

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ - LUẬT



Môn học: THỐNG KÊ BAYES

**ỨNG DỤNG THỐNG KÊ BAYES XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ
ẢNH HƯỞNG ĐẾN NGUỒN VỐN ĐẦU TƯ NƯỚC NGOÀI (FDI)**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Lê Thanh Hoa

Nhóm sinh viên thực hiện: Vũ Thị Hạnh Dung

Phan Thị Thùy Duyên

Lê Tường Vy

TP. Hồ Chí Minh, ngày 12 tháng 12 năm 2022

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ - LUẬT



Môn học: THỐNG KÊ BAYES

**ỨNG DỤNG THỐNG KÊ BAYES XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ
ẢNH HƯỞNG ĐẾN NGUỒN VỐN ĐẦU TƯ NƯỚC NGOÀI (FDI)**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Lê Thanh Hoa

Nhóm sinh viên thực hiện: Vũ Thị Hạnh Dung

Phan Thị Thùy Duyên

Lê Tường Vy

TP. Hồ Chí Minh, ngày 12 tháng 12 năm 2022

Chương 1:	3
TỔNG QUAN ĐỀ TÀI	3
1. Lý do chọn đề tài	3
2. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu	4
3. Mục tiêu nghiên cứu:	4
4. Phương pháp nghiên cứu	4
5. Thu thập dữ liệu	4
6. Kết cấu đề tài	4
Chương 2:	5
CƠ SỞ LÝ THUYẾT	5
2.1 Lý thuyết nguồn vốn đầu tư nước ngoài (FDI)	5
2.1.1 Khái niệm nguồn vốn đầu tư nước ngoài (FDI)	5
2.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến nguồn vốn đầu tư nước ngoài	5
2.1.2.1 Nhóm yếu tố bên ngoài vùng kinh tế của quốc gia	5
2.1.2.2 Nhóm yếu tố bên trong vùng kinh tế quốc gia	7
2.2 Lý thuyết thống kê Bayes	8
2.2.1 Công thức xác suất đầy đủ và định lý Bayes	8
2.2.2 Thống kê Bayes	9
2.2.2.1 Phân phối tiên nghiệm	9
2.2.2.2 Hàm hợp lý	9
2.2.2.3 Hàm tiên nghiệm	10
2.2.2.4 Hàm hậu nghiệm	10
2.2.2.5 Khoảng tin cậy Bayes trung tâm	11
2.2.3 Hồi quy tuyến tính đơn biến Bayes	11
2.2.3.1 Hồi quy tuyến tính đơn biến	11
2.2.4 Mô hình hồi quy Bayes	12
Chương 3:	14
ỨNG DỤNG THỐNG KÊ BAYES VÀO DỮ LIỆU FDI	14
3.1 Phương pháp nghiên cứu	14
3.1.1 Số liệu nghiên cứu	14
3.1.2 Mô hình nghiên cứu	14
3.1.3 Mô tả biến trong mô hình	14
3.2 Thống kê mô tả dữ liệu	15
3.3 Ứng dụng thống kê Bayes	15
3.3.2 Xác định phân phối hậu nghiệm cho các tham số	15
3.3.3. Kiểm tra phẩm chất chuỗi MCMC	16
3.3.4 Đánh giá lại mô hình	18
Chương 4:	19
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	19

KẾT LUẬN	20
TÀI LIỆU THAM KHẢO	21

Chương 1:

TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1. Lý do chọn đề tài

Xác định được các nhân tố ảnh hưởng đến nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) là điểm rất quan trọng đối với các quốc gia trong việc cải thiện được môi trường đầu tư và gia tăng nguồn vốn FDI trong quá trình phát triển kinh tế. Bởi lẽ, đối với mỗi quốc gia trên thế giới, đặc biệt là những quốc gia đang phát triển thì FDI thường được xem như là nhân tố thúc đẩy tăng trưởng kinh tế của các quốc gia nhận vốn. Theo lý thuyết kinh tế, chúng ta nhận thấy rằng FDI có thể sẽ tạo ra hiệu ứng lan tỏa tích cực cho quốc gia nhận vốn, với sự thâm nhập của các công ty đa quốc gia sẽ giúp cho việc chuyển giao công nghệ, kiến thức, bí quyết kinh doanh giúp tăng năng suất, kỹ năng quản lý, tạo ra mạng lưới tiếp cận thị trường quốc tế một cách dễ dàng và từ đó tạo nên sự cạnh tranh giữa các doanh nghiệp địa phương, thúc đẩy các doanh nghiệp nâng cao chất lượng để thâm nhập vào thị trường mới.

Bên cạnh những tác động tích cực của FDI là làm cho những quốc gia nhận vốn mở rộng được thị trường tiêu thụ kéo theo là quy mô sản xuất rộng lớn, bổ sung nguồn vốn cho phát triển kinh tế - xã hội trong nước, tránh được hàng rào bảo hộ mậu dịch và phí mậu dịch của nước tiếp nhận đầu tư... thì FDI cũng có một vài điểm tiêu cực mà chúng ta không thể phủ nhận được. Chẳng hạn, khi tiếp nhận nguồn vốn FDI từ những quốc gia khác thì nguy cơ đối mặt với nhiều gánh nặng trong môi trường mới về chính trị, xung đột vũ trang hay các chính sách trong nước có thể sẽ bị thay đổi khi các quốc gia đầu tư đưa ra yêu cầu, tăng cạnh tranh giữa các doanh nghiệp trong và ngoài nước... là điều khó tránh khỏi.

Mặc dù có khá nhiều ý kiến trái ngược nhau trong về tác động của FDI lên tăng trưởng kinh tế, không phải cứ quốc gia nào nhận càng nhiều FDI thì tốc độ tăng trưởng càng cao, nhưng suy cho cùng thì FDI vẫn là nguồn lực đóng góp vào sự phát triển của quốc gia nhận vốn. Và trên thực tế, điển hình Việt nam cũng là một trong những quốc gia đang phát triển đồng nghĩa với việc FDI ngày càng chiếm một phần quan trọng trong nền kinh tế Việt Nam. Do đó, một câu hỏi được đặt ra là làm thế nào để tăng thu hút FDI vào nước mình để nâng cao tốc độ phát triển kinh tế? Câu hỏi đặt ra là mong có được trả lời, cho nên trước tiên có lẽ là cần xác định được đâu là các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn vốn đầu tư nước ngoài. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu quyết định chọn và thực hiện đề tài: **“ Ứng dụng thống kê Bayes để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI)”**.

Bài nghiên cứu nhằm đóng góp cho thực tiễn những đánh giá cụ thể về những yếu tố ảnh hưởng đến FDI thông qua phân tích bằng thống kê Bayes giúp cho các quốc gia, các nhà lãnh đạo có điểm nhìn khách quan và thực tế hơn về tác động của FDI đến sự phát triển của quốc gia nhận vốn.

2. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Nghiên cứu tập trung vào tìm hiểu lý thuyết và thực trạng của các yếu tố ảnh hưởng đến vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài. Đồng thời, nghiên cứu thống kê Bayes là công cụ chính để đưa ra kết luận, đánh giá.

