

포텐셜 함수와 중력장

- **중력 포텐셜:** 중력장은 보존적인 힘의 장이며, 이로 인해 중력장에는 스칼라 포텐셜 함수, 즉 중력 포텐셜이 존재합니다.
- 중력 포텐셜 $\Phi(\vec{r})$ 는 위치 벡터 \vec{r} 에서의 중력장에 의한 퍼텐셜 에너지를 나타냅니다.
- **중력장과 포텐셜의 관계:** 중력장은 중력 포텐셜의 그래디언트(gradient)로 표현됩니다.
 $\vec{g}(\vec{r}) = -\nabla\Phi(\vec{r})$ 여기서 \vec{g} 는 중력장, ∇ 는 벡터 미분 연산자(그래디언트)입니다.
- 중력장 \vec{g} 는 공간의 각 지점에서 중력의 세기와 방향을 나타냅니다.
- 포텐셜 함수 $\Phi(\vec{r})$ 는 공간의 각 지점에서 단위 질량이 가지는 퍼텐셜 에너지를 나타냅니다.

중력 포텐셜의 계산

- 한 점 질량 M 에 의한 중력 포텐셜은 그 주변의 위치 \vec{r} 에서 다음과 같이 주어집니다: $\Phi(\vec{r}) = -\frac{GM}{|\vec{r}|}$
여기서 G 는 중력 상수, $|\vec{r}|$ 는 원점에서 위치 \vec{r} 까지의 거리입니다.
- 이 포텐셜로부터 중력장을 계산하려면, 그래디언트 연산을 사용합니다:

$$\vec{g}(\vec{r}) = -\nabla\Phi(\vec{r}) = -\nabla\left(-\frac{GM}{|\vec{r}|}\right)$$

- 결과적으로 이는:

$$\vec{g}(\vec{r}) = -\frac{GM}{|\vec{r}|^3} \vec{r}$$

- 여기서 $\vec{g}(\vec{r})$ 는 위치 \vec{r} 에서의 중력장 벡터를 나타냅니다.

% 중력장 계산을 위한 MATLAB 코드

% 1. 포텐셜 함수 계산

% 상수 정의

G = 6.67430e-11; % 중력 상수 (m^3 kg^-1 s^-2)

M = 5.972e24; % 지구의 질량 (kg)

r_max = 10e6; % 최대 거리 (m)

% 격자 생성

x = linspace(-r_max, r_max, 100);

y = linspace(-r_max, r_max, 100);

[X, Y] = meshgrid(x, y);

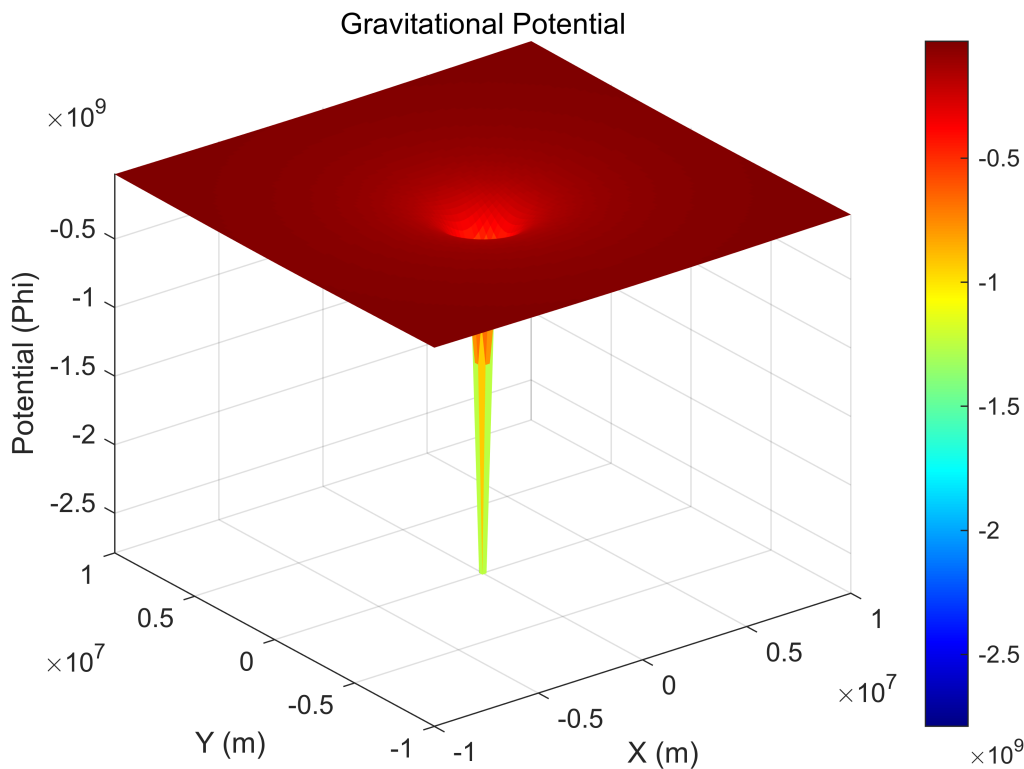
Z = sqrt(X.^2 + Y.^2); % 거리 계산

% 포텐셜 함수 계산

```
Phi = -G * M ./ Z; % Z가 0인 경우를 처리하지 않아도 MATLAB에서 자동 처리
```

% 2. 3D 시각화

```
figure;  
surf(X, Y, Phi, 'EdgeColor', 'none');  
colormap('jet'); % 컬러맵을 'jet'으로 변경  
colorbar;  
title('Gravitational Potential');  
xlabel('X (m)');  
ylabel('Y (m)');  
zlabel('Potential (Phi)');  
axis tight;  
view(3);
```



• 포텐셜 함수 계산:

- 중력 상수 G 와 지구의 질량 M 을 사용하여 포텐셜 함수를 계산합니다.
- 위치 (x, y) 에서의 거리를 계산하고, 이를 통해 중력 포텐셜 Φ 를 계산합니다.
- MATLAB에서 `meshgrid`를 사용하여 2차원 격자를 생성하고, 각 격자점에서의 중력 포텐셜을 계산합니다.

• 3D 시각화:

- `surf` 함수를 사용하여 포텐셜 함수를 3D 표면으로 시각화합니다.
- `colormap`과 `colorbar`를 사용하여 그래프의 색상을 지정하고 색상 막대를 추가합니다.
- `view(3)`를 사용하여 3차원으로 표시되도록 설정합니다.