

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Μονάδα Προβλέψεων & Στρατηγικής
Forecasting & Strategy Unit



Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Μέθοδος Theta – Διαγωνισμοί Προβλέψεων Διάλεξη 9

Το Μοντέλο Θ (1/3)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Η Μέθοδος Θ : Μια μέθοδος παραγωγής προβλέψεων βασισμένη σε μια διαφορετική προσέγγιση της αποσύνθεσης

- Η μέθοδος Θ (Assimakopoulos et. al. 1999, 2000) είναι μια μονοδιάστατη μέθοδος πρόβλεψης.
- Η μέθοδος βασίζεται στην μεταβολή των τοπικών καμπυλοτήτων μιας χρονοσειράς μέσα από την παράμετρο θ (Theta), η οποία εφαρμόζεται απευθείας (πολλαπλασιαστικά) στις διαφορές δεύτερης τάξης των δεδομένων.
- Η καινούργια χρονοσειρά που δημιουργείται διατηρεί την μέση τιμή και κλίση (παλινδρόμησης) της αρχικής χρονοσειράς αλλά όχι και τις τοπικές καμπυλότητες. Οι χρονοσειρές που παράγονται με αυτή την διαδικασία ονομάζονται γραμμές Θ (Theta Lines).
- Βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό αυτών των γραμμών είναι η καλύτερη προσέγγιση της μακροπρόθεσμης συμπεριφοράς-τάσης των δεδομένων ή ανάδειξη-τονισμός των βραχυπρόθεσμων χαρακτηριστικών, ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου θ ($<$, $>$ 1).

Το Μοντέλο Θ (2/3)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Η Μέθοδος Θ : Μια μέθοδος παραγωγής προβλέψεων βασισμένη σε μια διαφορετική προσέγγιση της αποσύνθεσης

- Η προτεινόμενη μέθοδος αποσυνθέτει (διαχωρίζει) την αρχική χρονοσειρά σε δύο ή περισσότερες γραμμές Theta.
- Η κάθε γραμμή Theta προεκτείνεται στο μέλλον ξεχωριστά (με την ίδια ή και με διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης) και οι παραγόμενες προβλέψεις συνδυάζονται για να προκύψει η τελική πρόβλεψη.
- Ο απλός συνδυασμός δύο γραμμών Theta, για $\theta=0$ (ευθεία γραμμή) και $\theta=2$ (διπλασιασμός των τοπικών καμπυλοτήτων) χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή προβλέψεων για τις 3003 χρονοσειρές του διεθνούς διαγωνισμού προβλέψεων M3 (Makridakis et al., 2000).
- Η μέθοδος παρήγαγε πολύ καλά αποτελέσματα, με μικρά σφάλματα προβλεπτικής ακρίβειας, ιδιαίτερα για τις μηνιαίες χρονοσειρές και τα μικροοικονομικά δεδομένα.

Το Μοντέλο Θ (3/3)

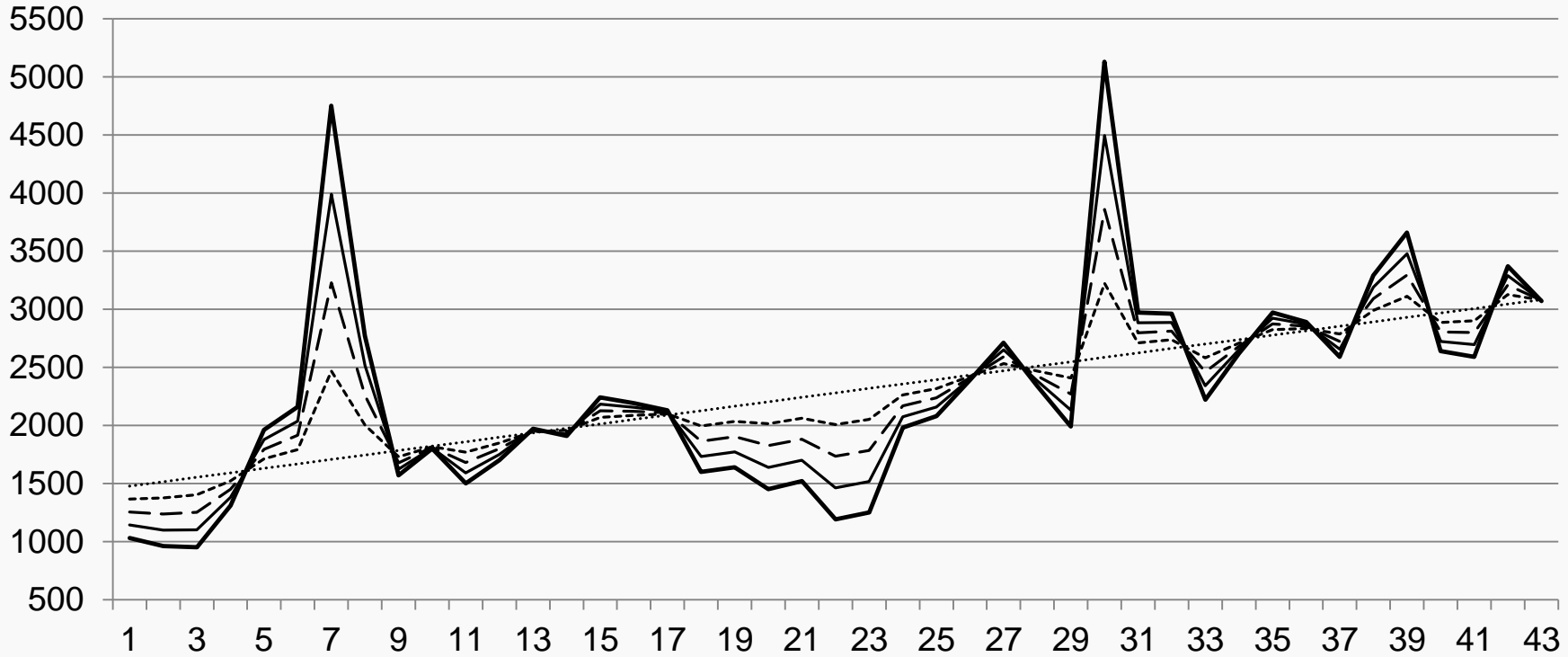
Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Η Μέθοδος Θ : Μια μέθοδος παραγωγής προβλέψεων βασισμένη σε μια διαφορετική προσέγγιση της αποσύνθεσης