Phạm vi nghiên cứu: mẫu quan sát là các chỉ số vĩ mô như GDP, FDI, INF, UNE... Dữ liệu được thu thập từ World Bank's World Development Indicators.

3. Mục tiêu nghiên cứu:

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu lý thuyết và ứng dụng thống kê Bayes để từ đó vận dụng vào thực nghiệm đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài.

Mục tiêu cụ thể:

- Nghiên cứu lý thuyết về nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài
- Nghiên cứu lý thuyết thống kê Bayes, các phân phối xác suất thường gặp
- Nghiên cứu bài toán ứng dụng thực nghiệm trong thống kê Bayes và mô hình hồi quy Bayes
- Kiểm tra phẩm chất chuỗi dự báo MCMC, kiểm định lại mô hình và đưa ra kết quả
- Từ kết quả, so sánh đối chiếu với các chỉ số tiêu chuẩn để đưa ra đánh giá, kết luận.

4. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài sử dụng phương pháp nghiên cứu định lượng và định tính bằng kỹ thuật sử dụng mô hình hồi quy Bayes theo dữ liệu có sẵn để đo lường, xem xét mức độ tác động của các yếu tố tác động đến FDI.

5. Thu thập dữ liệu

Dữ liệu nghiên cứu về các chỉ số vĩ mô được tổng hợp và thu thập từ World Bank 's World Development Indicators.

Các kết quả nghiên cứu đi trước được thu thập từ nhiều nguồn như các bài báo, sách, Internet, kỷ yếu hội thảo chuyên ngành...

6. Kết cấu đề tài

Bài nghiên cứu gồm có 4 chương:

Chương 1: Tổng quan đề tài

Chương 2: Cơ sở lý thuyết

Chương 3: Ứng dụng thống kê Bayes vào dữ liệu FDI

Chương 4: Kết quả nghiên cứu

Chương 2:

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Lý thuyết nguồn vốn đầu tư nước ngoài (FDI)

2.1.1 Khái niệm nguồn vốn đầu tư nước ngoài (FDI)

Đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) là một trong những khái niệm rất quen thuộc với chúng ta hiện nay. Tuy nhiên có rất nhiều định nghĩa được đưa ra để định nghĩa cho nguồn vốn quan trọng này đối với mỗi quốc gia. Theo Quỹ tiền tệ Quốc Tế IMF 1993 đầu tư trực tiếp nước ngoài là hoạt động đầu tư được thực hiện nhằm đạt được những lợi ích lâu dài trong một doanh nghiệp hoạt động trên lãnh thổ của một nền kinh tế khác nền kinh tế nước chủ đầu tư, mục đích của chủ đầu tư là giành quyền quản lý thực sự doanh nghiệp.

Một cách định nghĩa khác cũng được đưa ra bởi Tổ chức Thương mại Thế Giới (WTO). Theo đó, đầu tư trực tiếp nước ngoài xảy ra khi một nhà đầu tư từ một nước đầu tư có tài sản ở một nước khác (nước nhận đầu tư cùng với quyền quản lý tài sản đó. Phương diện quản lý là thứ để phân biệt FDI với các công cụ tài chính khác. Trong phần lớn trường hợp, cả nhà đầu tư lẫn tài sản mà người đó quản lý ở nước ngoài là các cơ sở kinh doanh. Trong những trường hợp đó, nhà đầu tư thường được gọi là —công ty mẹ và các tài sản được gọi là —công ty con hay —chi nhánh công ty.

Ngoài ra, theo Luật Đầu Tư 2005 của nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam, đầu tư trực tiếp là hình thức đầu tư do nhà đầu tư ở vốn đầu tư và tham gia quản lý hoạt động đầu tư hoạt động đầu tư. Nhà đầu tư nước ngoài là tổ chức, cá nhân nước ngoài bỏ vốn để thực hiện hoạt động đầu tư tại Việt Nam.

Như vậy, tổng quát lại có thể định nghĩa về đầu tư trực tiếp nước ngoài như sau: Đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) là hình thức đầu tư dài hạn của cá nhân hay công ty nước này vào một nước khác bằng cách thiết lập cơ sở sản xuất kinh doanh. Cá nhân hay công ty nước ngoài đó sẽ nắm quyền quản lý cơ sở sản xuất kinh doanh này với mục tiêu tối đa hóa lợi nhuận.

2.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến nguồn vốn đầu tư nước ngoài

2.1.2.1 Nhóm yếu tố bên ngoài vùng kinh tế của quốc gia

Yếu tố bên ngoài vùng kinh tế ảnh hưởng đến thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài là những yếu tố ảnh hưởng vào hoạt động thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài mà không liên quan đến chính sách, điều kiện tự nhiên, KCHT... của vùng tiếp nhận đầu tư.

a. Tình hình kinh tế và xu hướng đầu tư trên thế giới

Yếu tố đầu tiên phải kể đến là tình hình kinh tế thế giới, tình hình kinh tế thế giới có biến động tích cực hay tiêu cực đều ảnh hưởng trực tiếp đến việc thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài. Khi tình hình kinh tế thế giới giảm sút, các nhà đầu tư nước ngoài gặp khó khăn sẽ làm giảm lượng đầu tư FDI và các dự án FDI cũng có nguy cơ bị ảnh hưởng.

b. Chiến lược kinh doanh định hướng thị trường đầu tư của nhà đầu tư

Các nhà đầu tư chỉ quyết định đầu tư ra nước ngoài nếu thấy việc đầu tư ở nước ngoài mang lại hiệu quả từ việc đầu tư, đem lại lợi nhuận cao hơn so với việc đầu tư trong nước. Tuy nhiên, tùy vào đặc điểm riêng của mỗi thị trường mà nhà đầu tư nước ngoài lại có những chiến lược và định hướng đầu tư khác nhau, căn cứ vào các điều kiện về môi trường đầu tư của nước thu hút đầu tư. Mục đích đầu tư của nhà đầu tư nước ngoài có thể được phân chia thành các loại như sau: Đầu tư trực tiếp nước ngoài với mục tiêu tìm kiếm thị trường, Đầu tư trực tiếp nước ngoài với mục tiêu khai thác tài nguyên thiên nhiên, Đầu tư trực tiếp nước ngoài với mục tiêu khai thác hiệu quả. Trong ba loại đầu tư trực tiếp nước ngoài trên đây, loại đầu tư trực tiếp nước ngoài với mục tiêu khai thác tài nguyên thiên nhiên thường được thực hiện đối với các quốc gia đang phát triển, mà ở đó nhà đầu tư nước ngoài có thể tận dụng nguồn nguyên liệu thô, lao động phổ thông giá rẻ. Với loại đầu tư này, nước tiếp nhận đầu tư rất dễ rơi vào tình trạng bị khai thác tài nguyên thiên nhiên một cách thiếu khoa học, ảnh hưởng rất lớn đến yếu tố đầu vào cho hoạt động sản xuất trong dài hạn, ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững.

c. Tiềm lực tài chính của nhà đầu tư

Tiềm lực tài chính của nước đầu tư không những có tác động mạnh đến việc thúc đẩy đầu tư ra nước ngoài, mà còn có ảnh hưởng tích cực đến sự thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài của nước tiếp nhận đầu tư.

