

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2024.10.6.821>

JCCT 2024-11-101

Rhino Python과 생성형 AI를 활용한 주얼리 3D 모델링 연구

A Study of Jewelry 3D Modeling Using Rhino Python and Generative AI

강혜림*

Hye-Rim Kang*

요약 생성형 AI는 산업군 전반에서 새로운 비즈니스 방법론을 창출하고 있다. ChatGPT 프롬프팅으로 코드값을 생성하고 Rhino Python Script를 이용하면, Rhino에서 3D 모델링을 할 수 있다. 자연어로 시작된 워크플로우의 종착지가 3D 모델링이 되는 새로운 프로세스의 관심으로 연구를 시작하였다. 연구의 목적은 Rhino 3D에서 자동화하여 효율성 기반의 모델링 방법을 구축함에 있고, 이를 위해 Rhino Python 연구와 모듈의 변형 및 확장에 대한 연구를 진행하였다. 연구 결과, 생성형 AI를 활용하면 제작 생산성을 높이고 3D 모델링에 대한 사용자 접근성이 향상될 수 있음이 확인되었다. 특히, 변형 및 확장에 있어서 Rhino Python Script를 통한 표준화로 작업 효율이 증대되었다. 그리고 최적의 3D 형상설계를 위한 필요 조건은 명확한 프롬프팅과 AI와의 피드백 반영임이 확인되었다. 본 연구를 통해 주얼리 3D 모델링에 있어 생성형 AI를 활용한 효율성 기반의 창의적 활동에 도움이 되기를 바란다.

주요어 : 라이노 3D, 라이노 파이썬, 생성형 AI, 챗GPT, 주얼리, 3D 모델링

Abstract Generative AI is creating new business methodologies across various industries. By generating code values through ChatGPT prompting and using Rhino Python Script, 3D modeling can be performed in Rhino. This research began with an interest in a new process where a workflow initiated in natural language culminates in 3D modeling. The aim of the research is to establish an efficiency-based modeling method through automation in Rhino 3D, and for this purpose, studies on Rhino Python research and the modification and extension of modules were conducted. The research results confirmed that utilizing generative AI can enhance production productivity and improve user accessibility to 3D modeling. Standardization through Rhino Python Script increased work efficiency in terms of modification and extension. Furthermore, the necessary conditions for optimal 3D design were identified as clear prompting and the incorporation of feedback from AI. Through this research, it is hoped that generative AI will assist in creativity based on efficiency in jewelry 3D modeling.

Key words : Rhino 3D, Rhino Python, Generative AI, ChatGPT, Jewelry, 3D Modeling

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

주얼리 분야는 Rhinoceros, MatrixGold, ZBrush 등

*정회원, 환경국립대학교 창의예술학부 귀금속보석공예전공
조교수 (단독저자)

접수일: 2024년 8월 10일, 수정완료일: 2024년 9월 13일
게재확정일: 2024년 11월 5일

Received: August 10, 2024 / Revised: September 13, 2024

Accepted: November 5, 2024

*Corresponding Author: hrkang@hknu.ac.kr

Major in Jewelry and Gemology, Department of Creative
Arts, Hankyong National Univ, Korea

의 3D 모델링 소프트웨어를 활용하여 주얼리 제품을 제작하는 것이 보편화되어 있다. 소프트웨어별 장단점이 존재하지만, 우리나라의 주얼리 산업에서는 소프트웨어의 경제적 측면, NURBS 기반의 정확한 형태 표현, 타 소프트웨어 및 Grasshopper, MatrixGold, RhinoGold 등의 플러그인과의 뛰어난 호환성, 사용상의 용이성 등으로 인하여 Rhinoceros(일반적으로 Rhino 3D, Rhino로 칭함)의 이용률이 높다.

