



가톨릭대학교
THE CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA

2026

MATH CREATIVITY CHALLENGE

수학 창의력 경진대회

문제집

주제 · AI와 수학

출제 문제 · 다섯 문제 가운데 하나를 골라 참가합니다

01 프랙탈, 정말 무한히 복잡할까?

02 엘리베이터 정체, 수학적으로 어떻게 풀어낼 수 있을까?

03 가우스 소거법, 어떻게 하면 쉽게 이해할 수 있을까?

04 현실의 주가는 이산적인데, 옵션가격 이론은 왜 연속시간을 사용할까?

05 테이블을 몇 개씩 놓아야 할까?

다섯 문제 중 하나를 선택 · 포스터 1장(배포된 A1 템플릿) 제출 · 제출 기한 2026. 9. 13.(일) · mathmts@catholic.ac.kr

프랙탈, 정말 무한히 복잡할까?

해석 · 기하 · 시각화

“간단한 규칙만으로 만들어지는 프랙탈의 복잡성을 어떻게 이해하고 설명할 수 있을까?”

프랙탈은 부분과 전체가 유사한 구조를 가지며, 간단한 수학적 규칙을 반복적으로 적용하는 것만으로도 매우 복잡하고 아름다운 형태를 만들어 낸다. 대표적인 예로 만델브로 집합, 줄리아 집합, 코흐 곡선, 시어핀스키 삼각형 등이 있다.

특히 프랙탈은 “아주 단순한 규칙의 반복이 어떻게 복잡한 구조를 만들어 내는가?”, “확대해도 왜 새로운 구조가 계속 나타나는가?”와 같은 수학적 질문을 생각하게 한다.

프랙탈을 단순히 그림으로 보여주는 것을 넘어, 프랙탈이 어떤 수학적 규칙으로 만들어지며 그 규칙이 반복될수록 구조가 어떻게 변화하는지를 누구나 직관적으로 이해할 수 있도록 보여주는 방법을 고안하시오.

요구사항

다음의 기능을 포함하는 프로그램, 웹 애플리케이션, 시각화 자료 또는 기타 창의적인 결과물을 자유롭게 제작할 수 있다.

- 하나 이상의 프랙탈을 선택하고 이를 수학적 규칙 또는 알고리즘으로 생성할 것
- 반복 횟수에 따라 프랙탈의 형태가 변화하는 과정을 단계별로 보여줄 것
- 프랙탈을 확대하거나 축소하면서 자기유사성(self-similarity) 또는 반복 구조를 관찰할 수 있도록 할 것
- 프랙탈의 생성 과정에 사용되는 수학적 개념을 설명할 것
- 생성된 프랙탈의 크기, 둘레, 넓이, 차원 등의 변화를 분석할 것
- 서로 다른 생성 규칙이나 프랙탈을 비교하여 규칙의 차이가 결과에 어떤 영향을 미치는지 보여줄 것

단순히 아름다운 프랙탈 이미지를 생성하는 것보다, “어떤 간단한 수학적 규칙이 이러한 복잡한 구조를 만들어 내는가?”를 효과적으로 보여주는 것에 중점을 둔다.

창의적 도전

다음은 참고하여 자신만의 아이디어를 자유롭게 더할 수 있다.

- ◆ 반복 횟수를 사용자가 직접 조절하면서 프랙탈이 생성되는 과정을 실시간 애니메이션으로 표현하기
- ◆ 프랙탈의 특정 부분을 클릭하면 해당 부분을 계속 확대하여 자기유사성을 탐험할 수 있도록 구성하기
- ◆ 코흐 곡선과 시어핀스키 삼각형 등 여러 프랙탈의 둘레와 넓이가 반복 횟수에 따라 어떻게 변하는지 비교하기
- ◆ 프랙탈 차원(fractal dimension)을 계산하고 일반적인 직선이나 평면의 차원과 비교하기
- ◆ 복소수와 반복함수를 이용하여 만델브로 집합 또는 줄리아 집합을 생성하고, 복소평면과 프랙탈의 관계를 시각화하기
- ◆ 초기 조건이나 생성 규칙을 조금씩 변경했을 때 결과가 얼마나 달라지는지 탐구하기
- ◆ 사용자가 직접 규칙을 정하여 자신만의 프랙탈을 생성할 수 있도록 구성하기
- ◆ 프랙탈을 자연 속의 나뭇가지, 눈송이, 해안선 등의 형태와 비교하여 수학적 모델과 실제 세계의 관계를 탐구하기
- ◆ 생성된 프랙탈을 게임이나 퍼즐 형태로 만들어 사용자가 다음 단계의 구조를 예측하도록 하기

포스터 확인 질문

내가 만든 방법을 처음 보는 사람이, 프랙탈의 복잡한 구조가 어떤 간단한 수학적 규칙에서 만들어지는지 이해할 수 있는가?