Thông thường, các quốc gia (địa phương) có hoạt động đầu tư ra nước ngoài là những quốc gia có tiềm lực kinh tế mạnh, có mức tích lũy nội bộ trong nước cao, có mức dự trữ ngoại tệ lớn. Do đó, họ tìm cách đầu tư ra nước ngoài với mục đích nhằm khai thác tối đa hiệu quả của nguồn vốn dư thừa này. Nhà đầu tư nước ngoài với tiềm lực tài chính mạnh sẽ có khả năng triển khai hoạt động đầu tư một cách nhanh nhất, hiệu quả nhất, tránh hiện tượng trì hoãn, rút vốn hoặc đi vay vốn để tiến hành đầu tư. Ngoài ra, với tiềm lực tài chính mạnh, các nhà đầu tư nước ngoài sẽ có điều kiện hơn để đầu tư, đổi mới trang thiết bị, công nghệ hiện đại cho dây chuyền sản xuất, tạo ra những sản phẩm chất lượng và mang tính cạnh tranh cao. Đây chính là yếu tố đảm bảo tính bền vững trong hoạt động FDI.

d. Trình độ công nghệ của các quốc gia đi đầu tư

Mỗi quốc gia và mỗi vùng kinh tế đều có những lợi thế về vị trí, đặc điểm tự nhiên và kinh tế xã hội khác nhau vì thế các địa phương này sẽ có những lợi thế cạnh tranh nhất định. Nếu sức cạnh tranh của các vùng khác mạnh hơn vùng kinh tế nghiên cứu thì sẽ khó thu hút FDI vào vùng.

Chính sách thu hút FDI của quốc gia cũng là yếu tố tác động tới thu hút FDI vào vùng kinh tế. Chính sách cởi mở, thông thoáng tạo điều kiện để các địa phương của vùng kinh tế có thể khai thác được lợi thế, tiềm năng của mình. Ngược lại, chính sách có nhiều rào cản tất sẽ kìm hãm khả năng thu hút FDI vào vùng kinh tế của quốc gia.

2.1.2.2 Nhóm yếu tố bên trong vùng kinh tế quốc gia

Các yếu tố bên trong của vùng kinh tế là những yếu tố về tài nguyên thiên nhiên, chính sách, hạ tầng, nguồn nhân lực... của từng vùng. Mỗi vùng kinh tế sẽ có đặc điểm riêng mà mức độ tác động của từng yếu tố này đến việc thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài khác nhau.

a. Ổn định kinh tế quốc gia

Đây là điều kiện tiên quyết đối với các nhà đầu tư, điều này đặc biệt quan trọng đối với việc thu hút và sử dụng nguồn vốn đầu tư nước ngoài. Thông thường các nhà đầu tư sẽ chọn những địa phương có sự ổn định về kinh tế, đây phải là nơi an toàn cho sự vận động của vốn đầu tư, và là nơi có khả năng sinh lợi cao hơn các nơi khác. Sự an toàn ở đây chính là môi trường vĩ mô ổn định và được đánh giá qua tiêu chí chống lạm phát và ổn định tiền tệ. Thông thường các dự án FDI ưu tiên đầu tư ở những nền kinh tế mang tính ổn định, nhất quán để đảm bảo hiệu quả và ổn định của dòng FDI

b. Môi trường chính trị, an ninh

Khi tình hình chính trị - xã hội không ổn định, Nhà nước không đủ khả năng kiểm soát mọi hoạt động của các nhà đầu tư nước ngoài vì thế các hoạt động đầu tư sẽ không theo định hướng chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của nước tiếp nhận đầu tư ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng nguồn vốn FDI. Với tình hình chính trị, xã hội bất ổn có nhiều khả năng sẽ không thu hút được các nhà đầu tư nước ngoài vào địa phương vì lúc này rủi ro đối với các nhà đầu tư nước ngoài là rất cao.

c. Điều kiện tự nhiên

Tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên của vùng mà có thể tác động vào động cơ của nhà đầu tư nước ngoài trong thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài. Ở những địa phương thu hút FDI nếu có sẵn các lợi thế về vị trí địa lý, đặc biệt là KCHT thuận tiện, có hệ thống vận tải, cảng biển... sẽ là những lợi thế so sánh ảnh hưởng rất lớn đến việc thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài.

d. Kết cấu hạ tầng kinh tế kỹ thuật, hạ tầng xã hội

Kết cấu hạ tầng kỹ thuật của nước tiếp nhận đầu tư là một trong những yếu tố cơ bản để thu hút nguồn vốn FDI và cũng là yếu tố thúc đẩy hoạt động FDI phát triển, các yếu tố này có ảnh hưởng quyết định đến hiệu quả sản xuất kinh doanh.

Khi tiến hành đầu tư vào các dự án, các nhà đầu tư nước ngoài tập trung vào hoạt động sản xuất kinh doanh với KCHT đầu tư tốt thời gian thực hiện các dự án sẽ được rút ngắn, bên cạnh đó sẽ làm giảm chi phí vận chuyển, chi phí thông tin liên lạc cho các khâu và sẽ làm tăng hiệu quả đầu tư. Một địa phương có KCHT tốt, hệ thống đường sá, bến cảng, sân bay, thông tin liên lạc tốt sẽ giúp cho các doanh nghiệp đầu tư thuận tiện trong việc vận chuyển, xây dựng các hệ thống sản xuất hiện đại đáp ứng về yêu cầu kỹ thuật, tối ưu hóa chi phí sản xuất, giảm giá thành sản phẩm, mang lại hiệu quả cao. Do đó, để thu hút các nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài, nước sở tại phải đảm bảo cho hoạt động của các nhà đầu tư nước ngoài được thuận lợi thông qua việc ưu tiên phát triển đường sá, nhà ga, sân bay, bến cảng, hệ thống điện, nước, hệ thống thông tin, liên lạc trước khi tiếp nhận đầu tư.

e. Chất lượng nguồn nhân lực và chất lượng dịch vụ công

Chất lượng lao động là yếu tố quyết định cho việc thu hút vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài theo hướng phát triển bền vững. Trong giai đoạn hiện nay, yếu tố lao động đông và giá nhân công rẻ có thể vẫn còn là lợi thế trong việc thu hút vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài, song để thu hút vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài thì nhất thiết phải có đội ngũ lao động chất lượng với trình độ tay nghề cao, tác phong làm việc chuyên nghiệp và có thể lực tốt.

Các hoạt động hỗ trợ cho đầu tư và các dịch vụ tạo thuận lợi cho đầu tư bao gồm hỗ trợ trong việc nghiên cứu thị trường, tìm kiếm đối tác, cơ hội đầu tư; hỗ trợ trong việc lập hồ sơ dự án và xin phép đầu tư; hỗ trợ trong quá trình triển khai dự án; hỗ trợ trong suốt quá trình hoạt động của dự án và hỗ trợ khi dự án làm thủ tục để chuẩn bị chấm dứt hoạt động... Với cơ chế một cửa, nhiều quốc gia đã hỗ trợ các nhà đầu tư nước ngoài về mọi mặt trong suốt quá trình từ khi bắt đầu tìm kiếm cơ hội đầu tư cho đến khi chấm dứt hoạt động đầu tư giúp cho các nhà đầu tư tiết kiệm được thời gian và chi phí.

