



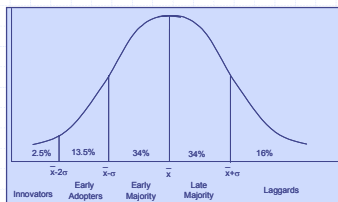
Μοντέλα πρόβλεψης της ζήτησης τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών

Μοντέλα διάχυσης και ζήτησης της τεχνολογίας



Διαδικασία διάχυσης της τεχνολογίας

- ◆ Βασικά χαρακτηριστικά όσων υιοθετούν μια τεχνολογία
- ◆ Επικοινωνία μεταξύ τους



2



Τεχνικές πρόβλεψης

- ◆ Ανάλυση Τάσεων (Trend Analysis)
 - Χρήση μαθηματικών και στατιστικών τεχνικών για την επέκταση χρονοσειρών σε μελλοντικό χρόνο
 - Χρήσεις
 - πρόβλεψη ποσοτικοποιημένων παραμέτρων
 - Κατάλληλο για υιοθέτηση και αντικατάσταση τεχνολογιών

3

Τεχνικές πρόβλεψης

- ◆ **Ανάλυση Τάσεων (Trend Analysis)**
 - **Συν**
 - προσφέρει εύρωστα αποτελέσματα πρόβλεψης και εκτίμησης των παραμέτρων που σχετίζονται με αυτή, βασισμένα σε δεδομένα
 - Ακριβές για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις
 - **Πλην**
 - Απαιτεί σημαντικό πλήθος δεδομένων
 - Ακριβές μόνο για ποσοτικές παραμέτρους

4

Τεχνικές πρόβλεψης

- ◆ **Μοντελοποίηση**
 - **Αναπαράσταση της δομής των δυναμικών φαινομένων του «πραγματικού» κόσμου**
 - **Συν**
 - Παρουσίαση μελλοντικής συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων
 - Διαχωρισμός σημαντικών πτυχών
 - **Πλην**
 - Εξαιρετικά πολύπλοκες τεχνικές μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος παραδοχές και μικρή αξιοπιστία των προβλέψεων

5

Δομή παρουσίασης Ερευνητικές περιοχές

```

graph TD
    A[Diffusion and forecasting research areas] --- B[Study and development of models]
    A --- C[Parameter Estimation Methods]
    A --- D[Model application and study of results]
  
```

6

Μελέτη μοντέλων

- ◆ Μοντέλα επιλογής
 - Choice – based models
 - Μελέτη της διαδικασίας επιλογής κάθε ατόμου/individual
- ◆ Σωρευτικά μοντέλα
 - Aggregate level models
 - Μελέτη πληθυσμών
- ◆ Δι-εθνικά (Multinational) μοντέλα ζήτησης
- ◆ Μοντέλα αντικατάστασης τεχνολογικών γενεών

7

Μέθοδοι εκτίμησης των παραμέτρων των μοντέλων

- ◆ Χρονικά ανεξάρτητη εκτίμηση
 - Ordinary Least Squares (OLS)
 - Nonlinear Least Squares (NLS)
 - Maximum Likelihood Estimation (MLE)
 - Genetic Algorithms (GA)
- ◆ Χρονικά εξαρτώμενη εκτίμηση
 - Bayesian estimation
 - Feedback filters (Kalman filters)

8

Εφαρμογές των μοντέλων ζήτησης

- ◆ Εφαρμογές σε ιστορικά δεδομένα διείσδυσης
- ◆ Μελέτη των τεχνικών εκτίμησης
- ◆ Πρόβλεψη ζήτησης (κατάλληλα μοντέλα για ακριβέστερες προβλέψεις)

9

Ανασκόπηση των μοντέλων διάχυσης της τεχνολογίας

- ◆ Τα πιο γνωστά μοντέλα
 - Bass
 - Fischer –Pry
 - Compertz
- ◆ Στη βιβλιογραφία υπάρχει μια πληθώρα μοντέλων

10

BASS Model (Frank Bass, 1969)

$$P(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$$

- ◆ $F(t)$: Σωρευτική πιθανότητα (cumulative probability) υιοθέτησης της καινοτομίας
- ◆ $f(t)$: ρυθμός μεταβολής της πιθανότητας υιοθέτησης της καινοτομίας
- ◆ $P(t)$: Υπό συνθήκη πιθανοφάνεια (conditional likelihood) υιοθέτησης της καινοτομίας της χρονική στιγμή t , δεδομένου ότι ο συνδρομητής δεν έχει υιοθετήσει την καινοτομία μέχρι εκείνη τη στιγμή

11

Bass model (cont.)

