

Redefining Formative Sense in AI-Era Game Graphics Education: A Study of Formative Judgment Based on Texture Pattern Scale and Spatial Perception

Hyoun-Ju Oh*

*Professor, Dept. of Game Contents, ChungKang College of Cultural Industries, Gyeonggi-do, Icheon, Korea

[Abstract]

This study examines the influence of texture pattern scale on players' spatial scale perception in game environments and explores the educational significance of Formative Judgment in the era of generative AI-assisted game graphics production. Although generative AI has significantly improved the efficiency and visual quality of game asset creation, maintaining proportional consistency and perceptual coherence across an entire game environment remains a critical challenge. In particular, mismatches between texture pattern scale and intended spatial scale can distort players' perception of space, reducing immersion and environmental credibility. Drawing upon James J. Gibson's ecological theory of perception, this study analyzes the relationship between texture pattern scale and spatial perception through case studies of game environments and AI-generated assets. The findings indicate that spatial scale perception errors stem not only from technical limitations but also from insufficient understanding of human perceptual principles. Accordingly, game graphics education in the AI era should move beyond technical skill training and focus on cultivating Formative Judgment, an integrated cognitive ability encompassing observation, representation, analysis, and judgment. Drawing education should therefore be reconsidered as a foundation for developing visual judgment rather than merely a means of image production.

▶ **Key words:** Digital Game Art, Texture Gradient, Visual Scale, Texel Density, Texture Tiling, Spatial Scale Perception, Visual Consistency, Education in Game Graphics

[요 약]

본 연구는 게임 공간에서 텍스처 패턴의 시각적 크기가 플레이어의 공간 스케일 인식에 미치는 영향을 분석하고, 생성형 AI 환경에서 요구되는 조형적 판단력(Formative Judgment)의 교육적 의미를 고찰하는 것을 목적으로 한다. 최근 생성형 AI 기술은 게임그래픽 제작의 효율성과 생산성을 크게 향상시켰지만, 공간 전체의 비례감과 시각적 일관성을 유지하는 문제는 여전히 중요한 과제로 남아 있다. 특히 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 규모와 부합하지 않을 경우 플레이어는 공간을 실제보다 과도하게 크게 또는 작게 인식하게 되며, 이는 몰입감과 세계관의 설득력을 저하시킨다. 본 연구는 제임스 깁슨의 생태학적 지각 이론을 바탕으로 텍스처 패턴의 시각적 크기와 공간 스케일 인식의 관계를 분석하고, 실제 게임 환경 및 생성형 AI 사례를 통해 시각적 스케일 왜곡의 원인을 고찰하였다. 연구 결과 공간 스케일 인식 오류는 단순한 기술적 문제가 아니라 인간의 지각 체계와 조형적 이해 부족에서 비롯되는 것으로 나타났다. 이에 따라 AI 시대 게임그래픽 교육은 제작 기술 중심 교육을 넘어 관찰, 표현, 분석, 판단을 통합하는 조형적 판단력의 육성을 중심으로 재구성될 필요가 있다. 또한 드로잉 교육은 결과물 생산 기술이 아닌 시각적 판단력을 형성하는 교육적 기반으로 재해석되어야 한다.

▶ **주제어:** 게임아트, 생성형 AI, 조형감, 공간지각, 텍스처 패턴, 스케일 인식, 게임그래픽 교육

- First Author: Hyoun-Ju Oh, Corresponding Author: Hyoun-Ju Oh
- *Hyoun-Ju Oh (okong@ck.ac.kr), Dept. of Game Contents, ChungKang College of Cultural Industries
- Received: 2026. 06. 29, Revised: 2026. 07. 20, Accepted: 2026. 08. 04.

I. Introduction

1.1 Research Background

1.1.1 Generative AI and Shifts in the Game

Graphics Production Environment

최근 생성형 AI 기술의 발전은 게임그래픽 제작 방식에 큰 변화를 가져오고 있다. 과거에는 아티스트가 직접 모델링, 텍스처링, 드로잉 과정을 수행해야 했지만, 최근에는 AI 기반 도구를 활용하여 짧은 시간 안에 다양한 시각적 결과물을 생성할 수 있게 되었다.

특히 이미지 생성 AI와 3D 생성 AI의 발전은 게임아트 제작의 진입 장벽을 낮추고 반복적인 제작 공정을 자동화함으로써 생산성과 효율성을 크게 향상시키고 있다. 이에 따라 게임 아티스트의 역할 역시 단순 제작 중심에서 생성 결과를 선별하고 조정하는 방향으로 변화하고 있다.

1.1.2 The Importance of Spatial Plausibility and Visual Consistency in Game Environments

그러나 게임 공간의 완성도는 개별 오브젝트의 품질만으로 결정되지 않는다. 플레이어는 게임을 경험하는 과정에서 다양한 공간 요소를 통합적으로 인식하며, 이 과정에서 공간 전체의 비례감과 시각적 일관성을 바탕으로 세계관의 신뢰성을 형성한다.

