



OLYMPIC

KINH TẾ LƯỢNG VÀ ỨNG DỤNG



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

GVHD: TS. Nguyễn Thị Thúy Quỳnh

Tác giả: Nguyễn Anh Minh, Đỗ Mạnh Dũng

Đinh Thị Vân Anh, Nguyễn Đình Nhật, Ngô Thị Hương

Đơn vị: ĐH Bách Khoa Hà Nội

12 tháng 6, 2022

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

1 Giới thiệu

- Giới thiệu hệ thống BMS
- Phạm vi, nội dung và mục tiêu nghiên cứu

2 Mô hình nghiên cứu

- Mô hình lý thuyết
- Thuật toán

3 Kết quả chạy mô hình

- Kết quả
- So sánh kết quả

4 Kết luận

- Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình
- Hướng phát triển đề tài



Giới thiệu

Giới thiệu hệ thống
BMS

Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận



1 Giới thiệu

- Giới thiệu hệ thống BMS
- Phạm vi, nội dung và mục tiêu nghiên cứu

2 Mô hình nghiên cứu

3 Kết quả chạy mô hình

4 Kết luận

Vấn nạn tai nạn giao thông

Giới thiệu

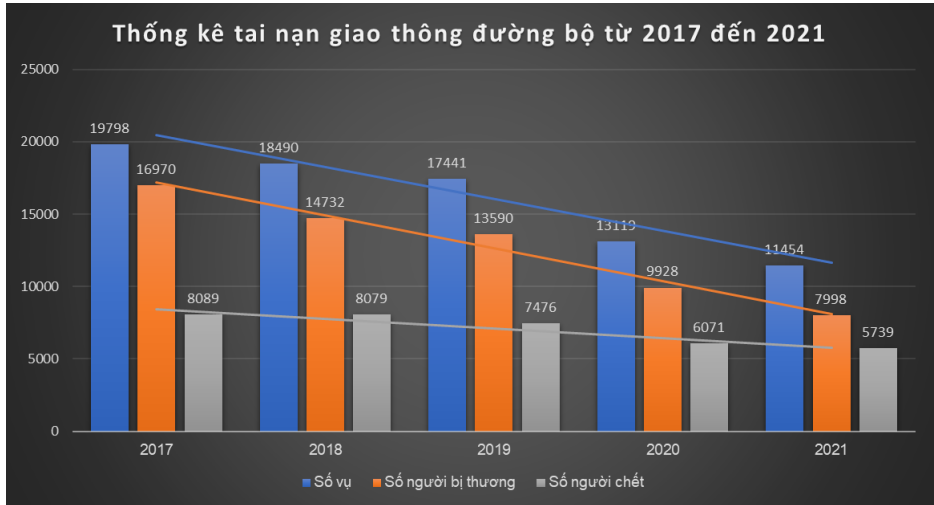
Giới thiệu hệ thống
BMS

Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu

Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận



- Giới thiệu
 - Giới thiệu hệ thống BMS
 - Phạm vi, nội dung và mục tiêu nghiên cứu
- Mô hình nghiên cứu
- Kết quả chạy mô hình
- Kết luận



Lớp khách hàng	Phí bảo hiểm (100% phí tiêu chuẩn)	Lớp mới khi có K vụ khiếu nại		
		K=0	K=1	$K \geq 2$
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

Lớp	Phí bảo hiểm (100% mức phí tiêu chuẩn)	Lớp mới sau khi có k vụ khiếu nại	
		$k = 0$	$k \geq 1$
0	100	1	0
1	90	2	0
2	80	3	0
3	70	3	0

Bảng 1: Hệ thống BMS tại Singapore (Áp dụng từ năm 1999).

Bảng 2: Bảng hệ thống thưởng phạt theo công ty Bảo Việt (nguồn: Bảo Việt).

Giới thiệu

Giới thiệu hệ thống BMS

Phạm vi, nội dung và mục tiêu nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Bảng 3: Kết quả đã được công bố ¹

Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu K vụ bồi thường			
		$K = 0$	$K = 1$	$K = 2$	$K \geq 3$
1	27	1	2	2	3
2	57	1	2	3	4
3	100	2	4	4	4
4	127	3	4	5	5
5	184	4	5	5	5

Tiêu chí tối ưu:

- Cực tiểu rủi ro dự đoán mức phí.
- Tối đa độ ổn định của mức phí.

¹Kỷ yếu Olympic kinh tế lượng và ứng dụng, trang 189-205, 2017.

