

안경 렌즈 가공을 위한 취형기 데이터의 3D 시각화

김대윤*, 김설호**, 김계영**†

*숭실대학교 융합소프트웨어학과 srin@ssu.ac.kr

**숭실대학교 컴퓨터학과 sulho@ssu.ac.kr, gykim11@ssu.ac.kr

3D Visualization of Auto Pattern Maker Data for Eyeglass Lens Machining

Dae-Yun Kim*, Sul-Ho Kim**, Gye-Young Kim**† (corresponding author)

*Dept of Software Convergence, Soong-Sil University

**Dept of Computer and Engineering, Soong-Sil University

요 약

안경을 제작하기 위하여 안경테 혹은 렌즈의 사이즈를 측정하는 기계를 취형기라 하며, 측정된 데이터를 사용하여 렌즈를 절삭하는 기계를 옥습기라 한다. 본 논문에서는 취형기를 통해 획득한 데이터를 3D 시각화 하는 방법에 대하여 서술한다. 취형기의 탐침자에서 획득된 데이터는 1024개, 즉 데이터당 약 0.352° 에 해당하는 각도로 획득한 데이터로 구성되며, 각 데이터는 취형기 중심에서 경계까지의 거리와 렌즈 혹은 안경테의 높이 데이터를 포함한다. 해당 데이터는 취형기에서 얻은 원통좌표계 형식의 원시 데이터 형태에서 OpenGL에서 사용하기 좋은 3차원 데이터 형식으로 나타낼 수 있도록 재가공하여 X, Y, Z 축 기반의 3차원 직교좌표계 형식으로 변환한다. 그 후, OpenGL을 사용하여 3D로 시각화 하였다. 해당 데이터를 회전할 수 있도록 하기 위하여 쿼터니언 기반의 ArcBall을 사용하여 회전 가능하게 하였으며, 3D 시각화 된 결과를 확대/축소할 수 있게 하였다. 디스플레이에서 실제와 같은 크기로 출력하기 위하여 DPI를 활용한 축척 계산법을 사용하였고, 출력결과의 더 나은 시각화를 위하여 평균보간법을 사용하였다.

1. 서론

과거에는 안경 렌즈를 만들기 위해 사람이 손 기술로 직접 안경테를 측량, 렌즈를 절삭하여 수동 제작하였다. 하지만 현재는 기계화 된 장비인 취형기와 옥습기라는 제품을 사용하고 있다. 기존에 사용하는 취형기와 옥습기는 대부분의 경우 측정된 형태를 2D화면으로 출력하거나, 미리 정해져 있는 개략적인 형상만을 시각화 하여 사용자에게 출력하고 있는 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 사용자가 취형기 획득데이터와 옥습기 절삭 예상결과를 보다 쉽게 보고 이해할 수 있게 하기 위하여, 취형기에서 획득한 데이터를 회전 및 확대/축소가 가능하게 3D 시각화 하는 것을 목표로 한다. 3D 시각화를 위하여 OpenGL 라이브러리를 사용하였으며, 짐벌락 해결을 위하여 ArcBall을 기반으로 회전 기능을 구현하였다. 또한 렌즈의 크기 그대로 디스플레이에 출력하기 위하여 DPI를 활용한 축척 계산법을 사용하고, 더 나은 시각화를 위해 평균보간법을 이용하였다.

2. 취형기 데이터의 보간 및 시각화

취형기는 안경테 장착부와 탐침부등으로 구성되어 있으며, 탐침부의 모터가 움직여 안경테 내측의 경계부분에 밀착 이동하면서 안경테의 치수를 측정하게 된다. 안경테 한

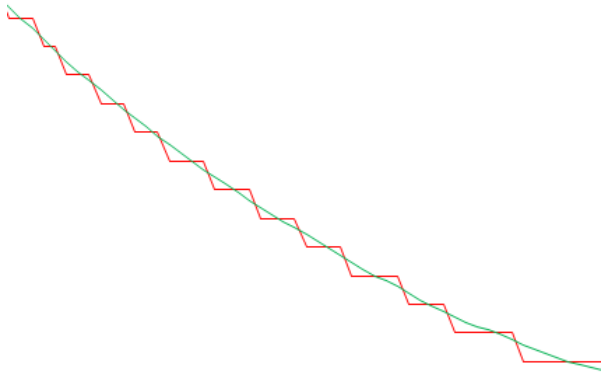
바퀴로부터 총 1024개, 데이터당 0.352°에 해당하는 각도로 데이터를 획득하며, 각각의 데이터는 취형기의 측정 중심으로부터 안경테 경계까지의 거리와 안경테의 높이 데이터로 구성된다. 획득된 데이터의 형태는 아래의 (표 1)과 같다.

(표 1) 취형기 획득 데이터

샘플 순서	안경테 폭 값	안경테 높이 값
1	581	376
2	582	376
3	582	376
4	582	376
...
11	583	376
12	583	376
13	583	376
14	583	376
...
1024	584	375

본 논문의 실험에 사용된 취형기의 탐침자가 안경테의 둘레나 렌즈의 테두리 값을 읽어올 때 정수형식의 값을 읽어오기 때문에 시각화 하게 되면 (그림 1)의 붉은 선과 같은 형태의 날카로운 모습의 결과가 얻어진다. 따라서, 해당 데이터를 좀 더 부드럽게 만들기 위해, 현재 데이터의 전후 20개의 데이터로 평균 보간을 실시하였다. (그림 1)

의 초록색 선은 정수형식 데이터에 평균 보간법을 적용하여 실수 형식으로 데이터를 변환하여 시각화한 결과를 보여준다.



