

펄린노이즈를 이용한 사실적인 3차원 지형 구현을 위한 연구

이인우*, 임동주*, 심재창*
*안동대학교 컴퓨터공학과
e-mail : liw5535@naver.com

A Study on the Realistic 3-D Topography Using Perlin Noise

Inwoo Lee*, Dongju Im*, Jaechang Shim*

*Dept. of Computer Engineering, Andong National University

요 약

최근 컴퓨터 그래픽스에서는 현실감 있는 영상을 생성하기 위해서 다양하고 간단한 영상 제작방법들이 시도되고 있다. 본 논문에서는 펄린노이즈를 이용한 3차원 기반의 사실적인 지형을 표현하기 위한 연구를 제안한다. 지형을 보다 현실감 있고 부드럽게 표현하기 위해 x, y, z 축의 시각적 움직임을 활용하며, 지형의 추가적인 요소들에 따른 변화를 이용하였다. 실험을 통하여 노이즈, 진폭, 주파수의 수치에 따라 지형의 생성 결과가 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

1. 서론

오늘날 컴퓨터 그래픽스는 회화나 디자인을 전공하고 관련 분야에 진출한 전문가들만의 영역이 아니다. 이미 그 자체로 하나의 문화 아이콘으로 자리 잡았으며, 우리들의 일상생활과도 깊이 연관되어 있다. 3차원 컴퓨터 그래픽스를 기반으로 한 사실적인 영상 제작에 대한 관심이 높아지면서 다양한 연구가 진행되고 있다.

기존의 컴퓨터 그래픽 기술에 의해 자연지형을 3차원으로 구현하기 위해서는 랜덤 프렉탈 기하학과 정교한 유클리드 기하학을 이용한 모델링 방법이 많이 이용되어 왔다. 그러나 불규칙하고 광범위한 자연지형을 실감 있게 표현할 수 있는 효과적인 알고리즘 개발이 현재로서는 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있다[1]. 지리 객체는 3차원 공간으로 구성되기 때문에 정확한 표현을 위하여 3차원 좌표계를 사용하여야 한다[2].

본 논문에서는 불규칙적인 3차원 지형을 어떤 원리로 구현하는지 알아보고, 지형을 구현하여 지형을 보는 시점의 움직임과 지형을 이용한 추가적인 요소들에 따른 변화를 다루어 보려고 한다.

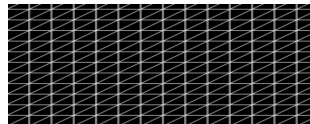
2. 연구 내용

본 연구는 프로세싱의 예제로 있는 3D 지형 생성 Daniel Shiffman[2]의 펄린노이즈를 이용한 3D 지형 생성을 기반으로 연구하였다.

펄린노이즈는 부드러운 일련의 유사임의 값을 생성하는 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 지원하는 SW중심대학사업(IITP-2019-0-01113)의 연구 결과로 수행되었음.

알고리즘이다. 펄린노이즈가 사용되는 대표적인 이유는 부드럽고 랜덤한 곡선을 표현하며, 일반 랜덤과는 달리 연속적인 값을 얻을 수 있기 때문에 끊어지지 않고 움직이는 동작의 구현이 가능하다. 지형 생성은 2D 펄린노이즈의 완벽한 응용분야중 하나로 재분할(subdivision) 방법과는 다르게 메모리 어디에도 지형을 저장할 필요 없이 그 지형의 어느 지점의 높이든 쉽게 계산할 수 있다.

펄린노이즈 기법을 적용해 지형 생성하기 위해서는 먼저 평면을 그리드화 시켜 각각의 점에 랜덤한 벡터를 부여하고 각각의 그리드 가운데 기준이 될 점을 랜덤하게 하나 찍는다. 기준이 된 점에서 주변 모서리에 있는 4개의 점의 위치를 빼서 벡터를 새로 만든 후, 새로 만든 벡터를 원래 모서리에 있는 점이 가지고 있던 벡터와 내적시키고 선형 보간, 코사인 보간, 3차 보간을 사용하여 보간 한다. 그리고 기준점의 x, y 좌표를 이용해서 총 3번의 보간 함수를 통해서 기준점에 들어갈 노이즈 값을 찾는다. 이 과정을



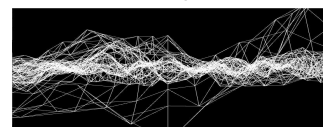
a. 그리드 평면



b. 180° 평면



c. noise map



d. the terrain created by it

그림 1. 펄린노이즈

모든 기준점에 대해서 시행하면 펄린노이즈가 완성된다 [3].

그림 1은 펄린노이즈를 활용하여 3차원 지형을 생성하는 과정을 나타낸 것이다.