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + \frac{q}{m} * N(t)$$

- $N(t)$: ο αριθμός όσων έχουν υιοθετήσει τη καινοτομία μέχρι τη στιγμή t
- m : η παράμετρος που καθορίζει το συνολικό αριθμό του πληθυσμού στόχου
Όλοι όσοι μπορεί να αγοράσουν την καινοτομία
Ο συνολικός πληθυσμός
- p : Συντελεστής καινοτομίας (coefficient of innovation)
- q : Συντελεστής μίμησης/αντιγραφής (coefficient of imitation)

12

Φορμαλισμοί του μοντέλου Bass

Διακριτό ανάλογο

$$S(T) = p * m + (q - p) * Y(T-1) - \frac{q}{m} [Y(T-1)]^2$$

- ◆ $Y(T-1)$: Σωρευτικές πωλήσεις μέχρι τη χρονική στιγμή T-1
- ◆ $S(T)$: Αριθμός νέων πωλήσεων (υιοθέτησης της καινοτομίας) τη χρονική στιγμή T

13

Φορμαλισμοί του μοντέλου Bass

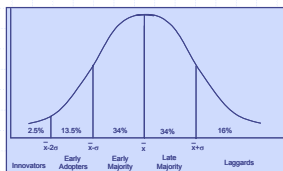
◆ Γενική μορφή

$$S(T) = \frac{m * (p + q)^2}{p} * \frac{e^{-(p+q)T}}{\left(\frac{q}{p} * e^{-(p+q)T} + 1\right)^2}$$

14

Η καμπύλη διάχυσης (The S-Curve)

- ◆ Αρχικά οι νέες τεχνολογίες εξελίσσονται με αργό ρυθμό
- ◆ Στη συνέχεια οι τεχνολογικές εξελίξεις επιταχύνονται εκθετικά
- ◆ Τέλος, η τεχνολογική εξέλιξη παύει να επιταχύνεται και σχεδόν σταματά



15



Καμπύλες διάχυσης S

$$\frac{dY(t)}{dt} = \delta * Y(t) * [S - Y(t)]$$

Y(t) η συνολική διείσδυση τη χρονική στιγμή t
 S το επίπεδο κόρου της συγκεκριμένης τεχνολογίας
 δ συντελεστής αναλογίας, (συντελεστής διάχυσης)

- ◆ Διείσδυση: το ποσοστό του πληθυσμού υιοθετεί το προϊόν ή την υπηρεσία
- ◆ Τη στιγμή της εισαγωγής της τεχνολογίας (t=0), υπάρχει μια κρίσιμη μάζα πληθυσμού που αρχικά της υιοθετεί, οι «κινιστοίμοι».
- ◆ Ο πληθυσμός αυτός επηρεάζει τη διάχυση και το ρυθμό αυξήσεων ή κόρου



Μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης της ζήτησης

- ◆ Μοντέλα γραμμικής παρεμβολής
- ◆ Fisher-Pry
- ◆ Gompertz
- ◆ Λογιστικά μοντέλα (Logistic models)
- ◆ Μοντέλα τριών ή περισσότερων παραμέτρων (TONIC model)



Γραμμική παρεμβολή

- ◆ $y(t) = at + b$
- ◆ Η απλούστερη τεχνικής παρεμβολής
- ◆ Δεν είναι καμπύλη τύπου S

Μοντέλο Fisher-Pry

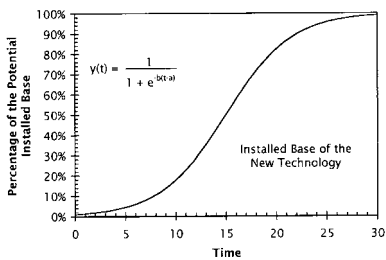
- ◆ Γενικό μοντέλο πρόβλεψης αντικατάστασης
 - Χρησιμοποιείται συχνά για να προβλεφθεί ο ρυθμός αντικατάστασης μιας τεχνολογίας από μια άλλη όπως πχ. μεταξύ 2G και 3G
- ◆ Συμμετρική καμπύλη γύρω από το σημείο διείσδυσης 50%

$$y(t) = 1/(1 + e^{-b(t-a)})$$

- $y(t)$ = ποσοστό της δυναμικής αγοράς που κατέχει η νέα τεχνολογία τη χρονική στιγμή t
- a = η χρονική στιγμή που η νέα τεχνολογία φθάνει το 50% της συνολικής αγοράς
- b = ρυθμός υιοθέτησης της τεχνολογίας

19

Μοντέλο Fisher-Pry



Source: Technology Futures, Inc.

