ISSN 2508-2817 KiDRS Korea Institute of Design Research Society 통권 28호, 2023. Vol.8 No.3

소수의 특성을 활용한 시각적 패턴에 관한 연구

A study on Visual Patterns using the Characteristics of Prime Numbers

주 저 자 : 오혁근 (Oh, Hyouk Keun) 한양여자대학교 산업디자인과 교수
ohhk2@naver.com

https://doi.org/10.46248/kidrs.2023.3.270
접수일 2023. 8. 20. / 심사완료일 2023. 8. 30. / 게재확정일 2023. 9. 9. / 게제일 2023. 9. 30.

Abstract

Just as the exact value of the golden ratio is calculated by the quadratic formula, the fields of aesthetics and mathematics have existed in association with each other since ancient times. Most of the concepts of numbers are quantitative, but there are also many unpredictable sequences such as π, e, $\sqrt{2}$ and prime numbers. Since the work of visualizing such an irregular sequence also includes unpredictable expectations, a completely new pattern form can be experienced through the visualization of irregular data. This study presented a prime pattern that visually expresses the progress of a prime number by minimizing unnecessary data in expressing a prime sequence. The prime pattern has the advantage of intuitively knowing the characteristics of prime numbers that do not have more than two consecutive prime numbers ending in the same number. And it provides patterns that can be applied to various design fields through overlapping or transformation.

Keyword

Pattern(패턴), Prime number(소수), Visualization(시각화)

요약

황금비의 정확한 수치가 근의 공식에 의해 계산되어지는 것처럼 미학과 수학 분야는 고대로부터 서로 연관되면서 존재하여 왔다. 수의 개념에는 정량적인 것이 대부분이지만 π, e, $\sqrt{2}$, 소수 등과 같이 예측 불가능한 수열도 다수 존재하는데, 이러한 불규칙 수열을 시각화하는 작업은 그 결과 또한 예측할 수 없는 기대감을 포함하기 때문에, 불규칙한 데이터의 시각화를 통해 전혀 새로운 패턴양식을 경험할 수 있다. 본 연구는 소수수열을 표현하는데 있어서 불필요한 데이터를 최소화하여 소수의 진행을 시각적으로 표현하는 소수 패턴을 제시하였다. 소수 패턴은, 같은 수로 끝나는 소수는 연이어 둘 이상 연속되지 않는다는 소수의 특성을 직관적으로 알 수 있다는 장점과 더불어, 중첩이나 변형을 통해 다양한 디자인 분야에 적용할 수 있는 패턴을 제공한다.

목차

1. 서론

1-1. 연구 배경

디자인·예술 분야와 수학 분야는 서로 전혀 연관이 없는 고유의 학문 분야로 보일지도 모른다. 고대로부터 상업(가치측정을 위한 계산)적 개념에서 시작된 순수수학은 응용수학을 거쳐 전산학으로 발전되었지만, 그보다도 이전에 지리학(토지분배를 위한 측량)을 기반으로 시작된 수학은 기하학 도형의 연구가 그 기초가 된다. 또한, 게슈탈트 인지이론 등과 같은 다양한 기하학 원리들은 미학 이론에 의해서 규정되어 지며, 미학은 디자인·예술 분야의 모태라 할 수 있으므로 수학과 예술은 태생적으로 밀접한 관계가 있다고 할 수 있다. 스위스의 건축가이자 디자이너인 막스 빌(Max Bill)은 수학적인 사고에 근거한 예술을 발달시킬 수 있다고도 하였다.