엘리베이터 정체, 수학적으로 어떻게 풀어낼 수 있을까?

대기행렬 · 시뮬레이션 · 최적화

“출근 및 등교 시간마다 반복되는 엘리베이터 병목 현상을 해결할 수 있는 수학적인 분석 전략은 무엇일까?”

엘리베이터는 사람들의 이동을 효율적으로 해결해 주지만, 유동인구가 집중되는 시간대에는 극심한 대기 시간과 혼잡이 발생한다. 이를 해결하기 위해 많은 건물에서 ‘홀짝수층 운행’, ‘저층 / 고층 분할 운행’, ‘엘리베이터 연동’ 등의 규칙을 도입하고 있다.

이러한 여러 방안이 어떠한 장점과 단점을 가지고 있는지, 어떠한 상황에 효율을 내는지, 아니면 오히려 특정 층의 대기 시간을 늘리는지에 대해서는 명확한 수학적 분석이 필요하다.

건물의 환경과 승객의 이동 패턴에 대한 여러 시나리오를 설정하고, 여러 가지 엘리베이터 운영 방안에 대해 직관적으로 그 효과를 비교 · 검증할 수 있는 방법을 고안하시오.

요구사항

다음의 요소를 포함하는 문헌조사 보고서, 시뮬레이션 프로그램 또는 기타 창의적인 결과물을 자유롭게 제작할 수 있다.

- 건물 환경(층수, 엘리베이터 대수 등)과 승객 유입 패턴(등교 시간 1층 집중형 등)에 대한 논의
- 운행 방식(개별 호출, 집단 호출, 층수 분할 등)의 대기 시간 및 운행 효율의 정량화
- 평균 대기 시간, 최대 대기 시간 등을 개선할 수 있는 배차 규칙이나 운행 알고리즘을 제안 · 선별
- 알고리즘의 효율을 시각화 (그래프, 2D 시뮬레이션, 애니메이션 등)
- 역사적 · 이론적 문헌을 조사하고 기존에 알려진 방법론 및 논의들을 소개할 것

여러 알고리즘을 정량적 · 시각적으로 명확히 비교할 것. 단순히 최고 성능의 알고리즘을 소개하기보다는 **평가 방안을 논리적으로 설계하고 적용하는 것**에 중점을 둔다.

창의적 도전

다음은 참고하여 자신만의 아이디어를 자유롭게 더할 수 있다.

- ◆ 몬테카를로 방법 또는 대기행렬 이론(Queueing Theory)을 적용한 이론적 분석 제시
- ◆ 승객의 불편도를 비선형 함수로 정의하여 평가에 반영하기
- ◆ 사용자가 층수와 승객 수를 조절하며 알고리즘을 테스트할 수 있도록 구성하기
- ◆ 전력 소비 절감(친환경 운행)과 승객 대기 시간 사이의 트레이드오프 분석하기

포스터 확인 질문

발표 주제에 대한 스스로의 답변이 명확하며, 근거와 시각화가 잘 되어 있는가?

가우스 소거법, 어떻게 하면 쉽게 이해할 수 있을까?

선형대수 · 알고리즘 · 교육

“가우스 소거법을 모르는 사람에게도 소거법의 원리를 이해시킬 수 있는 가장 좋은 방법은 무엇일까?”

가우스 소거법은 연립일차방정식을 해결하거나 행렬을 기약행사다리꼴(RREF)로 변환하기 위해 사용하는 선형대수의 중요한 방법이다. 그러나 실제 계산 과정에서는 여러 번의 행 연산이 이루어지기 때문에, 처음 배우는 학생에게는 전체 과정을 이해하는 것이 쉽지 않을 수 있다.

