SỬ DỤNG MÔ HÌNH XÍCH MARKOV XÂY DỰNG CƠ CHẾ TÁI TỤC HIỆU QUẢ TRONG BẢO HIỂM XE CƠ GIỚI DỰA VÀO YẾU TỐ SỐ VỤ VÀ SỐ TIỀN KHÁCH HÀNG YÊU CẦU BỒI THƯỜNG

SV: Nguyễn Anh Minh, Đỗ Mạnh Dũng, Ngô Thị Hương,

Nguyễn Đình Nhật: CTTN Toán Tin K64, Viện TUD&TH, ĐH BKHN

Đinh Thị Vân Anh: EM3-02-K64, Viện KT&QL, ĐH BKHN

GVHD: TS. Nguyễn Thị Thúy Quỳnh

**Tóm tắt**: Trong báo cáo này, nhóm nghiên cứu xây dựng một cơ chế tái tục hay hệ thống Thưởng - Phạt hiệu quả với các mức phí bảo hiểm hợp lý cho từng lớp khách hàng giúp công ty bảo hiểm tối đa lợi nhuận, đảm bảo tính công bằng giữa người mua bảo hiểm và công ty, cũng như quyền lợi cho khách hàng. Sử dụng một mô hình ngẫu nhiên có tính ứng dụng cao là xích Markov, nhóm nghiên cứu xây dựng hệ thống tối ưu với điều kiện cân bằng tài chính và mục tiêu giảm thiểu rủi ro trong quá trình định phí bảo hiểm. Hệ thống sẽ được mô phỏng theo hoạt động định phí trên thực tế với việc xây dựng biến ngẫu nhiên biểu diễn yếu tố tổng số tiền khách hàng mua bảo hiểm xe cơ giới yêu cầu bồi thường trong một năm. Nhóm tác giả xây dựng hệ thống bằng ngôn ngữ lập trình Python và kiểm thử tính hiệu quả của hệ thống với bộ dữ liệu của Tổng Công ty Bảo hiểm Xuân Thành năm 2015, qua đó tính kỳ vọng lợi nhuận có thể đạt được nếu triển khai mô hình trong thực tế.

**Từ khóa**: Bảo hiểm, hệ thống Thưởng - Phạt, xích Markov, cơ chế tái tục.

1.GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1. Mục tiêu nghiên cứu

Dựa trên quan sát thực tế, nhóm nghiên cứu nhận ra một vấn đề có ý nghĩa thực tiễn, đặc biệt quan trọng trong lĩnh vực kinh tế nói chung và lĩnh vực bảo hiểm nói riêng đó là vấn đề xây dựng cơ chế tái tục hay với tên thường gọi trên thế giới là hệ thống Thưởng - Phạt Bonus-Malus System (BMS) tối ưu khi khách hàng tái tục hợp đồng bảo hiểm xe cơ giới. Nhóm tác giả sử dụng một mô hình ngẫu nhiên có tính ứng dụng cao là xích Markov với những tính chất phù hợp việc mô phỏng hoạt động định phí trên thực tế như tính không nhớ, tính ergodic, … Mục tiêu của đề tài nhằm xây dựng cơ chế tái tục tối ưu trong lĩnh vực tái tục bảo hiểm xe cơ giới, dựa trên mục tiêu cân bằng tài chính, giảm thiểu rủi ro trong việc dự đoán mức phí bảo hiểm và đặc biệt là tối ưu lợi nhuận cho công ty bảo hiểm, giảm thiểu khả năng chuộc lợi bảo hiểm. Mô hình sẽ được kiểm thử, đánh giá độ hiệu quả với bộ dữ liệu của công ty Bảo hiểm Xuân Thành, chúng tôi mong muốn mô hình này sẽ được ứng dụng trong thực tế để giải quyết vấn đề nêu trên.

1.2. Phạm vi và nội dung nghiên cứu

Xích Markov là cơ sở toán học cho rất nhiều mô hình kinh tế, y học, tin học, vật lý, có thể kể đến như mô hình Xích Markov trong di truyền, mô hình phục vụ đám đông (lý thuyết xếp hàng), mô hình phân chia thị trường, mô hình trò chơi hai đấu thủ, ... Đặc biệt, lý thuyết xích Markov còn được áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực bảo hiểm, cụ thể là định phí bảo hiểm. Hệ thống BMS được xây dựng dựa vào xích Markov, là một công cụ điều chỉnh mức phí bảo hiểm trong việc tái tục hợp đồng dựa trên lịch sử yêu cầu bồi thường của người mua bảo hiểm. Hệ thống BMS sẽ gồm ba thành phần cơ bản:

**Lớp khách hàng**: Số lượng lớp khách hàng hoàn toàn do công ty bảo hiểm quy định, mỗi người mua bảo hiểm sẽ được phân vào một lớp khách hàng tương ứng với một mức phí bảo hiểm. Khi hết thời gian hợp đồng (thường là 1 năm), người mua bảo hiểm sẽ được chuyển sang lớp khác với mức phí khác dựa vào lịch sử yêu cầu bồi thường trong năm nay. Mỗi lớp khách hàng là một trạng thái của xích Markov.

**Luật chuyển**: Mỗi năm, người mua bảo hiểm sẽ được chuyển vào lớp khách hàng mới, luật chuyển hay ma trận luật chuyển chính là yếu tố quyết định người mua bảo hiểm sẽ được phân vào lớp mới nào.

**Mức phí tương ứng với từng lớp khách hàng**: Mỗi lớp sẽ có một mức phí được tính tỷ lệ so với mức phí cơ bản của một hợp đồng bảo hiểm. Tùy vào lớp khách hàng mà người tham gia bảo hiểm có thể đóng mức phí thấp hơn (Thưởng) hoặc cao hơn (Phạt) so với mức phí cơ bản.

Việc định phí bảo hiểm được tiến hành dựa vào hai quá trình đánh giá: đánh giá tiên nghiệm (priori ratemaking) và đánh giá hậu nghiệm (posteriori ratemaking). Đánh giá tiên nghiệm có mục đích định phí cho những khách hàng lần đầu tham gia bảo hiểm dựa vào việc đánh giá các đặc điểm như độ tuổi, mức thu nhập, khả năng chi trả hợp đồng,... của khách hàng trong bảo hiểm nhân thọ hay các yếu tố liên quan đến xe như hãng xe, giá trị của xe,... trong bảo hiểm xe cơ giới. Mô hình đánh giá tiên nghiệm sẽ xây dựng bằng các mô hình hồi quy trong thống kê, như mô hình hồi quy tuyến tính của McCullagh và Nelder [1989], mô hình hồi quy Poisson của Dionne và Vanasse [1989], ... Mô hình BMS là một mô hình đánh giá hậu nghiệm đưa ra mức phí tối ưu cho khách hàng khi tái tục hợp đồng. Lý thuyết về mô hình BMS được xây dựng đầy đủ và được áp dụng rộng rãi cho các công ty bảo hiểm của Mỹ dựa vào công trình nghiên cứu của Lemaire [1995].

Mô hình BMS được xây dựng chủ yếu dựa vào yếu tố tần suất khiếu nại tức số vụ khiếu nại trong một năm của khách hàng. Lemaire [1995] đã xây dựng biến ngẫu nhiên thể hiện tần suất khiếu nại của khách hàng tuân theo phân phối Poisson - Gamma trộn tức phân phối Nhị thức âm. Wangui [2013] đã nghiên cứu nhiều mô hình phân phối xác suất khác để biểu diễn tần suất khiếu nại như mô hình Poisson - Exp trộn, mô hình Poisson - Erlang trộn, ... Tuy nhiên việc định phí bảo hiểm chỉ dựa trên yếu tố tần suất khiếu nại còn nhiều hạn chế khi chưa xét tới mức độ nghiêm trọng của từng vụ khiếu nại tức số tiền cần bồi thường cho khách hàng.