Rhino 3D로 주얼리 3D 모델링 작업을 수행하기 위하여 관련 지식과 기술 습득이 필요하다. Rhino 3D에 숙련되기까지 최소 약 25일 정도의 시간이 필요하다[1]. 또는 Rhino 3D에서 Rhino API를 사용하여 코드를 스크립트에 작성하면 자동으로 다양한 개체를 생성할 수 있다. 다만, 스크립트 작성을 위하여 Python, C# 등의 스크립팅 언어를 알아야 한다. 본 연구는 Rhino 3D 숙련 기간과 프로그래밍 언어의 지식 없이 주얼리 3D 모델링을 구현하는 방법에 관한 관심에서 시작하였다.

생성형 AI 기술의 비약적 발전으로 다방면의 분야에서 이와 연계된 연구가 활발하다. 초기의 생성형 AI는 창의성과 정교함이 결여된 텍스트, 이미지 등의 간단한 콘텐츠를 생성하거나, 부정확한 조작된 정보를 제공하는 할루시네이션(hallucination) 현상이 다수 있었다. 현재의 생성형 AI는 텍스트, 2D 및 3D 이미지, 오디오, 비디오, 코드 등으로 비교적 일관되고 정확한 콘텐츠를 생성하고 있다. 기술의 발전으로 사용자의 요구사항에 최적화된 솔루션을 구현하고 있다. 대표적인 텍스트 기반 생성형 AI인 ChatGPT는 3D 모델을 직접 구현하지 못하지만, 사용자의 요구사항을 반영한 Python 스크립트 및 Rhino API 생성이 가능하다.

본 연구의 목적은 생성형 AI의 ChatGPT와 Rhino Python을 활용하여 더 쉽고 빠르게 주얼리 제작을 위한 3D 모델링 방법을 구축하는 데 있다. Rhino 3D에서 복잡한 작업 과정을 자동화하여 효율적인 3D 모델링 방법을 학습하고, 다각도의 활용 가능성을 살펴본다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 방대한 데이터의 사전 학습과 정확한 코드를 생성하는 ChatGPT[2]를 활용한다. 또한, 신속하고 정확한 응답물과 텍스트, 이미지, 코드 등의 다양한 산출물을 위하여 GPT-4로 AI 모델의 이용 범위를 한정한다. ChatGPT가 생성하는 프로그래밍 언어는 Rhino

3D에서 실행할 수 있는 파이썬(Python)으로 한다.

연구 방법은 ChatGPT에서 Python Script를 요청하고, Rhino 3D와 연계하여 주얼리 3D 모델을 생성한다. 이 과정에서 구문 오류(Syntax Error) 발생 시, 점검 및 문제 해결을 위한 피드백과 디버깅(debugging)을 반복하여 주얼리 3D 모델링을 한다.

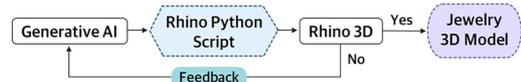


그림 1. 주얼리 3D 모델링 구현 워크플로우
Figure 1. Jewelry 3D Modeling Implementation Workflow

주얼리 3D 모델링 프롬프트(prompt) 설계에 의거한 형태 생성 및 3D 프린팅 가능성을 검증한다. ChatGPT에 사용자의 선행학습 여부에 따른 형태 생성, 프롬프트 사용 언어에 의한 형태 생성 여부 등을 진행한다. 이러한 연구를 통해 3D 프린팅을 위한 주얼리 3D 모델링의 다양한 방법을 탐구하고 활용 방안을 모색한다.

II. ChatGPT와 Rhino Python의 이해

1. ChatGPT의 이해

ChatGPT는 Chat과 GPT(Generative Pre-trained Transformer)의 합성어로, 2022년 OpenAI사에서 개발한 대화형 인공지능 모델이다. 딥러닝(Deep Learning) 알고리즘(algorithm)을 바탕으로 막대한 텍스트 데이터를 사전 학습한 대형 언어 모델(LLM, Large Language Model)이며, 강화 학습(RL, Reinforcement Learning)으로 사용자의 질문에 더 정교한 최적의 답변을 제공한다[3]. ChatGPT는 자연어 처리(NLP, Natural Language Process) 기술을 기반으로 인간의 언어를 이해하고, 사용자와 플랫폼 간의 대화를 통해 사용자의 피드백을 학습하여 더 유의한 결과를 도출하도록 설계되어 있다.

