

# Εργαστήριο στο Μάθημα Χρονοσειρές, Μέρος Β, 2014

## Μη-γραμμική ανάλυση χρονοσειρών

Υπεύθυνος διδάσκων Κουγιουμτζής Δημήτρης

Στην ιστοσελίδα του μαθήματος <http://users.auth.gr/dkugiu/Teach/TimeSeriesTHMMY/index.html> δίνονται βοηθητικές συναρτήσεις στο matlab, καθώς και κάποια αρχεία χρονοσειρών, όλα σε ένα φάκελο που έχει συμπεριστεί στο αρχείο που ονομάζεται labnonlinear.zip. Οι συναρτήσεις matlab δημιουργήθηκαν για την εφαρμογή μεθόδων της μη-γραμμικής ανάλυσης χρονοσειρών. Παρακάτω γίνεται περιγραφή των συναρτήσεων και αρχείων δεδομένων.

Οι συναρτήσεις matlab είναι:

- `pser` και `pserlarge` : Σχηματίζει διάγραμμα ιστορίας σε χρονοσειρά που δίνεται.
- `addnoise` : Προσθέτει λευκό θόρυβο σε χρονοσειρά που δίνεται.
- `nrmse` : Υπολογίζει την κανονικοποιημένη ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος, Normalized Root Mean Square Error (NRMSE).
- `embeddelays` : Σχηματίζει από τη μονοδιάστατη χρονοσειρά [διάνυσμα μήκους  $N$ ] την ανακατασκευασμένη τροχιά [πίνακα μεγέθους  $(N-(m-1)\tau \times m)$ ] με τη μέθοδο των υστερήσεων.
- `plotd2d3` : Σχηματίζει διαγράμματα διασποράς σε δύο και τρεις διαστάσεις από τον πίνακα τροχιάς που δίνεται από τη συνάρτηση `embeddelays`.
- `autocorrelation` : Υπολογίζει και δίνει το διάγραμμα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης  $r_x(\tau)$  προς την υστέρηση  $\tau$ .
- `powerspectrum` : Υπολογίζει και σχηματίζει το περιοδόγραμμα  $P_{per}(f)$  (σε dB) προς τη συχνότητα  $f$ .
- `mutualinformation` : Υπολογίζει και δίνει το διάγραμμα της συνάρτησης αμοιβαίας πληροφορίας  $I(\tau)$  προς την υστέρηση  $\tau$ .
- `falsenearest` : Υπολογίζει και δίνει το διάγραμμα του ποσοστού ψευδών κοντινότερων γειτόνων προς τη διάσταση εμβύθισης  $m$ .
- `correlationdimension` : Υπολογίζει το άθροισμα συσχέτισης  $C(r)$  και την τοπική κλίση  $\log C(r)/\log r$  για ένα εύρος τιμών της απόστασης  $r$  και για ένα εύρος διαστάσεων εμβύθισης  $m$ . Επίσης εκτιμά τη διάσταση συσχέτισης  $\nu(m)$  για κάθε  $m$  (μέση τιμή και τυπική απόκλιση). Όλα αυτά δίνονται σε αντίστοιχες μεταβλητές εξόδου. Επίσης παρουσιάζονται τα αντίστοιχα σχήματα.
- `maxlyapunov` : Υπολογίζει το μέγιστο εκθέτη Lyapunov  $\lambda_1$  για ένα εύρος διαστάσεων εμβύθισης  $m$ .
- `lyapunovspectrum` : Υπολογίζει τους εκθέτες Lyapunov  $\lambda_1, \dots, \lambda_m$  για ένα εύρος διαστάσεων εμβύθισης  $m$ . Ο πρώτος από τους εκθέτες  $\lambda_1$  είναι ο μέγιστος εκθέτης Lyapunov. Προσοχή: μπορεί ο  $\lambda_1$  να είναι ψευδής εκθέτης Lyapunov αν το  $m$  είναι μεγαλύτερο από τη διάσταση του αρχικού συστήματος.
- `linearfitnrmse` : Υπολογίζει και σχηματίζει το διάγραμμα του NRMSE( $T$ ) της προσαρμογής μοντέλου AR στη χρονοσειρά για χρονικά βήματα πρόβλεψης  $T=1 \dots T_{max}$ .
- `localfitnrmse` : Υπολογίζει και σχηματίζει το διάγραμμα του NRMSE( $T$ ) της προσαρμογής τοπικού μοντέλου πρόβλεψης στη χρονοσειρά για χρονικά βήματα πρόβλεψης  $T=1 \dots T_{max}$ . Δίνεται ο αριθμός γειτόνων  $K$ . Αν  $K=1$ , το τοπικό μοντέλο είναι μηδενικού βαθμού (απεικόνιση  $T$ -χρονικών βημάτων μπροστά του κοντινότερου γείτονα) ενώ για  $K>1$  η πρόβλεψη γίνεται είτε με το μέσο όρο των απεικονίσεων  $T$ -χρονικών βημάτων μπροστά των  $K$  κοντινότερων γειτόνων (αν  $q=0$ ) ή με τοπικό γραμμικό μοντέλο ( $q>0$ ). Ακόμα αν  $q<m$  όπου  $m$  η διάσταση εμβύθισης, τότε οι παράμετροι του γραμμικού μοντέλου υπολογίζονται με κανονικοποίηση της λύσης των ελαχίστων τετραγώνων.