20

Μερικά παραδείγματα εφαρμογής του μοντέλου Fisher-Pry

- ◆ Synthetics for natural leather
- ◆ Synthetic fibers for natural fibers
- ◆ Detergents for soap
- ◆ Basic oxygen furnace for open hearth steel
- ◆ synthetic versus natural tire fibers
- ◆ Organic versus inorganic insecticides
- ◆ plastic versus other pleasure boat hulls
- ◆ Plastic versus metal in cars
- ◆ Open hearth versus Bessemer steel
- ◆ electric arc versus open hearth steel
- ◆ Sulfate versus tree tapped turpentine
- ◆ water-based versus oil-based paints
- ◆ T102 for ZnO and PbO paint pigments
- ◆ Plastic for hardwood in residential floors
- ◆ Synthetic rubber for natural rubber
- ◆ Margarine for butter

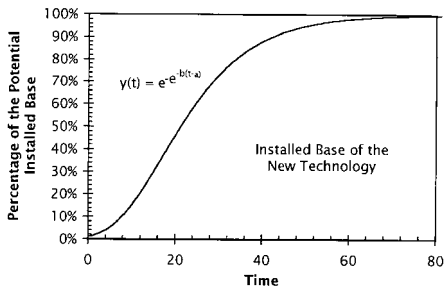
21

Το μοντέλο Gompertz

- ◆ Αναφέρεται σαν μοντέλο «θνησιμότητας»
- ◆ Προσέγγιση του μοντέλου
 - Ο ρυθμός θνησιμότητας της τεχνολογίας αυξάνει εκθετικά με την ηλικία της
- ◆ Είναι πλέον κατάλληλο για περιπτώσεις όπου η αλλαγή της τεχνολογίας οφείλεται σε απαξίωση του εξοπλισμού παρά σε τεχνολογική καινοτομία

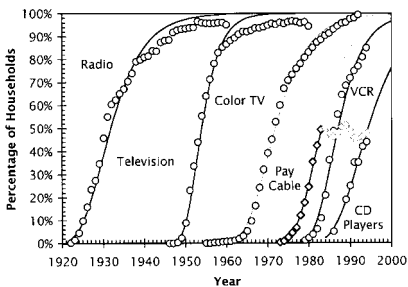
25

Το μοντέλο Gompertz



26

Παραδείγματα εφαρμογής του μοντέλου Gompertz



Source: Technology Futures, Inc.

27

Λογιστικά (Logistic) μοντέλα

General form

$$Y(t) = \frac{S}{1 + e^{f(t)}}$$

$$f(t) = -a - b * t(m,k)$$

$t(m,k)$ μη γραμμική συνάρτηση του χρόνου

S Επίπεδο κόρου (Saturation level)