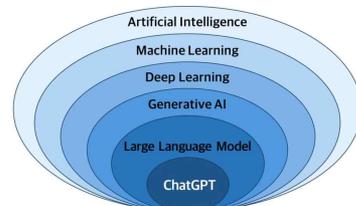


그림 2. 인공지능 분류 [4]
Figure 2. Artificial Intelligence Taxonomy [4]

OpenAI사가 2024년 5월 출시한 GPT-4o는 향상된 비영어권 코드 처리로 다양한 언어의 이해가 뛰어나 빠르고 정확한 코드를 생성한다[5]. 특히, GPT-4o는 멀티모달(Multimodal) 모델로, 텍스트, 이미지, 비디오 등의 입·출력 데이터 처리 능력이 향상되어 있다[6]. 프롬프트에 텍스트뿐 아니라 이미지, 오디오 등을 입력하고 코딩 출력을 요청하면 원하는 코드를 빠르게 생성한다.

2. Rhino Python의 이해

Rhino 3D에서의 3D 모델링은 사용자가 인터페이스에 명령어를 입력하거나 NURBS와 SubD 도구를 이용하는 전통적인 직접 모델링(direct modeling) 방식, 시각적인 프로그래밍 언어인 그래스호퍼(Grasshopper)를 사용하는 파라메트릭 모델링(parametric modeling) 방식, RhinoScript(VBScript) 또는 Python(RhinoPython)을 활용하는 스크립팅(scripting) 방식 등이 있다. 이처럼 Rhino 3D는 사용자의 선호도에 따라 다양한 방식을 지원한다.

Rhino Python은 Rhino 3D 소프트웨어에서 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 스크립트를 작성하고 3D 모델링을 자동화하는 기능이다. Rhino Script가 간단하고 쉬운 구문을 제공하는 반면, Rhino Python은 반복적인 작업을 자동화하며, 스크립트를 작성하여 수동 작업으로는 만들기 어려운 복잡하고 기하학적인 형태를 생성하여 생산성을 향상시킨다[7]. 또한, Rhino 3D의 플러그인 Grasshopper와도 연계하여 사용할 수 있다.

Rhino 3D에서 Python 스크립트를 사용하려면, 명령 프롬프트에 'EditPythonScript'를 입력하고 Enter 키를 누른다. 스크립트 편집기 대화상자가 뜬다. 스크립트 코드 창에 코드를 입력하고, '스크립트 실행' 버튼을 누른다. 입력한 코드에 따라 3D 모델링이 된다.

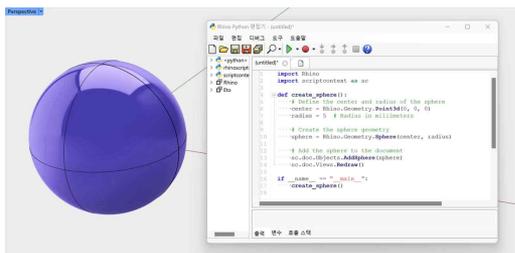


그림 3. 라이노 파이썬 편집기를 활용한 3D 모델링
 Figure 3. 3D Modeling Using the Rhino Python Editor

III. Rhino Python과 ChatGPT를 활용한 주얼리 3D 모델링 연구

1. Rhino Python과 ChatGPT의 활용 방법

ChatGPT는 직접 3D 모델링을 수행할 수 없다. 대신, Python 프로그래밍 언어를 이용하여 3D 모델링을 자동화하거나, 3D 모델 데이터를 변환하여 시각화할 수 있다. 즉, 사용자의 언어를 Python 스크립트로 자동 생성하고 Rhino 3D에서 실행한다.