- Η μέθοδος Theta εισήγαγε μια διαφορετική προσέγγιση της αποσύνθεσης. Ο διαχωρισμός των αποεποχικοποιημένων δεδομένων γίνεται σε συνιστώσες (γραμμές Theta) μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης τάσης.
- Η πρόκληση για τη συγκεκριμένη μέθοδο ήταν να αυξήσει το βαθμό αξιοποίησης της χρήσιμης πληροφορίας που είναι κρυμμένη μέσα στα δεδομένα, πριν την εφαρμογή ενός μοντέλου επέκτασης των δεδομένων στο μέλλον (extrapolation model).
- Ουσιαστικά, η μέθοδος Theta λειτουργεί σαν ένας μεγεθυντικός φακός μέσα από τον οποίο οι διακυμάνσεις της χρονοσειράς μεγεθύνονται ή μικραίνουν. Ο γραμμικός συνδυασμός των προβλέψεων των συνιστωσών, γίνεται, μέσα από αυτήν την διαδικασία, πιο αποδοτικός.

Γραμμές Θ

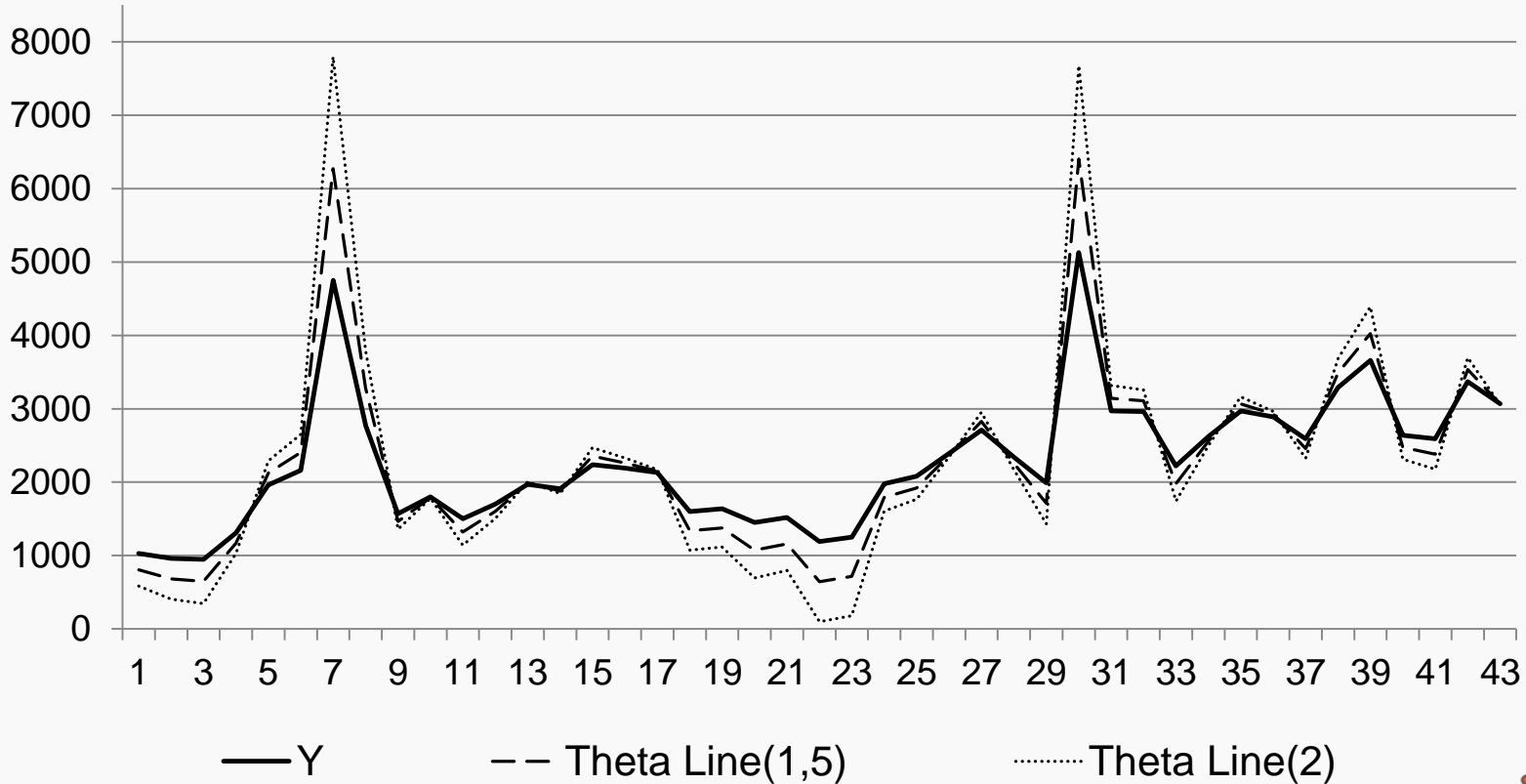
Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



— Y — Theta Line(0,75) - - Theta Line(0,5) - - - - Theta Line(0,25) Theta Line(0)