고유한 수의 나열을 어떻게 재해석하여 어떤 형식에 의해 표현하는 가에 따라 수열의 진행변화만큼이나 다양하고 독특한 패턴양식을 경험할 수 있으며, 그에 따라 발생하는 새로운 미적 경험의 창출을 기대할 수 있을 것이다. 러스킨(John Ruskin)은 정형화된 형태의 틀에서 벗어나야 한다는 의미로, 아름다운 선은 수학적인 법칙을 유기적인 법칙으로 깨뜨림으로써 그어지는 것이라 하였지만, 때로는 수학적 법칙 안에서 다양한 유기적 패턴들이 새롭게 발견될 수도 있다.[1]

1-2. 연구 목적 및 방법

본 연구의 목적은, 규칙적인 계산에 의해 정량화된 개념이 아닌 예측할 수 없는 개념을 시각화하여 새롭고 독특한 시각적 패턴양식을 추출하는데 있으며, 더불어 결과물인 시각적 패턴의 다양한 변형, 응용을 통하여 다양한 디자인 분야로의 활용 가능성을 제시하는데 있다. 이를 위해, 본 연구에서는 소수수열의 불규칙성에 착안하여 독특한 방식으로 수열을 배치하는 작업을 진행하였으며, 이를 시각화하는 과정을 통해 예측 불가능한 패턴양식을 도출하였다. 우선, 수의 시각화에 대한 다양한 연구들을 조사하고, 이를 기반으로 수의 시각화 연구에 최적인 소수의 특성을 시각적으로 표현하는 소수 패턴을 그 결과물로 제시하였다.

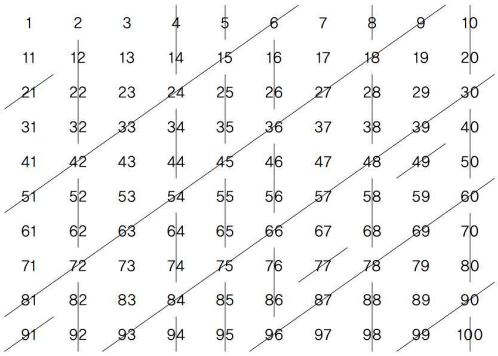
1) 오혁근, 수, 과학 그리고 디자인, 한국학술정보, 2013, p64.

2. 이론적 배경

2-1. 소수(Prime number)의 특성

소수는 1과 자신 이외의 고유약수를 갖지 않는 수, 즉 1과 자신의 수 이외에는 어떠한 수로도 더 이상 나누어지지 않는 수이다. 때문에 소수(素數)는 그 이름에서도 나타나듯이 어떤 수를 나타내는 데 사용되는 최소의 단위가 될 수 있다.[2] 또한, 소수는 그 발생시기를 예측하는 것이 불가능하고 무한히 생성되기 때문에 소수를 정확히 찾아내는 방법은 수학계에서도 오래된 난제로 여겨지고 있다.

그리스의 수학자 에라토스테네스는 소수를 구하는 효율적인 방법을 고안하였다. 에라토스테네스의 체(The sieve of Eratosthenes of Cyrene)라 불리는 이 방법은, 일단 모든 자연수를 나열하고 2에서 두 칸씩 건너뛰면서 수를 지운다(2를 제외한 짝수가 모두 제거된다). 지워지지 않은 첫 번째 수인 3에서 세 칸씩 건너뛰며 수를 지운다(3의 배수가 모두 제거된다). 그다음 지워지지 않은 첫 번째 수인 5에서 다섯 칸씩 건너뛰며 수를 지운다. 이와 같은 작업을 반복하면, 다음과 같은 형태로 수들이 지워지는 것을 알 수 있다. 2와 5의 배수에 해당하는 수들은 세로 선으로 지워지고 3의 배수들은 사선 형태로 한꺼번에 지워진다. 나머지는 7의 배수들이다.[그림 1][3]



[그림 1] 에라토스테네스의 체에 의한 소수 찾기

위의 경우는 2, 3, 5, 7의 배수만 지워도 소수만 걸러지게 된다. 하지만, 100만 번째 소수가 무엇인지 위의 방법으로 찾기는 불가능에 가깝다. 이후에도 많은 수학자들이 소수를 찾아내는 법칙을 발견하기 위해 노

2) 오혁근, ibid, p.25.

3) 오혁근, ibid, pp.28~29.

력했지만, 오일러, 가우스와 같은 위대한 수학자들조차 도 명확한 해답을 찾지 못하였다.