특히 게임 환경을 구성하는 바닥, 벽면, 지형 등의 시각적 요소들은 공간의 규모와 거리감을 판단하는 중요한 단서로 작용한다. 따라서 개별 에셋이 높은 품질을 갖추고 있더라도 공간 전체의 시각적 관계가 조화를 이루지 못할 경우 플레이어는 공간을 부자연스럽게 인식할 수 있다.

1.1.3 Limitations of Extant Literature and the Necessity of the Study

게임그래픽 분야에서는 공간의 현실감과 몰입감을 향상시키기 위한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 특히 텍스처 패턴의 반복 구조와 공간 스케일 인식 간의 관계는 실무적으로 중요한 문제로 다루어져 왔다.

선행연구인 「게임아트에서 텍스처 패턴의 시각적 크기에 따른 공간 스케일 인식 오류와 개선방안」에서는 텍스처 패턴의 시각적 크기 변화가 플레이어의 공간 인식에 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다.

그러나 최근 생성형 AI 기반 제작환경에서는 다양한 생성 결과물이 혼합되어 사용되면서 공간의 시각적 일관성과 스케일 유지 문제가 더욱 복합적인 양상으로 나타나고 있다. 기존 연구가 주로 텍스처 패턴 자체의 문제를 다루

었다면, 이제는 인간의 공간지각 체계와 생성형 AI 환경이 어떻게 상호작용하는지에 대한 보다 확장된 논의가 요구된다.

1.1.4 Research Objectives

본 연구는 생성형 AI 환경에서 나타나는 공간 스케일 인식 문제를 인간의 지각 체계 관점에서 재해석하고, 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 인식에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다.

또한 이러한 분석을 바탕으로 AI 시대 게임그래픽 교육에서 요구되는 조형적 판단력의 의미를 재정립하고, 관찰·표현·분석·판단을 통합하는 교육적 방향성을 제안하고자 한다.

따라서 본 연구의 궁극적인 목적은 공간지각 원리를 활용한 게임그래픽 교육의 새로운 방향을 제안하는 데 있다.

1.2 Research Questions

생성형 AI의 발전은 게임그래픽 제작의 효율성과 생산성을 크게 향상시켰다. 그러나 개별 에셋의 시각적 완성도가 높아진 것과 별개로, 가상공간 전체의 비례감과 공간적 일관성을 유지하는 문제는 여전히 인간 아티스트의 중요한 역할로 남아 있다. 특히 게임 공간에서 발생하는 시각적 스케일 왜곡은 플레이어의 공간 인식과 몰입감에 직접적인 영향을 미치며, 생성형 AI 활용이 증가할수록 더욱 중요하게 다루어져야 할 문제로 부상하고 있다.

이에 본 연구는 생성형 AI 환경에서 나타나는 공간 스케일 인식 문제를 중심으로 다음과 같은 세 가지 연구문제를 설정하였다.

1.2.1 Research Question 1

왜 생성형 AI 기반 게임 공간은 높은 시각적 완성도에 도 불구하고 때때로 어색하게 느껴지는가?

최근 생성형 AI는 개별 오브젝트 수준에서 매우 사실적인 형태와 표면 표현을 생성할 수 있게 되었다. 그러나 실제 게임 환경에서는 높은 품질의 에셋들이 조합되었음에도 불구하고 공간 전체가 부자연스럽거나 이질적으로 느껴지는 경우가 빈번하게 발생한다.

본 연구는 이러한 현상이 단순한 그래픽 품질의 문제가 아니라 공간 내 사물 간의 비례관계, 시각적 밀도, 재질 표현, 스타일 일관성 등 공간 전체를 구성하는 조형적 요소들의 불일치에서 비롯되는지 분석하고자 한다.

1.2.2 Research Question 2

왜 플레이어는 가상공간의 크기를 실제보다 크게 혹은 작게 인식하는가?

인간은 공간을 단순한 물리적 수치가 아닌 다양한 시각적 단서를 통해 인식한다. 따라서 공간 내 비례관계와 시각적 단서가 변화할 경우 플레이어가 인식하는 공간 규모 역시 달라질 수 있다.

본 연구는 이러한 지각 단서들이 훼손되거나 왜곡될 경우 플레이어가 공간을 실제보다 과도하게 크거나 작게 인식하게 되는 과정, 즉 공간 스케일 인식이 어떠한 지각적 원리에 의해 형성되는지를 규명하고자 한다.

1.2.3 Research Question 3

텍스처 패턴의 시각적 크기는 공간 스케일 인식에 어떠한 영향을 미치는가?

게임 공간의 바닥, 벽면, 지형 등에 적용되는 텍스처 패턴은 공간 규모를 판단하는 중요한 시각적 요소로 작용한다.

본 연구는 텍스처 패턴의 시각적 크기 변화가 플레이어의 공간 인식에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고, 공간의 지각적 일관성을 유지하기 위한 조형적 기준을 도출하고자 한다.