Một số công trình nghiên cứu về mô hình BMS có kết hợp đánh giá cả hai yếu tố tần suất khiệu nại và mức độ nghiêm trọng của yêu cầu bồi thường có thể kể đến như Tan et al [2015], Rosy Oh [2019], trong đó yếu tố mức độ nghiêm trọng sẽ được kết hợp trực tiếp với tần suất khiếu nại trong cách tính xác suất có điều kiện để tính xác suất một khách hàng xảy ra bao nhiêu yêu cầu bồi thường trong một năm, từ đó hình thành công thức tính mức phí tối ưu cho từng lớp khách hàng và cách hình thành ma trận luật chuyển cũng như cách đánh giá ma trận luật chuyển. Một cách tiếp cận khác là sử dụng mô hình phân phối trộn của phân phối cho tần suất khiếu nại và phân phối cho mức độ bồi thường để tạo ra công thức tính phí bảo hiểm phù hợp cho từng lớp khách hàng, như mô hình của Tzougas [2014]. Các công trình nghiên cứu gần đây về BMS có thể kể đến như: phát triển cách xác định ma trận luật chuyển tối ưu (yếu tố quan trọng nhất của mô hình BMS) bằng cách giải các bài toán quy hoạch nguyên, quy hoạch tuyến tính Ágostos và Gyetvai [2020] hay tạo ra ma trận luật chuyển cỡ lớn và tối ưu mức phí cho số lượng lớp khách hàng lớn Jy Ahn [2021], ...

Trong báo cáo này, nhóm tác giả sẽ xây dựng hệ thống BMS tối ưu theo hướng tiếp cận hoàn toàn mới dựa trên việc xét tính độc lập, tính không đồng nhất của yếu tố số vụ khiếu nại và số tiền khiếu nại mỗi vụ. Nhóm tác giả xây dựng hai biến ngẫu nhiên biểu thị cho số vụ và số tiền khiếu nại tuân theo hai mô hình phân phối là Nhị thức âm và phân phối Pareto, đồng thời kiểm định sự phù hợp của những mô hình phân phối trên đối với bộ dữ liệu của công ty bảo hiểm Xuân Thành trong thực tế. Nhóm tác giả phát triển mô hình một biến biểu thị tần suất khiệu nại của Lemaire [1995], kết hợp ý tưởng mô hình hai biến biểu diễn tần suất khiếu nại và mức độ bồi thường của Tan et al [2015] để xây dựng các công thức tính xác suất, công thức tính mức phí tối ưu và xây dựng hàm mục tiêu hai biến biểu thị trung bình bình phương sai số của việc dự đoán mức phí, phù hợp lý thuyết toán học và ý nghĩa kinh tế. Điểm khác biệt lớn nhất của mô hình BMS trong bài nghiên cứu này với các mô hình nghiên cứu cùng chủ đề là nhóm tác giả xây dựng hai biến ngẫu nhiên biểu diễn số vụ và số tiền khiếu nại hoàn toàn độc lập với cơ sở dựa trên một giả định phù hợp với thực tế là tổng số tiền bồi thường cho toàn bộ số vụ của khách hàng có tương quan yếu với tần suất khiếu nại của khách hàng, chỉ cần một vụ tai nạn nghiêm trọng thì tổn thất, số tiền công ty bảo hiểm cần bồi thường cũng lớn hơn rất nhiều so với nhiều vụ tai nạn mức độ nhẹ. Cách thiết kế ma trận luật chuyển cũng được chúng tôi đề xuất, bằng việc chia tập dữ liệu tổng số tiền yêu cầu bồi thường trong một năm của khách hàng thành các lớp phí hợp lý khách hàng sẽ được luân chuyển giữa các lớp khách hàng khi có tổng số tiền yêu cầu nằm trong lớp phí tương ứng. Để tìm ma trận luật chuyển tối ưu cho hệ thống, nhóm nghiên cứu sử dụng thuật toán Tham lam như Marlock [1985] đã trình bày. Cuối cùng, nhóm nghiên cứu xét trong các nghiệm tối ưu địa phương, tức các ma trận luật chuyển tìm được để đưa ra kết quả đem lại hiệu quả kinh tế cao nhất đối với công ty bảo hiểm đồng thời đảm bảo tính công bằng giữa người mua bảo hiểm và công ty, cũng như mô hình có mức thưởng hợp lý đối với người mua bảo hiểm không có hoặc có ít số vụ yêu cầu khiếu nại.

2. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ

Hiện nay, trên thế giới cũng như tại Việt Nam, tai nạn giao thông luôn là hiểm họa gây thiệt hại lớn về con người và tài sản. Việc thành lập một quỹ chung hay còn gọi là bảo hiểm để bù đắp tổn thất và chia sẻ rủi ro cho người tham gia giao thông là rất cần thiết. Trong thời kỳ bùng nổ dữ liệu lớn, các công ty bảo hiểm trên thế giới cạnh tranh nhau nhiều phương thức ứng dụng cao để đưa ra các mô hình dự đoán rủi ro chính xác và tốt nhất. Tuy nhiên, thị trường bảo hiểm ở Việt Nam lại không có nhiều cơ hội phát triển do không nắm bắt được xu hướng và hạn chế về công nghệ. Phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới là hệ thống thưởng phạt BMS, được đề xuất bởi Jean Lemair 1995. Triết lý của nó là việc đưa ra các phương án thưởng phạt cho người tham gia bảo hiểm nhằm khuyến khích họ lái xe an toàn, có trách nhiệm với chính bản thân và cộng đồng.

2.1. Hệ thống BMS trong bảo hiểm trách nhiệm dân sự chủ xe cơ giới đối với bên thứ ba

Trong bảo hiểm, hệ thống BMS là một hệ thống điều chỉnh chi phí bảo hiểm mà khách hàng trả theo lịch sử yêu cầu bồi thường của chính họ. Tiền thưởng thường là một khoản chiết khấu trong phí bảo hiểm được đưa ra khi tái tục bảo hiểm nếu không có yêu cầu bồi thường nào được thực hiện trong năm trước. Tiền phạt là sự gia tăng phí bảo hiểm nếu có yêu cầu bồi thường trong năm trước. Hệ thống thưởng phạt rất phổ biến trong bảo hiểm xe. Nguyên tắc cơ bản của hệ thống thưởng phạt là tần suất yêu cầu bồi thường của một chủ hợp đồng càng cao thì chi phí bảo hiểm tính trung bình cho chủ hợp đồng càng cao và ngược lại.

Mục đích chính của hệ thống BMS, ngoài việc giúp người tham gia giao thông lái xe an toàn, có ý thức với chính tính mạng và sức khỏe của chính bản thân mình và hơn nữa là những người cùng tham gia giao thông, BMS còn kiểm soát rủi ro của từng người để chính họ chi trả khoản phí tương ứng với tần suất yêu cầu bồi thường của chính họ. Một người khi tham gia bảo hiểm đặt một khoản tiền tương ứng với mức độ rủi ro của mình và nhận lại một khoản tiền đã thỏa thuận dựa trên tai nạn nếu họ gặp phải. Mức độ rủi ro của mỗi người là không giống nhau nên mức phí bảo hiểm mà họ chi trả cũng cần khác nhau. Nhiệm vụ chính của việc định phí bảo hiểm là đánh giá mức độ rủi ro của đối tượng tham gia bảo hiểm để đảm bảo sao cho chi phí bồi thường được chia sẻ một cách công bằng nhất có thể. Điều đó được thực hiện bằng cách chia hợp đồng bảo hiểm thành các lớp, những người ở cùng một lớp sẽ chi trả cùng một mức phí. Trong bảo hiểm trách nhiệm dân sự đối với bên thứ ba, căn cứ để phân chia các lớp phí dựa trên mức độ rủi ro bao gồm. Các yếu tố liên quan đến bản thân chiếc xe và vấn đề sử dụng xe (loại xe, mục đích sử dụng, phạm vi địa bàn hoạt động, thời gian đã sử dụng, giá trị xe. . . ); Các yếu tố liên quan đến người được bảo hiểm, người điều khiển xe (giới tính, độ tuổi của lái xe, tiền sử của lái xe, kinh nghiệm của lái xe, quá trình tham gia bảo hiểm của người được bảo hiểm).

