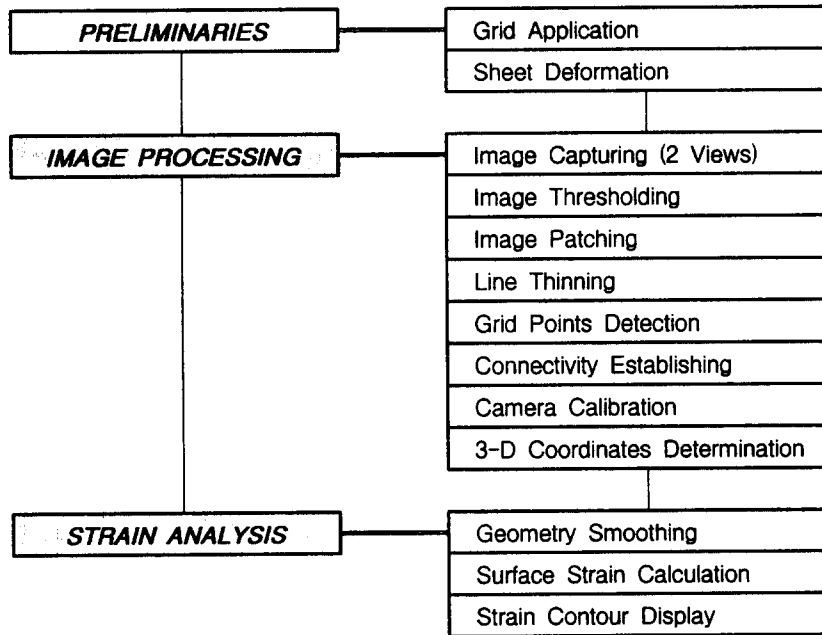


Fig. 1 Automated Surface-Strain Measuring Procedures

## 3. 결과 및 고찰

6111-T4 Al재 LDH 시편을 성형한 후, 디지털 카메라로 45° 벌어진 두 방향에서 촬영하여 초기화상(Fig. 2)을 얻었다. 변형되기 전 초기격자 크기는 4.7625 mm이며, 전기-화학적 격자부식장치로 입힌 것이다. Fig. 3은 이 화상을 전처리(preprocessing) 및 세선화한 예를 보여준다.

광학이론과 기하학적인 관계를 고려하면 두 방향 화상의 2차원 좌표로부터 격자점들의 3차원 좌표를 얻을 수 있으며, 유한변형 이론을 사용하여 각 격자내의 변형률을 계산할 수 있다. Fig. 4는 선택된 영역(Fig. 2의 사각형) 내의 주변형률의 분포를 나타낸 것이다. 그러나 카메라 보정(calibration)이 완전하게 되지 않은 상황에서 계산된 결과이기 때문에 상당한 오차가 내포되어 있을 수 있다.