II. Related works

2.1 James J. Gibson's Ecological Approach to Visual Perception and Game Spatial Perception

제임스 깁슨(James J. Gibson)의 생태학적 지각 이론(Ecological Theory of Perception)은 인간이 환경을 인지하는 과정을 설명하는 대표적인 지각 이론으로, 지각을 단순한 감각 정보의 해석이 아닌 환경과의 직접적인 상호작용 과정으로 이해한다. 깁슨은 인간이 외부 세계를 인식할 때 내부의 복잡한 추론이나 계산을 거치기보다 환경 속에 존재하는 정보를 직접적으로 지각한다고 보았다(Gibson, 1979).

이러한 관점은 게임 공간과 같은 가상환경의 인지 과정을 설명하는 데에도 유용한 이론적 틀을 제공한다. 플레이어는 게임 공간을 경험할 때 개별 오브젝트를 독립적으로 인식하기보다 공간 전체에 분포된 다양한 시각적 단서를 종합하여 거리, 규모, 깊이, 방향성을 판단한다. 따라서 게임 공간의 설계는 단순한 시각적 완성도를 넘어 플레이어가 자연스럽게 공간을 해석할 수 있는 지각적 단서를 제공해야 한다.

깁슨은 특히 인간의 공간지각이 지면(Ground Surface)에 대한 인식 과정에서 형성된다고 설명하였다. 인간은 자신의 발밑에서부터 지평선까지 연속적으로 이어지는 지면의 배열을 통해 공간의 구조와 깊이를 파악한다. 이러한 원리는 게임 환경에서도 동일하게 적용되며, 플레이어는 바닥, 벽면, 지형과 같은 환경 요소를 기준으로 공간의 규모와 거리감을 추론하게 된다.

공간 깊이 인식에 중요한 시각적 단서 중 하나는 텍스처 그라디언트(Texture Gradient)이다. 텍스처 그라디언트란 표면을 구성하는 반복 패턴의 시각적 크기와 밀도가 거리 변화에 따라 점진적으로 변하는 현상으로, 공간의 깊이와 스케일을 지각하게 되는 대표적인 시각단서이다. 인간은 이러한 밀도 변화로부터 공간의 깊이와 거리 정보를 무의식적으로 추론하며, 이를 통해 평면 화면에서도 입체적인 공간감을 형성한다.

또한 인간은 크기 항상성(Size Constancy)을 통해 물체의 실제 크기를 안정적으로 인식한다. 관찰 거리가 달라져 망막에 맺히는 이미지의 크기가 변하더라도 물체의 크기가 갑자기 변했다고 인식하지 않는 것이다. 게임 공간에서도 플레이어는 다양한 환경 요소 간의 상대적 비례 관계를 기준으로 공간 규모를 판단한다. 이 과정에서 지평선 비율(Horizon Ratio)과 원근에 따른 크기 변화는 공간의 설득력과 현실감을 형성하는 중요한 기준으로 작용한다.

결국 게임 공간의 몰입감은 단순히 높은 해상도나 사실적인 그래픽 품질만으로 결정되지 않는다. 플레이어가 공간을 해석하는 과정에서 텍스처 그라디언트, 크기 항상성, 지평선 비율과 같은 지각적 단서들이 일관되게 유지될 때 비로소 공간은 안정적이고 신뢰할 수 있는 세계로 인식된다. 본 연구는 이러한 생태학적 지각 이론을 바탕으로 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 스케일 인식에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고자 한다.

2.2 Visual Scale Variations in Texture Patterns and Optical Illusions

게임 공간에서 텍스처 패턴은 단순한 표면 장식 이상의 의미를 가진다. 플레이어는 환경을 구성하는 바닥, 벽면, 암석, 지형 등의 반복적 패턴을 통해 공간의 규모와 거리, 깊이를 추정한다. 특히 동일한 공간 구조를 유지하더라도 표면을 구성하는 패턴의 시각적 크기가 변화하면 플레이어가 인식하는 공간의 크기와 비례감 역시 달라질 수 있다.

인간은 텍스처 그라디언트(Texture Gradient)를 통해 공간의 깊이를 판단한다. 가까운 영역의 패턴은 크게 인식

되고, 멀어질수록 점차 작고 조밀하게 보이는 변화가 발생할 때 인간은 이를 자연스러운 원근 정보로 해석한다. 그러나 텍스처 패턴의 시각적 크기가 실제 공간 규모와 부합하지 않을 경우 이러한 지각 과정에 왜곡이 발생하게 된다.

우선 패턴의 크기가 실제 공간 규모에 비해 지나치게 작게 표현될 경우, 동일 면적 안에 더 많은 반복 패턴이 나타나게 된다. 이때 플레이어는 무의식적으로 표면이 실제로 더 넓게 펼쳐져 있다고 인식하게 되며, 결과적으로 공간 전체가 과도하게 확장되어 보이는 착시가 발생한다. 또한 공간 대비 캐릭터의 상대적 크기가 커 보이면서 캐릭터가 거대해져 거인처럼 느껴지는 현상도 나타날 수 있다.