2.1.1 BMS ở trên thế giới

Hệ thống BMS lần đầu xuất hiện tại Bỉ năm 1961. Đến năm 1971, một nghị định của Bỉ đã yêu cầu tất cả các công ty ở Bỉ phải tính phí bảo hiểm ô tô theo hệ thống tính phí mới dựa trên hệ thống BMS. Hệ thống này được quy định thành luật năm 1971, có 18 lớp và được thể hiện qua bảng sau:

Bảng 2.1: Hệ thống BMS tại Bỉ[1]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lớp | Premium | Lớp | Premium |
| 18 | 200 | 9 | 100 |
| 17 | 160 | 8 | 95 |
| 16 | 140 | 7 | 90 |
| 15 | 130 | 6 | 85 |
| 14 | 120 | 5 | 80 |
| 13 | 115 | 4 | 75 |
| 12 | 110 | 3 | 70 |
| 11 | 105 | 2 | 65 |
| 10 | 100 | 1 | 60 |

Những khách hàng thuộc lớp càng cao sẽ phải trả phí bảo hiểm cao hơn so với mức tiêu chuẩn. Ví dụ, khách hàng ở lớp 17 phải trả 160% mức phí chuẩn, khách hàng ở lớp 10 phải trả 100%, trong khi khách hàng ở lớp 2 phải trả 65% mức phí chuẩn. Đông Nam Á của chúng ta cũng ứng dụng mô hình BMS khá phổ biến, nổi bật là Singapore và Malaysia.

BMS của Singapore được phân loại thành 6 lớp có sự khác biệt cụ thể là các mức: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50% mức phí tiêu chuẩn. Quy luật của hệ thống này là nếu người tham gia bảo hiểm qua các năm đều không có yêu cầu khiếu nại bồi thường thì được chuyển dần từ lớp 0 lên đến lớp 5. Nếu khách hàng đang ở lớp 1, 2, 3 có 01 vụ khiếu nại đòi bồi thường thì sẽ quay về lớp 0, nếu khách hàng ở lớp 4 có 01 vụ khiếu nại thì được phân về lớp 1, khách hàng ở lớp 5 có một vụ khiếu nại được phân về lớp 2. Còn khách hàng ở bất kỳ lớp nào nếu có hơn hai vụ khiếu nại, yêu cầu bồi thường sẽ quay về lớp 0.

Bảng 2.2: Hệ thống BMS tại Malaysia[1]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Lớp khách hàng | Phí bảo hiểm (100% phí tiêu chuẩn) | Lớp mới sau khi có K vụ khiếu nại | | |
| K = 0 | K = | K |
| 0 | 100 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 90 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 80 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 70 | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 60 | 5 | 1 | 0 |
| 5 | 50 | 5 | 2 | 0 |

2.1.2. Cơ chế tái tục tại Việt Nam

Tại Việt Nam, việc áp dụng hệ thống BMS trong bảo hiểm ô tô vẫn chưa được luật hóa. Các công ty Việt Nam thu một mức phí bảo hiểm là như nhau và cạnh tranh nhau bởi chiết khấu, hoa hồng, các chương trình khuyến mại. Chỉ có một số ít công ty thiết kế phí bảo hiểm theo hệ thống này, tiêu biểu là Bảo Việt và GIC.

**Bảo hiểm Bảo Việt**

Bảo Việt thành lập năm 1964. Nghiệp vụ Bảo hiểm xe cơ giới là nghiệp vụ truyền thống của doanh nghiệp, được triển khai nhiều năm. Bảo Việt áp dụng cách tính phí bảo hiểm thưởng phạt cho các hợp đồng bảo hiểm xe cơ giới. Quy định Thưởng-Phạt của Bảo Việt như sau:

* 01 năm không phát sinh khiếu nại bồi thường: Giảm 10% phí bảo hiểm vật chất xe.
* 02 năm liên tiếp không phát sinh khiếu nại bồi thường: Giảm 20% phí bảo hiểm vật chất xe.
* 03 năm liên tiếp trở lên không phát sinh khiếu nại bồi thường: Giảm 30% phí bảo hiểm vật chất xe.

**Công ty bảo hiểm toàn cầu GLC**

Được thành lập năm 2006, quy định về thưởng phạt của công ty như sau:

* Phí bảo hiểm giảm 5% cho khách hàng lái xe an toàn và không có vụ khiếu nại nào trong vòng 2 năm.
* Giảm 7% cho những lái xe có 3 năm liên tục không có vụ khiếu nại nào.
* Giảm 10% cho những lái xe có 4 năm liên tục không có vụ khiếu nại nào.

2.2. Ý nghĩa của việc xây dựng mô hình

Như vậy so với hệ thống BMS ở các nước Đông Nam Á thì Việt Nam có cơ chế tái tục khá đơn giản, còn thiếu linh hoạt. Nếu các mức Thưởng - Phạt rõ ràng và được áp dụng phổ biến sẽ góp phần nâng cao ý thức, trách nhiệm của người tham gia giao thông, giảm thiểu tai nạn giao thông, góp phần ổn định kinh tế xã hội. Với hệ thống BMS có mức phí tối ưu cho từng lớp sẽ đem lại hiệu quả kinh tế cho cả công ty bảo hiểm và người mua bảo hiểm, đây là một vấn đề quan trọng, có ý nghĩa thực tiễn cao. Trong bài báo cáo này, nhóm tác giả xây dựng lên một mô hình BMS với mức phí tối ưu cho từng lớp phí dựa trên mục tiêu cân bằng tài chính, mô hình mô phỏng hoạt động định phí bảo hiểm trên thực tế dựa trên hai yếu tố quan trọng nhất để định mức thưởng phạt khi tái tục đó là số vụ yêu cầu bồi thường và số tiền yêu cầu bồi thường của mỗi vụ. Qua đó, mô hình sẽ là một công cụ hỗ trợ đắc lực cho các công ty bảo hiểm trong vấn đề định mức Thưởng - Phạt.

3. XÂY DƯNG MÔ HÌNH DỰA TRÊN CƠ SỞ TOÁN HỌC

3.1. Mô hình quản trị rủi ro dựa trên số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường

*Xây dựng mô hình BMS dựa trên việc dự đoán khả năng bồi thường khách hàng. Quá trình định phí bảo hiểm thường xem xét hai yếu tố quan trọng, đó là tổng số vụ yêu cầu bồi thường và số tiền bồi thường mỗi vụ của khách hàng dựa vào lịch sử yêu cầu bồi thường của khách hàng. Đồng thời, ta phải quản lý rủi ro cho việc dự đoán sai bằng cách xét tính không đồng nhất của yếu tố số tiền yêu cầu bồi thường và số vụ yêu cầu bồi thường.*

Do đó, để mô hình hóa quá trình quản trị rủi ro ta cần xây dựng các biến ngẫu nhiên biểu thị cho số tiền yêu cầu bồi thường và số vụ yêu cầu bồi thường với những giả thiết như sau:

* Số vụ khiếu nại K của một người là một biến ngẫu nhiên tuân theo phân phối Poisson với tần suất khiếu nại không đổi theo thời gian, riêng biệt cho từng khách hàng.
* Xét cả tập khách hàng, tham số là giá trị của biến ngẫu nhiên tần suất khiếu nại tuân theo phân phối Gamma với hàm mật độ .
* Số tiền khiếu nại từng vụ của một người là một biến ngẫu nhiên tuân theo phân phối mũ với mức độ bồi thường không đổi theo thời gian, riêng biệt cho từng khách hàng.
* Khi khách hàng có vụ yêu cầu bồi thường, tổng số tiền yêu cầu bồi thường cho toàn bộ số vụ là tổng của biến khi đó tổng số tiền yêu cầu bồi thường tuân theo phân phối Gamma với tham số , )
* Xét cả tập khách hàng, tham số là giá trị của biến ngẫu nhiên mức độ bồi thường tuân theo phân phối Gamma ngược .

Mô hình nhóm tác giả nghiên cứu đặt ra hai giả thiết sau:

* Số vụ yêu cầu bồi thường và số tiền yêu cầu bồi thường từng vụ là hai biến ngẫu nhiên độc lập. Do thực tế cho thấy được tính không đồng nhất giữa số vụ yêu cầu bồi thường và số tiền bồi thường từng vụ, vì những vụ tai nạn nghiêm trọng với xe đắt tiền mức độ bồi thường rất cao, ngược lại những va chạm nhẹ, tai nạn nhỏ có mức độ bồi thường thấp.
* Giả thiết rằng không có hiện tượng khách hàng cố gắng giữ ở mức giảm phí bằng cách hạn chế yêu cầu bồi thường dù có xảy ra tai nạn.

Khi đó, xét trên cả tập khách hàng thì hàm mật độ của tổng số tiền yêu cầu bồi thường cho toàn bộ số vụ của khách hàng là:

.

được gọi là hàm cấu trúc rủi ro.

