

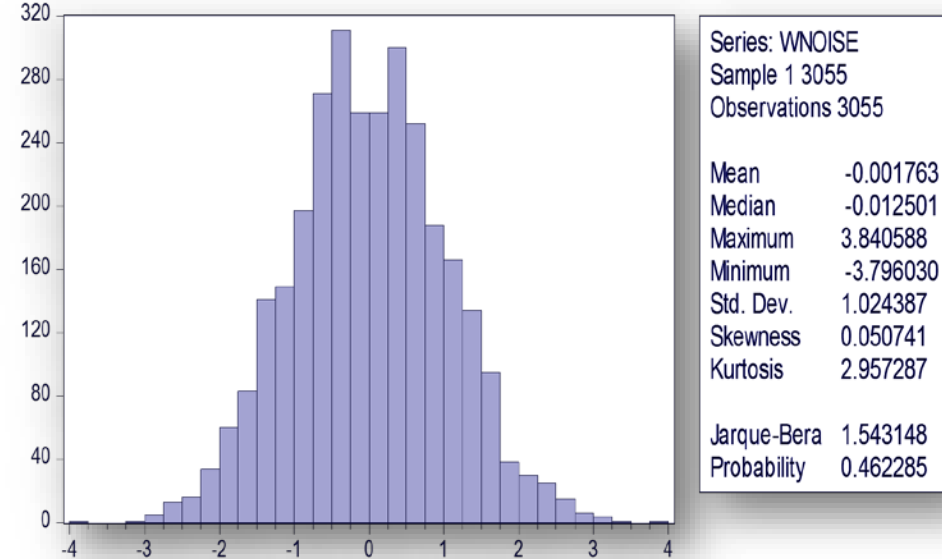
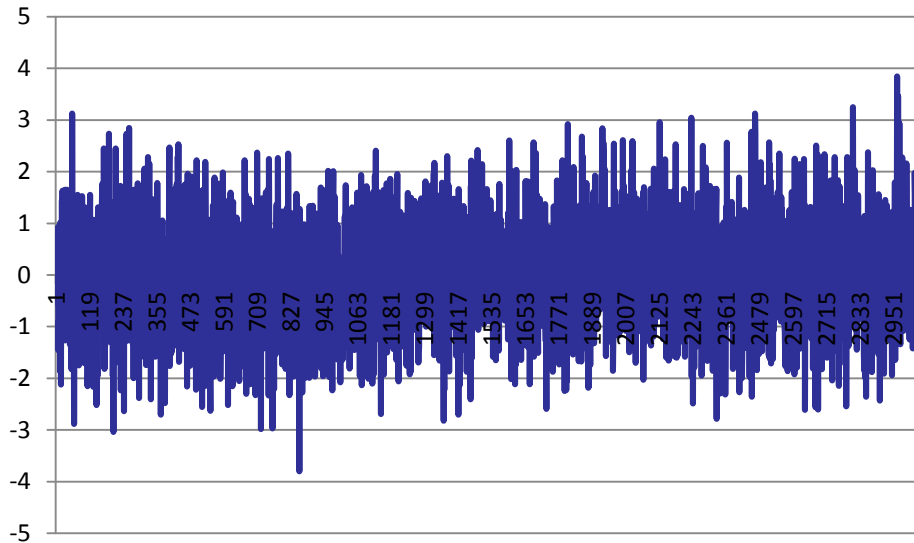
Πολύπλοκα Χρηματοοικονομικά Συστήματα: Οι Διαστάσεις της Ετερογένειας

Κατερίνα Κύρτσου

<https://catherinekyrtsou.wordpress.com/>

*24ο Θερινό Σχολείο - Συνέδριο «Δυναμικά Συστήματα και Πολυπλοκότητα»,
Βόλος, 12/07 - 21/07/2017*

Λευκός Θόρυβος



Skewness: μέτρο ασυμμετρίας

- Skewness = 0: συμμετρική κατανομή
- Skewness > 0: θετική ασυμμετρία
- Skewness < 0: αριστερή ασυμμετρία

$$S = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left(\frac{x_t - \bar{x}}{\hat{\sigma}} \right)^3$$