그림 1(a)와 같이 펄린노이즈 기법을 적용하기 위한 그리드를 생성하고 그림 1(b)는 그리드의 X축을 조정하여 후에 Z축 값을 랜덤하게 생성하여, 그림 1(c)의 생성된 노이즈 맵을 바탕으로 생성된 지형 그림 1(d)의 높낮이를 정확하게 확인할 수 있게 했다.

펄린노이즈는 다양한 주파수와 진폭의 함수를 더함으로써 자기 유사성을 가지는 노이즈를 생성한다. 일반적으로 연속적으로 더해지는 노이즈 함수에 대해 주파수는 두배로, 진폭은 반으로 사용하지만[4] 본 논문에서는 사실적인 3차원 지형 생성을 위한 가장 적합한 주파수와 진폭, 노이즈를 알아본다.

2.1 노이즈 변화

이 장에서는 2.1장에서 만들어 놓은 지형을 노이즈 수치에 변화를 주어 각 수치에 따른 노이즈의 진행 상태를 확인한다. 노이즈의 진행 상태는 다음 그림 2와 같다.

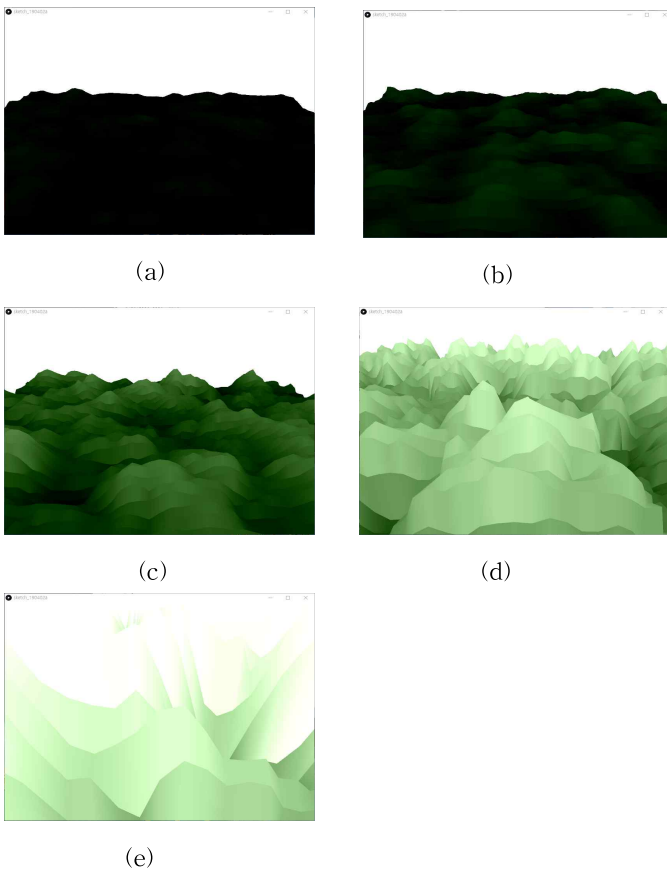


그림 2. 노이즈 변화

그림 2(a)의 지형은 노이즈 값을 3으로 나누어 사용하여 그림 2(c)보다 노이즈 값이 작아 지형을 식별하기 어려울 정도로 매우 어둡다. 그림 2(b)도 노이즈 값을 반으로 사용하였지만 그림 2(a)와 마찬가지로 식별이 어려운 반면에 그림 2(e)의 지형은 노이즈 값을 3배로 사용하여 그림 2(c)보다 노이즈 값이 커서 식별은 되지만 너무 밝게 생성되는 것을 확인 할 수 있다. 그림 2(d)의 지형은 노이즈를 2배로 하여 앞선 결과물과 다른 점을 확인할 수 있다. 그림 2(d)는 지형도 식별 잘되고 밝기도 적절하여 상황이 정확히 구분된다.

2.2 진폭 변화

이 장에서는 2.1장에서 만들어 놓은 지형을 진폭 수치에 변화를 주어 각 수치에 따른 지형의 변화를 확인한다. 진폭의 변화 상태는 다음 그림 3과 같다