3.2. Hệ thống BMS

*Tại Việt Nam, chưa có nhiều áp dụng cơ chế tái tục, hệ thống Thưởng – Phạt mang tính chất định lượng mà phần nhiều là định tính. Bài viết dựa trên hệ thống BMS của Tan et al [2015] với những cải tiến, cách xây dựng khác dựa vào mục tiêu cân bằng tài chính, giảm thiểu rủi ro và xét đồng thời hai yếu tố số tiền và số vụ yêu cầu bồi thường, qua đó mô hình sẽ mô phỏng tốt hoạt động định phí trên thực tế, cung cấp một công cụ hỗ trợ đắc lực cho các công ty bảo hiểm tại Việt Nam.*

Một hệ thống Thưởng - Phạt được xem là một xích Markov thuần nhất với tập trạng thái hữu hạn lớp:

* Tập trạng thái hữu hạn gồm lớp khách hàng . Những khách hàng ở cùng một lớp thì đóng cùng một mức phí bảo hiểm. Một người tham gia ở một thời kỳ bảo hiểm nào đó (thường xét trong một năm) sẽ được xếp vào một và chỉ một trong các lớp của BMS.
* Lớp của một khách hàng cho năm tiếp theo xác định bởi lớp hiện tại của khách hàng đó và số vụ bồi thường được báo cáo trong năm nay.

Hệ thống BMS dựa trên xích Markov gồm thành phần:

* Trạng thái (ứng với lớp khách hàng ) của từng khách hàng nhận giá trị trong không gian trạng thái gồm lớp.
* Ánh xạ luật chuyển , tức trạng thái của khách hàng sẽ được chuyển đổi ứng với số vụ yêu cầu bồi thường (thuộc không gian ) và tổng số tiền yêu cầu bồi thường sau các vụ (thuộc không gian ).
* Ma trận xác suất chuyển tương ứng ánh xạ luật chuyển với giá trị tham số của từng khách hàng.
* Phân phối dừng của ứng với từng khách hàng.
* Phân phối dừng của cả hệ thống xét trên toàn bộ tập khách hàng.

Do tính độc lập của 2 biến ngẫu nhiên tần suất khiếu nại và số tiền khiếu nại nên tích của hai phân phối ứng với hai biến này là phân phối đồng thời, ta có:

Hệ thống BMS tổng quát của Tan et al [2015] sử dụng cách tính xác suất tiên nghiệm, ước lượng các tham số bằng hồi quy Poisson để đưa ra tần suất khiếu nại kỳ vọng, sau đó cực tiểu hàm mục tiêu trung bình sai lệch giữa mức phí bảo hiểm thực sự và mức phí bảo hiểm khi đã ổn định:

với điều kiện

trong đó, là phí bảo hiểm áp dụng cho người mua bảo hiểm khi hệ thống đạt đến trạng thái ổn định. Mô hình tổng quát của Tan et al [2015] sẽ tối ưu hàm mục tiêu theo biến .

Điều kiện là điều kiện cân bằng tài chính, tức lượng tiền phạt và lượng tiền thưởng hoàn toàn bù trừ cho nhau khi hệ thống BMS đạt đến trạng thái ổn định sau một khoảng thời gian dài. Điều kiện cân bằng tài chính đảm bảo khả năng hoạt động dài hạn của công ty bảo hiểm.

Ta có

với là phí bảo hiểm ứng với lớp khách hàng thứ khi hệ thống đạt đến trạng thái ổn định.

3.3. Mô hình BMS đề xuất

Ta xây dựng hệ thống tương tự hệ thống cũ với những tính chất như sau:

* Hệ thống Thưởng - Phạt là một xích Markov có tập trạng thái hữu hạn gồm lớp khách hàng tuân theo tiêu chí những khách hàng ở cùng một lớp thì đóng cùng một mức phí. Người mua bảo hiểm ở mỗi lớp sẽ phải đóng một mức phí bằng tỷ lệ nhân với mức phí cơ bản. Mức phí cơ bản được xác định dựa vào việc tính tỷ lệ mức phí mỗi người mua bảo hiểm phải đóng để đảm bảo lợi nhuận của công ty bảo hiểm.
* Lớp khách hàng của một người mua bảo hiểm cho năm tiếp theo sẽ được quyết định duy nhất bởi lớp khách hàng hiện tại của người đó và tổng số tiền bồi thường được báo cáo trong năm nay.
* Các lớp phí được định nghĩa như sau:

với và đặt , là số lớp phí. Cách chia các khoảngsẽ phụ thuộc vào dữ liệu sao cho các khoảng đó phủ kín toàn bộ các giá trị tiền bồi thường.

Khi khách hàng có tổng số tiền bồi thường ứng với lớp phí, luật chuyển lớp khách hàng được được mô phỏng bằng các hàm trong đó nếu hợp đồng chuyển từ lớp sang lớp . có thể được biểu diễn dưới dạng ma trận: trong đó nếu và trong các trường hợp còn lại. Kết hợp toàn bộ lớp phí, ta thu được ma trận luật chuyển của hệ thống, .

Mỗi hệ thống BMS có mức phí tối ưu theo một tiêu chí cụ thể như cực tiểu rủi ro dự đoán mức phí, cân bằng tài chính, ... Ta cần tìm ánh xạ luật chuyển hay ma trận luật chuyển để giúp hệ thống BMS tối ưu theo tiêu chí đã đề ra.

3.4. Tiêu chí tối ưu hóa

3.4.1. Cực tiểu sai số dự đoán mức phí

Đặt , là biến ngẫu nhiên biểu thị tổng số tiền yêu cầu bồi thường của người mua bảo hiểm, có hàm phân phối là hàm cấu trúc rủi ro u(z)= u Tiêu chí tối ưu do Norberg [1976] đề xuất, dựa trên hàm cực tiểu bình phương sai số của mức phí dự đoán. Cụ thể, tìm ánh xạ luật chuyển sao cho vector tỷ lệ phí cực tiểu hóa hàm sau:

(1)

Khi đã tìm được ánh xạ luật chuyển thì tỷ lệ phí tối ưu cho lớp là:

Trong đó, tỷ lệ phí tối ưu được biểu diễn bởi vector tỷ lệ phí .

Để tối ưu hàm mục tiêu (1), cần xác định các phân phối dừng tức là xác định các lớp phí Chia các lớp phí sao cho lượng người mua bảo hiểm ở mỗi lớp có mức độ yêu cầu bồi thường như nhau. Khi đó, chính là khoảng phân vị của tập dữ liệu tổng số tiền yêu cầu bồi thường của người mua bảo hiểm:

Tiếp theo, xác định ma trận xác suất chuyển của hệ thống. Với một khách hàng có tần suất yêu cầu bồi thường là , có tỷ lệ bồi thường thì xác suất chuyển từ lớp sang trong năm tiếp theo được tính bằng:

trong đó:

* .
* là xác suất bồi thường cho toàn bộ số vụ khiếu nại với tổng số tiền rơi vào khoảng giá trị , cách tính như sau:
* Với khách hàng không có yêu cầu bồi thường tức số vụ bồi thường , xác suất để điều đó xảy ra là
* Với khách hàng có số vụ yêu cầu bồi thường :

(2)

Áp dụng tính chất của xác suất có điều kiện:

Khi biết rõ số vụ yêu cầu bồi thường thì:

Xác suất để có số vụ yêu cầu bồi thường của một người mua bảo hiểm độc lập với mức độ bồi thường của người đó nên:

Ta có:

* Giả định số vụ yêu cầu bồi thường của khách hàng tuân theo phân phối Poisson nên:
* Theo giả định ở Mục 3.2.1, số tiền khiếu nại mỗi vụ của khách hàng tuân theo phân phối mũ. Khi khách hàng yêu cầu bồi thường vụ thì tổng số tiền tuân theo phân phối Gamma và:

trong đó, là hàm phân phối của biến ngẫu nhiên Gamma với tham số .

Khi đó, ma trận:

là ma trận chuyển của xích Markov ứng với những khách hàng có tần suất yêu cầu

và mức độ bồi thường . Ma trận chuyển tổng quát của xích Markov là trung bình của tất cả các ma trận theo hàm cấu trúc rủi ro

Một ma trận xác suất chuyển thông thường, sau một khoảng thời gian đủ lớn, xích có xu hướng tiến đến trạng thái dừng (Kemeny [1976]) với phân phối dừng:

thỏa mãn hệ phương trình:

(3)

với .

Khi đó một người mua bảo hiểm có tần suất yêu cầu bồi thường mức độ bồi thường sẽ có thể được phân vào các lớp ới xác suất tương ứng là . Sau khi đã xác định phân phối dừng, thay các giá trị tìm được vào hàm mục tiêu (1) và tiến hành thuật toán để tìm ánh xạ luật chuyển tối ưu.