Kurtosis: μέτρο κύρτωσης

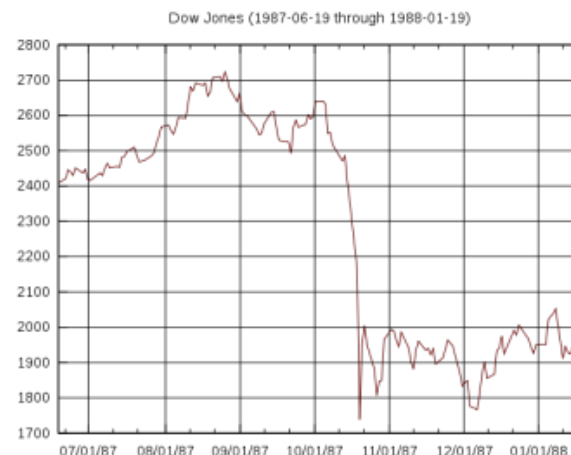
- Kurtosis = 3: μεσόκυρτη κατανομή
- Kurtosis > 3: λεπτόκυρτη κατανομή
- Kurtosis < 3: πλατύκυρτη κατανομή

$$K = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left(\frac{x_t - \bar{x}}{\hat{\sigma}} \right)^4$$

Αγορά σε Ισορροπία – Θεωρία EMH

Eugene Fama

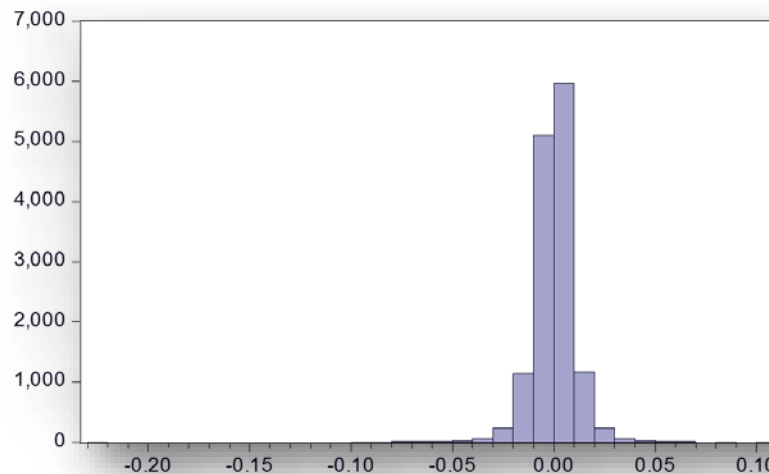
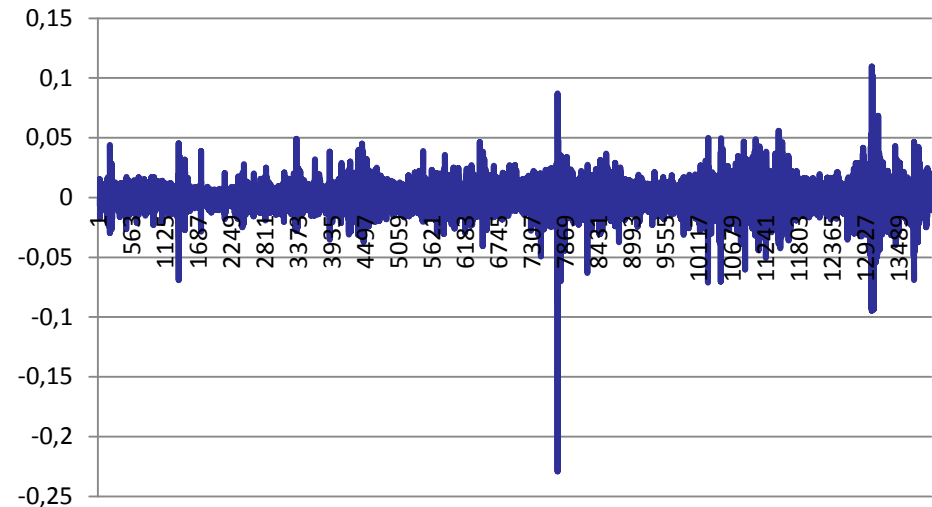
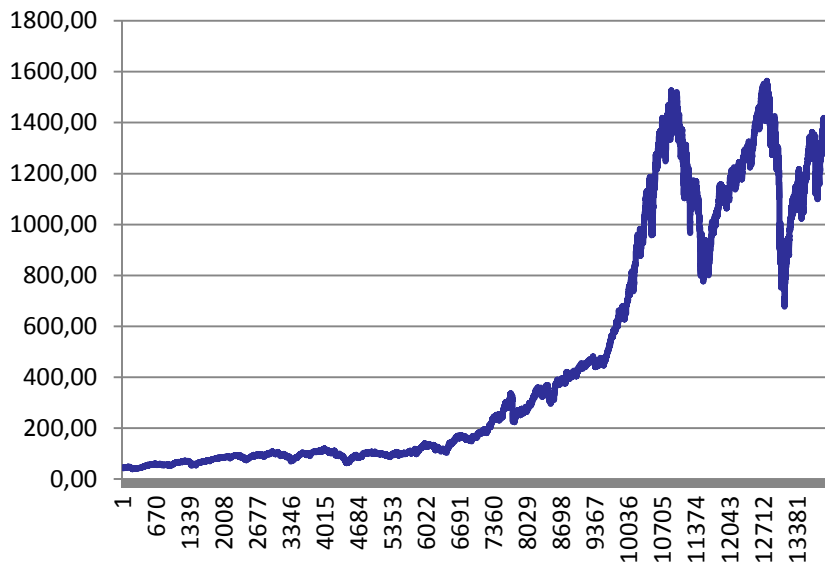
- Ομοιογενείς και ορθολογικοί επενδυτές,
- Συμμετρική πληροφορία,
- Οι αγορές είναι πλήρως λειτουργικές και αποτελεσματικές «μηχανές» που δημιουργούν λευκούς θορύβους,
- Βραχυχρόνιες αποκλίσεις επιτρέπονται, έτσι ώστε οι αγορές να «διορθώσουν» (πχ. Οκτώβριος 2014),
- Γραμμικά μοντέλα περιγράφουν τη δομή τους,
- Ο κίνδυνος προκύπτει από εξωγενή σοκ,
- Crash του '87 ήταν “outlier”.



