**Black-Scholes Option Pricing Model**

1. **Plain-vanilla 옵션의 블랙-숄즈 이론가격을 계산하는 함수를 구현하시오.**

* price = bsprice(params)
* params : 인풋 파라미터 (평가일, 옵션만기일, 행사가격, 기초자산가격, 금리, 배당, 변동성)
* price[‘Call’] : 콜옵션가격, price[‘Put’] : 풋옵션가격

1. **동일 옵션의 가격을 Monte-Carlo 시뮬레이션을 이용해서 계산하는 함수를 구현하시오.**

* price = mcprice(params)
* params : 인풋 파라미터 (평가일, 옵션만기일, 행사가격, 기초자산가격, 금리, 배당, 변동성, 시뮬레이션회수)
* price[‘Call’] : 콜옵션가격, price[‘Put’] : 풋옵션가격

1. **otioninfo.txt 파일에 저장된 옵션 정보와 시장 데이터 정보를 입력 받아 다음과 같이 화면에 출력하는 코드를 작성하시오. (가격은 소수점 이하 4자리까지 출력)**

* Monte-Carlo 시뮬레이션의 가격은 시뮬레이션 path의 개수를 10,000로 입력함
* 문자열 formatting을 이용해서 출력할 것

=====================================================

No Type Strike Mat Analytic MonteCarlo

-----------------------------------------------------

1 Put 100 16/Aug/24 6.6080 6.6934

2 Call 95 16/Oct/15 10.9749 10.4860

3 Call 105 17/Feb/24 8.4225 8.4215

4 Put 95 16/Dec/29 6.0612 6.0507

=====================================================

**Black-Scholes 옵션 가격 공식:**

*where*

**Monte-Carlo 시뮬레이션**

1. 위의 식을 이용하여 기초자산의 가격을 생성하여 i번째 path를 구함 (는 표준정규분포에서 생성한 임의의 난수임)
2. 각 path에 대해 옵션의 만기 Payoff를 계산함 (예: 행사가격이 K인 콜옵션의 경우 S(T)>K 라면 , 아니라면 0)
3. Path를 시뮬레이션 회수(M)만큼 생성하여 payoff를 구하고 다음 식으로 Monte-Carlo 시뮬레이션 옵션 가격을 계산함

**Tips**

1. N(d) 함수는 표준정규분포의 누적분포함수 값이고, 다음과 같이 계산할 수 있다.

import scipy

scipy.stats.norm.cdf(d)

1. 표준정규분포에서 임의의 난수는 random 모듈을 이용할 수 있다.

import random

e = random.gauss(0,1) #평균 0, 표준편차 1인 정규분포의 난수 발생

1. 옵션의 연환산 잔여 만기는 평가일과 만기일 사이의 calendar days를 365로 나눈 값으로 한다.