Hệ thống BMS của nhóm tác giả nghiên cứu đặt ra hai điều kiện như sau:

* Không có thành phần nào của vector phân phối dừng suy biến về 0 để mọi người mua bảo hiểm đều có thể được phân vào toàn bộ các lớp từ đến .

3.4.2. Đánh giá theo hệ số biến động của mức phí ổn định

Tiêu chí mức phí ổn định được định nghĩa bởi Loimaranta [1972] với khái niệm tỷ lệ phí ổn định .

Sau đó, Jean Lamire [1995] định nghĩa hệ số biến động của mức phí ổn định là:

Sự biến động của mức phí ổn định được tính theo sự thay đổi của hệ số biến động Nếu nhỏ thì rủi ro trong dự đoán mức phí của hệ thống sẽ thấp và ngược lại. Theo Lemaire, Zin [1994], thì hệ thống sẽ khó được chấp nhận bởi người mua bảo hiểm. Để cân bằng giữa chi phí rủi ro với khả năng tài chính, các công ty bảo hiểm cần thiết lập gần bằng 1. Do đó, cần cực tiểu độ sai lệch giữa hệ số biến động của mức phí ổn định với 1:

3.5. Các bước xây dựng hệ thống

Xây dựng hệ thống BMS theo các tiêu chí tối ưu ở mục 3.2.4 bằng thuật toán Greedy Algorithm tương tự trong báo của của Marlock [1984].

Các bước tiến hành thuật toán:

1. Xác định hàm cấu trúc rủi ro
2. Khởi tạo ngẫu nhiên ma trận luật chuyển thỏa mãn các điều kiện của mô hình.
3. Thay đổi giá trị một phần tử của ma trận sao cho hàm mục tiêu (1) giảm dần. Thay đổi lần lượt các giá trị theo hàng (cột) và gán giá trị tốt nhất tức hàm mục tiêu (1) nhỏ nhất.
4. Lặp lại Bước 3 với với lần lượt các hàng (cột) khác với giá trị của đã xác định tại bước trên.
5. Lặp lại Bước 3 và Bước 4 đến khi quá trình lặp hội tụ tức giá trị hàm mục tiêu (3) hội tụ hoặc ma trận luật chuyển không thay đổi sau một bước lặp.

Kết quả cuối cùng của thuật toán là ma trận luật chuyển tối ưu. Từ đó tìm được tỷ lệ phí tối ưu cho từng lớp khách hàng, xây dựng thành công hệ thống Thưởng - Phạt BMS.

4. THỰC NGHIỆM MÔ HÌNH DỰA TRÊN SỐ LIỆU THỰC TẾ

4.1. Dữ liệu sử dụng

Dựa vào số liệu của tổng Tổng công ty cổ phần Bảo hiểm Xuân Thành về hồ sơ bảo hiểm trách nhiệm dân sự dành cho bên thứ ba được thống kê từ 01/01/2015 đến 31/12/2015 với 18266 khách hàng, đề tài xây dựng hệ thống BMS theo tiêu chí tối ưu: cực tiểu sai số dự đoán mức phí và đánh giá dựa trên hệ số biến động của mức phí ổn định.

A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence

Hình : Dữ liệu giải quyết bồi thường

Sử dụng công cụ Excel và Python thống kê tần suất khiếu nại và mức độ bồi thường của người mua bảo hiểm:

Bảng 4.: Thống kê mức độ yêu cầu bồi thường

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Số tiền | 0-20 triệu | 20-70 triệu | 70-120 triệu | 120-170 triệu | >170 triệu |
|  | 6145 | 346 | 13 | 0 | 0 |

Trong đó, là số vụ có số tiền bồi thường nằm trong khoảng phí tương ứng.

Bảng 4.2: Thống kê tần suất khiếu nại

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |
| --- | --- |
| Số vụ |  |
| 0  1  2  3  4  5  6  7  9  15 | 13192  3621  2007  297  108  24  13  1  2  1 |

Trong đó, là số hợp đồng yêu cầu bồi thường tương ứng với số vụ.

4.2. Tìm phân phối số vụ yêu cầu bồi thường

Thực tế, thời gian giữa các vụ tai nạn giao thông của cùng một chủ xe thường cách nhau một khoảng thời gian dài, do đó có thể coi sự kiện tai nạn và yêu cầu bồi thường của khách hàng tham gia bảo hiểm là sự kiện hiếm gặp. Giả sử rằng phân phối của số vụ khiếu nại của mỗi người mua bảo hiểm tuân theo phân phối Poisson với tham số khác nhau cho từng người mua bảo hiểm:

Do tần suất khiếu nại của mỗi người mua bảo hiểm là khác nhau nên tham số được xem như giá trị của biến ngẫu nhiên Λ có phân phối liên tục trên nửa đoạn [0, ∞). Giả sử Λ tuân theo phân phối , với hàm mật độ . Theo kết quả đã được công bố tại kỷ yếu Olympic Kinh tế lượng và Ứng dụng năm 2017 [2], mô hình nhị thức âm phù hợp cho phân phối số vụ khiếu nại của tập người mua bảo hiểm:

Bảng 4.3: Sự phù hợp của mô hình nhị thức âm[2]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| K |  |  |
| 0 | 13192 | 13255.09 |
| 1 | 3621 | 3505.61 |
| 2 | 1007 | 1039.67 |
| 3 | 297 | 319.46 |
| 4 | 108 | 99.87 |
| 5 | 24 | 31.54 |
| 6 | 13 | 10.03 |
| 7 | 1 | 3.20 |
| 9 | 2 | 1.03 |
| 15 | 1 | 0.33 |

Giả thiết biến ngẫu nhiên tuân theo phân phối Gamma hoàn toàn hợp lý.

4.3. Tìm phân phối số tiền yêu cầu bồi thường

Nhóm nghiên cứu đã kiểm thử phân phối của mức độ bồi thường Θ với nhiều loại phân phối khác nhau như Lognormal, Weibull, Pareto, Burr, ... qua đó, tìm được mô hình phân phối phù hợp cho

Gọi là số tiền bồi thường của mỗi vụ xét trên cả tập khách hàng, Θ là mức độ bồi thường hay chính là số tiền bồi thường trung bình của từng người mua bảo hiểm trên số vụ bồi thường. Mỗi người mua bảo hiểm sẽ có giá trị riêng.

Giả sử xác suất của với điều kiện Θ tuân theo phân phối mũ với tham số , có hàm mật độ xác suất:

Giá trị kì vọng

Do mỗi người mua bảo hiểm có mức độ nghiêm trọng của yêu cầu bồi thường khác nhau nên giá trị được xem là giá trị của biến ngẫu nhiên Θ có phân phối liên tục trong nửa đoạn [0, ∞). Nếu Θ tuân theo phân phối Gamma ngược thì hàm mật độ xác suất là:

Khi đó, xác suất không có điều kiện của là:

chính là phân phối Pareto với các tham số và .

Khi đó

Hàm phân phối của là:

Sử dụng dữ liệu của công ty Bảo hiểm Xuân Thành, ước lượng điểm giá trị trung bình mẫu và phương sai mẫu của số tiền yêu cầu bồi thường cho từng vụ là = 6179803.819,

= 8907205.14768. Bằng phương pháp ước lượng moment, ước lượng tham số cho phân phối Pareto như sau:

Chia dữ liệu thành các khoảng để kiểm định phân phối, sau khi nhân xác suất Pareto với số mẫu ta thu được kết quả được biểu diễn trong bảng dưới đây:

Bảng 4.4: Sự phù hợp của mô hình Pareto

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Số tiền | 0-20 triệu | 20-70 triệu | 70-120 triệu | 120-170 triệu | >170 triệu |
|  | 6153.69 | 336.84 | 11.105 | 1.647 | 0.708 |
|  | 6145 | 346 | 13 | 0 | 0 |

Trong đó:

* là tổng số vụ có báo cáo số tiền bồi thường, .
* là xác suất tính theo phân phối Pareto.

Tiến hành kiểm định với giả thuyết, đối thuyết như sau: số tiền yêu cầu bồi thường của khách hàng tuân theo phân phối Pareto với số tiền yêu cầu bồi thường của khách hàng không tuân theo phân phối Pareto.