Ιδιαιτερότητες Πραγματικών Δεδομένων

- Χαρακτηριστικά της μικροδομής της αγοράς (διάφοροι περιορισμοί, π.χ. στις ανοικτές πωλήσεις, ύπαρξη ορίων στη διακύμανση των τιμών κ.τ.λ),
- Κόστος συναλλαγών που δημιουργεί καθυστέρηση στην επενδυτική διαδικασία,
- Συχνότητα εισόδου νέων πληροφοριών και κυρίως στο είδος της πληροφορίας: ύπαρξη αυτοσυσχετίσεων,
- Επενδυτική συμπεριφορά (φραγμένος ορθολογισμός),
- Διαφορετική εκτίμηση θετικών και αρνητικών ειδήσεων, διαφορά κινήτρων επενδυτών και χρονικού ορίζοντα επένδυσης (ετερογενείς επενδυτές),
- Μεταβολές του θεσμικού και λειτουργικού πλαισίου της αγοράς (δομικές αλλαγές),
- Μη-συνεχής εμπορευσιμότητα (thin trading),
- Ημερολογιακές ανωμαλίες (εποχικό φαινόμενο -περιοδικό ή τυχαίο-).

Αμερικάνικος Χρηματιστηριακός Δείκτης S&P500



Series: SP500	
Sample	1 14034
Observations	14034
Mean	0.000245
Median	0.000429
Maximum	0.109572
Minimum	-0.228997
Std. Dev.	0.010053
Skewness	-1.023055
Kurtosis	30.80820
Jarque-Bera	454633.0
Probability	0.000000

Αγορά σε Ανισορροπία – Θεωρία ΗΜΗ

Robert Shiller, Andrew Lo

- Μη-ορθολογικοί και ετερογενείς επενδυτές,
- Ασύμμετρη πληροφορία,
- Η μη-ορθολογική συμπεριφορά και η ασυμμετρία πληροφορίας δημιουργούν μοτίβα,
- Οι διακυμάνσεις έχουν ενδογενή και μόνιμο χαρακτήρα,
- Τα γραμμικά μοντέλα είναι περιοριστικά,
- Ο κίνδυνος περιλαμβάνει πιο ποιοτικά χαρακτηριστικά,
- Crash του '87 ήταν αποτέλεσμα υπεραποτίμησης και επενδυτικής ψυχολογίας.