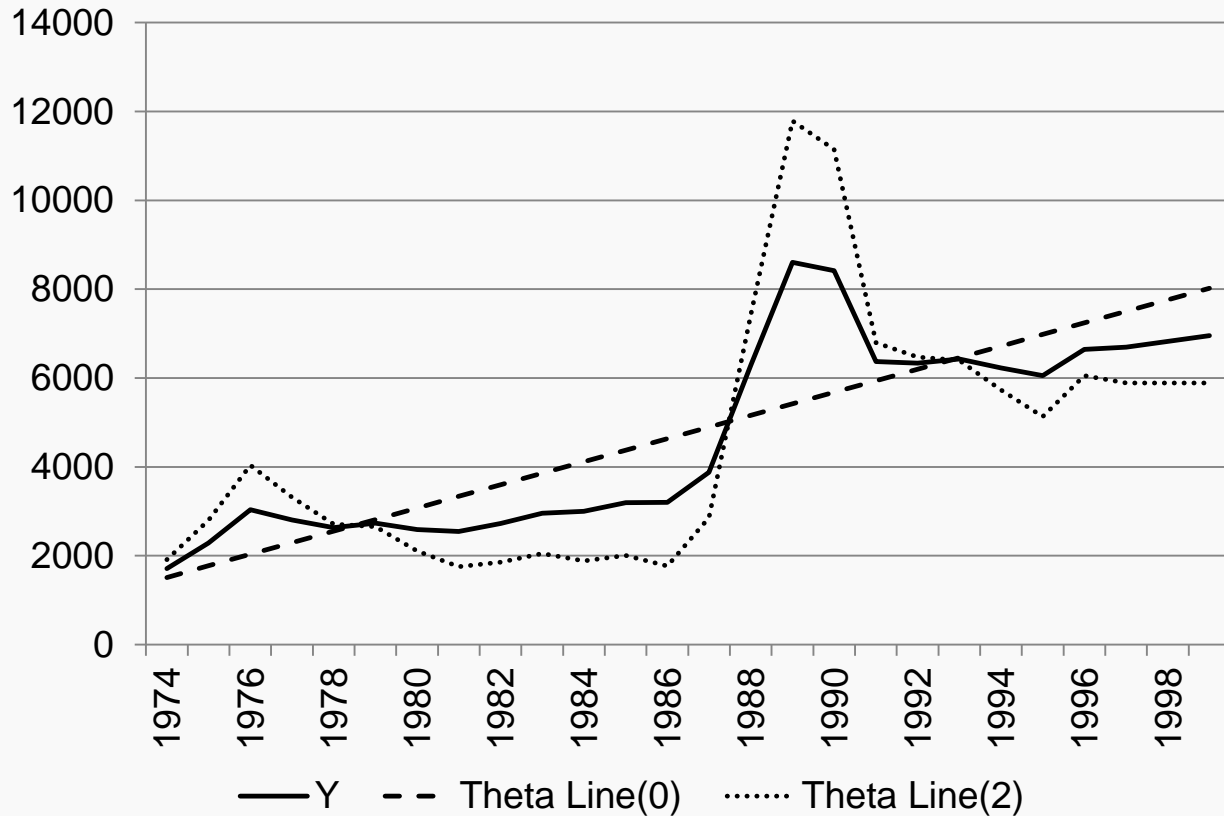
Γραμμές Θ

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



Γραμμές Θ

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



$$Y_t = \frac{1}{2} \cdot (Y_t^{\theta=0} + Y_t^{\theta=2})$$

Το κλασικό Μοντέλο Θ στην πράξη

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

- Βήμα 0. **Τεστ Εποχιακότητας**

Η κάθε χρονοσειρά ελέγχεται για εποχιακή συμπεριφορά με κριτήριο την τιμή του συντελεστή αυτοσυσχέτισης με καθυστέρηση ένα έτος (π.χ. για μηνιαία δεδομένα 12) συγκρινόμενη με την τιμή 1.645 (τιμή της t -κατανομής για πιθανότητα 0.1)

- Βήμα 1. **Αποεποχικοποίηση**

Η χρονοσειρά αποεποχικοποιείται με την κλασική μέθοδο αποσύνθεσης

- Βήμα 2. **Αποσύνθεση**

Κάθε χρονοσειρά αποσυντίθεται σε δύο γραμμές Θ , για $\theta=0$ και $\theta=2$.

- Βήμα 3. **Πρόβλεψη**

Η γραμμή $\theta=0$ προεκτείνεται με απλή γραμμική παλινδρόμηση (LRL) ενώ η γραμμή $\theta=2$ με απλή εκθετική εξομάλυνση (SES)

- Βήμα 4. **Συνδυασμός**

Οι προηγούμενες προβλέψεις συνδυάζονται με ίσα βάρη

- Βήμα 5. **Εποχικοποίηση**

Οι τελικές προβλέψεις εποχικοποιούνται

Μοντέλο Θ

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Hyndman & Billah (2003):

“SES with drift?”

Υπολογίζοντας τις γραμμές Theta

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Για το κλασσικό μοντέλο Theta (παράμετροι 0 και 2) οι γραμμές Theta υπολογίζονται ως εξής:

- $\text{Theta Line}(0) = \text{LRL}$
- $\text{Theta Line}(2) = 2 \times \text{Data} - \text{LRL}$