2-2. 수의 시각화에 관한 연구들

디자인, 예술 분야에 있어서 소수를 시각화하는 작업이 매력적인 이유는 소수가 지니는 불규칙성이라 할 수 있다. 연구방식에 따라 전혀 다른 접근방법이 존재하고, 소수의 특성상 예측하지 못한 결과를 얻을 수 있다는 기대를 할 수 있기 때문이다. 수학자들은 소수의 특성과 그 본질을 찾기 위해 소수를 연구하였고, 예술가들은 소수의 불규칙성에서 새로운 미적 가치를 창출하기 위해 그동안 수많은 연구를 진행하여왔다.

[표 1]은 수의 시각화에 관련하여 다양한 분야에서 수행된 선행연구들이다.

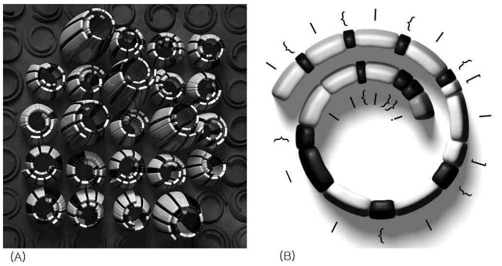
[표 1] 수의 시각화에 관한 선행연구

저자	연구	주요 연구내용
J.Maeda	Design by Numbers (1999)	컴퓨터 프로그래밍을 통한 코드(숫자, 문자)를 기반으로 3차원 정보를 그래프로 표현하는 DBN 개발
F.F.Leymarie	The Shock Scaffold for Representing 3D Shape (2001)	3차원 표면 내부에 접하는 구들의 중심자취를 연구하여 쇼크비계(shock scaffold)라는 3차원 그래프 구조 제안
K.A.Huff	Visually Encoding Numbers Utilizing Prime Factors (2006)	소수수열의 특성을 이용하여 정수를 부호화한 3차원 시각화 작업
오혁근	소수에 의한 무한수열의 시각적 부호화 (2007)	소수나 소인수 분해와 같은 수학적 개념을 사용한 시각적 이미지 추출
	컴퓨터 미학에 의한 3차원 모델의 형태 구조화 (2008)	MA의 개념을 기초로 사물형상의 골격구조를 제안. 사물 표면 내부에 접하는 접촉구들의 성질을 활용한 형태격자(SL)라는 구조적 도식 개발
	수, 과학 그리고 디자인 (2013)	지수(exponent)의 성질을 이용한 무리수의 부호화
	수학적 개념을 형상화한 패턴양식의 활용 (2014)	소수간격 그래프를 추출하고, 그 데이터에 보간곡선을 적용하여 유동적 그래프 생성
	불규칙 수열을 이용한 패턴양식의 추출 (2020)	수학적 개념인 소수의 불규칙한 성질을 활용하여 우연적 패턴을 추출
	회복력이 적용된 정수의 시각화 연구 (2022)	레이튼의 두 가지 극대화 원리를 만족하는 정수의 시각적 패턴 변환

3. 소수의 시각화 사례

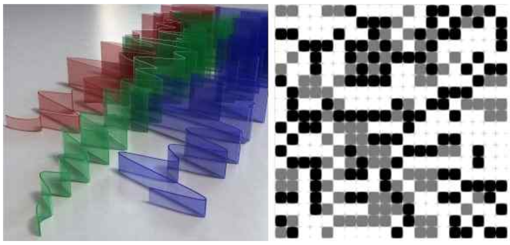
3-1. 소수의 특성을 활용한 시각화 연구

소수의 특성을 활용한 도식화, 시각화 작업을 위한 Huff의 연구는 이후 유사연구나 소수수열 자체를 시각화하는 연구에 많은 영감을 주었다. Huff의 초기 결과물인 [그림 2][4)]는 소수의 요소와 특성을 부호화하고 이를 다시 시각적으로 표현한 사례이다.



[그림 2] EPF:2003:V:A:997,141

소수는 1과 자신 이외의 수로 나누어떨어지지 않는다는 단위속성 외에도 불규칙성과 무한성이라는 특성을 지니며, 그에 파생되는 소수간격 등의 요소들도 그 특성을 유지하게 되므로 동일하게 작업소재로 활용할 수 있다.