Πολύπλοκο Σύστημα

- Richard Day (1994); Stever Durlauf (1997):
 - Ένα σύστημα είναι δυναμικά πολύπλοκο εάν εξαιτίας αλληλεπιδράσεων πολλών ετερογενών στοιχείων αποτυγχάνει να συγκλίνει στο σημείο ισορροπίας.
- Ιδιότητες
 - Μη-γραμμική αλληλεπίδραση μεταξύ ετερογενών συνιστωσών οι οποίες με τη σειρά τους είναι πολύπλοκες,
 - Μεγάλος αριθμός συνιστωσών,
 - Η δομή επιμερίζεται σε διαφορετικές κλίμακες,
 - Προσαρμοστικότητα,
 - Πολλαπλές ισορροπίες,
 - Ύπαρξη μνήμης: παρελθοντικές καταστάσεις (states) επιδρούν στο παρόν (hysteresis),
 - Οι σχέσεις εμπεριέχουν το μηχανισμό της ανάδρασης (feedback).

Πολυπλοκότητα και Οικονομική Ανάλυση

- Η ύπαρξη πολύπλοκων ενδογενών δυναμικών υπονομεύει δύο κλασικές παραδοχές:
 - Η οικονομία διαθέτει απαραίτητα σταθεροποιητικούς μηχανισμούς (self-stabilizing),
 - Τα οικονομούντα άτομα έχουν ορθολογικές προσδοκίες.
- Αδυναμία μοναδικής ισορροπίας:
 - Τα οικονομικά συστήματα είναι εξελισσόμενα. Οι αλληλεπιδράσεις των οικονομούντων ατόμων προσδίδουν δυναμικό χαρακτήρα στο σύστημα,
 - Η ύπαρξη του μηχανισμού ανατροφοδότησης οδηγεί στην ύπαρξη πολλαπλών σημείων ισορροπίας.

Ανατροφοδότηση (Feedback)

- Θετική Ανατροφοδότηση (positive feedback – momentum): διευρύνει αποκλίσεις. Βοηθάει στην εξέλιξη του συστήματος αφού του δίνει τη δυνατότητα να οδηγηθεί σε νέα σημεία ισορροπίας.
- Αρνητική Ανατροφοδότηση (negative feedback – contrarian): βοηθάει να διατηρηθεί η σταθερότητα σε ένα σύστημα ανεξάρτητα των εξωτερικών επιδράσεων.

Αιτίες της Θετικής Ανατροφοδότησης

- Αλληλεξάρτηση (τόσο μέσα στην ομάδα όσο και μεταξύ των ομάδων): όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτών που συμμετέχουν σε μια μαζική κινητοποίηση τόσο πιο ελκυστικό είναι για κάποιον να ακολουθήσει.
- Διαίσθηση: αν γνωρίζουμε ότι άλλοι έχουν δράσει μαζικά:
 - Είναι ευκαιρία και για εμάς να συμμετέχουμε,
 - Ακόμα και αν το αποτέλεσμα των πράξεων τους παραμένει αβέβαιο, το γεγονός ότι περιμένουν να πετύχουν ενισχύει τις ελπίδες μας.

Μη-Γραμμικότητα

- Τα πολύπλοκα συστήματα χαρακτηρίζονται από ενδογενή μη-γραμμικότητα η οποία είναι συνέπεια της ύπαρξης θετικής ανατροφοδότησης.
- Ειδικότερα εάν το σύστημα έχει χαοτικά χαρακτηριστικά, τότε η ύπαρξη της «ευαισθησίας στις αρχικές συνθήκες» θα οδηγήσει στη διακοπή του μηχανισμού των ορθολογικών προσδοκιών (Rosser, 1996; DeCoster and Mitchell, 1992).