Tiến hành phân nhóm theo luật nhóm của D’Agostino, Stephens [1986]: tất cả Có tức là số tiền yêu cầu bồi thường tuân theo phân phối Pareto.

Giả thiết biến ngẫu nhiên tuân theo phân phối Gamma ngược hoàn toàn hợp lý.

**Kết luận: Các giả định đặt ra khi xây dựng mô hình quản trị rủi ro ở mục 3.2.1 hoàn toàn phù hợp với dữ liệu thực tế**.

4.4. Khởi tạo và tối ưu hệ thống BMS

Trong đề tài này, nhóm tác giả xây hệ thống có các đặc điểm phù hợp với dữ liệu thực tế như sau:

• Hệ thống bao gồm 5 lớp khách hàng.

• Hệ thống có 4 lớp phí biểu thị tổng số tiền yêu cầu bồi thường, lớp phí một ứng với khách hàng có tổng số tiền yêu cầu bồi thường bằng tức khách hàng không có yêu cầu bồi thường trong năm qua, lớp phí hai tương ứng khách hàng yêu cầu bồi thường dưới triệu đồng, lớp phí ba tương ứng với số tiền yêu cầu bồi thường từ đến triệu, lớp phí bốn ứng với số tiền từ triệu đồng trở lên.

• Hệ thống có ma trận luật chuyển tuân theo các điều kiện như có tính ergodic, liên thông, tối giản như đã đề cập ở Mục 3.2.4.

Sử dụng ngôn ngữ lập trình Python, một ngôn ngữ được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực phát triển các mô hình Học máy hay trong Khoa học dữ liệu, nhóm tác giả xây dựng hệ thống BMS và tiến hành chạy thuật toán trình bày ở mục 3.2.5 với việc tối ưu hàm mục tiêu , thu được kết quả như sau:

Bảng 4.5: Hệ thống BMS theo tiêu chí cân bằng tài chính

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lớp | Tỷ lệ phí bảo hiểm | Lớp mới sau khi yêu cầu số tiền bồi thường thuộc lớp phí | | | |
| triệu đồng | từ đến triệu đồng | từ đến 5 triệu đồng | từ 50 triệu đồng trở lên |
| 1 |  | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 2 |  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 |  | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 4 |  | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 5 |  | 4 | 5 | 5 | 5 |

**Mô tả**: Với tiêu chí tối ưu dựa trên cân bằng tài chính và giảm thiểu rủi ro do Noberg đề xuất, ta được kết quả như trong Hình 3. Hệ thống thưởng phạt sẽ hoạt động như sau: Người mua bảo hiểm lần đầu sẽ bắt đầu ở lớp thứ hai. Sự thay đổi mức phí trong những năm tới của người này sẽ phụ thuộc vào lớp hiện tại của khách hàng và tổng số tiền khiếu nại trong năm nay. Chẳng hạn trong năm nào đó, khi khách hàng đang ở lớp 4 (tương ứng với mức phí 145%), nếu anh ta không yêu cầu bồi thường thì anh ta sẽ được chuyển lên lớp 3 và đóng 103% tỷ lệ bảo hiểm, nếu anh ta chỉ yêu cầu bồi thường dưới 10 triệu đồng thì trong năm tới sẽ giữ nguyên mức 3; tương tự khi số tiền yêu cầu bồi thường càng tăng thì khách hàng sẽ tiếp tục phải đóng mức phí tương ứng 145% mức phí cơ bản do khách hàng ở lớp thứ 4.

*Có thể thấy kết quả chạy mô hình chưa đúng như kỳ vọng đặt ra và không thỏa mãn ý nghĩa kinh tế của mô hình. Do tỷ lệ phí bảo hiểm cần tăng dần theo độ lớn của lớp nhưng ở đây lớp 1 lại có tỷ lệ phí bảo hiểm là 218%. Điều này có thể lý giải do tính độc lập của biến ngẫu nhiên Λ, Θ: Trong các trường hợp hoàn toàn xác định được giá trị của θ nằm trong ngưỡng nào; nhưng khi biểu thị cho người mua bảo hiểm không có số vụ yêu cầu bồi thường, ta mong muốn giá trị của θ cũng sẽ rất nhỏ tương ứng với , nhưng thực tế giá trị của θ hoàn toàn bị ẩn đi, không thể quan sát được (khi người mua bảo hiểm không yêu cầu bồi thường thì xác suất xảy ra sự kiến đó là , hoàn toàn không có yếu tố θ tác động). Khi đó giá trị của vector phí có thể có giá trị gần bằng trung bình của các vector phí khác. Do đó, cần cải tiến cách xây dựng mô hình để tỷ lệ phí bảo hiểm tăng dần theo độ lớn của lớp khách hàng.*

4.3. Đánh giá kết quả

4.3.1. Kỳ vọng từ mô hình

Kết quả đầu ra của hệ thống BMS tối ưu cần đặt được những mục tiêu:

1. Tỷ lệ phí bảo hiểm tăng dần theo độ lớn của lớp khách hàng, nghĩa là người mua bảo hiểm ở những lớp thấp sẽ thuộc diện được “Thưởng” (Bonus) và người mua bảo hiểm thuộc lớp cao sẽ thuộc diện bị “Phạt” (Malus). Người mua bảo hiểm yêu cầu bồi thường càng cao trong năm nay thì năm tới khi tái tục sẽ phải chịu mức phạt, tức đóng phí cao hơn để đảm bảo tính công bằng của hệ thống.
2. Tỷ lệ phí bảo hiểm phải hấp dẫn người mua bảo hiểm, nghĩa là mức giảm phí phải đủ thuyết phục người mua bảo hiểm tái tục mà mức phạt cần vừa phải để tránh trường hợp chuộc lợi bảo hiểm của khách hàng, hủy bỏ hợp đồng sau 1 năm tham gia.
3. Lợi nhuận kỳ vọng từ hệ thống phải cao đáp ứng sự phát triển của công ty bảo hiểm.

4.3.2 Điều chỉnh mô hình

Để phục vụ nhu cầu sử dụng của các công ty bảo hiểm, nhóm tác giả mở rộng hệ thống BMS gồm 5 lớp khách hàng và 5 lớp phí. Dựa theo dữ liệu của công ty Bảo hiểm Xuân Thành năm 2015, chia các lớp phí bằng các khoảng phân vị của dữ liệu: lớp phí một ứng với khách hàng có tổng số tiền yêu cầu bồi thường bằng 0 tức khách hàng không có yêu cầu bồi thường trong năm qua, lớp phí hai tương ứng khách hàng yêu cầu bồi thường dưới 5 triệu đồng, lớp phí ba tương ứng với số tiền yêu cầu bồi thường từ 5 đến 15 triệu, lớp phí bốn tương ứng với số tiền yêu cầu bồi thường từ 15 đến 50 triệu, lớp phí năm ứng với số tiền từ 50 triệu đồng trở lên.

Điều chỉnh mô hình theo cách như sau:

* Thay đổi cách tính xác suất trong công thức (2) theo mục tiêu khi , tức người mua bảo hiểm không yêu cầu bồi thường thì nhỏ, điều này hoàn toàn hợp lý theo những chính sách ưu đãi khách hàng của các công ty bảo hiểm. Trong thực tế, khi người mua bảo hiểm không yêu cầu bồi thường trong một năm và có hợp đồng bảo hiểm cho các loại xe ô tô giá trị cao như Mercedes, Rolls Royce, … thì công ty bảo hiểm, ví dự như Bảo Việt sẽ có mức ưu đãi khách hàng, hoàn lại cho người mua bảo hiểm một tỷ lệ phần trăm nhất định so với phí bảo hiểm mà họ đã chi trả.
* Tiến hành đổi cách tính xác suất trong trường hợp người mua bảo hiểm không yêu cầu bồi thường bằng cách nhân thêm xác suất để người đó nhận một khoản tiền hoa hồng nhỏ với xác suất , điều chỉnh lại tỷ lệ của các xác suất khác sao cho tổng xác suất xảy ra toàn bộ các trường hợp bằng 1.

