

## Ατομική Εργασία 2 : Αλγοριθμικές δομές, Δομές δεδομένων, Συναρτήσεις, Numpy

Τα δικαιώματα αγοράς και πώλησης είναι ένας τύπος παράγωγων χρηματο-οικονομικών προϊόντων τα οποία μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να αποτιμηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε επενδυτικά χαρτοφυλάκια.

Για τον προσδιορισμό τιμών των συγκεκριμένων δικαιωμάτων χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα όπως το μοντέλο Black-Scholes-Merton (BSM -<https://www.investopedia.com/terms/b/blackscholes.asp>).

Οι βασικές παράμετροι είναι η τρέχουσα τιμή του προϊόντος  $S_0$ , Η τιμή στόχος  $K$  (strike price), ο χρόνος ωρίμανσης  $T$ , το επιτόκιο μηδενικού ρίσκου  $r$ , και η μεταβλητότητα  $\sigma$ .

Ο δείκτης στη λήξη του προϊόντος δίνεται από τη σχέση

$$S_T = S_0 \exp \left( \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T + \sigma \sqrt{T} z \right)$$

όπου  $z$  μια μεταβλητή που ακολουθεί κανονική κατανομή.

Για τον υπολογισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος monte carlo σύμφωνα με τον ακόλουθο αλγόριθμο

1. Εξάγετε  $N$  ψευδοτυχαίους αριθμούς  $z(i), i \in \{1, \dots, N\}$  από την κανονικοποιημένη κανονική κατανομή  $(N(0,1))$ .
2. Υπολογίστε για κάθε ψευδοτυχαίο αριθμό τα αντίστοιχα  $S_T(i)$
3. Υπολογίστε όλες τις ενδιάμεσες τιμές  $h_T(i) = \max(S_T(i) - K, 0)$
4. Υπολογίστε την τρέχουσα αξία του προϊόντος με βάση τον εκτιμητή monte carlo

$$C_0 \approx e^{-rT} \frac{1}{I} \sum_I h_T(i)$$

A. Να υπολογίσετε την τρέχουσα αξία χρησιμοποιώντας ως σύνολο αρχικών τιμών το σύνολο  $S_0=97, K=103, T=1.5$  έτη,  $r=0.05, \sigma=0.2$ , χρησιμοποιώντας διαδοχικά  $N=10^3, 10^5, 10^7$  τιμές

B. Να υπολογίσετε το χρόνο που απαιτεί το πρόγραμμα που κατασκευάσατε για κάθε τιμή του  $N$ .

Υπόδειξη: Για να υπολογίσετε το χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος σας να συμπεριλάβετε όλες τις εντολές εντός του παρακάτω τμήματος προγράμματος (από `code_to_test = ""` έως `""`)

```
import timeit
code_to_test = """
a = range(100000)
b = []
for i in a:
    b.append(i*2)
"""

elapsed_time = timeit.timeit(code_to_test, number=1100)/1100
print(elapsed_time)
```