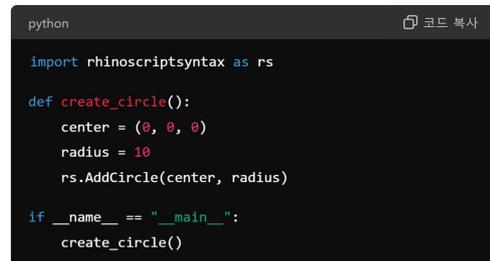


그림 4. ChatGPT의 기본적인 RhinoPython 스크립트 구조
 Figure 4. Basic Rhino Python Script Structure in ChatGPT

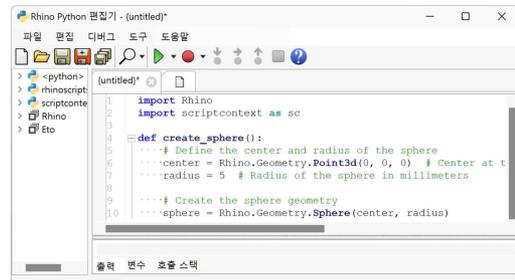


그림 5. Rhino 3D의 RhinoPython 편집기
 Figure 5. Rhino Python Editor of Rhino 3D

Rhino 3D에서 Rhino Python 스크립트를 활용하여 주얼리 모델링 시, 다음의 공통 필수 조건을 반영한다.

첫째, ChatGPT의 프롬프트에 AI의 역할을 '주얼리 3D 모델링 및 3D 프린팅 전문가, 파이썬 전문가'로 페르소나(persona)를 정의한다. 둘째, 3D 모델은 3D 프린팅이 되도록 닫힌 객체(닫힌 폴리서피스) 상태이다. 셋째, Rhino 8에서 Rhino Python 편집기로 3D 모델링을 위한 ChatGPT의 출력값은 Python 스크립트이다.

ChatGPT가 생성한 Python 스크립트 실행 중 오류 발생 시, Rhino Python 편집기는 '오류 메시지(Error Message)'로 오류의 지점과 원인을 알린다. Rhino 3D는 ChatGPT와 상호 피드백으로 반복적 디버깅 작업을

하여 주얼리 3D 산출물을 생성한다.

2. 주얼리 3D 모델링 연구

1) 사용자의 선행학습 여부에 따른 3D 모델링 생성

ChatGPT에 사용자의 선행학습 없이 정사각형 스텝 컷 보석의 Python 스크립트를 요청한다. 텍스트 선행학습은 정사각형 스텝 컷(Step-Cut) 보석의 일반적인 형태 및 명칭, 페이스(facet)의 개수, 그리고 1캐럿(carat)의 규격 등 매개변수에 관하여 대화하며 ChatGPT에 학습 시킨다. 이미지의 선행학습은 ChatGPT에 정사각형 스텝 컷 보석 이미지를 첨부하고, 형태 분석을 시킨다. ChatGPT가 이해한 이미지의 내용으로 Python 스크립트를 요청한다. ChatGPT가 생성한 Python 스크립트를 Rhino가 자동으로 3D 모델을 생성한다.

표 1. 선행학습 유무에 따른 3D 모델링
Table 1. 3D Modeling with or without Pre-Learning

	Input	Output
Non-Learning	“정사각형 스텝 컷 보석”을 생성해줘.	
Text Pre-Learning	위 학습 내용 기반, 1-Carat Square Step Cut Gemstone을 생성해줘.	
Image Pre-Learning		