반대로 패턴의 크기가 지나치게 크게 표현될 경우에는 공간 표면의 시각적 밀도가 감소하게 된다. 이 경우 플레이어는 공간을 실제로보다 축소된 규모로 해석하게 되며, 마치 축소 모형이나 장난감 세트를 바라보는 것과 유사한 미니처 효과(Miniature Effect)를 경험하게 된다. 이러한 현상은 공간이 지녀야 할 현실감과 무게감을 약화시키며 세계관의 설득력을 저하시켜 몰입을 방해하게 된다.

이처럼 텍스처 패턴의 시각적 크기는 단순한 미적 요소가 아니라 플레이어의 공간 스케일 인식에 직접적인 영향을 미치는 지각적 단서로 기능한다. 따라서 게임 환경 제작 과정에서는 개별 텍스처의 품질뿐 아니라 공간 전체에서 일관된 시각적 밀도와 상대적 비례 관계를 유지하는 것이 중요하다.

최근 생성형 AI 기반 제작 환경에서는 이러한 문제가 더욱 두드러지게 나타나고 있다. 생성형 AI는 개별 이미지나 오브젝트 수준에서는 높은 시각적 완성도를 제공하지만, 공간 전체의 상대적 비례 관계나 지각적 일관성을 충분히 고려하지 못하는 경우가 많다. 특히 서로 다른 생성 결과물이 하나의 환경에 혼합되어 사용될 경우 패턴의 시각적 크기와 밀도가 일관되지 않게 나타나며, 이는 플레이어의 공간 인식에 혼란을 초래할 수 있다.

결과적으로 텍스처 패턴의 시각적 크기 문제는 단순한 그래픽 표현상의 오류 뿐 아니라 인간의 공간지각 체계와 직접적으로 연결된 조형적 문제로 이해할 필요가 있다. 본 연구는 이러한 관점에서 실제 게임 개발과정 및 생성형 AI 기반 제작 사례를 통해 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 스케일 인식에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

III. Scale Perception Errors in Game Environments

3.1 Types of Texture Pattern Scale Errors in Game Environments

앞 장에서 설명한 지각 원리는 실제 게임 환경에서 일정한 형태의 공간 왜곡으로 나타난다. 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 규모와 일치하지 않을 경우 플레이어는 공간의 절대적인 크기를 직접 인식하기보다 환경에 분포한 시각적 단서를 바탕으로 상대적인 규모를 추론하게 된다. 이 과정에서 공간 스케일 인식 오류는 반복적인 양상을 보이며, 본 연구에서는 이를 과대공간형(Expanded Space Type), 축소공간형(Miniaturized Space Type), 비례혼선형(Proportional Confusion Type)의 세 가지 유형으로 구분하여 분석하였다.

아래 사례들은 공간지각 원리를 설명하기 위해 대표적인 게임 환경을 재구성한 예시이다.

이러한 사례는 단순한 공간 오류 분석이 아니라 학습자가 공간 스케일을 비판적으로 분석하고 조형적 판단력을 형성하기 위한 교육 사례로 활용될 수 있다.

3.1.1 Expanded Space Type

과대공간형은 텍스처 패턴의 시각적 크기가 실제 공간 규모에 비해 지나치게 작게 적용될 때 나타나는 유형이다. 동일한 면적 안에 더 많은 반복 패턴이 분포하면서 플레이어는 표면이 실제로보다 넓게 펼쳐져 있다고 지각하게 된다. 그 결과 공간은 실제로보다 과도하게 확장되어 보이며, 상대적으로 캐릭터나 주변 오브젝트가 거대하게 인식되는 비례 착시가 발생한다. 이러한 현상은 성벽, 건물 외벽, 바닥과 같이 넓은 면적을 차지하는 환경 요소에서 특히 두드러지게 나타난다.

3.1.2 Miniaturized Space Type

축소공간형은 텍스처 패턴의 시각적 크기가 실제로보다 크게 적용될 때 발생하는 유형이다. 반복 패턴의 수가 감소하면서 표면의 시각적 밀도가 낮아지고, 플레이어는 동일한 공간을 실제로보다 작은 규모로 해석하게 된다. 이 경우 공간은 축소 모형이나 디오라마와 유사한 인상을 주며, 현실 공간이 지녀야 할 무게감과 스케일감이 약화된다. 결과적으로 공간의 물리적 설득력과 몰입감이 저하되는 특징을 보인다.