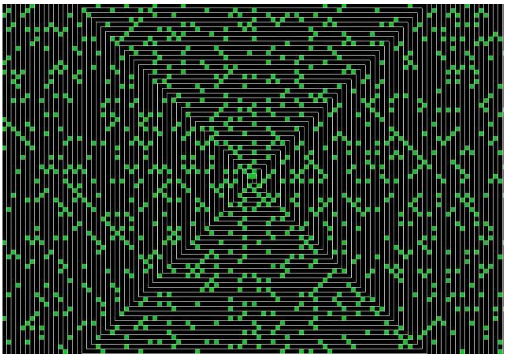
[그림 3] 소수간격 및 소수인자의 특성을 활용한 결과물

3-2. 소수수열의 시각화 연구

수학자 울람(Stanislaw Marcin Ulam)은 1963년 어느 회의에서 낙서를 하다가 우연한 패턴을 발견하게 된다. 중앙에서부터 자연수를 나선형으로 나열하고 그 중 소수만을 다른색으로 표시하니 대각선 방향으로 소수가 밀집되는 형상들을 발견한 것이다. 이 대각선의

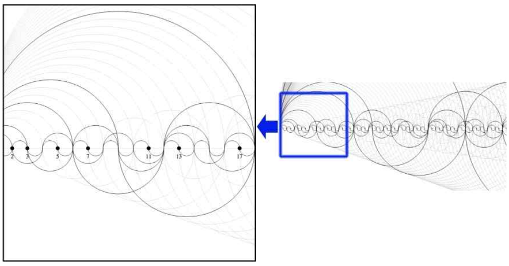
4) Kenneth A. Huff, “Visually Encoding Numbers Utilizing Prime Factors”, In P. Fishwick Ed., Aesthetic Computing, The MIT. Press, 2006, p.163

수치들은 각기 다른 다항식으로 얻어지는 값이 되는데, 예를 들어 3, 13, 31, 57, 91, 133, ...으로 진행하는 대각선은 $4x^2-2x+1$이라는 다항식으로 나타낼 수 있다.5) 울람 나선은 수열의 배치에 의해 사선방향의 소수 배열이라는 우연한 패턴을 발견한 사례로, 소수 배열에 의한 새로운 패턴 양식의 발견이라는 본 연구의 주제와 일치한다. [그림 4]6)는 울람 나선을 더욱 확장시킨 결과이다.



[그림 4] 울람 나선의 확장

[그림 5]7)는 에라토스테네스의 체의 개념을 주기 그래프에 적용한 사례로, 자연수 n에 대해 원점에서 시작하여 n과 그 배수에서 x축과 교차하는 주기 곡선을 그려 소수를 시각화한 사례이다. y=0에서 두 개의 곡선만 교차하는 곳이 소수이다.



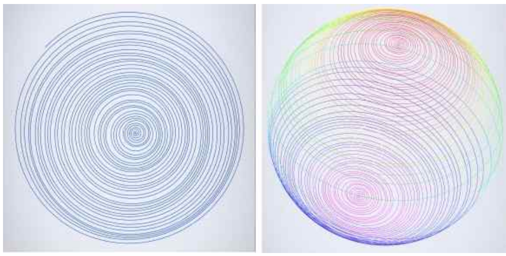
[그림 5] 주기곡선을 이용한 소수의 시각화

5) 오혁근, 불규칙 수열을 이용한 패턴양식의 추출, 한국디자인리서치, 2020, Vol.5 No.3, p.159.

6) Electronics Mathematics Programs. (2023.6.18.). URL: www.alpertron.com.ar/ULAM.HTM

7) El Patrón de los Números Primos, (2003.6.18.). URL: http://www.jasondavies.com/primos

[그림 6]은 소수의 크기를 직선으로 표현하여 반시계방향으로 90도씩 꺾어 진행시키는 작업을 반복하는 것으로 시작된다. 이 때, 소수수열은 점점 커지기 때문에 나선형 모양이 겹치는 경우가 발생하지는 않더라도 소수의 간격이 불규칙하기 때문에 그 최소 간격을 예측할 수는 없다. 하나 건너뛴 소수인 서로 마주보고 있는 선분의 길이는 항상 6 이상의 차이로 증가하게 되어 평행한 두 선분 사이도 최소 6 이상을 유지하면서 점점 커지는 나선형태를 형성하게 된다.8) 이 사각 나선 모양에 보간곡선을 적용하여 다음과 같은 2D, 3D 결과물(소수나선)을 얻을 수 있다.



