

유니티를 이용한 공압 배관의 스위프 모델 구현

서현호[○], 김재웅^{**}, 김황래^{**}, 박성현^{*}

[○]공주대학교 대학원 컴퓨터공학과,

^{*}공주대학교 대학원 컴퓨터공학과,

^{**}공주대학교 소프트웨어학과

e-mail: shhmetis@naver.com[○], {jykim, plusone}@kongju.ac.kr^{**}, a94270816@gmail.com^{*}

Implementation of a Pneumatic Pipe Sweep Model using Unity

Hyeon-Ho Seo[○], Jae-Woong Kim^{**}, Hwang-Rae Kim^{**}, Seong-Hyun Park^{*}

[○]Dept. of Computer Engineering, Kongju National University,

^{*}Dept. of Computer Engineering, Kongju National University,

^{**}Dept. of Software, Kongju National University

● 요약 ●

가상의 공간에 실제의 설비를 구현하는 시뮬레이션 기술은 스마트팩토리를 구성하는 필수 요소 중의 하나이다. 다만, 현업의 제조 설비 도면을 시뮬레이션 소프트웨어에 적용하는데 있어 자유 곡선을 가지는 공압 배관 등의 모델 데이터는 작업의 난해함 등의 이유로 기 설계 도면에 누락되어 있는 경우가 빈번하다. 본 연구에서는 시뮬레이션 툴 중에 하나인 유니티를 이용하여 내부에서 직접 스위프 곡선을 생성하는 과정을 구현하였다. 이를 통해 기 설계 데이터에 누락된 다양한 자유 곡선 모델을 신속하게 시뮬레이션에 적용하는데 효과가 있을 것으로 기대된다.

키워드: pneumatic pipe modeling, sweep model, hermite curve, unity mesh

I. Introduction

기계 공학 분야에서 제조 설비의 설계를 수행하는 대부분의 설계 툴은 기계 가공을 기반으로 하는 솔리드 모델(Solid Model)을 채택하고 있다.[1] 다만, 모델 자체의 수치 해석이 아닌 단순히 3D 모델을 가시화하거나 조각, 관계 분석 등을 시뮬레이션 하는 분야에서는 주로 서피스 모델(Surface Model)을 이용하여 3D 모델을 렌더링한다.[2] 대부분 솔리드 모델 방식을 지원하는 기계 설계 프로그램에서는 경우에 따라 디자인 된 모델의 데이터를 서피스 모델로 변환하는 해석 기능이 내장되어 있다.[3] 그러나 솔리드 모델을 작성하는 방식의 특성 상 전선, 공압 배관 등의 자유 곡선으로 이루어진 파트의 경우 이를 모델링하는 방법이 복잡하고 모델 작성 후에 수정하는 부분에서도 많은 어려움이 존재하여 제조 설비의 모델링의 경우 이를 생략하고 그리는 경우가 현업에서 많이 발생한다. 이러한 경우 제조 설비의 모델 데이터를 시뮬레이션에 적용하기 위해서는 누락된 파트의 디자인을 담당하는 추가적인 인력이 필요하게 된다. 본 논문에서는 Hermite Curve를 이용하여 자유 곡선 경로를 가진 배관의 서피스 모델을 시뮬레이션 프로그램에서 직접 모델링 작업이 가능하도록 적용하는 과정을 진행하고자 한다. 이를 통해 기존 기계 설계자와 시뮬레이션 작업자 간 신속하고 원활한 데이터 교환이 가능할 것으로 기대된다.

II. Preliminaries

1. Related works

솔리드 모델은 기계 구성품의 중량, 관성 모멘트 등 물성을 추론하고 분석하는데 탁월한 장점을 지니고 있으며 정밀한 형상을 표현하는데 유리하지만, 입체를 표현하는데 많은 리소스가 필요하다.[4] 따라서 단순히 입체를 표현하고 가시화를 위해 많은 컴퓨터 그래픽스 분야에서는 3D 모델의 면의 정보를 이용한 서피스 모델을 많이 이용하고 있다. 서피스 모델은 면의 형태에 따라 다양하게 표현 할 수 있으며, 컴퓨터 그래픽스 분야에서는 3개의 정점을 삼각형 면으로 가지는 방식을 많이 사용하고 있다. 본 연구에서 시뮬레이터를 구성할 유니티(Unity)에서는 Mesh 라는 자료형을 통해 이를 다루고 있다. 3D 그래픽에서 곡면의 형상을 모델링 하는 다양한 방법 중, 스위프(Sweep) 기반 모델링은 골격을 이루는 안내 곡선과 안내 곡선을 궤적으로 하는 단면을 이용하여 단면에 스케치된 선 혹은 면이 궤적을 이동하며 생기는 형상을 모델링 하는 방식이다.[5] 이때, 직선, 호, 베지어 곡선(Bezier Curve)등을 이용하여 안내 곡선을 작성 할 수 있으며, 본 연구에서는 곡선을 지나는 조절점과 조절점의 접선 벡터를 이용하여 표현되는 3차 에르미트 보간법(Cubic Hermite Interpolation)을

이용하여 안내 곡선을 생성하고자 한다.