선행학습 여부에 따른 3D 모델링 결과는 표 1과 같다. 선행학습이 없던 경우, 별도의 추가 피드백 없이 단번에 결과물이 생성되었다. 사용자의 요구사항 및 조건과 상관없이 ChatGPT의 광범위한 지식에 따라 ‘정사각형 스텝 컷 보석’, ‘단한 3D 객체’를 생성한 것이다. 반면, 텍스트와 이미지 학습은 형태 생성이 되었지만, 열린 폴리서피스로 모델링되었다. ChatGPT가 보석의 형태 및 명칭, 보석 컷의 특징, 1캐럿의 규격 등을 정확히 인지하고 있었다. 하지만, 사용자의 특정 요구 조건인 단한 객체는 부합하지 못했다. 사용자와 ChatGPT의 불

충분한 정보, 형태 표현 차이, Python 스크립트 생성 과정의 오류 등으로 정확한 3D 모델링에 어려움이 있다.

2) 자연어와 형식언어의 3D 모델링

자연어는 사용자가 일상에서 사용하는 언어이다. 형식언어는 특정한 문법과 규칙에 따라 어법을 형식화, 구조화한 언어이며, 숫자, 기호, 프로그래밍 언어 등을 이용하여 기계가 이해하고 처리할 수 있도록 설계된 인공 언어이다[8].

자연어 기반 모델링의 경우, 형식언어와 구분하기 위하여 ChatGPT의 프롬프트에 숫자, 기호, 코드 등을 배제하고 Rhino Python Script를 요청한다. 또한, 자연어의 언어는 한국어와 영어를 분리하여 정사각형 컷 보석 생성을 위한 상호 피드백을 진행한다.

표 2. 한국어 기반의 3D 모델링
Table 2. Korean-Based 3D Modeling

	Input	Output
Step 1	“정사각형 컷 보석”을 생성해줘.	
Step 2	테이블에 면을 생성하고, 단한 솔리드로 만들어줘.	
Step 3	크라운 표면, 거들 표면, 파빌리온 표면의 법선 방향을 바깥쪽을 향하게 해줘.	

표 2와 표 3은 사용자의 기호에 따른 보석의 규격을 배제한 채, ChatGPT에 한글과 영어로 Python 스크립트 요청 후 Rhino 3D에 대입한 3D 모델이다. 두 언어 모두 한 번에 3D 프린팅이 가능한 보석은 생성되지 않았다. 한국어로 생성된 보석은, 테이블(table) 면이 없고 바닥 면이 있는 열린 객체로 10×10×2mm 크기의 크라운(crown) 형태만 생성되었다(Step 1). 테이블 면 생성 요청이 반영되었지만(Step 2), 서피스 법선 방향 변경에 대한 요구는 모든 면이 일치하지 않았다(Step 3). 따라서, 형태는 완성이지만, 열린 객체의 3D 모델이다.

표 3. 영어 기반의 3D 모델링
 Table 3. English-Based 3D Modeling

	Input	Output
Step 1	Create a "Square Step Cut gem." I want to create it in Rhino as a closed polysurface.	
Step 2	Please reduce only the thickness of the girdle. Add a facet cut to the table similar to the pavilion.	

영어 입력값으로 산출된 보석도 테이블 면이 없이 생성되었지만, 단순한 패킷으로 구성된 5.5×5.5×4.5mm 크기의 정사각형 컷 보석과 유사하게 생성되었다(Step 1). 거들 두께 조정, 테이블에 파빌리온(pavilion)과 유사한 패킷 컷 추가 요청으로 닫힌 폴리서피스를 만들었다(Step 2). 하지만, 사용자가 원하는 보석의 형태 및 패킷의 개수와는 차이가 있다.