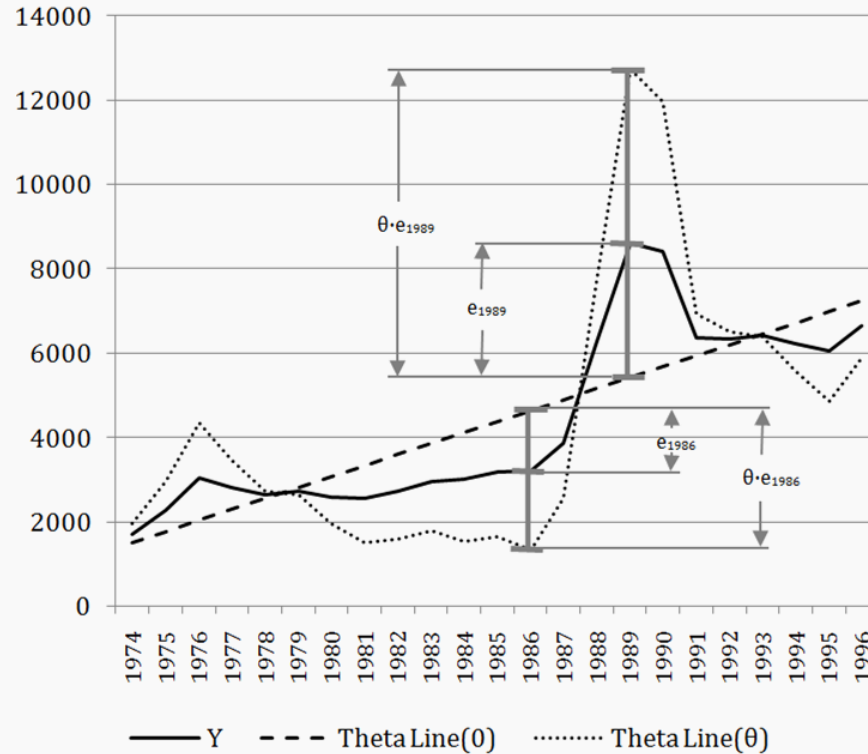
Γενικότερα ισχύει*:

- $\text{Theta Line}(\theta) = \theta \times \text{Data} + (1-\theta) \times \text{LRL}$
- Ισοδύναμα: $\text{Theta Line}(\theta) = \text{LRL} + \theta \times e\text{LRL}$

* Konstantinos Nikolopoulos, Vassilios Assimakopoulos, Nikolaos Bougioukos and Fotios Petropoulos (2008)
“Advances in the Theta model”, Working Paper

Υπολογίζοντας τις γραμμές Theta

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



Παράδειγμα Theta (1/5)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| Period | Data | TxC | SxRx100 | I=SxR=S | TxCxR |
|--------|------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 4109 | | | 101,79 | 4036,68 |
| 2 | 3874 | | | 97,48 | 3974,13 |
| 3 | 3842 | 3955,00 | 97,14 | 98,54 | 3899,03 |
| 4 | 3946 | 3964,25 | 99,54 | 102,19 | 3861,43 |
| 5 | 4207 | 3984,75 | 105,58 | 101,79 | 4132,95 |
| 6 | 3850 | 4047,50 | 95,12 | 97,48 | 3949,51 |
| 7 | 4030 | 4085,00 | 98,65 | 98,54 | 4089,82 |
| 8 | 4260 | 4108,38 | 103,69 | 102,19 | 4168,71 |
| 9 | 4193 | 4145,50 | 101,15 | 101,79 | 4119,20 |
| 10 | 4051 | 4180,63 | 96,90 | 97,48 | 4155,70 |
| 11 | 4126 | 4222,63 | 97,71 | 98,54 | 4187,24 |
| 12 | 4445 | 4275,00 | 103,98 | 102,19 | 4349,74 |
| 13 | 4344 | 4364,13 | 99,54 | 101,79 | 4267,54 |
| 14 | 4319 | 4436,13 | 97,36 | 97,48 | 4430,63 |
| 15 | 4571 | 4496,88 | 101,65 | 98,54 | 4638,85 |
| 16 | 4576 | 4578,13 | 99,95 | 102,19 | 4477,93 |
| 17 | 4699 | 4620,25 | 101,70 | 101,79 | 4616,30 |
| 18 | 4614 | 4645,75 | 99,32 | 97,48 | 4733,25 |
| 19 | 4613 | | | 98,54 | 4681,47 |
| 20 | 4738 | | | 102,19 | 4636,46 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|------------------------------------|-----------|
| | 105,58 | 101,15 | 99,54 | 101,70 | min | max | average (w/o min & max) | SI |
| | 95,12 | 96,90 | 97,36 | 99,32 | 99,54 | 105,58 | 101,43 | 101,79 |
| 97,14 | 98,65 | 97,71 | 101,65 | | 95,12 | 99,32 | 97,13 | 97,48 |
| 99,54 | 103,69 | 103,98 | 99,95 | | 97,14 | 101,65 | 98,18 | 98,54 |
| | | | | | 99,54 | 103,98 | 101,82 | 102,19 |