2.2 Lý thuyết thống kê Bayes

2.2.1 Công thức xác suất đầy đủ và định lý Bayes

Giả sử tập các biến cố B_1, B_2, \dots, B_n thỏa mãn hai điều kiện:

(1) $B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_n = \Omega$, tức là hợp tất cả các biến cố chính là không gian mẫu.

(2) Các biến cố đôi một xung khắc với nhau:

$$B_i \cap B_j = \emptyset \forall i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i \neq j$$

Khi đó, với một biến cố A bất kỳ, xác suất của A được biểu diễn qua tổng các xác suất:

$$P(A) = \sum_{j=1}^n P(A \cap B_j) = \sum_{j=1}^n P(A|B_j) \times P(B_j)$$

Định lý Bayes về tính xác suất có điều kiện được biểu diễn theo công thức của Bolstad và Curran (2016) như sau:

$$P(B_i|A) = \frac{P(A|B_i) \times P(B_i)}{\sum_{j=1}^n P(A|B_j) \times P(B_j)}$$

Định lý Bayes chính là chìa khóa của thống kê Bayes, trong đó B_1, B_2, \dots, B_n được xem như các biến cố không quan sát được, khi đó xác suất $P(B_i)$ là xác suất tiên nghiệm cho các biến số $B_i, \forall i = \overline{1, n}$. Phân phối tiên nghiệm được dựa trên các xác suất tiên nghiệm có trọng số (Bolstad & Curran, 2016).

Hàm hợp lý của biến cố không quan sát được B_1, B_2, \dots, B_n được xác định bởi $P(A|B_i)$.

Do đó, $P(B_i|A)$ là xác suất hậu nghiệm của biến cố B_i với điều kiện biến cố A đã xảy

ra. Các biến cố không quan sát được B_1, B_2, \dots, B_n trùng với các giá trị tham số θ , biến cố đã xảy ra A trùng với thông tin từ dữ liệu.

Định lý Bayes phát biểu về hàm mật độ hậu nghiệm của tham số cần ước lượng θ khi đã biết dữ liệu D được xác định theo công thức:

$$g(\theta|D) = \frac{f(D|\theta) \times g(\theta)}{f(D)}$$

Hay hàm hậu nghiệm cho tham số của tổng thể có thể được viết dưới dạng tỷ lệ như sau:

$$posterior \propto likelihood \propto prior$$

Vì vậy, suy luận thống kê Bayes dựa vào 2 yếu tố: thông tin thực tế - likelihood, thông tin tiên nghiệm - thông tin từ các nghiên cứu trước. Thông qua định lý Bayes tính được hàm mật độ hậu nghiệm - thông tin hậu nghiệm được suy luận từ thông tin thực tế và thông tin tiên nghiệm.

2.2.2 Thống kê Bayes

2.2.2.1 Phân phối tiên nghiệm

Giả sử hàm mật độ xác suất mẫu (hàm mật độ xác suất của dữ liệu) y là $p(y|\theta)$, hàm mật độ xác suất tiên nghiệm là $p(\theta)$. Khi đó, hàm mật độ xác suất hậu nghiệm được xác định theo công thức của Gelman và cộng sự (2013) như sau:

$$p(\theta|y) = \frac{p(\theta)p(y|\theta)}{p(y)}$$

Trong đó, $p(y) = \sum_{\theta} p(\theta)p(y|\theta)$ trong trường hợp θ tuân theo biến ngẫu nhiên rời rạc. Một cách tương đương, công thức về mối quan hệ giữa hàm mật độ xác suất hậu nghiệm, tiên nghiệm và hàm hợp lý được biểu diễn dưới dạng:

$$p(y|\theta) \propto p(\theta)p(y|\theta)$$

Giả sử mẫu ngẫu nhiên y_1, y_2, \dots, y_n bao gồm các quan sát độc lập và cùng tuân theo một phân phối xác suất với hàm mật độ xác suất phụ thuộc vào tham số $f(y|\theta)$. Khi đó, hàm hợp lý của mẫu ngẫu nhiên có dạng:

$$p(y|\theta) = p(y_1, y_2, \dots, y_n|\theta) = \prod_{i=1}^n f(y_i|\theta)$$

Phân phối tiên nghiệm cho tham số θ bao gồm cả trường hợp θ tuân theo biến ngẫu nhiên rời rạc hoặc biến ngẫu nhiên liên tục. Thông thường, có ba cách lựa chọn phân phối tiên nghiệm: (1) Tiên nghiệm đều, (2) Tiên nghiệm liên hợp, (3) Tiên nghiệm dựa vào Maximum Entropy.

2.2.2.2 Hàm hợp lý

Giả sử bộ dữ liệu $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ gồm n quan sát độc lập và cùng tuân theo phân phối xác suất $f(x|\theta)$ và tham số θ chưa biết. Khi đó, hàm hợp lý của bộ dữ liệu chính là hàm mật độ xác suất đồng thời của bộ dữ liệu, và được xác định theo công thức:

$$l(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n | \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i | \theta)$$

Trong đó tham số θ và các quan sát $x_i, i = 1, 2, \dots, n$

2.2.2.3 Hàm tiên nghiệm

Hàm tiên nghiệm đại diện cho các tin tưởng về tham số θ của tổng thể trước khi quan sát dữ liệu (có dữ liệu) hoặc dữ liệu không khả dụng (dữ liệu tốn quá nhiều tiền, dữ liệu quá khó để thu thập hoặc cần quá nhiều thời gian để thu thập dữ liệu...). Các thông tin tiên nghiệm dựa vào các kết quả nghiên cứu trước đó hoặc dựa vào ý kiến của chuyên gia.

Tiên nghiệm phi thông tin (the non-information prior): Tiên nghiệm phi thông tin được sử dụng khi chúng ta không có bất cứ thông tin nào về tham số θ trước khi có tham số. Do đó, hàm tiên nghiệm phi thông tin cho tham số θ xem như tuân theo phân phối đều, được biểu diễn như sau:

$$\pi(\theta) \propto \text{const}, a < \theta < b$$

Trong đó a, b là các hằng số.

Khi đó, chúng ta nhận thấy với trường hợp tiên nghiệm phi thông tin thì hàm mật độ xác suất hậu nghiệm chỉ dựa vào hàm hợp lý, hay nói cách khác, thông tin tiên nghiệm cũng không thay đổi được thông tin của hàm hợp lý.

Tiên nghiệm liên hợp (the conjugate prior): Trong thống kê Bayes, nếu phân phối tiên nghiệm được chọn sao cho phân phối hậu nghiệm $\pi(\theta | x_1, x_2, \dots, x_n)$ có cùng phân phối xác suất với phân phối tiên nghiệm $\pi(\theta)$ thì phân phối của tiên nghiệm này được gọi là phân phối tiên nghiệm liên hợp. Khi đó, hàm mật độ tiên nghiệm được gọi là tiên nghiệm liên hợp với hàm hợp lý $l(x_1, x_2, \dots, x_n | \theta)$.