3.1.3 Proportional Confusion Type

비례혼선형은 개별 텍스처나 오브젝트의 품질에는 문제가 없지만, 서로 다른 공간 요소 간의 텍스처 패턴 크기와 비례 기준이 일관되지 않을 때 나타나는 유형이다. 예를 들어 건물은 정상적인 스케일을 유지하지만 지면이나 암석의 패턴 크기가 다른 기준으로 적용되면 플레이어는 공간 전체의 규모를 일관되게 해석하지 못하게 된다. 생성형 AI 기반 제작 환경에서는 서로 다른 생성 결과가 하나의 공간에 혼합되는 경우가 많아 이러한 현상이 더욱 빈번하게 나타난다. 이 유형은 특정 오브젝트의 오류라기보다 공간 전체의 시각적 일관성이 붕괴되는 문제라는 점에서 앞선 두 유형과 구별된다.

결국 게임 공간에서 발생하는 텍스처 패턴의 스케일 오류는 단순한 텍스처 품질의 문제가 아니라, 플레이어의 공간 스케일 인식과 세계관의 설득력을 결정하는 조형적 문제로 이해할 필요가 있다. 다음 절에서는 이러한 유형들이 실제 게임 환경에서 어떻게 나타나는지 분석한다.

3.2 Case Studies and Empirical Analysis

3.2.1 Case 1: Medieval Castle Wall Environments

중세 판타지 게임에서 성벽은 공간 규모를 전달하는 대표적인 환경 요소이다. 성벽 표면의 석재 패턴이 지나치게 작게 표현될 경우 플레이어는 성벽 전체를 실제보다 훨씬 거대한 구조물로 인식하게 된다. 반면 석재 하나의 크기가 과도하게 크게 표현될 경우 성벽은 마치 축소 모형처럼 보이게 되며, 중세 건축물이 지녀야 할 위압감과 공간적 무게감이 감소한다.

특히 생성형 AI를 통해 제작된 일부 성벽 에셋에서는 석재 크기가 주변 건축 요소와 일관성을 유지하지 못하는 사례가 발견되며, 이는 플레이어의 공간 규모 판단에 혼란을 유발하는 원인으로 작용한다.



Fig. 1. Comparative Analysis of Texture Scales in a Medieval Castle Wall Environment

3.2.2 Case 2: Concrete Architectural Environments

현대 도시 환경에서 콘크리트 표면은 플레이어가 공간 규모를 판단하는 중요한 기준이 된다. 콘크리트 표면의 입자 패턴이나 거친 질감이 실제보다 작게 표현될 경우 건축물이 과도하게 거대하게 인식될 수 있으며, 반대로 입자가 지나치게 크게 표현될 경우 건축물 전체가 축소된 모형처럼 보이게 된다.

실제 게임 환경에서는 건축물 자체의 구조보다 표면 질감의 크기가 공간 인식에 더 큰 영향을 미치는 사례도 확인할 수 있다.



Fig. 2. Comparative Analysis of Texture Scales in a Concrete Architectural Environment

3.2.3 Case 3: Gravel Pathway Environments

자갈길은 공간 스케일 왜곡 현상을 가장 직관적으로 확인할 수 있는 사례이다. 동일한 도로 구조에서도 자갈의 크기만 변화시켜도 플레이어가 인식하는 공간 규모가 크게 달라진다.

자갈이 지나치게 작게 표현될 경우 플레이어는 길의 폭과 길이를 실제보다 크게 인식하게 되며, 자갈이 과도하게 크게 표현될 경우 도로 전체가 축소된 것처럼 느껴진다. 이는 자갈이 플레이어의 이동 경로와 직접적으로 접촉하는 환경 요소이기 때문에 발생하는 현상으로 해석할 수 있다.



Fig. 3. Comparative Analysis of Texture Scales in a Gravel Pathway Environment

3.2.4 Case 4: Forest Environments

숲 환경에서는 나무껍질 패턴과 지면의 토양 패턴이 공간 규모를 판단하는 주요 단서로 작용한다. 나무껍질의 패턴이 지나치게 작게 표현될 경우 나무 전체가 거대한 고목처럼 보이는 반면, 패턴이 과도하게 크게 표현될 경우 분재나 축소 모형과 유사한 인상을 준다.

특히 숲 환경은 다양한 자연물들이 반복적으로 배치되기 때문에 패턴 크기의 일관성이 유지되지 않을 경우 공간 전체의 신뢰성이 크게 저하되는 특징을 보인다.



Fig. 4. Comparative Analysis of Texture Scales in a Forest Environment

3.3 Emerging Issues in Generative AI-Based Production Environments

생성형 AI의 도입은 게임그래픽 제작 효율성을 크게 향상시켰지만, 동시에 기존 제작 환경에서는 상대적으로 드물었던 새로운 형태의 공간 스케일 문제를 발생시키고 있다.

첫째, 스타일 표류(Style Drift) 현상이다. 생성형 AI는 동일한 프롬프트를 사용하더라도 매번 다른 생성 결과를 도출할 수 있으며, 이로 인해 동일한 공간 안에서도 표현 방식과 패턴 크기가 일관되지 않게 나타나는 경우가 발생한다. 이러한 시각적 불일치는 플레이어가 하나의 통합된 공간으로 세계를 인식하는 것을 방해한다.

