

직교와 굽힘 투영의 혼합 알고리즘 Combining algorithm of orthogonal and bending projection

*김태경¹, #정용호²

*T. G. Kim¹, #Y. H. Jung(yhj@pusan.ac.kr)²
1,2부산대학교 기계공학부

Key words : Engraving, Bending projection, tire sidewall, lettering

1. 서론

IT, Digital Appliance, 자동차 산업과 같은 제품산업이 급속도로 발전함에 따라 제품기능의 평균화가 빠르게 진행되고 있다. 이에 따라 소비자의 성향이 제품의 기능과 더불어 디자인을 중요하게 여기는 방향으로 전환되고 있다.⁽¹⁾

금형으로 성형하는 제품의 경우 금형에 미리 문자를 각인해 둬으로써 제품의 표면에 자동으로 문자가 표현되는 방법을 사용한다. 특히 타이어는 다른 제품에 비하여 문자가 많이 들어가는데, 최근에는 문자로 표현해야 할 내용이 더욱 증가하는 추세이다.⁽²⁾ 이와 같은 2차원 형상을 3차원 곡면에 투영하기 위하여 일반적으로 다음과 같은 두 가지의 투영 방법이 사용된다. 기존의 Orthogonal projection은 곡면을 고려하지 않은 투영 방법으로 정밀도가 낮기 때문에 Lee, C. S.등은 Bending projection의 투영 방법을 사용하였다.^(3,4,5) 본 논문에서는 이를 토대로 3D Engraving의 기하학적 형상 정밀도를 향상시키는 투영방법을 제안하였다.

2. 3D Engraving의 Projection Algorithm

2차원 도면의 형상을 3차원 곡면으로 투영시키기 위하여 일반적으로 두 가지의 투영 방법이 사용된다. 일반적인 투영 방법은 Orthogonal projection과 Bending projection이며, Fig. 1은 각각의 투영 방법이다. Orthogonal projection은 투영 시 곡면의 곡률을 고려하지 않는 방법이며 Fig. 2(a)처럼 투영 시 형상의 왜곡이 커지며 원의 경우 타원처럼 보여진다. Bending projection은 투영할 면의 곡률을 고려하여 투영하는 방법이다.⁽⁶⁾ Fig. 2(b)에서와 같이, 투영 후 형상의 전체 크기가 줄어들며, 곡률이 클수록 크기의 왜곡이 커진다.

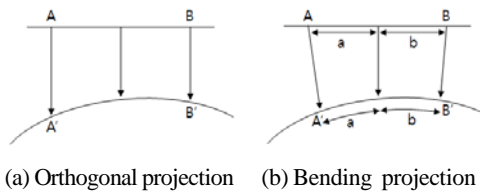


Fig. 1 conventional projection

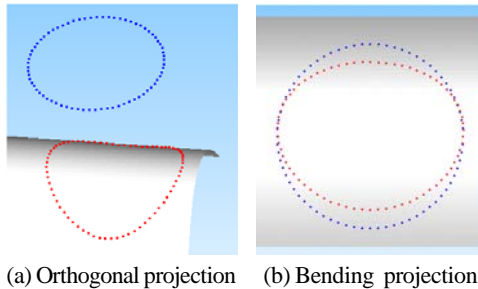


Fig. 2 Weakness of two projections

3. Combining Projection Algorithm

Orthogonal projection은 정면 투영 시 완벽한 형상을 보여주며, Bending projection은 곡면의 곡률을 고려한 형상을 보여준다. 본 논문에서는 두 투영 방법의 장점을 혼합하여 크기와 내부 형상의 정밀도가 높은 투영 알고리즘을 제공한다.

