

TIẾP CẬN PHƯƠNG PHÁP ENTROPY ĐỂ ĐO  
LƯỜNG HIỆU QUẢ THÔNG TIN CỦA THỊ TRƯỜNG  
CHỨNG KHOÁN MỘT NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM  
Ở THỊ TRƯỜNG CHỨNG KHOÁN VIỆT NAM

Nguyễn Thị Thảo

Ngày 03 tháng 01 năm 2020

# Nội dung

- 1 Thị trường hiệu quả
- 2 Kiểm định giả thuyết thị trường hiệu quả dạng yếu
- 3 Entropy đo lượng thông tin chứa trong các chuỗi chỉ số
- 4 Sử dụng entropy để kiểm định tính hiệu quả yếu của thị trường
- 5 Sử dụng entropy để dự báo xác suất xảy ra suy giảm tài chính
- 6 Kết luận

- Thị trường hiệu quả: tất cả các thông tin sẵn có đều được phản ánh đầy đủ và chính xác trên giá chứng khoán, giá chứng khoán không bị ảnh hưởng bởi những thông tin được tiết lộ cho tất cả thành viên thị trường. (Makiel (1992))
- Các dạng hiệu quả của thị trường
  - Hiệu quả dạng yếu: giá hiện tại đã phản ánh được tất cả các thông tin thu thập được từ trong quá khứ
  - Hiệu quả dạng vừa: giá sẽ điều chỉnh nhanh chóng trước bất kỳ thông tin công khai nào trong hiện tại cũng như trong quá khứ
  - Hiệu quả dạng mạnh: giá đã phản ánh tất cả các thông tin từ công khai đến nội bộ

## Kiểm định giả thuyết thị trường hiệu quả dạng yếu

- Mục tiêu: kiểm định xem liệu có thể sử dụng chuỗi quá khứ của giá cổ phiếu hoặc lợi suất để dự báo thành công giá cổ phiếu hoặc lợi suất trong tương lai hay không.
- Nếu kết quả kiểm định này cho thấy có sự phụ thuộc thống kê giữa các sự thay đổi giá ở hiện tại với sự thay đổi giá trong quá khứ thì thị trường không đạt hiệu quả dạng yếu.
- Nếu sự thay đổi của chuỗi lợi suất là hoàn toàn ngẫu nhiên thì khi đó thị trường sẽ đạt hiệu quả dạng yếu.

# Kiểm định giả thuyết thị trường hiệu quả dạng yếu

- Kiểm định tính dừng
- Kiểm định tự tương quan
- Kiểm định tỷ số phương sai
- Kiểm định tính bất đối xứng
- Kiểm định tính chuẩn
- Kiểm định đoạn mạch
- ...

# Khái niệm entropy

- Shannon đưa ra năm 1948, đo sự không chắc chắn của thông tin
- Giá trị entropy chuẩn hóa của phép thử  $\alpha$  với hệ đầy đủ các biến cố  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ , xác suất xảy ra các biến cố tương ứng  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  được tính theo công thức:

$$H(\alpha) = \frac{-1}{\log_2(n)} \sum_{i=1}^n (p_i \log_2(p_i))$$

- Các tính chất của entropy chuẩn hóa
  - 1  $0 \leq H(\alpha) \leq 1$
  - 2  $H(\alpha) = 0$  khi  $\exists i : P(A_i) = 1$  còn  $P(A_j) = 0, \forall j = \overline{1, n}, j \neq i$
  - 3  $H(\alpha) = 1$  khi  $P(A_i) = \frac{1}{n} \forall j = \overline{1, n}$

# Entropy đo lượng thông tin chứa trong các chuỗi chỉ số

- ① Xây dựng chuỗi lợi suất từ chuỗi chỉ số  $P_1, P_2, \dots, P_T$

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}, t = 2, 3, \dots, T$$

- ② Biểu tượng hóa chuỗi lợi suất bằng hai ký tự, tạo ra biểu  $s_t$  gồm hai giá trị 0 và 1

$$s_t = \begin{cases} 1 & \text{nếu } r_t \geq 0, \\ 0 & \text{nếu } r_t < 0. \end{cases}$$

Chuỗi lợi suất cũng có thể được biểu tượng hóa bởi 4 ký tự.

- ③ Tính giá trị entropy chuẩn hóa  $H$  của chuỗi biểu tượng vừa tìm được

$$H = \frac{-1}{\log_2(2)} (p \log_2(p) + (1-p) \log_2(1-p))$$

với  $p$  là tần suất giá trị 1 trong chuỗi biểu tượng.

Đặt  $R = 1 - H$

Để phân tích tính xu thế trong chuỗi lợi suất, xem xét thay đổi của chuỗi sau 1, 2, 3 hay nhiều ngày liên tiếp.