2.2.2.4 Hàm hậu nghiệm

Phân phối xác suất hậu nghiệm được tính toán theo định lý Bayes, dựa trên hàm hợp lý và hàm tiên nghiệm. Phân phối xác suất hậu nghiệm có vai trò quan trọng trong thống kê Bayes, được sử dụng cho các suy luận tiếp theo.

Dạng phân phối xác suất hậu nghiệm phụ thuộc vào các trường hợp của tham số θ tuân theo biến ngẫu nhiên rời rạc hay biến ngẫu nhiên liên tục, dữ liệu tuân theo biến ngẫu nhiên rời rạc hay biến ngẫu nhiên liên tục.

Giả sử ta có bộ dữ liệu rời rạc x_1, x_2, \dots, x_n , khi đó hàm mật độ xác suất hậu nghiệm $\pi(\theta | x_1, x_2, \dots, x_n)$ được xác định theo công thức sau: $\theta \in \Theta$, trong trường hợp θ tuân theo biến ngẫu nhiên rời rạc:

$$\pi(\theta | x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{l(x_1, x_2, \dots, x_n | \theta) \times \pi(\theta)}{\sum_{\theta \in \Theta} l(x_1, x_2, \dots, x_n | \theta) \times \pi(\theta)}$$

Giả sử ta có bộ dữ liệu liên tục x_1, x_2, \dots, x_n , khi đó hàm mật độ xác suất hậu nghiệm $\pi(\theta | x_1, x_2, \dots, x_n)$ được xác định theo công thức sau, trong trường hợp θ tuân theo biến ngẫu nhiên liên tục:

$$\pi(\theta|x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{l(x_1, x_2, \dots, x_n|\theta) \times \pi(\theta)}{\int l(x_1, x_2, \dots, x_n|\theta) \times \pi(\theta) d\theta}$$

2.2.2.5 Khoảng tin cậy Bayes trung tâm

Giả sử có các quan sát độc lập (x_1, x_2, \dots, x_n) có phân phối chuẩn $N(\mu, \sigma^2)$, khi đó phân phối của trung bình mẫu sẽ là $N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$. Sử dụng thông tin nghiệm cũng gồm các quan sát độc lập có phân phối chuẩn $N(m, s^2)$ thì phân phối hậu nghiệm của μ là một phân phối chuẩn $N(m', s'^2)$

Ta có khoảng tin cậy Bayes $(1 - \alpha) \times 100\%$ cho trung bình $\mu \sim N(m', s'^2)$ là:

$$m' \pm z_{\frac{\alpha}{2}} s'^2$$

Trong đó $(1 - \alpha)$ là hệ số tin cậy, và là $z_{\frac{\alpha}{2}}$ giá trị z được tra bảng trong bảng phân phối xác suất với mức ý nghĩa $\frac{\alpha}{2}$

2.2.3 Hồi quy tuyến tính đơn biến Bayes

2.2.3.1 Hồi quy tuyến tính đơn biến

Trong mô hình hồi quy tuyến tính đơn biến, chúng ta thường quan tâm đến mối quan hệ giữa hai biến; ví dụ như FDI và GDP, thu nhập và trình độ học vấn... Giả sử dữ liệu bao gồm n quan sát, $i = \overline{1, n}$, mô hình đơn giản nhất thể hiện mối quan hệ giữa biến x và y có dạng:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\alpha} + \hat{\beta}x)^2 \Rightarrow \min$$

Để tìm được giá trị $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$, là nghiệm của hệ phương trình khi đạo hàm riêng lần lượt theo $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$ và nhận giá trị bằng 0. Tức là, ta tìm được các tham số ước lượng theo công thức:

$$\begin{cases} \hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x} \\ \hat{\beta} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \end{cases}$$

Dựa vào các giả thuyết trong của ε trong mô hình hồi quy tuyến tính thì ε tuân theo phân phối chuẩn đồng thời các sai số của các quan sát độc lập với nhau. Do đó, các suy luận các tham số sẽ có dạng phân phối xác suất như sau:

$$\hat{\beta} \sim N\left(\beta, \frac{\sigma^2}{S_{xx}}\right), \quad \hat{\alpha} \sim N\left(\alpha, \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} \cdot \frac{\sigma^2}{S_{xx}}\right)$$

Trong đó, phương sai nhiều σ^2 được ước lượng thông qua $\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}$. Từ đây, các bài toán suy luận cho mô hình hồi quy tuyến tính đơn biến bao gồm: ước lượng và kiểm định các hệ số hồi quy, kiểm định tính phù hợp của mô hình hồi quy, dự báo cho các quan sát tiếp theo. Đối với mô hình hồi quy tuyến tính đa biến, các kết quả ước lượng mô hình hồi quy cũng được ước lượng tương tự dựa vào phương pháp

bình phương nhỏ nhất.

2.2.3.2 Hồi quy tuyến tính Bayes

Hàm hợp lý

Giả sử mô hình hồi quy Bayes có dạng:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \epsilon_i, \quad \forall i = \overline{1, n}$$

Hàm hợp lý cho quan sát thứ i là một hàm mật độ xác suất của hai tham số α và β có dạng:

$$l(y_i, x_i | \alpha, \beta) \propto \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \right]$$

Như vậy hàm hợp lý của bộ dữ liệu bao gồm n quan sát được biểu diễn theo công thức:

$$l(y_1, x_1, y_2, x_2, \dots, y_n, x_n | \alpha, \beta) \propto \prod_i \exp \left[-\frac{1}{2\sigma^2} (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \right]$$

Hàm tiên nghiệm cho các tham số hồi quy

Trước hết, các tham số hồi quy là độc lập với nhau, nên phân phối tiên nghiệm của đồng thời các tham số hồi quy được xác định thông qua công thức:

$$\pi(\alpha, \beta) = \pi(\alpha) \times \pi(\beta)$$

Hơn thế nữa, do hàm hợp lý của các tham số hồi quy tuân theo phân phối chuẩn, do đó, lựa chọn phân phối tiên nghiệm liên hợp cho các tham số hồi quy cũng tuân theo phân phối chuẩn theo công thức:

$$\pi(\alpha) \sim N(m_\alpha, s_\alpha), \quad \pi(\beta) \sim N(m_\beta, s_\beta).$$

Hàm hậu nghiệm cho các tham số hồi quy

Áp dụng định lý Bayes cho các tham số hồi quy. Khi đó, hàm phân phối hậu nghiệm cho các tham số sẽ tương đương công thức:

$$\pi(\alpha, \beta | y_1, x_1, y_2, x_2, \dots, y_n, x_n) \propto \pi(\alpha, \beta) \times l(y_1, x_1, y_2, x_2, \dots, y_n, x_n | \alpha, \beta)$$

Cụ thể, phân phối hậu nghiệm của tham số α là:

$$\pi(\alpha | y_1, x_1, y_2, x_2, \dots, y_n, x_n) \sim N(m'_\alpha, s'^2_\alpha),$$

trong đó phân phối tiên nghiệm cho tham số α :

$$\frac{1}{(s')_\alpha^2} = \frac{1}{s_\alpha^2} + \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \frac{S_{xx}}{\sigma^2}$$

$$m'_\alpha = \frac{\frac{1}{s_\alpha^2}}{\frac{1}{(s')_\alpha^2}} m_\alpha + \frac{\frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \frac{S_{xx}}{\sigma^2}}{\frac{1}{(s')_\alpha^2}} \hat{\alpha}$$

Tương tự như vậy cho phân phối tiên nghiệm với tham số β .