형상 정밀도를 향상시키는 알고리즘은 곡면의 곡률을 고려하여 형상 정밀도를 높이고, 투영 전·후의 크기 변화를 최소화하는데 중점을 둔다. Fig. 3은 Bending projection으로 원을 곡면에 투영시킨 후, 정면에서 바라본 그림이다. 투영 후, y축 방향으로 축소된 길이 δ_1, δ_2 를 측정하여 형상 크기의 축소비율을 계산한다. 축소 비율을 Bending projection된 형상의 모든 y좌표에 역으로 곱하여 계산하

여 크기변형에 대한 보정을 한다. 재 생성된 형상은 투영 전의 형상과 크기가 같으며, 투영 곡면의 곡률이 고려된 새로운 형상이다.

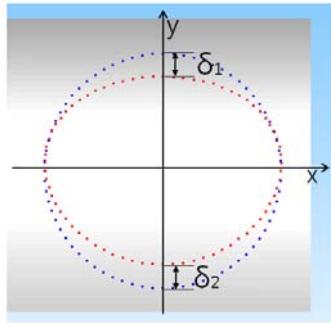


Fig. 3 Calculate the distance before and after of bending projection

4. Projection Algorithm의 오차 계산

3차원 곡면의 형상을 가진 물체의 경우 정면에서 볼 경우와 대각선 방향에서 볼 경우 투영된 형상이 다르게 보이며, 이는 투영 오차에도 영향을 미친다. 정확한 오차를 계산하기 위하여 제품 평균 오차법을 사용한다. 원을 3차원 곡면에 투영시킨 뒤 형상의 내부 좌표 점들을 추출하여 측정된 오차 픽셀을 투영 방법과 곡면을 보는 각도에 따라 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Error of each projection

	0°	10°	20°	30°	40°
Orthogonal projection	0	45.042	88.717	126.96	166.73
Bending projection	14.951	45.902	86.777	125.85	161.34
Combining algorithm	7.4764	43.095	84.920	124.35	160.03

기존 투영 방법들에 비해 새 알고리즘의 경우 오차가 줄어든 것을 알 수 있다. 특히 20°이내의 각도에서는 기존 방법에 비해 최대 5%이상 정밀도가 향상 되었다.

5. 적용 예

본 논문에서 개발된 Combining algorithm을 검증하기 위하여 문자를 3차원 곡면에 투영하였다. Fig. 4는 문자 “A”의 투영 결과이다.

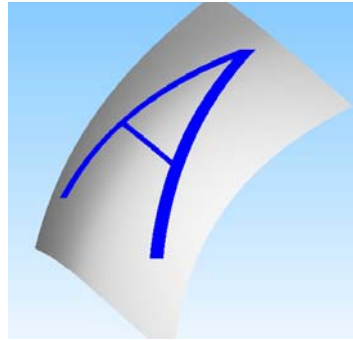


Fig. 4 Projection of combing algorithm

6. 결론

본 논문에서는 3D Engraving에서 발생하는 기하학적 왜곡을 기존의 논문에서 제안한 투영 방법을 이용하여 보정하는 방법을 제안하였다. 투영되는 곡면의 곡률과 원본 형상의 크기를 고려하여 기하학적 정밀도가 향상되는 알고리즘을 제안하였으며, 제품 평균 오차법을 이용하여 제시한 알고리즘을 검증하였다.

참고문헌

1. 이원석, 정성중, “3D 조각가공 시스템을 위한 3차원 복원 방법,” 대한 기계학회, 1204-1209, 2008
2. 윤상재, 진상민, 한상구, “CAA V5를 이용한 Tire Sidewall 문자 설계,” 한국정밀공학회, 397-398, 2007
3. Lee, C. S., "Geometric Modeling and Five-axis Machining of Tire Master Models," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol.9, No. 3, pp. 75-78, 2008
4. Liu, S. and Liu, X., “Study of 3D co-modeling method for /splomega/ type bar-spring clip,” The 8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, Vol. 1, pp. 278-282, 2004.
5. Kobayashi, Y. and Shirai, K., “Multi-axis Milling for Microtexturing,” International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 9, No. 1, pp. 34-38, 2008.
6. Lee, Cheol-soo, "Tool Path Generation for a Four-axis Machine to Engrave Letters on Tire Sidewall Molds," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol.10, No. 3, pp. 75-82, 2009