# Sử dụng entropy để kiểm định tính hiệu quả yếu của thị trường

- Nếu thị trường là hiệu quả, chuỗi biểu tượng nhận được từ chuỗi lợi suất sẽ **hoàn toàn ngẫu nhiên**.
- Kiểm định tính ngẫu nhiên của chuỗi biểu tượng:

$$\begin{cases} H_0: & R = 0, \\ H_1: & R > 0. \end{cases}$$

- 1 Dùng mô phỏng Monte Carlo để tạo ra 10,000 chuỗi, mỗi chuỗi có 1100 quan sát tuân theo quy luật phân phối Bernoulli với xác suất  $p = 1/2$
- 2 Tính giá trị entropy chuẩn hóa  $H$  của 10,000 chuỗi này, đặt  $R = 1 - H$ , vẽ biểu đồ phân phối thực nghiệm của các giá trị  $R$  vừa tìm được.
- 3 So sánh giá trị  $R_{1\text{ngày}}$  của chuỗi lợi suất đang xét với giá trị tới hạn mức 0.05 của phân phối thực nghiệm sẽ giúp đưa ra kết luận về tính hiệu quả của thị trường.



# Sử dụng entropy để kiểm định tính hiệu quả yếu của thị trường

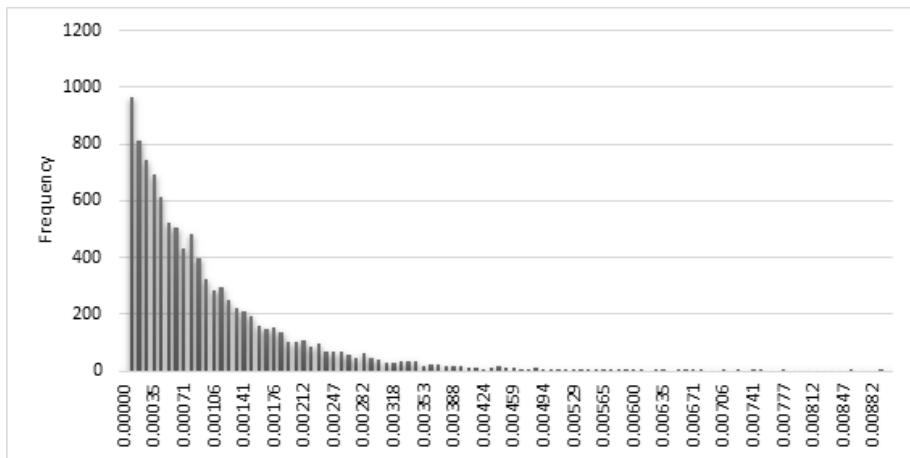
Xét sự thay đổi của chuỗi biểu tượng qua 2 ngày liên tiếp:

- Có 4 kịch bản: 0-0, 0-1, 1-0, 1-1. Tìm tần suất mỗi kịch bản xảy ra trong chuỗi biểu tượng.
- Tính entropy chuẩn hóa của chuỗi khi xét hai ngày liên tiếp, từ đó tính  $R_{2\text{ngày}}$ .
- Tính giá trị entropy chuẩn hóa  $H$  hai ngày liên tiếp của 10,000 chuỗi mô phỏng, đặt  $R = 1 - H$ , vẽ biểu đồ phân phối thực nghiệm của các giá trị  $R$  vừa tìm được (Hình 1).
- So sánh giá trị  $R_{2\text{ngày}}$  của chuỗi lợi suất đang xét với giá trị tới hạn mức 0.05 của phân phối thực nghiệm và đưa ra kết luận về tính hiệu quả.

$R_1$ ngày	$R_2$ ngày	$R_3$ ngày	$R_4$ ngày	$R_5$ ngày
0.002600	0.002934	0.003831	0.005215	0.007244

**Bảng 1. Giá trị tới hạn mức 5% của phân phối thực nghiệm R**

# Sử dụng entropy để kiểm định tính hiệu quả yếu của thị trường



Hình 1. Phân phối thực nghiệm của  $R_{2\text{ngày}}$

# Sử dụng entropy để kiểm định tính hiệu quả yếu của thị trường

Hai ký tự	$\hat{R}_1$ ngày	$\hat{R}_2$ ngày	$\hat{R}_3$ ngày	$\hat{R}_4$ ngày	$\hat{R}_5$ ngày
VN-Index	0.009253*	0.009993*	0.011146*	0.011845*	0.012746*
VN30	0.009455*	0.009678*	0.009898*	0.011160*	0.013350*
HNX	0.009898*	0.009763*	0.010077*	0.01090*	0.012421*
HNX30	0.010527*	0.010401*	0.011572*	0.013914*	0.015935*
BDS	0.005668*	0.005564*	0.005604*	0.005846*	0.007958*
Nganhang	0.000073	0.000407	0.001929	0.003155	0.004783