가우스 소거법의 계산 과정을 자동으로 수행하고, 그 과정을 누구나 직관적으로 이해할 수 있도록 보여주는 방법을 고안하시오.

요구사항

다음의 기능을 포함하는 프로그램, 웹 애플리케이션, 시각화 자료 또는 기타 창의적인 결과물을 자유롭게 제작할 수 있다.

- 입력된 행렬 또는 연립일차방정식에 가우스 소거법을 적용할 것
- 각 단계에서 수행되는 기본 행 연산을 보여줄 것
- 행 연산에 따라 행렬이 변화하는 과정을 단계별로 보여줄 것
- 최종적으로 기약행사다리꼴(RREF)을 구하고 그 의미를 설명할 것
- 연립일차방정식의 해와 가우스 소거 과정의 관계를 보여줄 것

단순히 최종 답을 계산하는 것보다 “어떤 과정을 거쳐 답에 도달했는가”를 효과적으로 보여주는 것에 중점을 둔다.

창의적 도전

다음은 참고하여 자신만의 아이디어를 자유롭게 더할 수 있다.

- ◆ 행 연산 과정을 애니메이션으로 표현하기
- ◆ 피벗과 소거되는 원소를 시각적으로 강조하기
- ◆ 각 행 연산의 수학적 의미를 설명하기
- ◆ 사용자가 직접 행 연산을 선택하면서 학습할 수 있도록 구성하기
- ◆ 가우스 소거법을 게임이나 퀴즈 형태로 구현하기
- ◆ 가우스 소거법과 가우스-조던 소거법을 비교하기
- ◆ 행렬의 rank와 연립방정식의 해의 관계를 시각화하기
- ◆ 역행렬을 구하는 과정을 시각화하기

포스터 확인 질문

내가 만든 방법을 처음 보는 사람이 가우스 소거법의 원리를 쉽게 이해할 수 있는가?

현실의 주가는 이산적인데, 옵션가격 이론은 왜 연속시간을 사용할까?

확률 · 금융수학 · 수치실험

“연속시간에서 도출된 옵션가격결정 이론은 실제 이산적인 시장에서도 유효하다고 볼 수 있을까?”

블랙 - 숄즈 모형에서는 주가가 연속적으로 움직이고, 투자자가 매 순간 주식과 무위험자산의 비중을 조정하여 옵션의 이득을 복제할 수 있다고 가정한다. 그러나 실제 시장에서는 주가가 이산적으로 변하고 거래도 일정한 기간에만 가능하며, 거래비용과 가격의 급격한 변동도 존재한다.

그렇다면 이산적인 시장에서도 복제포트폴리오를 항상 유일하게 구성할 수 있는가? 또한 완전한 복제가 불가능하다면, 연속시간 모형에서 얻은 옵션가격과 델타헤징 이론을 실제 시장에 사용하는 것은 어떤 의미를 가지는가?

이러한 의문점을 바탕으로 여러 가지 이산시장 모형과 수치실험을 구성하고, 이를 검증할 수 있는 방법을 고안하시오.

요구사항

다음의 요소를 포함하는 문헌조사 보고서, 시뮬레이션 프로그램 또는 기타 창의적인 결과물을 자유롭게 제작할 수 있다.

- 이항모형과 주가가 세 가지 이상으로 움직이는 이산모형을 비교하고, 각각에서 옵션의 복제포트폴리오가 존재하고 유일한지 분석할 것
- 연속시간 델타헤징을 하루 1회, 여러 회 등 이산적으로 수행하고 헤징오차가 어떻게 발생하는지 시뮬레이션할 것
- 헤지 빈도를 증가시킬 때 옵션가격과 복제오차가 연속시간 모형의 결과에 가까워지는지 정량적으로 검증할 것
- 거래비용이나 주가의 급격한 점프를 추가하여 결과가 어떻게 달라지는지 비교할 것
- 평균 헤징오차뿐 아니라 오차의 분포, 최대손실 등 다양한 기준을 이용하여 전략을 평가할 것

창의적 도전

다음은 참고하여 자신만의 아이디어를 자유롭게 더할 수 있다.