둘째, 비례 불일치(Proportional Discrepancy) 문제이다. AI는 개별 오브젝트 수준에서는 높은 완성도를 보여주지만, 주변 환경과의 상대적 규모 관계를 고려하지 못하는 경우가 많다. 그 결과 동일 공간 내에서 건축물, 지형, 소품 간의 비례 체계가 무너지는 현상이 나타난다.

셋째, 시각적 밀도 붕괴(Visual Density Collapse) 현상이다. AI가 생성한 다양한 에셋들이 혼합될 경우 공간 전반의 표면 밀도와 시각적 정보량이 균형을 잃게 된다. 일부 영역은 과도하게 복잡하고 일부 영역은 지나치게 단순하게 표현되면서 플레이어의 시선 흐름과 공간 해석 과정에 혼란을 초래한다.

마지막으로 공간 스케일 혼선(Spatial Scale Confusion) 현상이 발생한다. 텍스처 패턴, 환경 요소, 오브젝트 비례가 각각 다른 기준으로 생성될 경우 플레이어는 공간의 실제 규모를 일관되게 해석하기 어려워진다. 이는 궁극적으로 게임 세계의 설득력과 몰입감을 저하시킨다.

이러한 문제들은 단순한 기술적 결함이 아니라 인간의 공간지각 체계와 조형적 일관성에 대한 고려 부족에서 비롯된 것으로 볼 수 있다. 따라서 생성형 AI 시대의 게임그래픽 제작에서는 개별 결과물의 품질뿐 아니라 공간 전체의 시각적 일관성과 스케일 체계를 통합적으로 관리할 수 있는 조형적 판단력이 더욱 중요해지고 있다.

IV. Formative Judgment in the Era of Generative AI

4.1 Shifting Roles of Artists in Maintaining Relative Proportionality

생성형 AI의 발전은 게임그래픽 제작 과정에서 반복적이고 기술적인 작업의 상당 부분을 자동화하고 있다. 그러나 이러한 변화가 인간 아티스트의 역할 축소를 의미하는 것은 아니다. 오히려 게임 공간 전체의 설득력과 일관성을 유지하기 위한 조형적 판단의 중요성은 더욱 커지고 있다.

게임 공간에서 플레이어가 경험하는 스케일감은 절대적인 수치에 의해 결정되지 않는다. 플레이어는 캐릭터와 환경, 환경과 환경 사이의 상대적 비례 관계를 통해 공간의 규모와 현실성을 판단한다. 따라서 개별 에셋이 높은 품질을 갖추고 있더라도 공간 전체의 상대적 비례 체계가 유지되지 않으면 플레이어는 세계를 부자연스럽게 인식하게 된다.

이러한 맥락에서 AI 시대의 게임 아티스트는 단순한 제작자(Producer)나 편집자(Editor)를 넘어 공간 전체의 조형적 질서를 관리하는 조형 디렉터(Formative Director)의 역할을 수행하게 된다. 조형 디렉터는 개별 결과물의 완성도를 평가하는 것을 넘어, 공간 전체의 비례 관계와 시각적 밀도, 스타일 일관성, 공간 스케일의 신뢰성을 종합적으로 판단하고 조정하는 역할을 담당한다.

즉, 생성형 AI가 생산한 결과물에 대해 최종적으로 공간의 설득력과 조형적 일관성을 검증하고 판단하는 인간 아티스트의 고유한 권한이자 책임이 더욱 중요해진다. 이는 단순한 품질 검수(QA)를 넘어 인간의 지각 체계와 미적 경험에 기반하여 공간의 완성도를 판단하는 고차원적 조형 행위라 할 수 있다.

결국 생성형 AI 환경에서 요구되는 핵심 역량은 더 많이 생성하는 능력이 아니라, 무엇이 적절하고 무엇이 부적절한지를 판별할 수 있는 조형적 판단력(Formative Judgment)이다. 이러한 판단력은 단순한 기술 훈련만으로 형성되지 않으며, 오랜 관찰과 드로잉, 공간 분석 경험을 통해 축적된 조형적 이해를 기반으로 형성된다.

4.2 Visual Density Guidelines Based on Virtual Camera Viewport Distance

조형적 판단력은 추상적인 미적 감각에 머무르지 않고 실제 제작 환경에서 구체적인 기준으로 작동해야 한다. 특히 게임 공간에서는 플레이어가 사물을 바라보는 카메라 거리와 시선의 집중 정도에 따라 요구되는 조형적 통제 기준이 달라진다.

첫 번째 범주는 1인칭 시각 영역(First-Person Visual Area)이다. 무기, 캐릭터의 손, 인터랙션 오브젝트와 같이 플레이어의 시선에 지속적으로 노출되는 영역으로, 가장 높은 수준의 시각적 정밀도가 요구된다. 이 영역에서는 미세한 질감 표현과 물성 표현이 공간의 신뢰성을 결정한다.