표 4. 형식언어 기반의 3D 모델링
 Table 4. Formal Language-Based 3D Modeling

	Input	Output
Step 1	1캐럿 정사각형 컷 보석 생성. 총 10개의 면으로 된 닫힌 솔리드 생성.	
Step 2	아래 크기를 적용. 테이블: 3×3mm 크라운: 5.5×5.5×1mm 거들: 5.5×5.5×0.3mm 파빌리온: 5.5×5.5×3mm	
Step 3	총 8개 면 추가 요청. · 거들 4면: H 0.3mm · 크라운 4개 패킷: 높이 0.15mm, 패킷 상단: 3×3mm, 패킷 하단: 3.8×3.8mm	
Step 4	Hide points. Pavilion Top Size: · 윗면: 5.5×5.5mm · 바닥면: 4×4×1.3mm Pavilion facets Size: · 윗면: 4×4mm · 높이: 1.7mm	

형식언어 기반 모델링의 경우, ChatGPT와 사용자는 보석의 파라미터(parameter, 매개변수)를 정하는 문자, 숫자, 코드 등을 이용하여 대화한다. 상호 보완의 피드백 대화를 통하여 Rhino 3D에서 사용할 3D 모델링을 자동화하는 Python 스크립트를 산출한다.

표 4는 자연어 및 파라미터 적용, Python 스크립트 오류 메시지의 피드백 등을 진행한 단계별 형태 생성 과정이다. 단계별로 생성된 형태를 토대로 원하는 추가 사항을 요청하여 최종적으로 가장 유사한 닫힌 객체의 보석을 생성하였다.

ChatGPT에 표 4의 최종 보석(Step 4)의 Python 스크립트를 토대로 그림 생성을 요청하였다. ChatGPT는 GPT-4o의 멀티모달 기능으로 실제와 유사한 일러스트 렌더링, 아이디어 스케치 등의 이미지 생성이 가능하다.



그림 6. ChatGPT가 생성한 파이썬 스크립트로 그린 그림
 Figure 6. Drawings with Python Generated by ChatGPT

3) 주얼리 3D 모델링의 형태 변형 및 확장

주얼리 3D 모델의 형태를 정의하고, 파라미터 설정 값의 변화에 따라 사용자는 원하는 최적의 알고리즘을 구성한다. 요청사항, 객체 유형, 파라미터, 함수 등을 조정하여 다양한 형태의 주얼리 3D 모델링을 할 수 있다. 또한, 3D 모델 생성을 자동화하는 스크립트를 통하여 빠르게 주얼리 3D 모델을 생성할 수 있다.

위 모델링 과정에서 도출한 알고리즘을 바탕으로 주얼리 3D 모델의 형태를 확장하고자 한다. 보석 3D 모델링 과정에서 ChatGPT와 상호 보완의 피드백으로 ChatGPT가 정확히 이해하는 파라미터 값을 도출하였다. 이로 인해 보석의 형태 및 크기 조정, 패킷의 개수 변경 등의 파라미터의 수정은 ChatGPT와 별도의 커뮤니케이션 없이 빠르고 손쉽게 변형된 형태로 생성하는 것이 가능하다는 점을 확인하였다.

표 5는 형태의 크기, 비율, 각도 등을 변경하여 전체 크기 3.5×3.5×2.3mm의 0.3캐럿 정사각형 스텝 컷 보석을 생성하고, 특정 반복 작업을 자동화하기 위한 기본 모듈로 설정한다.

표 5. 주얼리 3D 모델링의 기본 모듈

Table 5. Basic Module of the Jewelry 3D Modeling

Parameters for 0.3 Carat Square Step-Cut Gemstone	
1. Overall Dimensions: · Width: 3.5mm, Length: 3.5mm, Total Height: 2.3mm 2. Crown: · Table Surface Size: 2.0 × 2.0mm · Crown Height: 0.7mm · Crown Row Details: · 1st Row Height: 0.2mm, 1st Row Bottom Size: 2.6×2.6mm · 2nd Row Height: 0.5mm, 2nd Row Bottom Size: 3.5×3.5mm 3. Girdle: · Girdle Width: 0.2mm 4. Pavilion: · Pavilion Height: 1.4mm · Pavilion Row Details: · 1st Row Height: 0.9mm, 1st Row Bottom Size: 3.2×3.2mm · 2nd Row Height: 0.5mm · Culet Size: 0.5×0.5mm	
Output	
Perspective	
Top	
Front	
Right	