- ◆ 이항모형과 삼항모형에서 시장의 완전성 차이를 직접 구성하여 보여주기
- ◆ 거래비용을 고려했을 때 가장 적절한 헤지 빈도 찾기
- ◆ 리밸런싱 횟수와 헤징오차의 관계를 그래프로 시각화하기
- ◆ “이산적이면 복제가 불가능하다”, “헤지를 자주 할수록 항상 좋다”와 같은 명제의 반례를 직접 만들기

포스터 확인 질문

내가 만든 실험 결과를 근거로, 연속시간 옵션가격결정 이론의 유효성과 한계에 대한 결론은 무엇인가?

테이블을 몇 개씩 놓아야 할까?

확률 · 최적화 · 시뮬레이션

“40석의 공간을 2인용과 4인용 테이블로 어떻게 나누어야 가장 많은 손님을 받을까?”

A씨가 새로 가게를 열었다. 40명이 들어가는 공간을 2인용과 4인용 테이블로 채우려 하는데, 2인용을 많이 놓으면 3명·4명 팀을 앉힐 자리가 없어 그대로 돌려보내게 되고, 4인용을 많이 놓으면 혼자 오거나 둘이 온 손님이 네 자리를 차지해 테이블이 금세 동난다. 어느 쪽으로 치우쳐도 손해가 난다.

조건

1 자리

- 2인용 테이블 한 개는 2석, 4인용 테이블 한 개는 4석을 차지하며, 가게 공간이 수용할 수 있는 인원은 40명이다.
- 2인용을 x 개, 4인용을 y 개 놓는다고 하면 $2x + 4y \leq 40$ 을 만족해야 한다. (x, y 는 0 이상의 정수)

2 손님

- 손님은 팀 단위로 오며, 정확히 2분마다 한 팀이 도착한다.
- 영업 시간은 100시간이며, 영업을 시작하는 순간 가게는 비어 있다.
- 각 팀의 인원은 다른 팀과 무관하게 다음 확률로 정해진다. **1명 10 % · 2명 50 % · 3명 25 % · 4명 15 %**

3 자리 배치

- 한 테이블에는 한 팀만 앉는다. 두 팀이 한 테이블을 나눠 쓰지 않는다.
- 팀의 인원보다 좌석이 적은 테이블에는 앉을 수 없다. 1명·2명 팀은 2인용과 4인용 모두, 3명·4명 팀은 4인용에만 앉을 수 있다.
- 앉을 수 있는 빈 테이블이 여러 개면 그중 가장 작은 것에 앉는다. 즉 1명·2명 팀은 2인용을 먼저 쓰고, 2인용이 다 찼을 때만 4인용을 쓴다.

4 머무는 시간

- 자리에 앉은 팀은 정확히 30분 뒤에 나간다.
- 어떤 팀이 나가는 바로 그 시각에, 다른 팀이 그 자리에 앉을 수 있다.

5 기다리지 않음

- 도착한 순간 앉을 수 있는 테이블이 없으면, 그 팀은 기다리지 않고 그대로 돌아간다.
- 돌아간 팀은 다시 오지 않는다.

6 매출

- 자리에 앉아 이용한 손님 한 명마다 10,000원의 매출이 생긴다. 돌아간 팀에서는 매출이 생기지 않는다.

기대 매출이 가장 큰 경우의 2인용 테이블의 개수는 몇 개인가? 그것이 최대임을 뒷받침하는 근거를 함께 제시하고, 시뮬레이션을 사용했다면 그 값의 오차를 어떻게 가늠했는지도 밝히시오.

창의적 도전

다음은 참고하여 자신만의 아이디어를 자유롭게 더할 수 있다.

- ◆ ‘가장 작은 테이블에 앉는다’ 규칙을 다른 규칙으로 바꾸면 답이 달라지는지 살펴보기
- ◆ 손님이 최대 10분 또는 20분까지 기다린다면 최적 배치가 어떻게 움직이는지 조사하기
- ◆ 도착 간격이 정확히 2분이 아니라 평균 2분으로 불규칙하다면 어떻게 되는지 탐구하기
- ◆ 6인용 테이블도 놓을 수 있다면 최적 배치가 어떻게 바뀌는지 비교하기
- ◆ 매출이 인원수 비례가 아니라 팀당 정액이라면 답이 어떻게 달라지는지 살펴보기

포스터 확인 질문

내가 내린 결론이 왜 최적인지, 처음 보는 사람도 근거를 따라갈 수 있는가?