Ετερογένεια – Είδη Επενδυτών Ι

Smart money

Πληροφορημένος επενδυτής που διαμορφώνει τη στρατηγική του βασιζόμενος σε παραμέτρους οικονομικές, πολιτικές, χρηματοοικονομικές τόσο σε διεθνές επίπεδο όσο και στα πλαίσια της εταιρείας της οποίας κατέχει τίτλους (risk-averse):

- ❑ Στρατηγική: μεγιστοποίηση της αναμενόμενης απόδοσης κάτω από τον περιορισμό «ελάχιστου κινδύνου»,
- ❑ Επιχειρεί στην αγορά μακροπρόθεσμα,
- ❑ Σκοπός: όχι να «χτυπήσει» την αγορά βραχυπρόθεσμα αλλά να πάρει την απόδοση που ανταμείβει τον κίνδυνο που αναλαμβάνει,
- ❑ Το γεγονός ότι έχει μακροπρόθεσμη στρατηγική σημαίνει ότι προσδιορίζει τη δράση του σε σχέση με την εσωτερική αξία της μετοχής:
 - Όταν $P < F$ (υποεκτιμημένη μετοχή): αγοράζει.
 - Όταν $P > F$ (υπερεκτιμημένη μετοχή): πουλάει.

Ετερογένεια – Είδη Επενδυτών II

Ορθολογικός Κερδοσκόπος

Πληροφορημένος επενδυτής με βραχυπρόθεσμο ορίζοντα. Έχει την ίδια πληροφορία με τους smart money αλλά τη χρησιμοποιεί διαφορετικά :

- Στρατηγική: δεν ψάχνει την ελαχιστοποίηση του κινδύνου αλλά τη μεγιστοποίηση της βραχυπρόθεσμης αναμενόμενης απόδοσης του χαρτοφυλακίου,
- Επιχειρεί στην αγορά βραχυπρόθεσμα,
- Ακολουθούν τη λογική contrarian: λειτουργούν αντίθετα από την αγορά.