두 번째는 전경 환경 영역(Foreground Environment Area)이다. 플레이어가 실제로 접근하고 탐색하는 주요 플레이 공간으로, 반복 패턴의 과도한 사용을 지양하고 다양한 표면 변화와 흔적을 통해 자연스러운 공간 경험을 제공해야 한다.

세 번째는 3인칭 환경 영역(Third-Person Environment Area)이다. 플레이어가 지속적으로 관찰하지만 근접 관찰 빈도는 상대적으로 낮은 공간이다. 이 영역에서는 개별 디테일보다는 공간 전체의 시각적 균형과 밀도 유지가 중요하며, 반복 패턴의 일관성을 통해 공간의 안정성을 확보해야 한다.

네 번째는 중경 프롭 영역(Mid-range Prop Area)이다. 플레이어가 시각적으로 인식할 수 있으나 직접 접근할 수 없는 배경 요소들로 구성된다. 이 영역에서는 세부 묘사보다 형태의 명확성과 공간적 역할이 중요하며, 요약된 질감 표현을 통해 효율적인 시각 구성이 가능하다.

마지막으로 원경 랜드스케이프 영역(Distant Landscape Area)은 지평선 부근에 위치한 산맥, 하늘, 배경 지형과 같이 공간의 분위기를 형성하는 영역이다. 이 구간에서는 세부 질감보다 명암과 색채의 큰 흐름이 중요하며, 대기 원근법에 기반한 단순화된 표현이 공간의 안정성을 높인다.

이와 같은 시각적 밀도 가이드라인은 단순한 기술적 최적화 전략이 아닌, 플레이어의 지각 특성을 고려한 조형적 의사결정 체계로 이해할 수 있다. 따라서 AI 시대의 게임 그래픽 교육은 개별 도구의 활용법을 익히는 수준을 넘어,

공간 전체의 시각적 밀도와 상대적 비례 체계를 통합적으로 판단할 수 있는 조형적 사고 능력을 육성하는 방향으로 재구성될 필요가 있다.

V. Educational Models for Game Graphics Formative Judgment in the AI Era

5.1 Redefining Formative Sense and the Renewed Role of Drawing Education

생성형 AI의 발전은 게임그래픽 제작 과정에서 표현 행위의 상당 부분을 자동화하고 있다. 그러나 이러한 변화가 조형감의 중요성을 감소시키는 것은 아니다. 오히려 AI가 생산한 결과물을 분석하고 통제해야 하는 상황에서 조형감은 새로운 의미를 획득하게 된다.

전통적으로 조형감은 관찰을 통해 대상을 이해하고 이를 시각적으로 표현하는 능력으로 이해되어 왔다. 그러나 생성형 AI 환경에서는 단순한 표현 능력만으로는 공간의 설득력과 시각적 일관성을 유지하기 어렵다. 따라서 AI 시대의 조형감은 관찰(Observation), 표현(Expression), 분석(Analysis), 판단(Judgment)으로 이어지는 통합적 인지 능력으로 재정의될 필요가 있다.

여기서 '표현(Expression)'은 관찰된 형태와 스케일 감각을 뇌내에서 시뮬레이션하고 내면화하는 하위 기초 단계이며, '조형적 판단력(Formative Judgment)'은 표현 과정을 통해 축적된 조형적 기준을 바탕으로 AI 결과물의 시각적 오류를 검증하고 전체 공간의 일관성을 승인하는 상위 메타인지 역량이다. 따라서 드로잉 교육은 단순한 이미지 생산 기술이 아니라, 이 상위 단계의 '조형적 판단력'을 형성하기 위한 필수적인 인지적 학습 기반으로 재해석된다. 즉, 드로잉은 AI가 생산한 결과물을 비판적으로 해석하고 조형적으로 통제할 수 있는 능력을 기르는 가장 기초적인 학습 과정이라 할 수 있다.

5.2 A Practice-Oriented Educational Model Centered on Formative Judgment

본 연구는 AI 시대 게임그래픽 교육을 위한 5단계 교육 모델을 제안한다. 이 교육모델은 본 연구에서 제시한 공간지각 원리와 사례 분석 결과를 교육 과정으로 재구성한 것이다.

첫째, 관찰 단계에서는 현실 세계와 가상공간의 구조, 재질, 비례 관계를 분석하고 공간 스케일의 기준을 이해한다.

둘째, 표현 단계에서는 드로잉과 기초조형 훈련을 통해 형태와 공간에 대한 이해를 시각적으로 재구성하며, 조형

적 기준 체계를 내면화한다.

셋째, AI 비교분석 단계에서는 생성형 AI가 제작한 결과물과 인간이 구축한 공간 구조를 비교하며 비례 오류, 시각적 밀도 불균형, 스케일 왜곡 현상을 분석한다.

넷째, 수정 및 디렉팅 단계에서는 AI가 생성한 결과물을 인간의 지각 원리에 부합하도록 보정하고 공간 전체의 조형적 일관성을 재구성한다.