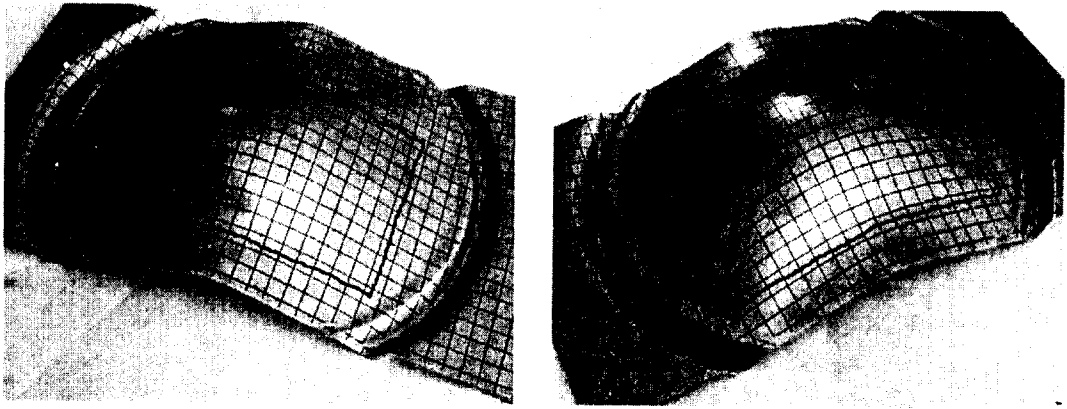


Fig. 2 Two-view images captured by a digital camera

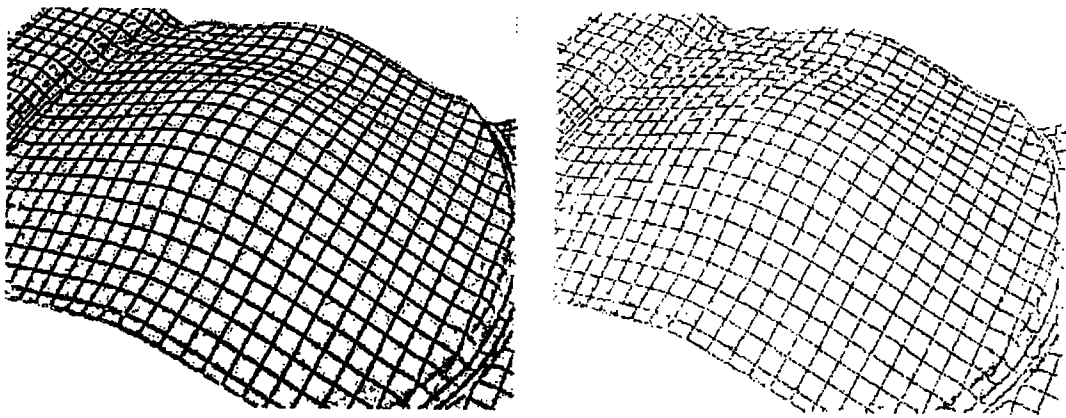


Fig. 3 Illustration of image preprocessing and line thinning

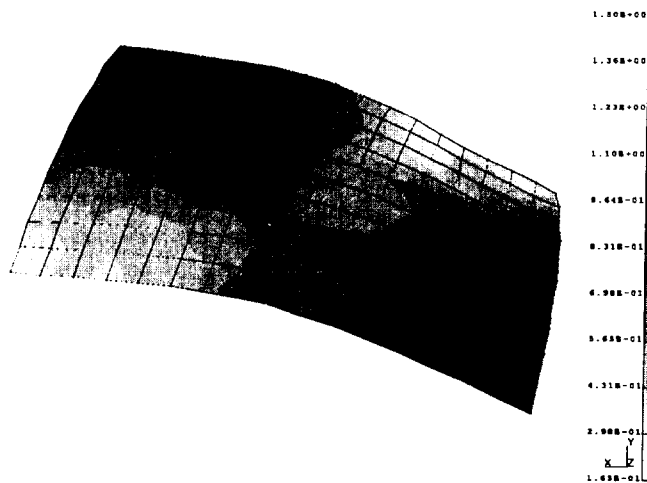


Fig. 4 Distribution of the principal strain of a LDH test specimen

## 4. 결 론

본 연구는 판재성형 제품의 변형률 분포를 측정하기 위한 자동 시스템의 개발을 목표로 현재 진행 중에 있다. 이 시스템은 화상입력을 위한 하드웨어와 화상처리, 카메라 보정, 3차원 좌표 및 변형률 계산, 변형률 분포의 디스플레이를 위한 응용 소프트웨어로 구성된다.

현재까지는 간이 화상입력 장치를 구성하고, 화상의 전처리, 세션화, 화상좌표 측정, 3차원좌표 계산, 변형률 계산 등을 위한 프로그램을 완성한 단계이다. 앞으로 화상입력 장치 완성품 제작을 비롯하여 자동 격자망 인식, 카메라 보정, 측정오차 분석 및 최소화 등을 위한 프로그램의 개발을 계획하고 있다.

## 참고문헌

- [1] R. Ayres, E. G. Brewer and S. W. Holland, "Grid Circle Analyzer; Computer Aided Measurement of Deformation", Transactions SAE, Vol. 88, No. 3, pp. 2630-2634 (1979)
- [2] D. N. Harvey, "Optimizing Patterns and Computational Algorithms for Automated, Optical Strain Measurement in Sheet Metal", Proc. of the 13th Biennial Congress, Melbourne, Australia, IDDRG, pp. 403-414 (1984)
- [3] A. Miyoshi, A. Yoshioka and G. Yagawa, "Strain Measurement of Structures with Curved Surfaces by Means of Personal Computer-Based Picture Processing", Engineerings with Computers, Vol. 3, pp. 149-156 (1988)
- [4] J. H. Vogel and D. Lee, "An Automated Two-view Method for Determining Strain Distributions on Deformed Surfaces", J. of Materials Shaping Technology, Vol. 6, No. 4, pp. 205-216 (1989)
- [5] D. Manthey and D. Lee, "Recent Developments in a Vision-Based Surface Strain Measurement System", JOM, Vol. 47, No. 7, pp. 46-49 (1995)
- [6] H. J. Kim and D. Lee, "Further Development of Experimental Methods to Verify Computer Simulations", The Proc. of the 3rd NUMISHEET Conference (1996)
- [7] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Co. Inc. (1992)
- [8] R. Y. Tsai, "A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses", IEEE J. of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No. 4 (1987)