[그림 6] 소수수열을 보간곡선에 적용한 소수나선

4. 소수의 특성에 의한 시각적 패턴 추출

4-1. 소수의 특성을 적용한 시각화 작업

본 연구는 소수의 생성주기를 표현하는 것이 목적이므로, 명확히 소수가 될 수 없는 데이터를 삭제하는 작업으로 시작된다. 이후 소수가 발생하는 상태를 가시적으로 표현하기 위해 다음과 같은 작업을 진행한다.

2, 4, 6, 8, 0으로 끝나는 수는 짝수이므로 소수가 될 수 없고, 5로 끝나는 수는 5로 나누어 떨어지므로 소수가 될 수 없다. 그러므로 단자리 소수인 2와 5를 제외한 모든 소수는 1, 3, 7, 9로 끝나게 된다. 이 때 유일하게 짝수인 소수 2와, 유일하게 홀수인 불가촉수(Untouchable number)9) 5는 그 특성상 본 연구의 대상에서 제외되므로, 본 연구에서는 1, 3, 7, 9로 끝나는 수만을 대상으로 한다.

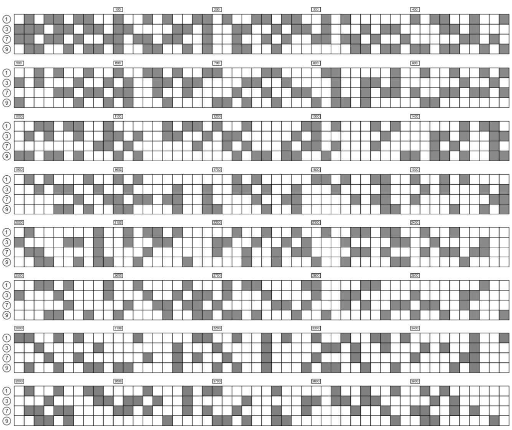
8) 오혁근, Op. cit, 2020, p.162.

9) 어떤 자연수 n의 진약수(자신을 제외한 약수)들이 a, b, c라 할 때, 이들의 합으로 나타낼 수 없는 자연수를 불가촉 수라고 한다. 예를들어, 10의 진약수 1, 2, 5의 합이 8이므로 8은 불가촉 수가 아니다. 불가촉 수에는 2, 5, 52, 88, 96, 120, ... 등이 있다.

[그림 7]은 소수가 되는 1차 조건인 1, 3, 7, 9로 끝나는 정수를 세로 한줄로 배열하고 10단위로 우측으로 연이어 배열한 소수수열의 시각화 과정이다.10) 위에 언급하였듯 소수 2와 5는 제외되었다.

[그림 7] 소수수열의 시각화 과정

[그림 8]은 이러한 소수수열의 시각화 과정을 1부터 3,999까지의 수로 확장하여 500 단위로 나누어 도출한 패턴 결과물이며, 본 연구의 궁극적 목표는 아니지만, 소수수열에서 나타나는 몇가지 특징적 요소를 시각적으로 표현하는 것을 알 수 있다.