표 6은 2019년에 재표준화된 한국 KS 반지 규격인 13호(안지름 17mm)의 반지를 공통 조건으로 한다. 3D 프린팅 및 착용 가능성의 범주에서 기본 모듈을 응용하여 모델링한다. 표 6의 Input 데이터를 ChatGPT의 프롬프트에 입력하면, 라이노 8의 파이썬 스크립트를 제시한다. 이를 복사하여 Rhino Python 스크립트에 붙여넣기를 하면, 반지의 3D 모델링 Output이 생성된다. 표 5의 기본 모듈 보석을 이용하여 위치 이동과 회전 등의 위치 변경, 형태 반복, 크기 변화 등이 적용되고, 자동화를 통해 여러 형태의 반지 모델이 빠르고 쉽게 생성된다. 그리고, 기본 모듈의 변형과 여러 데이터 값의 조합을 활용하면, 사용자가 의도하지 못한 무한한 형태의 주얼리 3D 모델링 표현의 확장 가능성이 있다.

표 6. 주얼리 3D 모델링의 확장

Table 6. Extensions of Jewelry 3D Modeling

Case 1	Input · Object Type: · 0.3-Carat Square Step-Cut Gemstone · Top View: 10.25 in Y direction." · Create a circular array of 22 gems centered on the origin (0,0,0). · Rotate: Rotate each gemstone by 16.36 degrees around the Y-axis with respect to the origin.
--------	--

Case 1	Output	
Case 2	Input	· Top View: 10.25 in Y direction." · Create a circular array of 22 gemstones centered on the origin (0,0,0). · Rotate: Rotate each gemstone by 16.36 degrees around the Y-axis with respect to the origin. · Top View: · Rotate the gemstones 90 degrees and move 10.97 in the Y direction. · Create a circular array of 60 gems centered on the origin (0,0,0). · Front View: ID Scale 60 gemstones by 3 times in the Z direction.
	Output	
Case 3	Input	· Right View: Rotate 90 degrees and 9.65 in Y direction · Top View: · Create a circular array of 18 gemstones centered on the origin (0,0,0). · 18 gemstones are arranged in a circular pattern to create the first row. · Right View: The first row is copied along the Y-axis at intervals of 3.5 to create three additional rows. · The total number of gemstones is 54, and the total length in the Y direction is 10.5. · Top View: The second row is rotated 10 degrees.
	Output	
Case 4	Input	Arranges a 0.3-carat square step-cut gemstone gemstones in a spiral pattern. Parameters: · Diameter: 21mm · Height Range: 0 to 5mm · Height Increment: 0.5mm · Rotation: No rotation · Twist Angle Increment: pi/30 radians · Total Number of Gems: 100
	Output	

IV. 논 의

지금까지 ChatGPT와 Rhino Python을 활용하여 주얼리 3D 모델 생성에 관한 연구를 진행하였다. 생성형 AI의 인터페이스를 초월하는 범용성이 주얼리 3D 모델링에도 신속히 적용되는가에 대한 지적 호기심에서 시작한 연구였고, 그 가능성을 확인하였다.

ChatGPT와 Rhino의 서로 다른 시스템 환경에서 생성, 반영, 피드백 등의 연구를 수행하면서 가장 중요한 것은 효과적인 프롬프팅 능력이었다. 프롬프트에 사용자가 정보를 구체적으로 명확히 작성해야 원하는 결과물을 생성할 수 있었다. 또한, 반복적인 3D 모델링 생성 요청으로 사용자와 ChatGPT가 상호 강화 학습(RL)을 하여 형태 생성의 시행착오를 줄여줌으로써, 사용자는 빠르게 원하는 3D 모델링을 할 수 있었다.