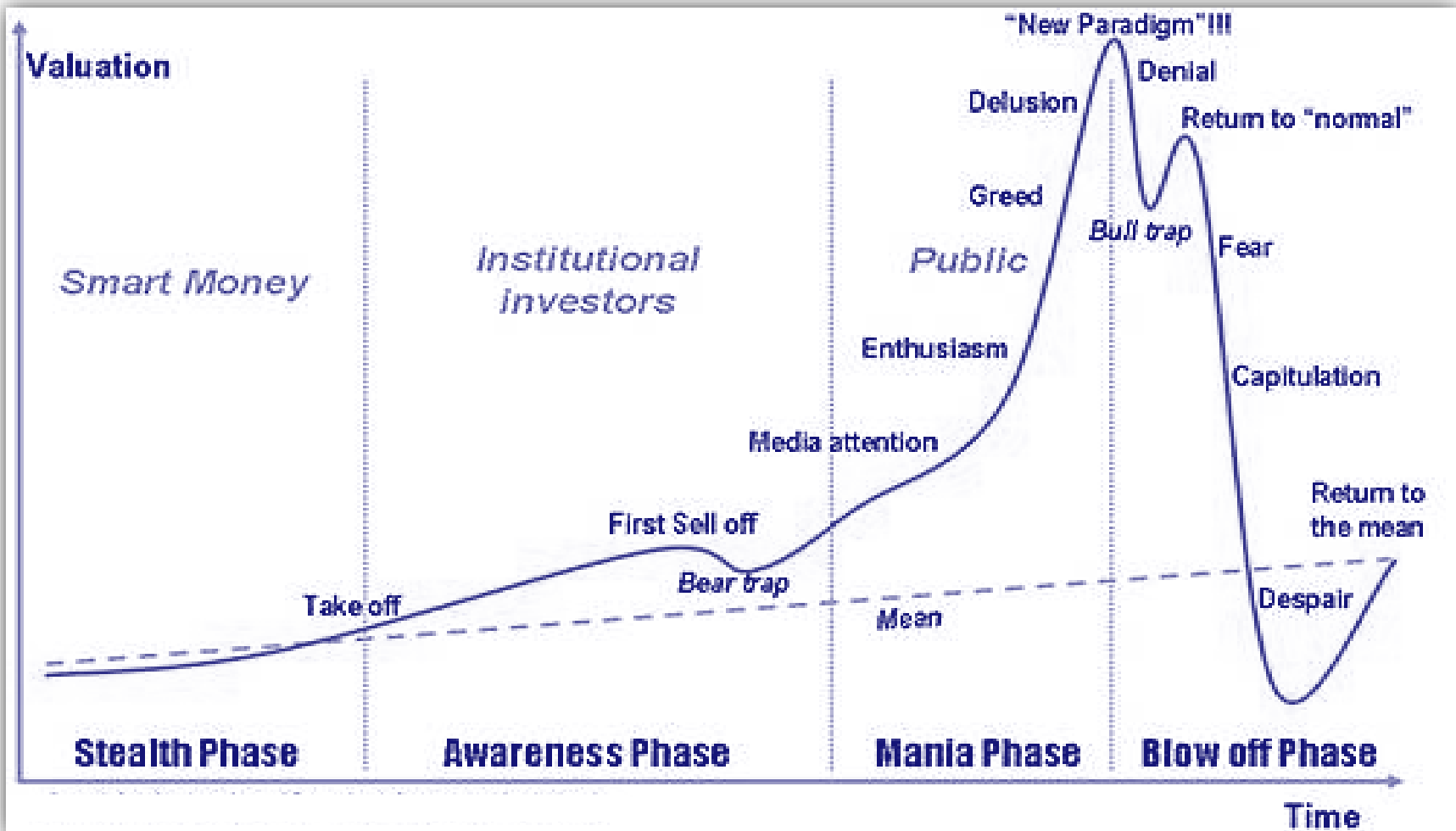
Ετερογένεια – Είδη Επενδυτών ΙΙΙ

Noise Trader

Επενδυτές με φραγμένο ορθολογισμό, συγχέουν το θόρυβο με την πληροφορία:

- ❑ Στρατηγική: δεν ψάχνει την ελαχιστοποίηση του κινδύνου αλλά τη μεγιστοποίηση της βραχυπρόθεσμης αναμενόμενης απόδοσης του χαρτοφυλακίου,
- ❑ Επιχειρεί στην αγορά βραχυπρόθεσμα,
- ❑ Εφαρμόζουν στρατηγικές momentum: ακολουθούν και ενισχύουν την τάση της αγοράς

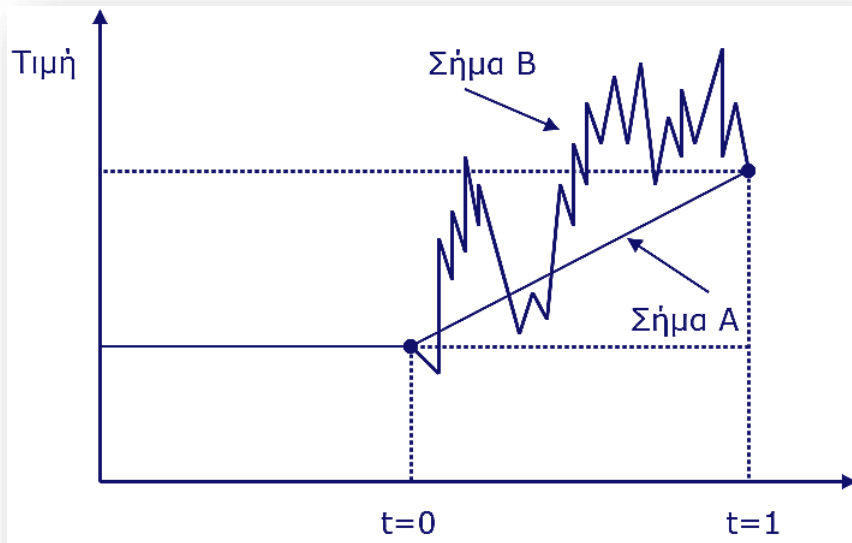
Δομή Χρηματοοικονομικής Φούσκας



Ετερογένεια - Πληροφορία

Ο βαθμός της ετερογένειας των προσδοκιών και των ερμηνειών προσδιορίζει την ακρίβεια των news.