III. The Proposed Model

유니티에서 생성되는 기본 오브젝트는 Transform 객체를 상속 받고 있으며, 사용자는 Transform을 이용하여 3차원 공간에 특정 위치와 방향을 조절 할 수 있다. 다음 Fig. 1. 과 같이 제안 모델의 안내 곡선 위의 조절점 p_n 과 방향 벡터 v_n 은 유니티의 기본 오브젝트를 바탕으로 3차 곡선 상의 두 점과 해당 지점의 미분으로 지정 할 수 있다. 다만 Transform 객체의 방향을 나타내는 eulerAngles 속성은 크기가 1인 단위 벡터로 그 크기를 지정 가능 하도록 별도의 Node 스크립트를 작성하도록 한다.

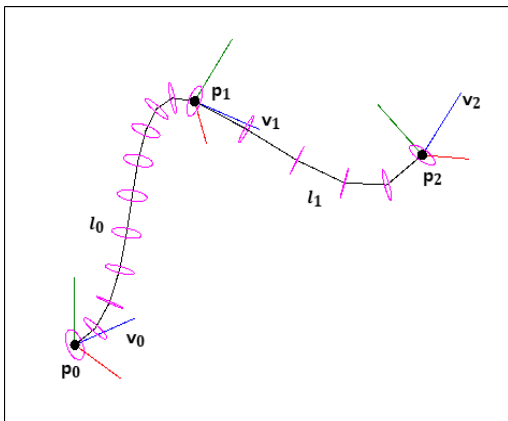


Fig. 1. Proposed Model configuration

안내 곡선 l_0 과 l_1 은 p_1 지점에서 연속하는 서로 다른 3차 곡선이며, 각 안내 곡선은 다음 식(1)과 같이 나타내진다.

$$l_n(t) = s^2(1+2t)p_n + t^2(1+2s)p_{n+1} + s^2tv_n - st^2v_{n+1} \quad (1)$$

$$(s = 1 - t, 0 \leq t \leq 1)$$

안내 곡선을 바탕으로 스윙 모델을 정교하게 모델링 하기 위해서는 단면을 나타낼 분할점의 개수가 많을수록 유리하나 분할점의 개수에 비례하여 Mesh의 정점 개수도 늘어나 연산 처리에 영향을 미치므로 각 안내 곡선에 분할점의 개수를 입력 받도록 하여 사용 환경에 맞게 모델을 수정 할 수 있도록 한다.

각 분할점의 단면은 안내 곡선을 중심으로 하는 다각형으로 표현하였으며, 식(1)을 미분하여 얻어낸 해당 분할점에서의 방향 벡터에 수직인 평면상에 다각형의 정점을 배치하였다. 마지막으로 얻어낸 다각형의 정점을 이용하여 Mesh의 vertices와 triangles 속성에 대입 하여 다음과 Fig 2 와 같은 모델의 Mesh와 렌더링 결과를 얻어내었다.

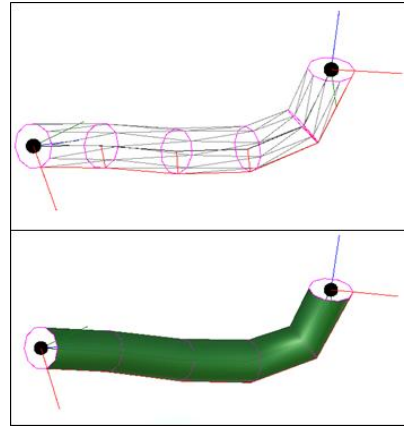


Fig. 2. Proposed Model configuration

IV. Conclusions

본 연구에서는 기계 분야에서 널리 사용되는 공압 배관 모델링을 유니티 상의 오브젝트와 Mesh를 통해 동적으로 구현 할 수 있음을 보였다. 이를 이용해 시뮬레이션 목적에 맞는 적절한 정점 개수를 가진 서피스 모델을 생성 할 수 있었으며, 또한 안내 곡선의 수식을 유도하여 유체의 흐름을 애니메이션으로 나타내는데도 효과적으로 사용될 수 있다. 이를 통해 제조 설비의 실제와 가상의 모델을 연결하는 Digital Twin을 적용하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Son, T. G., Sheen, D. P., Myung, D. K., Ryu, C. H., Lee, S. H., and Lee, K. W. "A Simplification Method for Feature-based Solid Models" Korean Journal of Computational Design and Engineering, Vol. 15, No. 3, pp. 243-252, June 2010.
- [2] Lee, M. J., and Kim, M. S. "Efficient Visualization of Swept Volumes for Mesh Models and Surfaces of Revolution" Proceedings of HCI Korea conference, pp. 810-813, Feb. 2020.
- [3] Woo, Y. H., and Choo, C. U. "Automatic generation of mid-surfaces of solid models by maximal volume decomposition." Korean Journal of Computational Design and Engineering, Vol. 14, No. 5, pp. 297-305, Oct. 2009.
- [4] Lee, S. H. "A CAD-CAE integration approach using feature-based multi-resolution and multi-abstraction modelling techniques." Computer-Aided Design, Vol. 37, No. 9, pp. 941-955, Aug. 2005.
- [5] Choi, Byoung Kyu, and C. S. Lee. "Sweep surfaces modelling via coordinate transformation and blending." Computer-Aided Design, Vol. 22, No. 2, pp. 87-96, March 1990.