2.2.4 Mô hình hồi quy Bayes

Sử dụng thống kê Bayes để tìm ra phân phối hậu nghiệm để từ đó làm cơ sở cho việc thực hiện mô hình hồi quy Bayes. Trong mô hình hồi quy Bayes thì các tham số ước lượng có dạng như sau:

$$\beta'_1 \sim N(m'_{\beta 1}, s'^2_{\beta 1}), \beta'_2 \sim N(m'_{\beta 2}, s'^2_{\beta 2}), \beta'_3 \sim N(m'_{\beta 3}, s'^2_{\beta 3})$$

Khi đó, phân phối dự báo hậu nghiệm của FDI có dạng:

$$N(m'_{\beta 0} + m'_{\beta 1} \times GDP + m'_{\beta 2} \times INF + m'_{\beta 3} \times UNE)$$

Chương 3:

ỨNG DỤNG THỐNG KÊ BAYES VÀO DỮ LIỆU FDI

3.1 Phương pháp nghiên cứu

3.1.1 Số liệu nghiên cứu

Bài nghiên cứu sử dụng dữ liệu nghiên cứu về các chỉ số vĩ mô được tổng hợp và thu thập từ World Bank 's World Development Indicators. Các chỉ số GDP, chỉ số lạm phát và chỉ số thất nghiệp được thu thập từ năm 1996 đến năm 2021 của Việt Nam để làm rõ mức độ ảnh hưởng của các yếu tố vĩ mô đến chỉ số FDI.

3.1.2 Mô hình nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính với mô hình nghiên cứu cụ thể như sau:

$$\ln FDI = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP + \beta_2 INF + \beta_3 UNE + \varepsilon$$

Trong đó:

$\ln FDI$: Nguồn vốn đầu tư nước ngoài vào Việt Nam, được đo bằng logarit

$\ln GDP$: Tổng sản phẩm trong nước GDP để đo lường sức mua được tính toán bằng logarit

INF : Biến tỷ lệ lạm phát thể hiện tỷ lệ phần trăm thay đổi của chỉ số giá tiêu dùng hằng năm

UNE : Thể hiện tỷ lệ thất nghiệp trong nước

ε : Sai số theo phân phối chuẩn (normal), độc lập, với trung bình 0 và phương sai σ^2

3.1.3 Mô tả biến trong mô hình

Kỳ vọng về dấu của các biến có trong mô hình nghiên cứu được trình bày ở bảng 1, chi tiết như sau:

Loại biến	Biến	Cách đo lường	Kỳ vọng dấu	Nguồn
Biến phụ thuộc	$\ln FDI$	Nguồn vốn đầu tư nước ngoài vào Việt Nam, được đo bằng logarit		World Bank
Biến độc lập	$\ln GDP$	Logarit GDP trong nước	+	World Bank
	INF	Tỷ lệ phần trăm thay đổi của chỉ số giá tiêu dùng (%)	-	World Bank
	UNE	Tỷ lệ dân số thất nghiệp trong nước (%)	+	World Bank

Bảng 1: Bảng tổng hợp các biến sử dụng trong mô hình nghiên cứu

3.2 Thống kê mô tả dữ liệu

Bảng 2 là kết quả của thống kê mô tả được đưa vào mô hình hồi quy. LnFDI là biến phụ thuộc với số lượng mẫu là 26, có giá trị trung bình là 22.26. Tương tự, các biến độc lập lnGDP, INF và UNE có giá trị trung bình lần lượt là 25.31; 5.873% và 1.918%.

Ma trận tương quan giữa các biến độc lập là tương đối thấp, các chỉ số tương quan đều dưới 0.2. Tuy nhiên, tương quan giữa lnGDP và lnFDI khá lớn, đạt đến 0.943.

	obs	Mean	Std.D ev	Min	Max	lnFDI	lnGD P	INF	UNE
lnFDI	26	22.26	0.937 9009	20.98	23.47	1	0.943	0.128	-0.504
lnGD P	26	25.31	0.968 6492	23.93	26.62	0.943	1	0.040	-0.568
INF	26	5.873	5.318 356	-1.710	23.11 5	0.128	0.040	1	-0.409
UNE	26	1.918	0.502 1952	1.00	2.87	-0.504	-0.568	-0.409	1

Bảng 2: Mô tả thống kê và ma trận tương quan giữa các biến trong mô hình

3.3 Ứng dụng thống kê Bayes

3.3.1 Xác định phân phối tiên nghiệm cho các tham số

Các giá trị tiên định xác lập của mô hình nghiên cứu được nhóm nghiên cứu thiết lập như mặc định của phần mềm. Sau khi sử dụng phần mềm Rstudio tính toán các phân phối tiên nghiệm cho các tham số, ta được tiên nghiệm cho các tham số $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ như sau:

$$\beta_0 \sim N(22, 2.3^2), \beta_1 \sim N(0, 2.5^2), \beta_2 \sim N(0, 2.5^2), \beta_3 \sim N(0, 2.5^2),$$

$$\sigma \sim EXP(1)$$

3.3.2 Xác định phân phối hậu nghiệm cho các tham số

Từ kết quả phân phối tiên nghiệm đã có trước đó, bài nghiên cứu sử dụng mô hình chuỗi MCMC để tính toán các phân phối hậu nghiệm. Với bộ dữ liệu của bài nghiên cứu, MCMC thực hiện vòng lặp 4 lần với 4000 phép thử. Bảng 3 là kết quả phân phối hậu nghiệm thu được.