(그림 1) 취형기 획득 데이터의 보간 전 결과(계단형선)와 보간 후 결과(곡선)

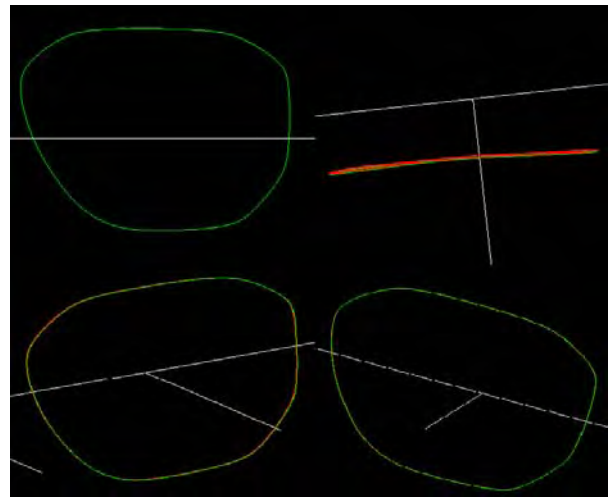
3D시각화를 위해서는 Z축의 값도 사용해야 하며, 시각화된 3D객체의 왜곡을 줄이기 위하여 직교투영을 사용하였다. 3D로 시각화된 객체를 3축 기반으로 회전시킬 때 축이 겹치는 짐벌락 문제가 발생하게 되는데 이러한 문제를 해결하기 위하여 쿼터니언 기반의 ARCBALL 방법으로 시스템을 구현하였다. 취형기 데이터를 3D객체화 하기 위한 샘플 데이터의 각도 그리고 해당하는 샘플 영상 내 x, y, z 좌표는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \theta &= 360 * \text{샘플순서} / \text{샘플 총 개수} \\ x &= \cos * \theta \quad y = \sin * \theta \\ z &= \text{획득 데이터의 높이 값} \end{aligned}$$

(그림 2)는 OpenGL을 사용하여 3D 시각화된 취형기 데이터를 보여주고 있으며, (그림 2)의 중앙부 흰색 세로축은 렌즈가 현재 회전이 얼마나 되어있는지 쉽게 보여주기 위하여 임의로 그려넣은 Y축이며 시각화된 결과는 X, Y, Z 방향의 자유회전이 가능하다. 이 결과는 터치스크린이나 마우스등의 입력장치를 사용하여 손쉽게 회전시켜가며 확인 가능하다.

3. 실물 크기 출력방법

취형기 데이터를 3D로 시각화 하는 이유는 안경테 치수측량 결과를 미리 알아보고, 렌즈절삭 결과와 비교할 수 있게 하는 것에 목적이 있기 때문에, 출력되는 되는 3D객체의 크기와 실제 안경테 혹은 렌즈의 크기가 일치한다면 안경사와 같은 사용자가 그 결과를 알아보기 더욱 수월할 것이다. 따라서 1:1사이즈로 데이터를 출력하는 방법을 제시하고, 확대 및 축소도 가능하도록 구현하였다.



(그림 2) 3D로 시각화된 렌즈 데이터

화면상에 실제의 크기로 3D객체를 출력하기 위해서는 사용하는 디스플레이 DPI와 취형기 데이터의 폭, 높이에 대한 축척을 알고 있어야 한다.

$$\begin{aligned} \text{LMAX} &: \text{렌즈 데이터 최대 사이즈} \\ \text{LMAXR} &: \text{최대 크기의 실제 사이즈} \\ \text{Width per Inch (WPI)} &= \text{LMAX} / \text{LMAR} \\ \text{Dot per Width (DPW)} &= \text{DPI} / \text{WPI} \end{aligned}$$

해당 계산식을 통해 1도트 당 렌즈의 폭 값에 해당하는 축척을 계산할 수 있다. 렌즈의 높이 값과 폭 값은 서로 다른 크기를 가지기 때문에 위와 같은 계산식으로 높이 값의 축척을 따로 계산하여 구현하였다.

4. 결론

본 논문에서는 취형기의 탐침자로부터 획득된 데이터를 기존의 2D 방식과 다르게 OpenGL과 ARCBALL방식을 이용하여 3D로 시각화하고, 회전, 확대, 축소가 가능하게 하였다. 이러한 방법을 통해 사용자는 탐침자가 측량된 데이터로 렌즈를 가공하기 전에 완성될 안경렌즈와 유사한 화면을 미리 확보하여, 오류를 수정하고 보정하는 등 안경렌즈 제조과정에 보다 많은 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

Acknowledgement

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연공동기술개발사업(C0238529)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] 이영일, 김정희, 박지현, "자동취형기 개발을 위한 설계 및 제작", J. Korean Oph.Opt. Soc. Vol. 18, No. 3, pp.231-239, Sep, 2013.
- [2] 박천주, 황동국, 전병민, "정상 영역의 등고선 재구성을 위한 극좌표계 선형보간", 한국콘텐츠학회논문지, Vol. 5, No. 1, pp. 127-134, Feb. 2005