Khi đó, thu được hệ thống BMS như sau:

Bảng 4.5: Hệ thống BMS theo tiêu chí cực tiểu Qb

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lớp | Tỷ lệ phí bảo hiểm (%) | Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí | | | | |
| : 0 triệu đồng | : Dưới 5 triệu đồng | : Từ 5 triệu đồng đến 15 triệu đồng | : Từ 15 triệu đồng đến 50 triệu đồng | : Từ 50 triệu đồng trở lên |
| 1 |  | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 2 |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 3 |  | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 4 |  | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 5 |  | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Giá trị cực tiểu địa phương tương ứng với hệ thống trên là = 11.95. Ta có thể  
thấy kết quả hoàn toàn thỏa mãn hầu hết các kỳ vọng nhưng mức phí phạt cho lớp 5 quá cao.  
**Mô tả**: Hệ thống BMS sẽ hoạt động như sau: Người mua bảo hiểm lần đầu sẽ bắt đầu  
ở lớp thứ ba. Sự thay đổi mức phí trong những năm tới của người này sẽ phụ thuộc vào lớp hiện tại của khách hàng và tổng số tiền khiếu nại trong năm nay. Chẳng hạn trong năm nào đó, khi người mua đang ở lớp 2 (tương ứng với mức phí 52% so với phí cơ bản), nếu anh ta không yêu cầu bồi thường thì anh ta sẽ được chuyển lên lớp 1 và đóng mức phí thưởng 13% tỷ lệ bảo hiểm, nếu anh ta chỉ yêu cầu bồi thường dưới 5 triệu đồng thì trong năm tới sẽ giữ nguyên mức 2; tương tự khi số tiền yêu cầu bồi thường càng tăng thì khách hàng sẽ tiếp tục phải đóng mức phí phạt, nếu yêu cầu bồi thường từ 5 đến 15 triệu đồng thì khách hàng chuyển sang lớp 3, đóng 100% mức phí cơ bản, nếu yêu cầu trên 15 triệu đồng thì khách hàng sẽ được chuyển sang lớp 4 đóng 330% mức phí cơ bản.

Tiến hành xây dựng hệ thống BMS theo tiêu chí cực tiểu hóa , ta thu được kết quả như sau:

Bảng 4.6: Hệ thống BMS theo tiêu chí cực tiểu MAEV

(Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lớp | Tỷ lệ phí bảo hiểm (%) | Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí Dk | | | | |
| D0: 0 triệu đồng | D1: Dưới 5 triệu đồng | D2: Từ 5 triệu đồng đến 15 triệu đồng | D3: Từ 15 triệu đồng đến 50 triệu đồng | D4: từ 50 triệu đồng trở lên |
| 1 |  | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 2 |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| 3 |  | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 4 |  | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 5 |  | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Tương ứng với hệ thống trên là MAE = 0.3998. Ta có thể hoàn toàn thỏa mãn mãn các kỳ vọng đặt ra.

4.3.3. Lợi nhuận kỳ vọng của mô hình

Các công ty bảo hiểm đều hoạt động theo một nguyên tắc: số đông bù số ít, với biện pháp chia sẻ rủi ro, bằng sự đóng góp của số đông người vào quỹ chung, quỹ sẽ có đủ khả năng trang trải và bù đắp cho những tổn thất cho các khách hàng không may gặp rủi ro. Tính lợi nhuận của công ty bằng cách cộng tổng phí bảo hiểm của toàn bộ khách hàng trừ đi chi phí bồi thường tổn thất cho các khách hàng không may gặp rủi ro và trừ đi chi phí khai thác khách hàng và trừ đi chi phí khai thác khách hàng. Công thức tính giá trị lợi nhuận kỳ vọng cho một người mua bảo hiểm như sau:

[Tiền lãi] = Phí bảo hiểm lớp ) – Tiền bồi thường của người ].

Trong đó:

* là số lớp khách hàng.
* là tập toàn bộ người mua bảo hiểm.
* chính là phân phối dừng của hệ thống hay xác suất mà một người mua bảo hiểm được phân vào lớp tương ứng.

Nếu hệ thống BMS tối ưu ở Bảng 4.6 được sử dụng trong thực tế, áp dụng dữ liệu của công ty Bảo hiểm Xuân Thành với mức phí bảo hiểm cơ bản là 8 triệu đồng ứng với mức phí trung bình cho các hợp đồng bảo hiểm xe cơ giới trong thực tế và phần trăm chi phí khai thác khách hàng là 20% thì lợi nhuận trung bình cho 18266 khách hàng là 2.65 triệu đồng trên một hợp đồng.

4.3.4. So sánh với các kết quả khác

So sánh kết quả đã được công bố tại [2] với kết quả hệ thống BMS mới tại Bảng 4.6, nhận thấy mô hình mới có những ưu điểm nổi trội hơn hẳn:

* Nếu sử dụng hệ thống đã được công bố tại [2], áp dụng dữ liệu chi phí bồi thường của công ty Bảo hiểm Xuân Thành với mức phí bảo hiểm cơ bản là 8 triệu đồng và phần trăm chi phí khai thác khách hàng là 20% thì ta có lợi nhuận trung bình cho 18266 khách hàng là 1.57 triệu đồng trên một hợp đồng, kém hơn 2.65 triệu đồng so với kết quả của hệ thống BMS ở Bảng 4.6.
* Việc chỉ căn cứ vào tần suất khiếu nại của người mua bảo hiểm mà bỏ đi yếu tố nghiêm trọng của yêu cầu bồi thường mỗi vụ trên thực tế không thể đảm bảo độ tin cậy, một tai nạn nghiêm trọng của những loại xe đắt tiền có thể gây tổn thấtt gấp nhiều lần các loại tai nạn thông thường, ví dụ từ bộ dữ liệu của Bảo hiểm Xuân Thành sẽ có nhiều người mua bảo hiểm chỉ yêu cầu bồi thường 1 vụ nhưng với mức độ bồi thường 15 triệu đồng sẽ lớn hơn nhiều người mua bảo hiểm yêu cầu 3 vụ nhưng chỉ yêu cầu bồi thường 4.011.273 đồng.

Bảng 4.7: Kết quả đã được công bố[2]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lớp | Tỷ lệ phí bảo hiểm (%) | Lớp mới sau khi yêu cầu vụ bồi thường | | | |
|  |  |  |  |
| 1 |  | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 2 |  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 |  | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 4 |  | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 5 |  | 4 | 5 | 5 | 5 |

5. Kết luận

5.1. Các kết quả đạt được

Trong lĩnh vực bảo hiểm nói chung và ở Việt Nam nói riêng, việc định giá, tính phí hợp đồng bảo hiểm là vô cùng quan trọng. Việc xây dựng được hệ thống Thưởng – Phạt hay cơ chế tái tục hợp lý sẽ giúp người sở hữu và điều khiển phương tiện có ý thức chấp hành luật giao thông và cẩn thận hơn để không phải chi trả quá nhiều do các hành vi gây ra tai nạn giao thông bởi lái xe không an toàn. Đồng thời đem lại lợi nhuận cao cho công ty bảo hiểm dựa trên mức phí bảo hiểm hợp lý.

Nghiên cứu này là sự phát triển và khắc phục kết quả đã được công bố tại [2], nhóm nghiên cứu xây dựng mô hình toán học cho Hệ thống Thưởng - Phạt và áp dụng mô hình dựa trên số liệu của Tổng công ty Bảo hiểm Xuân Thành. Khó khăn lớn nhất cản trở việc thực nghiệm của báo cáo là dữ liệu về doanh thu, số tiền bồi thường hợp đồng của các công ty bảo hiểm ở Việt Nam khó tiếp cận và mất phí, việc xây dựng phân phối cho số tiền và số vụ yêu cầu bồi thường của khách hàng còn nhiều khó khăn do việc mất dữ liệu. Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu đạt được một số kết quả như sau:

* Mô hình được xây dựng bằng cách mô phỏng hoạt động định phí bảo hiểm trên thực tế, nhóm tác giả kết hợp phân phối Poisson và phân phối Gamma để mô phỏng lại phân phối tần suất khiếu nại của người mua bảo hiểm, kết hợp phân phối Mũ và phân phối Gamma ngược để mô phỏng phân phối mức độ bồi thường của người mua bảo hiểm. Với mỗi sản phẩm bảo hiểm khác nhau, việc hình thành sự phân lớp của số tiền yêu cầu bồi thường để từ đó tìm ra phân phối xác suất tương ứng đều cần quá trình thực nghiệm vất vả, thử nghiệm cho nhiều loại phân phối khác nhau.
* Xây dựng Hệ thống Thưởng - Phạt theo xích Markov bằng cách kết hợp đồng thời hai yếu tố số tiền và số vụ yêu cầu bồi thường. Sau đó, tối ưu mức phí cho từng lớp khách hàng, người mua bảo hiểm được phân vào các lớp khách hàng - là các trạng thái của xích Markov, ở mỗi lớp khách hàng có phí bảo hiểm tương ứng.
* Quá trình thiết kế luật chuyển - phần mấu chốt của hệ thống đã được đề xuất và dùng thuật toán Tham Lam để tiến hành tối ưu theo tỷ lệ phí.
* Hệ thống được đánh giá tính hợp lý bằng hai tiêu chí tối ưu khác nhau nhằm tăng độ tin cậy và linh hoạt cho mô hình.
* Mô hình mô phỏng tốt hơn nghiệp vụ định phí khách hàng trong thực tế nhờ vào xét đồng thời 2 yếu tố: tần suất khiếu nại và mức độ bồi thường của người mua bảo hiểm, giúp hệ thống BMS có tính công bằng giữa khách hàng và công ty. Lợi nhuận kỳ vọng trung bình cho một hợp đồng cũng đã được tính toán và cho thấy giá trị lớn về mặt kinh tế của mô hình.