다섯째, 조형적 판단 단계에서는 공간의 설득력, 세계관의 통일성, 시각적 흐름의 안정성을 종합적으로 검토하고 최종적인 조형적 완성도를 평가한다.

이 과정은 단순히 AI 활용 기술을 교육하는 것이 아니라 인간 중심의 공간지각 능력과 조형적 판단력을 체계적으로 육성하기 위한 교육 모델이라 할 수 있다.

VI. Conclusion and Future Research Directions

본 연구는 생성형 AI 기반 게임그래픽 제작 환경에서 텍스처 패턴의 시각적 크기가 공간 스케일 인식에 미치는 영향을 분석하고, 인간의 공간지각 체계에 기반한 조형적 판단력의 중요성을 고찰하였다.

연구 결과, 공간 스케일 인식 오류는 단순한 기술적 문제가 아니라 인간의 지각 체계와 조형적 이해 부족에서 비롯되는 현상으로 나타났다. 특히 생성형 AI 환경에서는 스타일 표류, 비례 불일치, 시각적 밀도 붕괴, 공간 스케일 혼선과 같은 문제가 복합적으로 발생하며, 이는 공간의 설득력과 몰입감을 저해하는 주요 원인으로 작용한다.

이에 따라 미래의 게임그래픽 교육은 단순한 제작 기술 습득을 넘어 관찰, 표현, 분석, 판단을 통합하는 조형적 판단력(Formative Judgment)의 육성을 중심으로 재구성될 필요가 있다. 또한 드로잉 교육은 결과물을 생산하기 위한 기술이 아니라 공간과 형태를 이해하고 시각적 오류를 식별하는 능력을 형성하는 교육적 기반으로 재해석되어야 한다.

결론적으로 생성형 AI는 표현의 과정을 가속화할 수 있지만, 공간의 비례와 스케일, 시각적 밀도와 세계관의 일관성을 판단하는 역할까지 대체할 수는 없다. 따라서 미래 게임아티스트의 핵심 역량은 표현 기술 자체보다 인간의 지각 체계에 기반한 조형적 판단력이라 할 수 있으며, 이는 AI 시대 게임그래픽 교육이 지향해야 할 새로운 교육적 가치이자 방향성이라 할 수 있다.

향후 연구에서는 VR, 모바일, 콘솔 등 다양한 플랫폼 환경에서 나타나는 공간 스케일 인식 차이를 비교하고, 계

임 장르별 텍스처 패턴과 공간지각의 관계의 실험적 검증과 학습자 대상 교육 효과 분석 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

Generative artificial intelligence (AI) tools were used to support idea generation, research planning, and preliminary literature exploration in this study. All analyses, interpretations, and final decisions were made by the author, who assumes full responsibility for the content of this work.

REFERENCES

- [1] Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- [2] Sedgwick, H. A. (1980). The geometry of spatial layout in pictorial space. In: Margaret A. Hagen (Ed.), *Perception of Pictures*, Vol. 1: Alberti's Window: The Geometric Analysis of Pictures, pp. 33-90. New York, NY: Academic Press.
- [3] Nitsche, M. (2008). *Video Game Spaces: Image, Play, and Structure in 3D Worlds*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [4] Chang, H. (2020). The effects of environmental scale on presence and immersion in virtual reality games. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(15), 1410-1423.
- [5] Oh, H. J. (2024). Visual scale of texture patterns in game art: Spatial scale perception errors and improvement approaches. *Journal of Korea Game Society (or applicable institution)*, 24(3), pp. 45-56.
- [6] Smith, D. A. (2024). The State of AI in AAA Game Production. Medium Engineering. Retrieved June 6, 2026, <https://davidasmith.medium.com/the-state-of-ai-in-aaa-game-production-b7d949df4daa>
- [7] BeyondExtent. (2022). Deep Dive: Texel Density and Metric Calibration in Game Engines. Visual Arts Report. Retrieved June 6, 2026, www.beyondextent.com/deep-dives/deepdive-texeldensity.
- [8] Crumpler, C. (2021). Texel density and pixel ratio target standards for hero assets and environment modules. Technical Art Guide.
- [9] Hirvonen, A. (2023). *Optimising Textures and Materials for 3D Game Environments*. Bachelor's Thesis, Turku University of Applied Sciences, Theseus Repository
- [10] Unity Technologies. (2024). Texel Density Solutions and Automated UV Mapping in Vegetation Systems. Unity Manual & SpeedTree Documentation.

Authors



Hyoun-Ju Oh received the B.F.A. degree in Printmaking, the M.A. degree in Entertainment, and the Ph.D. degree in Fine Arts from Hongik University, Republic of Korea, in 1998, 2004, and 2016, respectively.

She joined the Department of Game Contents, ChungKang College of Cultural Industries, Republic of Korea, in 2005, where she is currently a Professor. Her main research interests include game graphics, game design, game experience spaces, and game education.