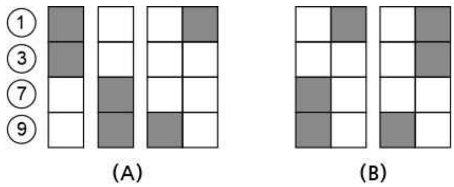


[그림 8] 1, 3, 7, 9로 끝나는 1~3,999까지의 소수를 시각화한 소수 패턴 이미지

4-2. 결과물에 의한 소수수열의 시각적 특성

4-2-1. 쌍둥이 소수(Twin primes)의 표현

[그림 9(A)]와 같이 세로 방향으로 2개의 소수가 연이어 채워지는 3가지 경우에 이 두 소수는 쌍둥이 소수11)가 된다. 3과 7로 끝나는 경우가 연속되는 경우는 그 차이가 4이므로 제외된다.12) 또한, [그림 9(B)]와 같은 세로배열은 찾아볼 수가 없는데 이는 2 차이가 나는 3개의 연이은 소수(세쌍둥이 소수)는 3-5-7 밖에 없기 때문이다. 단자리를 제외하고 5로 끝나는 소수가 없기 때문에 세쌍둥이 소수는 끝자리가 7-9-1 또는 9-1-3으로 연속되어야 하는데 이러한 경우 (p, p+2, p+4)는 반드시 하나의 수가 3의 배수가 되기 때문에 존재하지 않는다.



[그림 9] 쌍둥이 소수(A)와 생성 불가한 배열(B)

4-2-2. 같은 수로 끝나는 소수가 연속되는 경우

세쌍둥이 소수의 배열과 유사한 성질을 보이는 또 다른 경우가 있는데, 연구 결과물에 의하면, 연이어 가로로 3개의 칸이 채워지는 (p, p+10, p+20)인 소수쌍의 경우가 없음을 알 수 있다. 즉, 같은 수로 끝나는 소수는 연이어 둘 이상 연속되지 않는다는 것이다. 예를 들어 7로 끝나는 37, 47이 연속되는 소수라면 그 전후에 나오는 27, 57은 소수가 아니다. 이 때, 단자리 소수가 포함된 3, 13, 23은 유일하게 예외이다.

4-2-3. 쌍둥이 소수 표현과 유사한 사례

[그림 8]에서 1, 3, 7, 9로 끝나는 소수가 연이어 존재하는 곳이 9군데 보이는데, 이는 네쌍둥이 소수(Prime quadruplet)13)의 배열이며, 세로방향으로 4개의 칸이 모두 채워지는 10, 100, 190, 820, 1480, 1870, 2080, 3250, 3460열이 그것이다. 앞서 언급했듯이 이 경우 1, 3으로 끝나는 소수와 7, 9로 끝나는 소수는 각각 쌍둥이 소수가 된다. 또한, 5로 끝나는 소수가 없기 때문에 위와 같이 1, 3, 7, 9로 연이어 끝나는 소수를 네쌍둥이 소수라 한다.

---

10) 진한 회색으로 표현된 칸이 소수이다.

11) 3-5, 5-7, 11-13, 17-19, 29-31,…과 같이 두 소수의 차이가 2인 소수(p, p+2)를 쌍둥이 소수라 하며, 연이은 쌍둥이 소수는 3-5-7이 유일하다.

12) 두 소수의 차이가 4인 경우(p, p+4)를 사촌 소수(Cousin prime)라 하며, 3-7, 7-11, 13-17, 19-23 등이 여기에 해당된다.

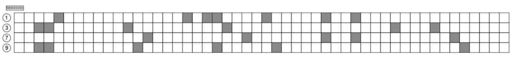
13) 소수 p의 순서쌍이 (p, p+2, p+6, p+8)인 경우를 네쌍둥이 소수라 한다. 연구대상에서 제외된 단자리 소수 5를 포함하면 5-7-11-13도 네쌍둥이 소수이다.

반면, 4개의 칸이 정사각형을 이루는 경우는 찾아볼 수 없다. 즉, 같은 수로 끝나는 쌍둥이 소수는 연이어 발생하지 않는다는 것이다. 3-7-13-17을 제외하고는 3과 7로 끝나는 소수쌍의 경우도 존재하지 않는다. 소수의 불규칙성에 의해 더 큰 수에서는 예외가 있을 수 있겠지만, 수가 커질수록 소수 발생빈도가 현저히 낮아질 수 있다는 것을 감안하면 예외사례가 등장할 확률은 희박해 보인다.

4-2-4. 소수 발생의 빈도

소수는 [그림 8]과 같은 빈도로 지속되어 나타나지는 않는다. 실제로 1~1,000 사이에는 166개(2, 5 제외)의 소수가 존재하고, 1,001~2,000 사이에는 136개, 2,001~3,000 사이에는 127개, 3,001~4,000 사이에는 119개로 조금씩 감소하며, 그 감소폭도 점점 줄어들고 있지만, 일정 비율로 감소하는 것은 아니다.