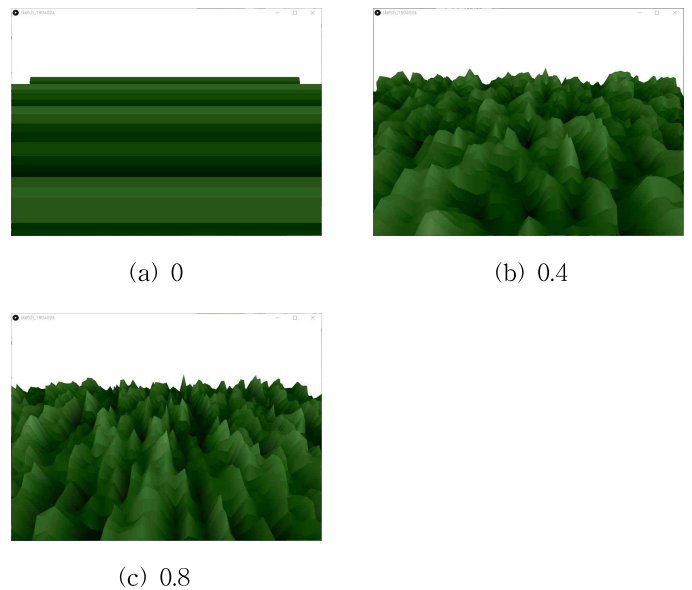
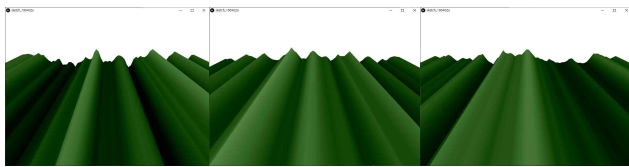


그림 3. 진폭 변화

그림 3(a)의 지형은 진폭의 변화 값이 없어서 지형의 굴곡을 표현하지 못하는 반면 그림 2(b)는 진폭의 변화 값이 있어 지형의 굴곡이 인지되는 것을 확인 할 수 있다. 그림 3(c)은 그림 3(b)과 똑같이 지형의 굴곡이 인지되지만 조금 더 깊고 자세히 인지되는 것을 확인 할 수 있다.

2.3 주파수 변화

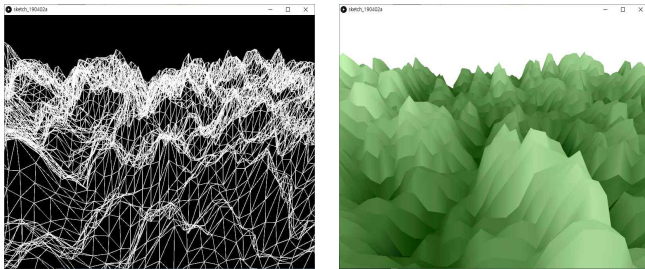
이 장에서는 2.1장에서 만들어 놓은 지형에 주파수 수치만 변화를 주어 각 수치에 따른 지형의 변화를 확인한다. 주파수의 변화 상태는 다음 그림 4와 같다



(a) 0 (b) 0.2 (c) 0.4

그림 4. 주파수 변화

주파수는 그림 4(a)에서 그림 4(c)로 변함에 따라 지형의 굴곡 생성의 속도만 빨라지며 지형을 생성 후 나타나는 결과물에는 영향이 거의 없음을 알 수 있다.



(a)

(b)

그림 5. 지형 생성

본 논문에서 제안한 추가적인 요소를 사용해서 지형을 구현했다. 그림 5는 사실적인 지형 생성에 가장 적절한 노이즈, 진폭, 주파수를 적용하여 나타낸 것이다.

3. 결론 및 향후 연구

본 논문은 불규칙 적인 3차원 지형을 어떤 원리로 구현하는지 알아보고, 지형을 구현하여 지형을 이용한 추가적인 요소들에 따른 변화를 비교 분석하였다. 연구에서 노이즈, 진폭, 주파수에 변화를 주었으며, 노이즈는 5단계로 진행하고 진폭과 주파수는 3단계로 나누어 진행하였다. 실험 결과 각 수치에 따라 각각 다른 결과를 나타내었으며, 노이즈는 1.7배로, 진폭은 +0.22으로 적용하였을 때 보다 높은 사실성을 나타내었다.

본 논문의 향후 과제로는 3D, 4D 펄린노이즈의 사용으로 지형을 이용한 추가적인 요소들에 따른 변화의 실험이 필요하며, 카메라 시점, 날씨 그리고 장소에 따른 사실적인 지형 생성 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 최경호, 정인숙, 조성익, 양영규, 이종훈 “지형자료와 위성영상을 이용한 3차원 비행 시뮬레이터 개발,” 컴퓨터 그래픽스학회논문지, 제1권, 2호, pp. 269-272, 1995.
- [2] 이현아, 김진석 “3차원+Temporal 객체를 표현하기 위한 컴포넌트 설계 및 구현,” 한국지리정보학회지, 제9권, 4호, pp. 119-132, 2004.

[3] D. Shiffman, “3D Terrain Generation with 펄린 노이즈 in Processing,”

[4] <https://3dmpengines.tistory.com/176>

[5] 정설철, 이창하 “변위 매핑을 이용한 자연스러운 보도블록 구현,” 한국정보기술학회논문지, 제9권,11호, pp. 231-237, 2011.