

Μέθοδοι Μηχανικής Μάθησης στη Χρηματοοικονομική

Εργασία 4

Καταληκτική ημερομηνία: 28 Μαΐου 2026. Καλείστε να παραδώσετε ένα pdf αρχείο με τις απαντήσεις σας σε όλες τις ερωτήσεις. Στις απαντήσεις σας παρακαλείστε να έχετε βασικά screenshots από το excel/python output. Το pdf αρχείο θα πρέπει να συνοδεύεται και από ένα zip αρχείο με τους excel/python κώδικές σας.

1. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη και αξιολόγηση μίας επενδυτικής στρατηγικής χρησιμοποιώντας μεθόδους μηχανικής μάθησης και συγκεκριμένα το μοντέλο Support Vector Machine (SVM). Καλείστε να εξετάσετε κατά πόσο τεχνικοί δείκτες που βασίζονται στην ιστορική πορεία των τιμών μπορούν να προβλέψουν τη μελλοντική κατεύθυνση της αγοράς και να δημιουργήσουν μία κερδοφόρα στρατηγική συναλλαγών. Για την ανάλυση θα χρησιμοποιηθούν εβδομαδιαία δεδομένα του δείκτη S&P 500. Τα δεδομένα βρίσκονται στον ακόλουθο σύνδεσμο <https://fred.stlouisfed.org/series/SP500>

Στο πρώτο μέρος της εργασίας καλείστε να κατασκευάσετε ένα σύνολο τεχνικών δεικτών. Οι δείκτες αυτοί θα περιλαμβάνουν κινητούς μέσους όρους διαφορετικών χρονικών οριζώντων, όπως 5, 20, 50 και 200 εβδομάδων. Ο απλός κινητός μέσος όρος L περιόδων ορίζεται ως: $SMA_{t,L} =$

$\frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} P_{t-i}$, όπου P_t είναι η τιμή του δείκτη την περίοδο t . Οι κινητοί μέσοι όροι θα πρέπει να

κανονικοποιηθούν ως προς την τρέχουσα τιμή του δείκτη: $MA Ratio_{t,L} = \frac{SMA_{t,L}}{P_t}$

Επιπλέον, θα πρέπει να υπολογίσετε δείκτες τάσης που βασίζονται στη σχέση μεταξύ κινητών

μέσων όρων διαφορετικών χρονικών οριζώντων, όπως: $Trend_t = \frac{SMA_{20,t}}{SMA_{100,t}}$, $Trend_t = \frac{SMA_{20,t}}{SMA_{100,t}}$ και

$Trend_t = \frac{SMA_{50,t}}{SMA_{200,t}}$. Παράλληλα, θα πρέπει να κατασκευάσετε δείκτες momentum για

διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες. Ο δείκτης momentum k περιόδων ορίζεται ως: $MOM_{t,k} =$

$$\frac{P_t}{P_{t-k}} - 1, MOM_{t,k} = \frac{P_t}{P_{t-k}} - 1 \text{ και θα χρησιμοποιηθεί για } k = 5, 20 \text{ και } 60 \text{ εβδομάδες.}$$

Στη συνέχεια, θα πρέπει να κατασκευάσετε ένα μοντέλο SVM με στόχο την πρόβλεψη της κατεύθυνσης της απόδοσης του δείκτη για την επόμενη εβδομάδα. Η εξαρτημένη μεταβλητή θα λαμβάνει την τιμή 1 όταν η απόδοση της επόμενης εβδομάδας είναι θετική και -1 όταν είναι

$$\text{αρνητική ή μηδενική: } y_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } r_{t+1} > 0 \\ -1, & \text{if } r_{t+1} \leq 0 \end{cases}$$

Με βάση τις προβλέψεις του μοντέλου, θα δημιουργήσετε μία long-short στρατηγική συναλλαγών. Συγκεκριμένα, όταν το μοντέλο προβλέπει θετική απόδοση, η στρατηγική θα λαμβάνει θέση αγοράς (long), ενώ όταν προβλέπει αρνητική απόδοση θα λαμβάνει θέση πώλησης (short). Η απόδοση της στρατηγικής θα υπολογίζεται ως: $r_{t+1}^{strategy} = position_t \times r_{t+1}$

Στην ανάλυση θα πρέπει να ενσωματωθούν κόστη συναλλαγών ίσα με 0,10% ανά συναλλαγή. Η αξιολόγηση της στρατηγικής θα πραγματοποιηθεί τόσο με στατιστικά όσο και με χρηματοοικονομικά κριτήρια, όπως η μέση ετήσια απόδοση, η ετήσια μεταβλητότητα, ο δείκτης Sharpe και το μέγιστο drawdown. Τα αποτελέσματα της στρατηγικής θα πρέπει να συγκριθούν με μία απλή στρατηγική buy-and-hold στον δείκτη SPY.

2. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την εφαρμογή μεθόδων μηχανικής μάθησης στην αποτίμηση δικαιωμάτων προαίρεσης (options). Καλείστε να χρησιμοποιήσετε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Neural Networks) για να προσεγγίσετε τις τιμές ευρωπαϊκών call options που δημιουργούνται από το μοντέλο Black–Scholes–Merton.

Θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που παρέχονται στα επισυναπτόμενα αρχεία. Το dataset περιλαμβάνει τιμές ευρωπαϊκών call options που δημιουργήθηκαν με βάση το μοντέλο Black–

Scholes–Merton, με την προσθήκη τυχαίου κανονικά κατανεμημένου σφάλματος. Οι μεταβλητές εισόδου περιλαμβάνουν: την τιμή της μετοχής (S), την τιμή εξάσκησης (K), το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο (r), τη μεταβλητότητα (σ), και τον χρόνο μέχρι τη λήξη (T). Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν 10.000 τιμές δικαιωμάτων προαίρεσης αγοράς χρησιμοποιώντας το μοντέλο Black-Scholes-Merton και στη συνέχεια προσθέσαμε ένα κανονικά κατανεμημένο σφάλμα (normally distributed error) με μέση τιμή 0 και τυπική απόκλιση 0,15. Η δειγματοληψία των παραμέτρων έγινε τυχαία από ομοιόμορφες κατανομές (uniform distributions).

	<i>Lower bound</i>	<i>Upper bound</i>
Stock price, S	40	60
Strike price, K	$0.5S$	$1.5S$
Risk free rate, r	0	5%
Volatility, σ	10%	40%
Time to maturity, T	3 months	2 years

Καλείστε αρχικά να παρουσιάσετε το μοντέλο Black–Scholes–Merton για την αποτίμηση ευρωπαϊκών call options:

$$c = S_0 e^{-qT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

Όπου $d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - q + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$ και $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$

Στη συνέχεια, θα πρέπει να κατασκευάσετε ένα feedforward neural network για την πρόβλεψη της τιμής του option, με τουλάχιστον τρία hidden layers, και 20 νευρώνες ανά layer, όπως παρουσιάζεται στα αρχεία. Επιπλέον, καλείστε να συγκρίνετε τις προβλέψεις του νευρωνικού δικτύου με τις θεωρητικές τιμές του Black–Scholes–Merton και να συζητήσετε κατά πόσο το

δίκτυο «μαθαίνει» σωστά τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών και αν το μοντέλο μειώνει το random noise.