또한, 수가 증가할수록 소수가 골고루 분포되지 않는 구간이 종종 발생하기도 한다. 소수 370,261과 370,373 사이에는 소수가 없어 그 소수간격이 111이고, 소수 492,113과 492,227의 소수간격은 113이다. 1,000,000까지의 소수 중에서 소수간격이 100 이상인 경우는 이 두 가지 밖에 없으나, 수가 더 커지면 소수간격도 더욱 늘어날 수 있다. 실제로 980,000,000에서 980,000,499 사이의 소수는 [그림 10]과 같이 현저히 드문 간격으로 나타난다.

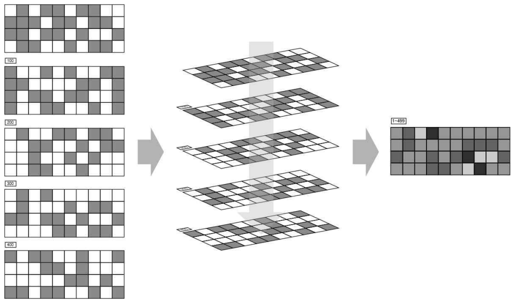


[그림 10] 980,000,000~980,000,499까지의 소수 패턴

이러한 사례들은 소수의 특성을 설명하기 위함이 아니라, 소수의 특성에 의해 나타나는 결과를 시각적으로 표현함으로써 의미있는 패턴을 제시하기 위함이다. 이는 소수진행의 시각적 표현이라는 본 연구의 결과물에 있어서 특이점이 될 수 있다.

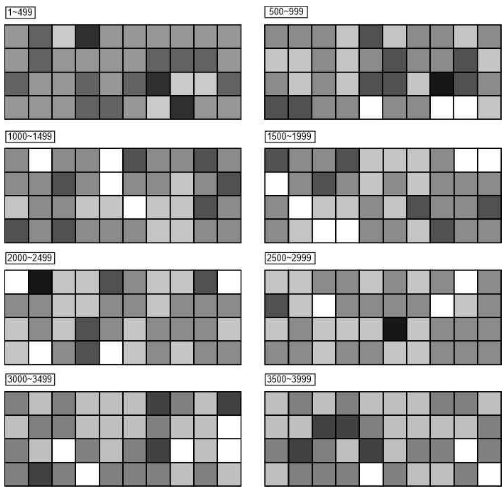
4-3. 시각적 소수 패턴의 활용

1부터 499까지의 소수 패턴을 100단위로 나누어 중첩하여 중복되는 칸의 명도를 감소시키면 [그림 11]과 같은 새로운 패턴을 추출할 수 있다. 명도가 낮은 칸일수록 소수가 많이 중첩된 칸이다.



[그림 11] 중첩 이미지를 이용한 패턴 추출 과정

이처럼 불규칙해 보이는 패턴이 사실은 소수수열이라는 개념이 적용된 수학적 결과물이라는 것은 새로운 미적 경험을 창조한다는 본 연구의 목적에 더욱 의미를 부여할 수 있을 것이다. [그림 12]는 동일한 방식으로 3,999까지의 소수 패턴을 구간별로 중첩시켜 추출한 결과물이다.