28

Ειδικές περιπτώσεις των λογιστικών μοντέλων

◆ Linear Logistic Model
 $f(t) = -a - b * t$

◆ $f(t) = -b(t-a)$
το μοντέλο Fisher-Pry

◆ Το μοντέλο Box-Cox

$$t(m,k) = \frac{(1+t)^m - 1}{m}, k = 0$$

29

Το μοντέλο TONIC

Λογιστικό μοντέλο τύπου S

$$Y(t) = \frac{S}{(1 + e^{a+bt})^c}$$

30



Ένα αναλυτικό παράδειγμα

Διείσδυση της κινητής τηλεφωνίας
2ης γενιάς στην Ελλάδα
Δεδομένα και προβλέψεις

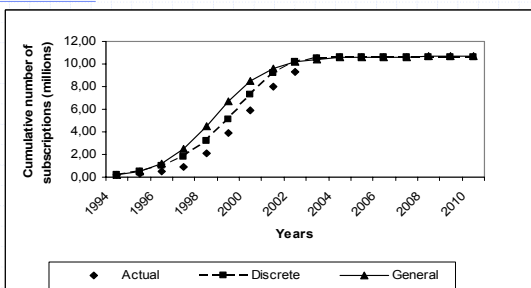


Τα δεδομένα

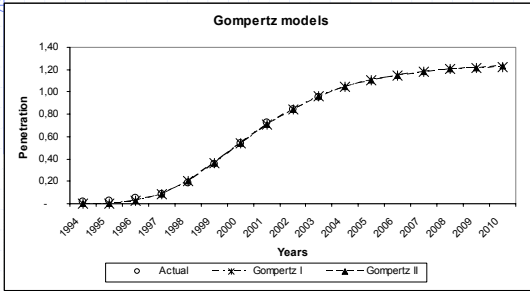
Year	Vodafone	Cosmote	Telestet	Q-Telecom	Total	Annual Sales	Penetration	Rate
1994					167.000		0,02	
1995					273.000	106.000	0,02	0,01
1996	320.000		211.000		531.000	258.000	0,05	0,02
1997	547.000		391.000		938.000	407.000	0,09	0,04
1998	1.069.000	298.838	688.614		2.056.452	1.118.452	0,19	0,10
1999	1.663.000	1.048.352	1.182.751		3.894.103	1.837.651	0,35	0,17
2000	2.225.981	2.061.011	1.645.098		5.932.090	2.037.987	0,54	0,19
2001	2.884.872	2.943.532	2.135.338		7.963.742	2.031.652	0,72	0,18
2002	3.218.707	3.506.338	2.513.642	76.000	9.314.687	1.350.945	0,85	0,12
2003	3.782.737	3.917.010	2.402.777	366.536	10.469.060	1.154.373	0,95	0,10



Εφαρμογή του μοντέλου Bass

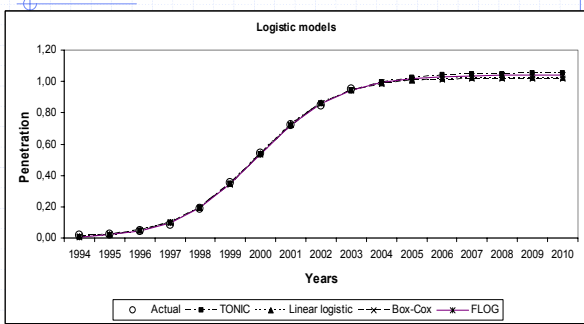


Εφαρμογή του μοντέλου Gompertz



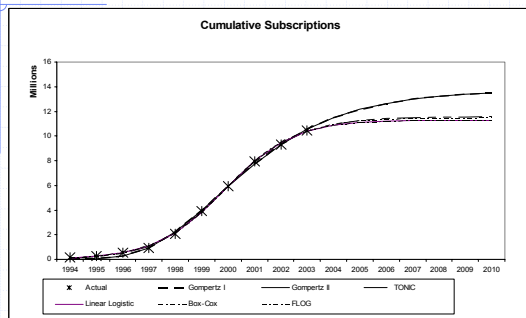
34

Εφαρμογή λογιστικών μοντέλων



35

Σύγκριση των μοντέλων



36



Αποτελέσματα της σύγκρισης

- ◆ Το μοντέλο Bass δεν παρέχει την καλύτερη δυνατή προσαρμογή στα δεδομένα
- ◆ Δεν είναι όλα τα μοντέλα κατάλληλα για όλα τα set δεδομένων
- ◆ Υπάρχει εξάρτηση από το προϊόν και την υπηρεσία
- ◆ Τα λογιστικά μοντέλα παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή
- ◆ Τα μοντέλα Gompertz παρουσιάζουν καλή προσαρμογή αλλά:
 - Υπερεκτιμούν το επίπεδο κόρου
 - Δεν λαμβάνουν υπόψη τα μοντέλα αντικατάστασης

37



Εργασίες - Πρόσθετο υλικό

- ◆ Ανασκόπηση βιβλιογραφίας σε μοντέλα ζήτησης
- ◆ Πηγές
 - RePec.org
 - Elsevier
 - Telecommunications Policy
 - Information Economics and Policy
 - Technological forecasting and social change
- ◆ Keywords
 - Diffusion models
 - Demand forecasting
 - Penetration
 - Model estimation techniques

38