| | |
|------|---------|
| sum | 398,559 |
| Σ.K. | 0,9964 |



Παράδειγμα Theta (2/5)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| X | | Numerator | | | Denominator | ThetaLine(0) | |
|---------------|---------------|--------------------|--------------------|------------|----------------------|----------------|------------|
| Period | Y Data | X-Mean(X)=A | Y-Mean(Y)=B | A*B | (X-Mean(X))^2 | b=slope | LRL |
| 1 | 4036,68 | -9,5 | -233,67 | 2219,87 | 90,25 | 444.623 | 3846.42 |
| 2 | 3974,13 | -8,5 | -296,22 | 2517,88 | 72,25 | | 3891.05 |
| 3 | 3899,03 | -7,5 | -371,32 | 2784,92 | 56,25 | 3801.8 | 3935.67 |
| 4 | 3861,43 | -6,5 | -408,92 | 2657,95 | 42,25 | | 3980.29 |
| 5 | 4132,95 | -5,5 | -137,40 | 755,68 | 30,25 | | 4024.92 |
| 6 | 3949,51 | -4,5 | -320,84 | 1443,79 | 20,25 | | 4069.54 |
| 7 | 4089,82 | -3,5 | -180,53 | 631,86 | 12,25 | | 4114.16 |
| 8 | 4168,71 | -2,5 | -101,64 | 254,11 | 6,25 | | 4158.79 |
| 9 | 4119,20 | -1,5 | -151,15 | 226,72 | 2,25 | | 4203.41 |
| 10 | 4155,70 | -0,5 | -114,65 | 57,32 | 0,25 | | 4248.03 |
| 11 | 4187,24 | 0,5 | -83,11 | -41,55 | 0,25 | | 4292.66 |
| 12 | 4349,74 | 1,5 | 79,39 | 119,09 | 2,25 | | 4337.28 |
| 13 | 4267,54 | 2,5 | -2,81 | -7,02 | 6,25 | | 4381.90 |
| 14 | 4430,63 | 3,5 | 160,28 | 560,98 | 12,25 | | 4426.53 |
| 15 | 4638,85 | 4,5 | 368,50 | 1658,24 | 20,25 | | 4471.15 |
| 16 | 4477,93 | 5,5 | 207,58 | 1141,71 | 30,25 | | 4515.77 |
| 17 | 4616,30 | 6,5 | 345,95 | 2248,64 | 42,25 | | 4560.40 |
| 18 | 4733,25 | 7,5 | 462,90 | 3471,78 | 56,25 | | 4605.02 |
| 19 | 4681,47 | 8,5 | 411,12 | 3494,53 | 72,25 | | 4649.64 |
| 20 | 4636,46 | 9,5 | 366,11 | 3478,06 | 90,25 | | 4694.27 |
| 21 | | | | | | | 4738.89 |
| 22 | | | | | | | 4783.51 |
| 23 | | | | | | | 4828.14 |

| | | | | | |
|----------------|------|----------|------------|----------|-----|
| Average | 10,5 | 4270,329 | Sum | 29674.52 | 665 |
|----------------|------|----------|------------|----------|-----|



Παράδειγμα Theta (3/5)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| Period | Data | ThetaLine(0) | ThetaLine(2) |
|--------|---------|--------------|--------------|
| 1 | 4036,68 | 3846.42 | 4226.94 |
| 2 | 3974,13 | 3891.05 | 4057.21 |
| 3 | 3899,03 | 3935.67 | 3862.39 |
| 4 | 3861,43 | 3980.29 | 3742.57 |
| 5 | 4132,95 | 4024.92 | 4240.98 |
| 6 | 3949,51 | 4069.54 | 3829.48 |
| 7 | 4089,82 | 4114.16 | 4065.48 |
| 8 | 4168,71 | 4158.79 | 4178.63 |
| 9 | 4119,20 | 4203.41 | 4034.99 |
| 10 | 4155,70 | 4248.03 | 4063.37 |
| 11 | 4187,24 | 4292.66 | 4081.82 |
| 12 | 4349,74 | 4337.28 | 4362.20 |
| 13 | 4267,54 | 4381.90 | 4153.18 |
| 14 | 4430,63 | 4426.53 | 4434.73 |
| 15 | 4638,85 | 4471.15 | 4806.55 |
| 16 | 4477,93 | 4515.77 | 4440.09 |
| 17 | 4616,30 | 4560.40 | 4672.20 |
| 18 | 4733,25 | 4605.02 | 4861.48 |
| 19 | 4681,47 | 4649.64 | 4713.30 |
| 20 | 4636,46 | 4694.27 | 4578.65 |
| 21 | | 4738.89 | |
| 22 | | 4783.51 | |
| 23 | | 4828.14 | |

| SES on ThetaLine(2) with $\alpha=0.5$ |
|---------------------------------------|
| 4226.94 |
| 4226.94 |
| 4142.08 |
| 4002.23 |
| 3872.40 |
| 4056.69 |
| 3943.09 |
| 4004.28 |
| 4091.46 |
| 4063.22 |
| 4063.30 |
| 4072.56 |
| 4217.38 |
| 4185.28 |
| 4310.01 |
| 4558.28 |
| 4499.18 |
| 4585.69 |
| 4723.59 |
| 4718.44 |
| 4648.55 |
| 4648.55 |
| 4648.55 |