4 chains, each with iter=2000; warmup=1000; thin=1

post-warmup draws per chain=1000, total post-warmup draws=4000

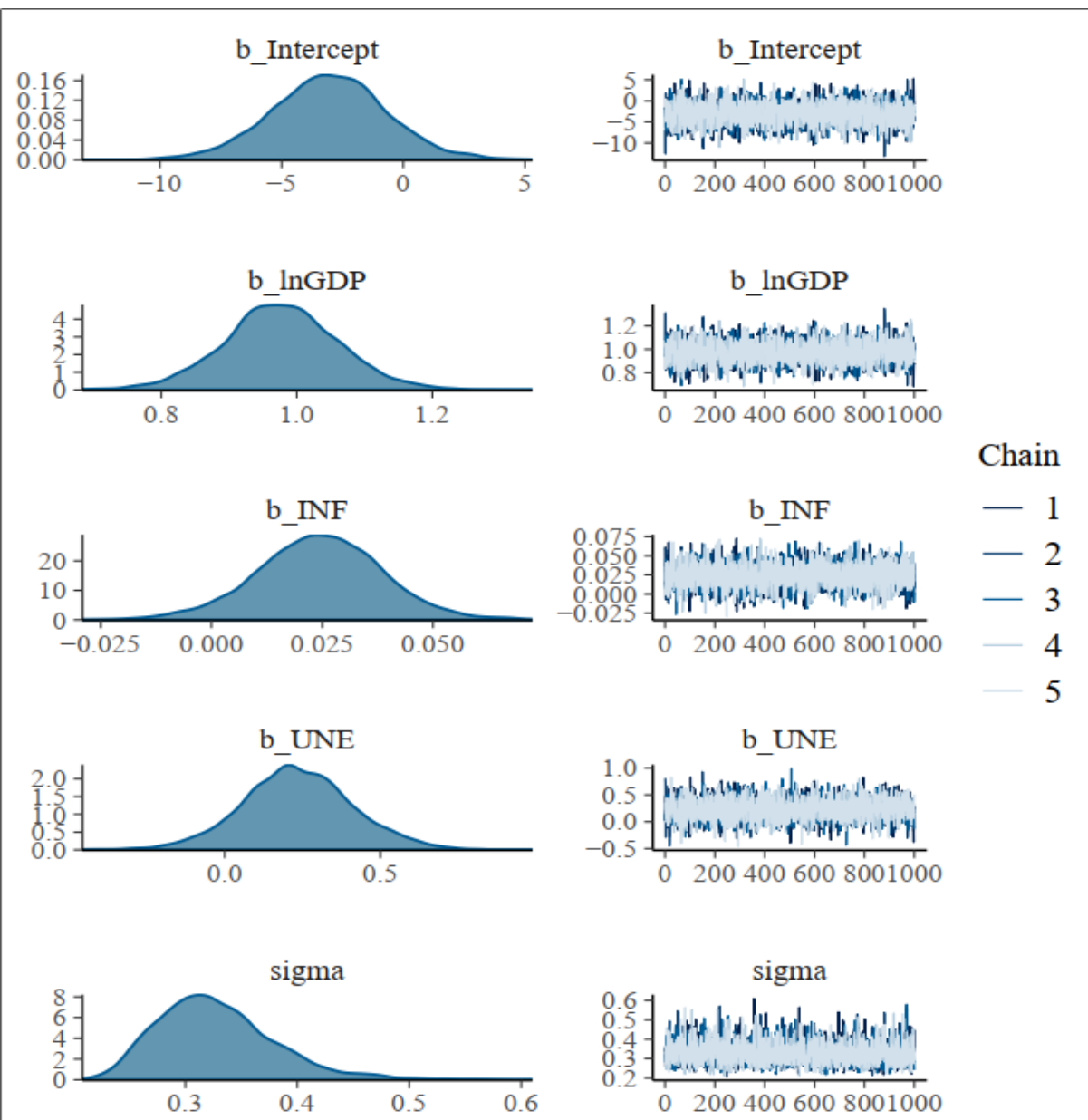
	mean	MCMC sd.error	sd	2.5%	97.5%	n_eff	Rhat
b_Intercept	-3.45	0.05	2.47	-8.35	1.53	3239	1
b_lnGDP	0.99	0.00	0.09	0.81	1.16	3484	1
b_UNE	0.25	0.00	0.18	-0.11	0.61	3126	1
sigma	0.31	0.00	0.06	0.22	0.44	3658	1
nu	21.83	0.00	14.11	4.35	57.67	5699	1
lprior	-13.10	0.00	0.85	-15.50	-12.49	5139	1
lp__	-18.76	0.04	1.96	-23.45	-16.07	1925	1
b_INF	0.02	0.00	0.01	0.01	0.05	4134	1

Bảng 3: Bảng kết quả phân phối hậu nghiệm

3.3.3. Kiểm tra phẩm chất chuỗi MCMC

3.3.3.1 Kiểm định tính đại diện

Kiểm tra tính đại diện của MCMC thông qua biểu đồ tần số (frequency) và biểu đồ mật độ hạt nhân (density)



Bảng 4: Bảng biểu đồ density và frequency

3.3.3.2 Kiểm định tính chính xác

Tính chính xác của MCMC được kiểm định bằng effectiveSize của MCMC.

[[1]]

```
b_Intercept    b_lnGDP      b_INF      b_UNE      sigma      lprior
      814.9855    839.6298    1000.0000    821.8151    610.2424    819.7072
      lp__
      451.2085
```

[[2]]

```
b_Intercept    b_lnGDP      b_INF      b_UNE      sigma      lprior
      692.3988    763.0191    1000.0000    631.0363    950.0604    1027.9475
      lp__
      429.5997
```

[[3]]

```
b_Intercept    b_lnGDP      b_INF      b_UNE      sigma      lprior
      679.6221    724.5212     800.8719    614.3739    794.2886    1000.0000
      lp__
      416.4364
```

[[4]]

```
b_Intercept    b_lnGDP      b_INF      b_UNE      sigma      lprior
      698.7025    764.3554     862.8081    707.9169    794.0286    1244.1450
      lp__
      392.2348
```

Bảng 5: Bảng kiểm định tính chính xác của chuỗi MCMC

3.3.4 Đánh giá lại mô hình

Từ kết quả mô hồi quy mô phỏng thống kê của hai mô hình tần suất và MCMC, bài nghiên cứu thực hiện so sánh 2 mô hình để tìm ra mô hình phù hợp hơn cho bài nghiên cứu (bảng 8).

	Frequentist	MCMCpack
Intercept ($\hat{\beta}_0$)	-3.04	-3.03 (-4.71; 1.92)
$\hat{\beta}_1$	0.98	0.98 (0.92; 1.14)
$\hat{\beta}_2$	0.02	0.02 (0.02; 0.05)
$\hat{\beta}_3$	0.23	0.24 (0.12; 0.60)
sigma ($\hat{\sigma}$)	0.31	0.33

Bảng 6: So sánh mô hình tần suất với mô hình MCMC

Chương 4:

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả nghiên cứu được trình bày trong (bảng 1) gồm: Cột đầu tiên của bảng chứa tên của các biến mà mỗi tham số được liên kết. Cột thứ hai (Mean) chứa trung bình hậu nghiệm của từng tham số, các cột thứ ba (Median) và thứ tư (Sd.dev.) là trung vị và độ lệch chuẩn tương ứng. Hai cột cuối cùng (2.5%; 97.5%) cho giá trị các điểm đầu và cuối của các khoảng tin cậy 95%.

	Mean	Median	Sd.dev	2.5%	97.5%
Intercept	-3.0355	0.33	2.47	-7.71	1.92
lnGDP	0.985	0.00	0.09	0.80	1.14
INF	0.0242	0.00	0.01	0.00	0.05
UNE	0.1436	0.00	0.18	-0.12	0.60
sigma	0.33	0.00	0.05	0.24	0.45

Kết quả mô phỏng hồi quy ở (bảng 3) cho thấy, các sai số MCMC của các giá trị trung bình hậu nghiệm là các số thập phân nhỏ hơn 0.05, Rhat đồng thời đều bằng 1. Điều đó có nghĩa, các biến trong mô hình đều có ý nghĩa thống kê, giá trị các hệ số đều khác không trong khoảng tin cậy 95%.