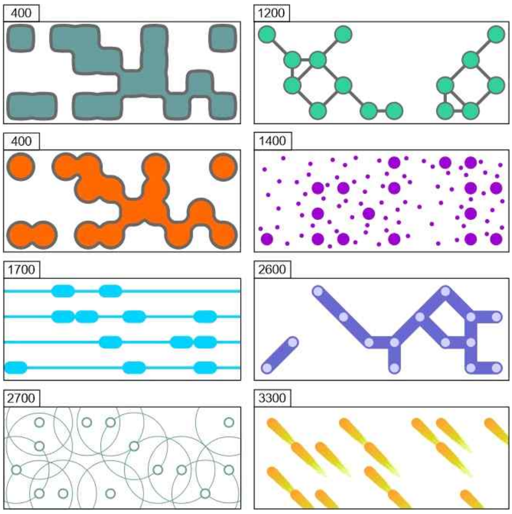


[그림 12] 1~3,999까지의 소수 패턴을 100단위로 나누어 5쌍씩 중첩시킨 이미지

본 연구에서는 중첩에 의한 명도 차이를 사용하여 변화를 주었지만, 중첩 횟수에 따라 특정 색상을 지정하면 보다 다채로운 결과를 얻을 수 있을 것이다. 이러한 중첩 패턴들은 형태적 특성상 타일과 관련된 분야에 적용할 수 있다.

중첩과 같은 추가적인 작업이 아니더라도, 소수 패턴 자체에 디자인적 요소를 직접 부여하여 다양한 그래픽 소재를 얻을 수도 있다. [그림 13]은 100단위로

작업된 것이지만, 임의의 길이로 무한히 확장시킬 수 있다. 물론, 이 작업은 새로운 소수 패턴을 재창출하는 것이 아니라, 추출된 소수패턴의 기본형을 이용하여 그 형상에 새롭고 독창적인 형태속성을 정의하는 과정이므로 디자이너의 디자인 역량이 발휘되어야 하는 단계이기도 하다.



[그림 13] 소수 패턴의 다양한 변형

[그림 14]는 이러한 중첩이나 디자인 변형을 통하여 추출한 소수 패턴을 다양한 디자인 분야의 작업물에 적용한 사례이다.

[그림 14] 소수 패턴의 적용

5. 결론

본 연구의 결과물은 소수가 발생하는 지점을 나타내는 것이 아니라, 현재 발견된 소수범위 내에서 소수진행의 특성을 시각적 패턴으로 나타낼 뿐이다. 새로운 소수를 발견하는 것은 수학계의 일이며, 이는 컴퓨터를 이용한 계산으로도 충분하다. 이전에도 언급하였지만 수학계에서는 새로운 소수의 발견이 중요한 것이 아니라, 소수가 발생되는 지점을 명확한 공식으로 계산하여 증명하는 것을 목표로 한다. 일례로, 4색정리(Four Color Theorem)를 증명하기 위하여 현대의 컴퓨터 계산으로 참이라는 결론을 도출하였지만, 수학자들은 아무리 그럴듯한 풀이과정을 제시하고 당연한 결과처럼 보이는 것일지라도, 명쾌한 수식에 의한 증명이 아니라면 가설, 정리, 이론이라 하고, 이를 위한 수학적 증명을 위해 지속적으로 노력한다.

본 연구에서는 소수수열을 표현하는데 있어서 불필요한 요소를 배제하고, 1, 3, 7, 9로 끝나는 수들을 대상으로 데이터를 최소화하여 소수의 진행을 시각적으로 표현하는 소수 패턴을 제시하였으며, 이 소수 패턴은 시각적 표현에 의해 소수가 지니는 몇 가지 특징적 요소(쌍둥이 소수나 연이어 같은 수로 끝나는 소수 등)를 직관적으로 알 수 있다는 특성을 지닌다. 물론 이는 부수적인 연구 성과이고, 본 연구의 중점은 소수 패턴의 구간별 중첩이나 소수 패턴 자체의 변형을 통해 다양한 디자인 분야에 적용할 수 있는 패턴양식을 제공하는 것이다. 향후, 예측할 수 없는 수의 다양한 시각화 연구를 통해 독특한 미적가치를 경험하고, 이를 디자인 분야에 활용할 수 있는 가능성을 지속적으로 추구해야 할 것이다.

참고문헌

1. 오혁근, 수, 과학 그리고 디자인, 한국학술정보, 2013.
2. Kenneth A. Huff, “Visually Encoding Numbers Utilizing Prime Factors”, In P. Fishwick Ed., Aesthetic Computing, The MIT. Press, 2006.
3. 오혁근, 불규칙 수열을 이용한 패턴양식의 추출, 한국디자인리서치, 2020, Vol.5 No.3.
4. www.alpertron.com
5. www.jasondavies.com