Παράδειγμα Theta (4/5)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

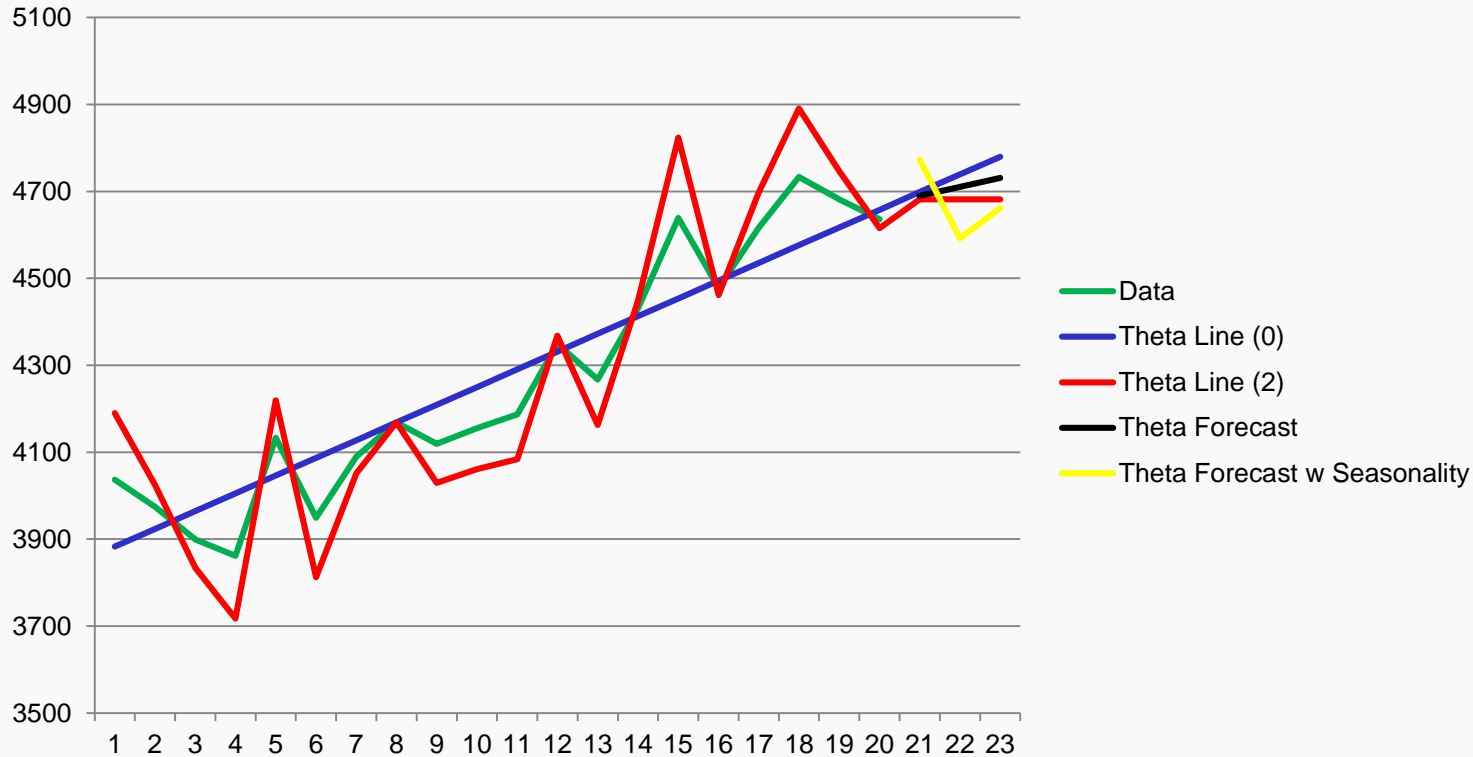
| Period | Data | ThetaLine(0) | ThetaLine(2) |
|--------|----------|--------------|--------------|
| 1 | 4036,679 | 3846.42 | 4226.937 |
| 2 | 3974,128 | 3891.05 | 4057.213 |
| 3 | 3899,027 | 3935.67 | 3862.39 |
| 4 | 3861,435 | 3980.29 | 3742.567 |
| 5 | 4132,955 | 4024.92 | 4240.983 |
| 6 | 3949,508 | 4069.54 | 3829.48 |
| 7 | 4089,817 | 4114.16 | 4065.477 |
| 8 | 4168,706 | 4158.79 | 4178.633 |
| 9 | 4119,201 | 4203.41 | 4034.99 |
| 10 | 4155,703 | 4248.03 | 4063.367 |
| 11 | 4187,242 | 4292.66 | 4081.823 |
| 12 | 4349,741 | 4337.28 | 4362.2 |
| 13 | 4267,543 | 4381.90 | 4153.177 |
| 14 | 4430,63 | 4426.53 | 4434.733 |
| 15 | 4638,848 | 4471.15 | 4806.55 |
| 16 | 4477,934 | 4515.77 | 4440.087 |
| 17 | 4616,295 | 4560.40 | 4672.203 |
| 18 | 4733,255 | 4605.02 | 4861.48 |
| 19 | 4681,471 | 4649.64 | 4713.297 |
| 20 | 4636,462 | 4694.27 | 4578.653 |
| 21 | | 4738.89 | 4648.55 |
| 22 | | 4783.51 | 4648.55 |
| 23 | | 4828.14 | 4648.55 |

| Theta Forecast | SI | Theta Forecast w Seasonality |
|----------------|----|------------------------------|
|----------------|----|------------------------------|

| | | |
|---------|--------|---------|
| 4693.72 | 101,79 | 4777.74 |
| 4716.03 | 97,48 | 4597.19 |
| 4738.34 | 98,54 | 4669.16 |

Παράδειγμα Theta (5/5)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



Στόχοι Διαγωνισμών Πρόβλεψης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

- 01** Δημιουργία ερεθίσματων στους ερευνητές για την υλοποίηση νέων μεθόδων πρόβλεψης
- 02** Σύγκριση και ταξινόμηση των μεθόδων πρόβλεψης με κριτήριο την ελαχιστοποίηση του σφάλματος
- 03** Έλεγχος της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων προηγούμενων διαγωνισμών πρόβλεψης

Διαγωνισμός M 1982

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



- Στατιστικά πολύπλοκες ή εξεζητημένες μέθοδοι δεν προσδίδουν απαραίτητα και πιο ακριβείς προβλέψεις από τις πιο απλές.
- Η σχετική κατάταξη της απόδοσης των διαφόρων μεθόδων ποικίλει ανάλογα με το κριτήριο ακρίβειας που χρησιμοποιείται.
- Η ακρίβεια μίας μεθόδου που είναι συνδυασμός απλών μεθόδων συνήθως είναι καλύτερη της ακρίβειας των μεθόδων αν αυτές εφαρμοσθούν ξεχωριστά.
- Η ακρίβεια των διαφόρων μεθόδων εξαρτάται από την έκταση του ορίζοντα πρόβλεψης που εφαρμόζεται.