- `linearpredictnrmse` : Το ίδιο όπως το `linearfitnrmse` αλλά για πρόβλεψη σε πλήθος τελευταίων παρατηρήσεων, που δίνεται ως επιπλέον παράμετρο εισόδου.
- `localpredictnrmse` : Το ίδιο όπως το `localfitnrmse` αλλά για πρόβλεψη σε πλήθος τελευταίων παρατηρήσεων, που δίνεται ως επιπλέον παράμετρο εισόδου.
- `plotnrmse` : Σχηματίζει διάγραμμα του  $NRMSE(T)$  για χρονικά βήματα πρόβλεψης  $T=1 \dots T_{max}$  για διαφορετικά μοντέλα. Προϋποθέτει ότι οι τιμές των  $NRMSE$  για τα μοντέλα δίνονται σε στήλες σε έναν πίνακα.
- `linearpredictmultistep` : Υπολογίζει και κάνει διάγραμμα των προβλέψεων με μοντέλο AR για πλήθος χρονικών βημάτων  $T=1 \dots T_{max}$ . Αν για τις χρονικές στιγμές για τις οποίες ζητείται η πρόβλεψη υπάρχουν παρατηρήσεις της χρονοσειράς, αυτές σχηματίζονται στο ίδιο διάγραμμα.
- `localpredictmultistep` : Υπολογίζει και κάνει διάγραμμα των προβλέψεων με τοπικό μοντέλο πρόβλεψης για πλήθος χρονικών βημάτων  $T=1 \dots T_{max}$ . Αν για τις χρονικές στιγμές για τις οποίες ζητείται η πρόβλεψη υπάρχουν παρατηρήσεις της χρονοσειράς, αυτές σχηματίζονται στο ίδιο διάγραμμα. Το τοπικό μοντέλο μπορεί να είναι γραμμικό ή να δίνεται από τις απεικονίσεις των κοντινότερων γειτόνων (μοντέλο μηδενικού βαθμού αν  $K=1$  και μοντέλο μέσου όρου απεικονίσεων αν  $K>1$ ).
- `plotrealpred` : Σχηματίζει διάγραμμα των πραγματικών τιμών της χρονοσειράς και των αντίστοιχων προβλέψεων με διαφορετικά μοντέλα. Προϋποθέτει ότι οι προβλέψεις με τα διαφορετικά μοντέλα βρίσκονται σε αντίστοιχες στήλες σε έναν πίνακα.

Τα αρχεία χρονοσειρών είναι τα παρακάτω:

- `logistic` : Λογιστική απεικόνιση.
- `henon` : Απεικόνιση του Henon (μια μεταβλητή).
- `xlorenz` : Η πρώτη μεταβλητή ( $s_1$ ) του συστήματος Lorenz. Χρόνος δειγματοληψίας  $\tau_s = 0.1s$ .
- `ase` : Ημερήσιος δείκτης (κλεισίματος) και όγκος συναλλαγών του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών. Οι τρεις πρώτες στήλες δίνουν την ημερομηνία, η τέταρτη το δείκτη κι η τελευταία τον όγκο συναλλαγών.
- `lynx` : Η χρονοσειρά του ετήσιου πληθυσμού των lynx (καναδέζικοι λύκοι) [μια στήλη].
- `sunspots` : Η χρονοσειρά των ετήσιων ηλιακών κηλίδων [δύο στήλες, στην πρώτη το έτος, στη δεύτερη ο αριθμός ηλιακών κηλίδων].
- `RR` : Ανθρώπινος καρδιακός ρυθμός (χρονική απόσταση μεταξύ δύο τύπων της καρδιάς) [μια στήλη].
- `epileeg` : Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) από ένα κανάλι ανθρώπου κατά την κρίση επιληψίας ( $\tau_s = 0.005s$ ) [μια στήλη].
- `normeeg` : EEG από ένα κανάλι ανθρώπου σε κανονική λειτουργία ( $\tau_s = 0.005s$ ) [μια στήλη].