5.2 Hướng phát triển đề tài

Do khuôn khổ của báo cáo có hạn và thời gian nghiên cứu đề tài còn hạn chế nên mô hình vẫn còn nhiều điểm cần phát triển và hoàn thiện trong tương lai. Một số hướng phát triển mô hình sẽ được nhóm tác giả thực hiện trong thời gian tới như sau:

* Dựa trên nghiệp vụ định phí bảo hiểm khi tái tục hợp đồng của Bảo hiểm Bảo Việt, trong tương lai nhóm tác giả sẽ xây dựng mô hình dựa trên đánh giá tỷ lệ bồi thường của người mua bảo hiểm, tỷ lệ bồi thường được xác định bằng số tiền bồi thường mà người mua bảo hiểm được nhận trên phí bảo hiểm mà người đó đã đóng trong một thời hạn hợp đồng. Do hạn chế về mặt dữ liệu nên nhóm dữ liệu chưa thể xây dựng mô hình và thuật toán tối ưu dựa trên tỷ lệ bồi thường. Khi có được bộ dữ liệu thể hiện rõ phí bảo hiểm và số tiền yêu cầu bồi thường cho từng người mua bảo hiểm, mô hình sẽ được thay đổi linh hoạt, biến ngẫu nhiên sẽ thể hiện tỷ lệ bồi thường thay vì mức độ bồi thường của khách hàng, từ đó tạo ra mô hình mới phù hợp với nghiệp vụ định phí trên thực tế.
* Nhóm tác giả sẽ nghiên cứu tính chất của ma trận luật chuyển tối ưu cho hệ thống BMS bằng cách cải tiến thuật toán Tham lam đã sử dụng hoặc tiến hành giải bài toán quy hoạch tuyến tính, quy hoạch lồi với hàm mục tiêu đo độ rủi ro của dự đoán mức phí và các điều kiện tuyến tính liên quan đến các ma trận để tìm được ma trận luật chuyển tối ưu toàn cục. Đồng thời mở rộng mô hình với nhiều lớp phí và nhiều lớp khách hàng, phục vụ nhu cầu phân lớp của các công ty bảo hiểm.
* Trong trường hợp bộ dữ liệu không phù hợp với các mô hình phân phối thường dùng trong biểu diễn phân phối của tần suất khiếu nại và mức độ yêu cầu bồi thường thì nhóm tác giả sẽ sử dụng phương pháp ước lượng hạt nhân (Kernel Density Estimation - KDE) để ước lượng hàm phân phối xác suất cho Λ, Θ.
* Nhóm tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu mức khấu trừ bảo hiểm tối ưu để mở rộng hệ thống. Mức khấu trừ (MKT) được định nghĩa: là số tiền mà bên mua bảo hiểm phải tự chịu trong mỗi sự cố. MKT được quy định cụ thể trong hợp đồng bảo hiểm (bằng phần trăm tổn thất hoặc số tiền cụ thể).

Nhóm tác giả mong muốn nhận được sự hợp tác và giúp đỡ trong thời gian tới từ phía các doanh nghiệp bảo hiểm để có được nguồn dữ liệu tốt hơn cho mô hình. Nhóm tác giả khuyến khích các doanh nghiệp sử dụng kết quả trong nghiên cứu này trong thực tiễn.

6. Lời cảm ơn

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Tiến sĩ Nguyễn Thị Thúy Quỳnh đã tận tình hướng dẫn để nhóm nghiên cứu có thể hoàn thiện bài báo cáo này.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Nguyễn Thị Thúy Quỳnh; Hà Bình Minh, Ứng dụng các mô hình toán học trong định mức thưởng phạt tái tục bảo hiểm góp phần nâng cao trách nhiệm của chủ xe cơ giới, Tạp chí giao thông số 57, 2016.

[2] Nguyễn Thị Thúy Quỳnh, Nguyễn Thế Lâm, Nguyễn Tiến Mạnh, Đỗ Việt Anh, Mai Thị Thu Hồng, Nguyễn Tấn Đạt, Trần Hoàng Anh, Sử dụng mô hình xích Markow định mức thưởng phạt trong tái tục hợp đồng bảo hiểm, kỷ yếu Olympic kinh tế lượng và ứng dụng, trang 189-205, 2017.

[3] De Pril N., The Efficiency of a Bonus-Malus System, ASTIN Bullletin, Vol. 10, Part 1, 1978, p. 59-79.

[4] Kemeny J., Snell J., Finite Markov Chains, Springer-Verlag, 1976.

[5] Lemaire J., Automoblie Insuarance: Actuarial Model, Kluwer Nijhoff Boston, 1995.

[6] Lemaire J., Zi H., High deductibles instead of bonus-malus. Can it work, Astin Bulletin Vol 24. No1, 1994, p. 75-86.

[7] Lemaire J., Bonus – malus Systems in Automobile Insurance, Kluwer Nijhoff, Boston, 1995.

[8] Loimaranta K., Some Asymptotic Propertise of Bonus Systems, ASTIN Bulletin, Vol. VI, Part 3, 1972, p 233-245.

[9] Marcin T., Michal B., Optimizing transiton rules of bonus – malus system under different criteria, ASTIN COLLOQUIUM, 2016.

[10] Marlock M., Aspects of optimization in automobile insurance, Lecture Notes in

Economics and Mathematics Systems, Springer Berlin-NY, 1985, p. 131-141.

[11] Norberg R., A credibility theory for automobile bonus systems, Scandinavian Actuarial Jouurnal, 1976, p. 92-107.

[12] Olle Haggstrom, Finite Markov Chains and Algorithmic Applications, Cambridge University Press 2002.

[13] Tan, C.I., Li, J., Li, J.S.-H., Balasooriya, U., Optimal relativities and transition rules of a bonus-malus system. Insurance: Mathematics and Economics (2015)

[14] Martin Waweru Wangui, Using Poisson and exponential mixtures in estimating automobile insurance premiums, 2015.

[15] Ágoston, K., Gyetvai, M. (2020). JOINT OPTIMIZATION OF TRANSITION RULES AND THE PREMIUM SCALE IN A BONUS-MALUS SYSTEM. ASTIN Bulletin, 50(3), 743-776.

[16] Jae Youn Ahna, Eric C.K. Cheungb, Rosy Ohc, Jae-Kyung Woo, Optimal relativities in a modified Bonus-Malus system with long memory transition rules and frequency-severity dependence, 2021.

[17] McCullagh, P., Nelder, J.A. (1989). Generalized Linear Models, 2nd ed. Chapman and Hall, London.

[18] Dionne, G., Vanasse, C. (1989). A generalization of actuarial automobile insurance rating models: the Negative Binomial distribution with a regression component. ASTIN Bulletin, 19 (2), 199-212.

[19] Rosy Oh, Peng Shi, Jae Youn Ahn (2020) Bonus-Malus premiums under the dependent frequency-severity modeling, Scandinavian Actuarial Journal, 2020:3, 172-195.

[20] Pitrebois, S., Walhin, J., Denuit, M. (2005). Bonus-malus Systems with Varying Deductibles. ASTIN Bulletin, 35(1), 261-274.

[21] Olena Ragulina, Bonus–malus systems with different claim types and varying deductibles, Modern Stoch. Theory Appl. 4(2017), no. 2, 141-159.

[22] D’Agostino, R.B. and Stephens, M.A. (1986) Goodness-of-Fit Techniques. Marcel Dekker, New York.