Διαγωνισμός M3 (1 από 2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Συνοπτικά Αποτελέσματα

| Μέθοδος Πρόβλεψης | SMAPE των 1428 μηνιαίων χρονοσειρών | SMAPE στο σύνολο των χρονοσειρών (3003) |
|---------------------|-------------------------------------|---|
| THETA | 13.85 | 13.01 |
| ForecastPro | 13.86 | 13.19 |
| ForcX | 14.45 | 13.49 |
| COMB S-H-D | 14.48 | 13.52 |
| DAMPEN | 14.59 | 13.63 |
| THETA _{sm} | 14.66 | 13.88 |
| RBF | 14.77 | 13.75 |
| B-J automatic | 14.81 | 14.01 |
| AutomatANN | 14.93 | 14.11 |
| SMARTFCS | 15.03 | 14.13 |

Διαγωνισμός M4 (1 από 2) 2010+

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Συνοπτικά Αποτελέσματα

| | Datasets | Number of Timeseries | Category |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Main Datasets | Business / Industry | 1500 | Static |
| | Finance | 2000 | Multiple Release |
| | Economics | 2000 | Static |
| | Inventory | 1500 | Multiple Release |
| | Internet & Telecommunications | 1000 | Static |
| | Demographic | 1000 | Static |
| | Climate | 1000 | Static |
| High Profile Datasets | Economics & Finance | 17 | Multiple Release (& Live) |
| | Fortune | 35 | Live |
| | GDP Pyramid I | 18 | Multiple Release (& Live) |
| | GDP Pyramid II | 10 | Multiple Release (& Live) |
| | Industry Pyramid | 38 | Static |

Διαγωνισμός M4 (2 από 2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

- Το τρίτο συστατικό: Στον διαγωνισμό M4 θα γίνει αξιολόγηση, εκτός των benchmark μεθόδων πρόβλεψης και των διαγωνιζομένων μεθόδων πρόβλεψης, των δημοσιευμένων προβλέψεων από ειδικούς (Bloomberg, Fortune κλπ.)
- Θα εφαρμοσθεί για πρώτη φορά live forecasting, όπου θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο, πλέον των στατιστικών μεθόδων, οι πληροφορίες και τα inside info (soft data) που θα έχουν στη διάθεσή τους οι συμμετέχοντες.
- Αξιολόγηση στο κέρδος-ζημία, με την εισαγωγή δεικτών που αφορούν μέτρηση κόστους σε αποθέματα αλλά και αποτελέσματα συναλλαγών σε οικονομικές σειρές.
- Χρονοσειρές σε μορφή πυραμίδας με σκοπό την παραγωγή προβλέψεων σε κάθε επίπεδο αυτής και σύγκριση μεταξύ της ακρίβειας των προβλέψεων κάθε επιπέδου.
- Νέες κατηγορίες δεδομένων: Internet, Κλίμα, Διακοπτόμενη Ζήτηση.
- Οι διοργανωτές του διαγωνισμού έχουν θέσει ως βασικό όρο αυτού τη δυνατότητα επαλήθευσης των αποτελεσμάτων (replicability), οπότε οι διαγωνιζόμενοι θα πρέπει να υποβάλουν, πέραν των προβλέψεων, αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τις μεθόδους και τις αρχικοποιήσεις.

Πειράματα Βελτιστοποίησης

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές



Στόχος η ελαχιστοποίηση του σφάλματος της Μεθόδου Πρόβλεψης Θ όταν αυτή εφαρμόζεται στα μηνιαία δεδομένα του Διαγωνισμού M3



Το σύνολο των 18 παρατηρήσεων, με το οποίο έγινε και η αξιολόγηση στο διαγωνισμό M3, θεωρείται άγνωστο κατά τη διάρκεια υπολογισμού των μοντέλων πρόβλεψης



Στη συνέχεια γίνεται μία προσπάθεια ταυτόχρονης εφαρμογής όλων των επιμέρους αλλαγών που οδήγησαν σε βελτίωση του μέσου όρου του σφάλματος, έτσι ώστε να εξετασθεί και να αξιολογηθεί η τελική βελτιστοποίηση



Δείκτες Εποχιακότητας, το πλήθος γραμμών Θ που εφαρμόζονται στο μοντέλο και τροποποιήσεις επί των παραμέτρων της εξομάλυνσης



Σε κάθε φάση του πειράματος τροποποιείται μόνο μία παράμετρος, ενώ οι υπόλοιπες κρατώνται σταθερές και σε συμφωνία με το αρχικό μοντέλο της Μεθόδου Θ



Επαλήθευση σε ένα dataset 20000+ χρονοσειρών

Εποχιακότητα

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Τροποποίηση της μεθόδου υπολογισμού των Δεικτών Εποχιακότητας

| Μέθοδος Υπολογισμού Δεικτών Εποχιακότητας | SMAPE |
|---|--------------|
| Κλασσική Μέθοδος Αποσύνθεσης | 13.85 |
| James-Stein | 13.79 |
| Lemon-Krutchkoff | 13.83 |
| Miller-Williams | 13.78 |

Επιμέρους Βελτιστοποίηση: $(13.85-13.78)/13.85=0.5\%$

Γραμμές Θ (1 από 2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Αυτοματοποιημένη μέθοδος υπολογισμού των βαρών των γραμμών $\Theta(0)$ και $\Theta(2)$ ούτως ώστε το μοντέλο της πρόβλεψης να προσαρμόζεται βέλτιστα σε ένα σύνολο από 12 παρατηρήσεις που θεωρούνται «κρυφές»

| Διάστημα στο οποίο κυμαίνονται τα βάρη των γραμμών $\Theta(0)$ και $\Theta(2)$ | SMAPE |
|--|--------------|
| 50%-50% | 13.85 |
| 45%-55% | 13.65 |
| 40%-60% | 13.70 |
| 35%-65% | 13.83 |
| 30%-70% | 14.00 |