그러나, 자연어 기반으로는 프롬프팅에 대한 조건을 디테일하게 정의함에 한계가 있었고, 이는 자연스럽게 복잡한 3D 형태를 세밀하게 구현함에 어려움이 있었다. 따라서, 복잡한 3D 형태를 생성할 경우, 단계별로 분류하여 3D 모델링을 하는 것이 효과적이다. 그럼에도 사용자와 ChatGPT의 피드백으로 Python 스크립트 오류를 디버깅 및 코드 검토와 수정 작업을 통해 신속한 3D 모델링 프로세스 자동화로의 가능성을 확인한 것은 본 연구의 의의이다.

V. 결 론

본 연구로 도출한 결론을 두 가지로 요약한다.

첫째, ChatGPT가 생성한 Python 스크립트를 활용해 Rhino 환경에서의 주얼리 3D 모델링의 제작 생산성을 높일 수 있다. 스크립트를 활용하면 3D 모델을 생산하는 데 소요 시간이 단축된다. 특히, 변형 및 확장에 있어 반복성 단계를 단축함으로써 생산성을 증대할 수 있다. 그뿐만 아니라 자연어를 통한 제작으로 3D 모델링에 대한 접근성도 향상된다. Rhino에 대한 사전 지식이 없고, 언어 프로그래밍을 하는 기술이 없어도 ChatGPT가 생성하는 코드로 주얼리 3D 모델링이 가능하다.

둘째, 생성형 AI를 활용한 최적의 3D 형상설계의 필요 조건은 명확한 프롬프팅과 사용자와의 상호 피드백 반영이다. 선행학습 유무, 자연어 또는 함수 및 매개변수의 사용 등이 3D 모델링에 영향을 미치는 실험군이

라는 점을 확인하였으나, 프로그래밍 언어의 올바른 사용이 가장 중요하였다. 형식언어의 일종인 프로그래밍 언어를 만드는 과정에서 생성형 AI의 프롬프팅 단계가 가장 중요했음이 도출되었다. 특히, 생성한 Python 스크립트의 구문 오류에 대한 상호 피드백 과정에서 ChatGPT의 학습이 확인되었다. 그 결과, 오류의 발생 빈도가 감소하고 이는 결과물이 원하는 형태와 근접해짐을 확인하였다.

본 연구를 통해 ChatGPT를 활용한 주얼리 3D 모델 구현 및 형태 표현 영역 확장 등의 잠재된 가능성이 확인되었다. 주얼리 3D 모델링 구현을 위한 다양한 방법론으로의 시사점이 관련자들에게 일조하기를 바란다.

References

- [1] D.S. Ghag, "Case Study on CAD Technology in Jewellery Industry", *International Journal of Science and Research*, Volume 8, Issue 3, pp. 1269-1274, March 2019.
- [2] B. Yetiştiren, I. Özsoy, M. Ayerdem, and E. Tüzün, "Evaluating the Code Quality of AI-Assisted Code Generation Tools: An Empirical Study on GitHub Copilot, Amazon CodeWhisperer, and ChatGPT", *arXiv preprint arXiv:2304.10778*, October 2023.
- [3] C. Liu, X. Bao, H. Zhang, N. Zhang, H. Hu, X. Zhang, and M. Yan, "Improving ChatGPT Prompt for Code Generation", *arXiv preprint arXiv:2305.08360*, May 2023.
- [4] A. Hadid, T. Chakraborty, and D. Busby, "When Geoscience Meets Generative AI and Large Language Models: Foundations, Trends, and Future Challenges", *arXiv preprint arXiv:2402.03349*, January 2024.
- [5] W. Hariri, "Unlocking the Potential of ChatGPT: A Comprehensive Exploration of its Applications, Advantages, Limitations, and Future Directions in Natural Language Processing", *arXiv preprint arXiv:2304.02017*, August 2024.
- [6] <https://www.donga.com/news/It/article/all/20240521/125038885/1> (July 19, 2024)
- [7] <https://developer.rhino3d.com/guides/rhinopython/> (August 09, 2024)
- [8] <https://ko.dict.naver.com> (August 09, 2024)