\*Bác bỏ giả thuyết chuỗi lợi suất là ngẫu nhiên với mức ý nghĩa 5%

# Sử dụng entropy để dự báo xác suất xảy ra suy giảm tài chính

- Tình trạng suy giảm tài chính: khi lợi suất rơi xuống dưới mức phân vị 5%.
- Số liệu: Để áp dụng được cho các khoảng thời gian dài, chuỗi VN-Index sẽ được lấy từ ngày 28/07/2000 đến ngày 19/09/2018.
- Mô hình logit được sử dụng để đánh giá xác suất rơi vào suy giảm tài chính.
- Biến phụ thuộc của mô hình logit

$$y = \begin{cases} 1 & \text{nếu } r_t < 5^{th}, \\ 0 & \text{nếu trái lại,} \end{cases}$$

$t = 2, 3, \dots, T$  trong đó  $5^{th}$  là mức phân vị 5% của chuỗi lợi suất.

# Sử dụng entropy để dự báo xác suất xảy ra suy giảm tài chính

Biến độc lập của mô hình logit:

- Từ chuỗi hai ký tự được lập từ chuỗi lợi suất  $s_2, \dots, s_T$ , ta tạo ra các chuỗi con với độ dài cố định là  $T_0 < T - 1$ :

$$\{s_2, \dots, s_{T_0+1}\}, \{s_3, \dots, s_{T_0+2}\}, \dots, \{s_{T-T_0+1}, \dots, s_T\}$$

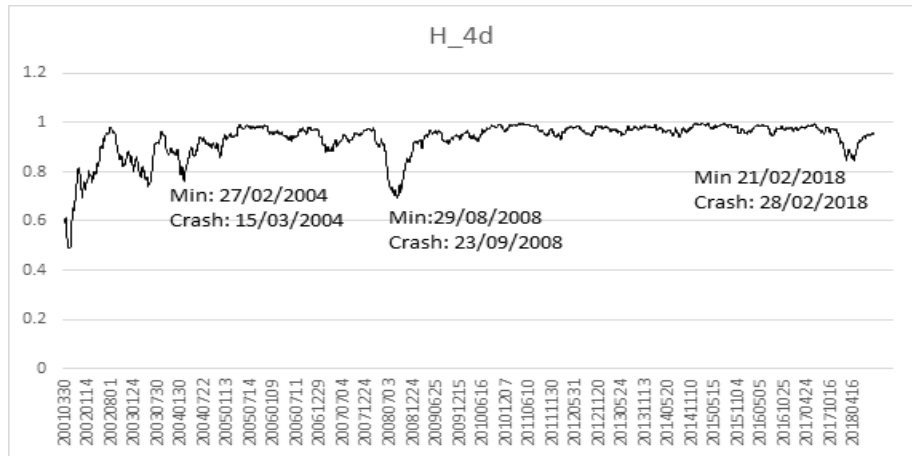
- Ký hiệu  $H$  là chuỗi các giá trị entropy của các chuỗi con này, số phần tử của chuỗi  $H$  là  $(T - T_0)$ ,  $H$  chính là biến độc lập của mô hình.
- $T_0$  là khoảng thời gian (time window): 100 ngày, 240 ngày, 350 ngày, 420 ngày.

## Sử dụng entropy để dự báo xác suất xảy ra suy giảm tài chính

Khoảng thời gian	100 ngày	240 ngày	350 ngày	420 ngày
Số ngày liên tiếp				
2 ngày	0.0192*	0.0021	0.0006	0.0009
3 ngày	0.0213*	0.0029	0.0009	0.0011
4 ngày	<b>0.0231*</b>	0.0038	0.0014	0.0016
5 ngày	0.0232	0.0064	0.0028	0.0032
*Hệ số ước lượng của mô hình có ý nghĩa thống kê				

**Bảng 3. Bảng kết quả hệ số Pseudo  $R^2$  của mô hình hồi quy logit**

# Sử dụng entropy để dự báo xác suất suy giảm tài chính



Hình 2. Biểu đồ entropy của chuỗi hai ký tự với khoảng thời gian 100 ngày

- Tác giả đã ứng dụng độ đo entropy vào đo lường lượng thông tin chứa trong các chuỗi chỉ số VN-Index, VN30, HNX, HNX30, BDS, Ngânhang và dùng lượng thông tin đó để kiểm định tính hiệu quả của thị trường. Tác giả dùng đồng thời cả hai cách biểu tượng hóa chuỗi lợi suất, biểu tượng bằng hai ký tự và biểu tượng bằng bốn ký tự.
- Mô hình logit cho thấy mối liên hệ giữa việc thay đổi lượng thông tin chứa trong mỗi chuỗi chỉ số và xác suất xảy ra suy giảm tài chính. Cụ thể, khi lượng thông tin đo bằng entropy có sự sụt giảm mạnh thì tiếp sau đó, trong khoảng 20 ngày sẽ chứng kiến một sự sụt giảm của thị trường và sự suy giảm tài chính này còn kéo dài trong khoảng chục ngày sau đó.



Trân trọng cảm ơn!