Nhóm tác giả sử dụng các biểu đồ tần số (frequency) và biểu đồ mật độ hạt nhân (density) để đánh giá sự hội tụ của chuỗi MCMC. Cả hai đều trơn tru (các chuỗi MCMC chồng lên nhau), cho thấy rằng bộ lấy mẫu không có hiện tượng bất thường (bảng 4). Từ kết quả phân tích biểu đồ và giá trị các sai số MCMC cho thấy chuỗi MCMC hội tụ, từ đó có cơ sở để tin cậy kết quả của suy diễn Bayes. Từ kết quả kiểm định tính chính xác ở bảng 5, hầu hết các số liệu của cả 4 chuỗi đều tương đối lớn và gần hoặc lớn hơn 1000, điều đó chứng minh cho mô hình đáng tin cậy.

Từ kết quả phân phối hậu nghiệm bằng mô hình MCMC (bảng 3), ta thực hiện so sánh giữa 2 mô hình tần suất và MCMC (Bảng 6). Mô hình MCMC có tham số gần như tương tự với mô hình tần suất nhưng MCMC cung cấp khoảng tin cậy 95%.

Từ kết quả trên, có thể xây dựng mô hình hồi quy như sau:

$$\ln \text{FDI} = -3.03 + 0.98 \ln \text{GDP} + 0.02 \text{INF} + 0.24 \text{UNE}$$

Các yếu tố GDP, tỷ lệ lạm phát và tỷ lệ thất nghiệp có tác động cùng chiều đến nguồn vốn đầu tư nước ngoài FDI. Điều này có nghĩa là, khi GDP tăng 1% thì FDI sẽ tăng 0,98 triệu USD, tổng sản phẩm trong nước càng cao sẽ phản ánh sức mua của quốc gia lớn, điều này sẽ thu hút nhiều nguồn vốn đầu tư nước ngoài. Tuy nhiên lạm phát lại có tích cực đến FDI, khi tỷ lệ lạm phát tăng 1% thì FDI sẽ tăng 1,021 triệu USD và khi tỷ lệ thất nghiệp tăng 1% sẽ dẫn đến FDI tăng gấp 1.1544 lần.

KẾT LUẬN

Từ thực tiễn về tầm quan trọng của FDI đối với việc thúc đẩy tăng trưởng kinh tế. Đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển trên thế giới trong đó có Việt Nam, nếu tỷ lệ tiết kiệm ở các quốc gia mà thấp hơn nhu cầu đầu tư thì việc thu hút FDI càng giữ vai trò quan trọng trong tăng trưởng kinh tế.

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy các yếu tố GDP, INF, UNE có tác động tích cực tới dòng vốn FDI, điều này góp phần xác nhận thêm bằng chứng cho nhiều nghiên cứu liên quan trước đây. Tuy nhiên, lạm phát lại có tác động tích cực đến FDI, 1% tăng lên của lạm phát thì làm FDI tăng 1.020 triệu USD. Nguyên nhân, do FDI đầu tư vào Việt Nam là loại FDI tìm kiếm lợi nhuận. Lạm phát cao sẽ đi cùng với tăng trưởng kinh tế cao và tỷ suất sinh lợi cao. Ngoài ra, chúng ta có thể thấy, việc các nhà đầu tư nước ngoài vào các quốc gia có thu nhập trung bình như Việt Nam thì các nhà đầu tư đó sẽ quan tâm đến sự tăng trưởng của thị trường để từ đó họ có nhiều cơ hội tạo ra lợi nhuận hơn. Đồng thời, liên kết thị trường giao thương quốc tế cũng như chất lượng cơ sở hạ tầng của quốc gia nhận vốn cũng ảnh hưởng đến dòng chảy của nguồn vốn FDI rót vào.

Dựa vào dữ liệu lịch sử cho thấy, dường như dòng vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài vào Việt Nam có một mối liên hệ khá rõ với một số yếu tố bên ngoài quốc gia như lãi suất nước ngoài, lượng cung toàn cầu, rủi ro toàn cầu... và các yếu tố bên trong như lạm phát, cung tiền, chỉ số chứng khoán.

Với mối liên hệ mang tính chặt chẽ như trên, để thu hút dòng vốn đầu tư nước ngoài vào Việt Nam, ngoài việc cải thiện môi trường vĩ mô trong nước và phát triển thị trường chứng khoán để hấp dẫn các nhà đầu tư, các cơ quan có thẩm quyền cần theo dõi sát sao và dự đoán những biến động bất thường có thể xảy ra với Việt Nam khi các quốc gia phát triển thay đổi chính sách kinh tế hoặc có những cú sốc không mong muốn trên thị trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bolstad, W. M., & Curran, J. M., 2016. Introduction to Bayesian statistics. John Wiley & Sons.
2. Pham, U., Le, H. T., & Nguyen, T. (2017). Choosing the best model in fuzzy Bayesian statistics and its application in financial analysis. *Science & Technology Development Journal - Economics - Law and Management*, 1(Q2), 144–155.
3. Le, H., Pham, U., Nguyen, P., & Pham, T. B., 2020. Improvement on Monte Carlo estimation of HPD intervals. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 49(8).
4. Uyên, P. H., & Thiên, N. Đ. Chọn mô hình tốt nhất trong thống kê Bayes mờ và ứng dụng trong phân tích tài chính. *Science & Technology*, 20(Q2-2017).
5. Le, Hoa Thanh. “Thống kê Bayes và ứng dụng trong dự báo giá chứng khoán của các ngân hàng và công ty tài chính ở Việt Nam.” *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á* [Hồ Chí Minh], 9 10 2020, pp. 42-44.
6. Lê Thanh Hoa, Phạm Hoàng Uyên, & Nguyễn Phúc Sơn. (2017b). “Sử dụng thống kê Bayes mờ trong dự báo tỷ giá và một số chỉ số kinh tế.” *Tạp chí Công nghệ Ngân hàng*, 140, 92–100
7. Trần, Cảnh Quang. “Factors affecting gdp per capita - Apply Bayesian analysis [VNUHCM Journal of Economics, Business and Law.” *Science & Technology Development Journal - Economics - Law and Management*, 30 June 2022, <http://stdjelm.scienceandtechnology.com.vn/index.php/stdjelm/article/view/961> . Accessed 13 December 2022.
8. “Các yếu tố tác động đến việc thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài vào vùng kinh tế.” *Minh Khue*, <https://luatminhkhue.vn/cac-yeu-to-tac-dong-den-viec-thu-hut-dau-tu-truc-tiep-nuoc-ngoai-vao-vung-kinh-te.aspx?fbclid=IwAR3mhmyok2ZT3NxziOdcGTdlMcnrShEqcmVAPJgIzE9tMC9kgNKqyH1Ksso>. Accessed 13 December 2022.
9. Nguyễn, Trúc Thị Thanh. “Nghiên cứu tác động của tham nhũng và chênh lệch tham nhũng đến nguồn vốn FDI vào các nước khu vực Đông Nam Á” *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 2016.