Επιμέρους Βελτιστοποίηση: $(13.85-13.65)/13.85=1.4\%$

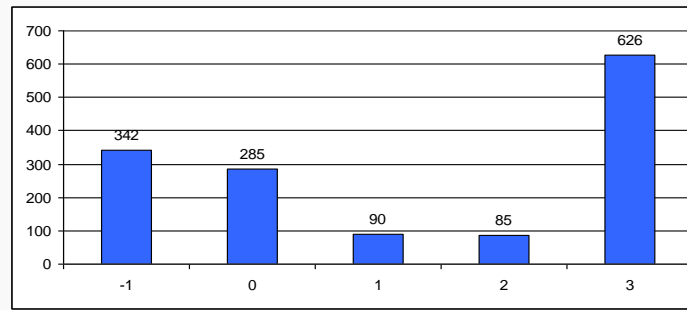
Γραμμές θ (2 από 2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Προστίθενται στο μοντέλο της πρόβλεψης κι άλλες γραμμές θ , πέρα των γραμμών με παραμέτρους $\theta=0$ και $\theta=2$. Συγκεκριμένα ελέγχεται η συνεισφορά των γραμμών με παραμέτρους $\theta=-1$, $\theta=1$ και $\theta=3$

| Συνδυασμός Γραμμών θ | SMAPE |
|--|--------------|
| $50\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 50\% \times \text{Forecast}[L(2)]$ | 13.85 |
| $33\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 33\% \times \text{Forecast}[L(2)] + 33\% \times \text{Forecast}[L(\theta_x)]$ | 14.34 |
| $45\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 45\% \times \text{Forecast}[L(2)] + 10\% \times \text{Forecast}[L(\theta_x)]$ | 13.71 |
| $47.5\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 47.5\% \times \text{Forecast}[L(2)] + 5\% \times \text{Forecast}[L(\theta_x)]$ | 13.70 |
| $50\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 30\% \times \text{Forecast}[L(2)] + 20\% \times \text{Forecast}[L(\theta_x)]$ | 13.74 |
| $50\% \times \text{Forecast}[L(0)] + 40\% \times \text{Forecast}[L(2)] + 10\% \times \text{Forecast}[L(\theta_x)]$ | 13.68 |

Επιμέρους Βελτιστοποίηση:
 $(13.85-13.67)/13.85=1.3\%$



Παράμετρος Εξομάλυνσης (1 από 2)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Αλλαγή των ορίων του διαστήματος επιλογής του συντελεστή εξομάλυνσης

| Όρια διαστήματος Επιλογής του συντελεστή εξομάλυνσης | SMAPE |
|--|--------------|
| [0, 1] | 13.85 |
| [0.1, 1] | 13.84 |
| [0.2, 1] | 13,89 |
| [0, 0.9] | 13.84 |
| [0, 0.8] | 13.87 |
| [0.1, 0.9] | 13,82 |

Επιμέρους Βελτιστοποίηση: $(13.85-13.82)/13.85=0.2\%$

Εφαρμογή Τελικού Μοντέλου

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Εφαρμόστηκαν όλες οι προηγούμενες τροποποιήσεις ταυτόχρονα. Το μοντέλο που προκύπτει καλείται Βελτιστοποιημένο Μοντέλο Θ, και συγκρίνεται με τις καλύτερες μεθόδους πρόβλεψης που συμμετείχαν στο Διαγωνισμό M3

| Μέθοδος Πρόβλεψης | SMAPE | Κατάταξη στο Διαγωνισμό M3 |
|-----------------------------------|--------------|----------------------------|
| Κλασσικό Μοντέλο Θ | 13.85 | 1 |
| ForecastPro | 13.86 | 2 |
| ForcX | 14.45 | 3 |
| Βελτιστοποιημένο Μοντέλο Θ | 13.57 | |

Συνολική Βελτιστοποίηση: $(13.85-13.57)/13.85=2.024\%$

Επαλήθευση (1 από 4)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

27

- Over 20000 Timeseries where gathered:
 - Forecasting Competitions
 - ✓ M-Competition
 - ✓ M2-Competition
 - ✓ M3-Competition
 - ✓ T-Competition
 - ✓ NN3-Competition
 - FRED – Federal Reserve Bank of St.Liouis
 - Hyndman, R.J. (n.d.) Time Series Data Library
 - Collections from Books

Επαλήθευση (2 από 4)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

Holding out Value for the different types of timeseries

| | |
|-----------|----|
| Yearly | 6 |
| Quarterly | 8 |
| Monthly | 12 |
| Weekly | 12 |
| Daily | 14 |
| Other | 10 |

Επαλήθευση (3 από 4)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| Method | sMAPE (all timeseries) |
|-----------------|---------------------------|
| SES | 11.03% |
| Holt | 14.79% |
| Damped | 11.02% |
| Linear Trend | 23.45% |
| Theta Classic | 9.64% |
| Theta Optimized | 9.77% |

Επαλήθευση (4 από 4)

Επιχειρηματικές Προβλέψεις: Μέθοδοι & Τεχνικές

| Method | Yearly | Quarterly | Monthly | Weekly | Daily | Other |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| SES | 25.40% | 21.90% | 6.44% | 10.83% | 19.68% | 7.23% |
| Holt | 36.76% | 23.20% | 8.86% | 10.78% | 19.42% | 5.25% |
| Damped | 28.76% | 14.11% | 6.78% | 11.40% | 20.63% | 6.52% |
| Linear Trend | 39.21% | 74.97% | 12.56% | 43.42% | 36.32% | 11.19% |
| Theta Classic | 22.20% | 13.93% | 6.30% | 10.87% | 19.76% | 5.91% |
| Theta Optimized | 22.84% | 15.55% | 6.12% | 11.24% | 19.53% | 6.00% |



Feel free to say hi!

We are friendly and social

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφος
Αττική, 15780, Ελλάδα
E-mail: [info\(at\)fsu.gr](mailto:info(at)fsu.gr)
Τηλέφωνο: 2107723637 Fax: 2107723740

Κτίριο της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
2ος όροφος - 2.2.1 Εργαστήριο



@FSU NTUA



Μονάδα
Προβλέψεων και
Στρατηγικής ΕΜΠ



lesson@fsu.gr