Το σήμα A ερμηνεύεται ομοιογενώς, ενώ το σήμα B ετερογενώς.



Scholz, R.W., (2007): Rumors in Financial Markets



Chen, Lux and Marchesi (2001)

- Ετερογενείς επενδυτές: smart money & noise traders:

- $n_n(t)$ & $n_f(t)$

- $n_n(t) = n_+(t) + n_-(t)$

$$\textcircled{1} \quad \pi_{+-} = v_1 \frac{n_n}{N} \exp(U_1), \quad \pi_{-+} = v_1 \frac{n_n}{N} \exp(-U_1), \quad U_1 = \alpha_1 x + \frac{\alpha_2}{v_1} \frac{dp/dt}{p}$$

$$\pi_{+f} = v_2 \frac{n_+}{N} \exp(U_{2,1}), \quad \pi_{f+} = v_2 \frac{n_f}{N} \exp(-U_{2,1})$$

$$\pi_{-f} = v_2 \frac{n_-}{N} \exp(U_{2,2}), \quad \pi_{f-} = v_2 \frac{n_f}{N} \exp(-U_{2,2})$$

Chen, Lux and Marchesi (2001)...

- Η θεμελιώδης τιμή της αγοράς $p_{f,t}$ επηρεάζεται από εξωγενή θόρυβο:

$$\ln(p_{f,t}) = \ln(p_{f,t-\Delta t}) + \varepsilon_t \Delta t.$$

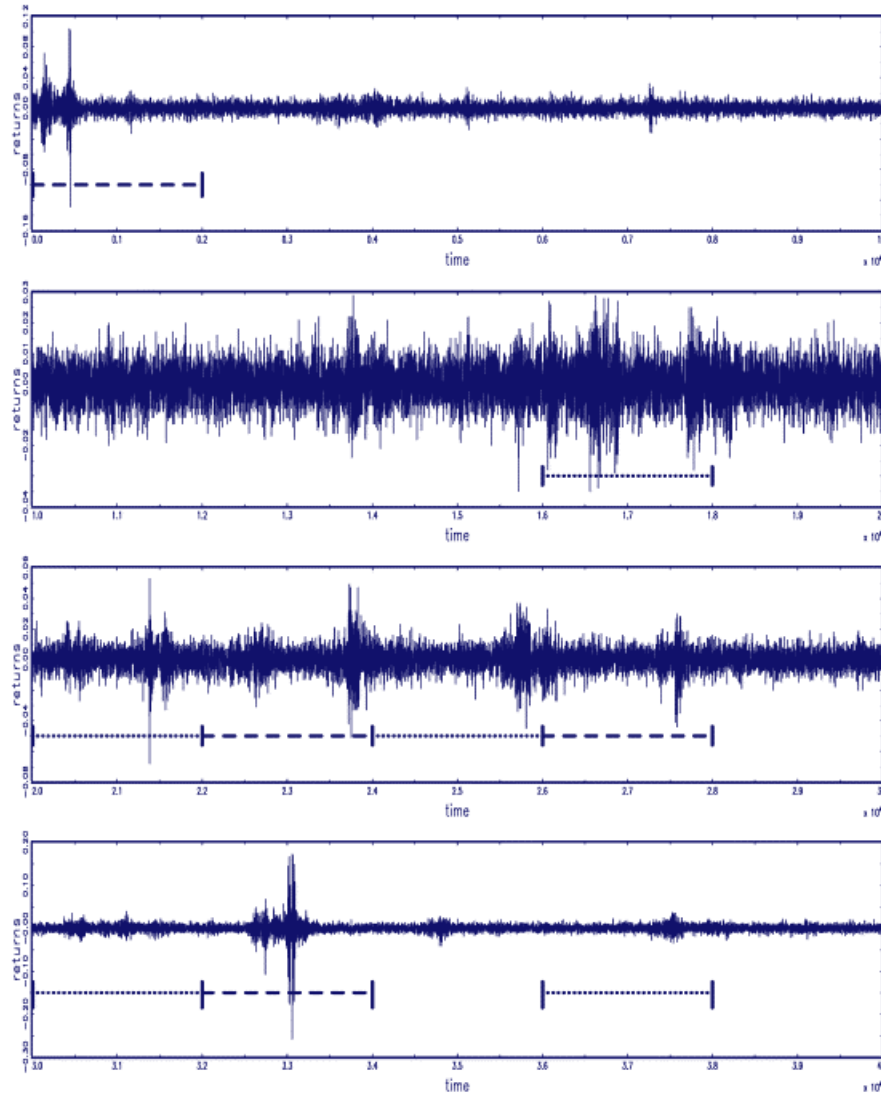
- Οι αποδόσεις της αγοράς προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των ετερογενών επενδυτών που πολλαπλασιάζουν και μετασχηματίζουν τον εξωγενή θόρυβο (news) σε «παχιές ουρές» (fat tails).
- Η ισορροπία της αγοράς και οι στατιστικές ιδιότητες των αποδόσεων εξαρτώνται από το ποσοστό συμμετοχής των noise traders.

Chen, Lux and Marchesi (2001)...

- H_0 : IID ή γραμμικότητα

Subsample	ARMA	BDS	Kaplan	GARCH
1	(0, 0)	Reject	Reject	(1, 1)
2	(1, 0)	Accept	Ambiguous	(1, 1)
3	(0, 0)	Accept	Ambiguous	(1, 1)
4	(1, 0)	Accept	Ambiguous	(1, 1)
5	(1, 0)	Accept	Accept	No GARCH
6	(1, 0)	Accept	Accept	(1, 1)
7	(1, 0)	Accept	Accept	(1, 1)
8	(1, 0)	Accept	Accept	(1, 1)
9	(2, 2)	Ambiguous	Ambiguous	(1, 1)
10	(1, 0)	Accept	Accept	(1, 1)
11	(0, 2)	Ambiguous	Ambiguous	(1, 1)
12	(0, 0)	Reject	Ambiguous	(1, 1)
13	(0, 2)	Ambiguous	Ambiguous	(1, 1)
14	(1, 0)	Reject	Reject	(1, 2)
15	(1, 0)	Accept	Accept	No GARCH
16	(0, 2)	Ambiguous	Ambiguous	(1, 1)
17	(2, 1)	Reject	Reject	(1, 1)
18	(0, 2)	Accept	Ambiguous	(1, 1)
19	(2, 2)	Ambiguous	Ambiguous	(1, 1)
20	(1, 0)	Accept	Accept	No GARCH

Chen, Lux and Marchesi (2001)...



Bertella, Pires, Feng, and Stanley (2014)

	25%	50%	75%	100%
	Chartists	Chartists	Chartists	Chartists
Mean	0.198716887	0.201945959	0.201895818	0.201971459
Standard Deviation	0.011845511	0.021880992	0.026652911	0.030414828
Sampling Variance	0.000140316	0.000478778	0.000710378	0.000925062
Kurtosis	3.147274427	3.0369499	4.38921917	7.82753461
Skewness	-0.000345276	-0.174160967	-0.614287785	-1.219774691

	Jan 03 2000	Dec 03 2012	Monthly return	St Deviation	Kurtosis
S&P500	1394.46	1426.19	0.014%	0.046	3.80
Simulation	20	20.7235	0.023%	0.037	3.87

Mikropoulou and Kyrtsov (2017)

- Εκτενής προσομοιωτική μελέτη των ιδιοτήτων του μοντέλου της Kyrtsov (2008, Physica A) το οποίο αποτυπώνει ταυτόχρονα contrarian & momentum στρατηγικές.

$$R_t = \alpha \frac{X_{t-\tau}}{1 + X_{t-\tau}^c} - \delta X_{t-1} \leftarrow \text{Mackey-Glass}$$

$$+ bY_{t-j}(1 - Y_{t-j}) + \varepsilon_t \leftarrow \text{Logistic Equation}$$

- Στόχοι:

- Αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης στρατηγικών momentum & contrarian (skeleton),
- Αλληλεπίδραση του skeleton με διαφορετικά επίπεδα θορύβου,
- Ερμηνεία της μη-κανονικότητας που εμφανίζεται σε χρηματοοικονομικά προϊόντα.

ΣΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