Giới thiệu

*Giới thiệu hệ thống
BMS*

*Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu*

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



- **Hướng tiếp cận mới:**
 - ▶ Xây dựng BMS dựa vào xét tính không đồng nhất của yếu tố số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường mỗi vụ.
 - ▶ Giả thiết số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường từng vụ độc lập.
- **Xây dựng hệ thống theo 2 tiêu chí:**
 - ▶ Cực tiểu rủi ro dự đoán mức phí.
 - ▶ Tối đa độ ổn định của mức phí dự đoán.
- **Hệ thống mô phỏng hoạt động định phí sát thực tế.**

Các bước xây dựng hệ thống

Giới thiệu

Giới thiệu hệ thống
BMS

Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu

Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận



Đề xuất xây dựng các lớp chi phí:

$$D_k = [c_k, c_{k+1})$$

với $0 = c_0 < c_1 < c_2 < \dots < c_m = \infty$

Khách hàng có tổng số tiền bồi thường $x \in [c_k, c_{k+1})$ ứng với lớp phí D_k , luật chuyển lớp khách hàng được mô phỏng bằng hàm T_k .

Ma trận luật
chuyển T

Các bước xây dựng hệ thống

Giới thiệu

*Giới thiệu hệ thống
BMS*

*Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu*

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận



Ma trận luật
chuyển T

Ma trận
xác suất
chuyển P

Các bước xây dựng hệ thống

Giới thiệu

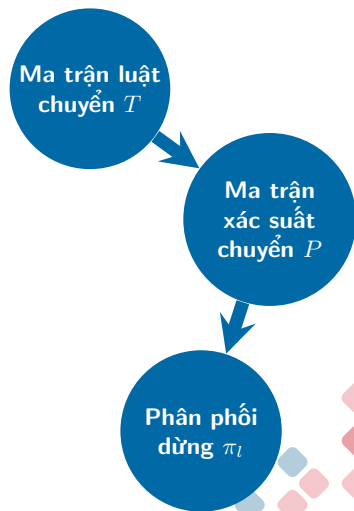
*Giới thiệu hệ thống
BMS*

*Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu*

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Các bước xây dựng hệ thống

Giới thiệu

Giới thiệu hệ thống
BMS

Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu

Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận

Công thức của Jean Lemaire [1995]

$$b_l = \mathbf{E}(\Lambda|l) = \frac{\int_0^\infty \lambda \pi_l(\lambda) u(\lambda) d\lambda}{\int_0^\infty \pi_l(\lambda) u(\lambda) d\lambda}$$

$$b_l = \mathbf{E}(\Lambda\Theta|l) = \frac{\int_0^\infty \int_0^\infty \lambda \theta \pi_l(\lambda, \theta) u(\lambda, \theta) d\lambda d\theta}{\int_0^\infty \int_0^\infty \pi_l(\lambda, \theta) u(\lambda, \theta) d\lambda d\theta}$$

Ma trận luật
chuyển T

Ma trận
xác suất
chuyển P

Tính toán
vectơ phí b_l

Phân phối
dừng π_l



Các bước xây dựng hệ thống

Giới thiệu

Giới thiệu hệ thống
BMS

Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu

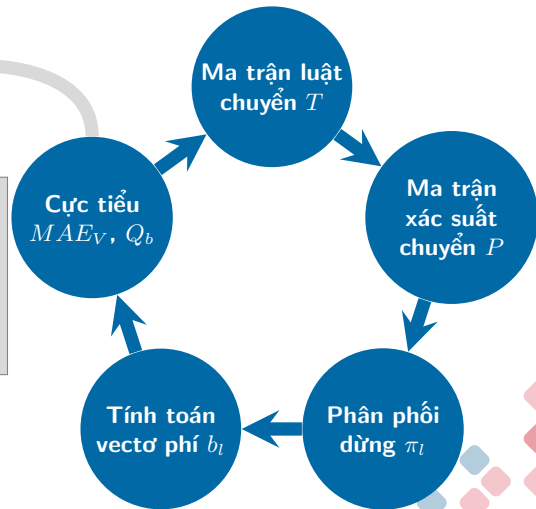
Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận

$$Q(b) = \sum_{l=1}^n \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} (b_l - \lambda\theta)^2 \pi_l(\lambda, \theta) u(\lambda, \theta) d\lambda d\theta$$

$$MAE_v = \left| 1 - \frac{\sqrt{\sum_{l=1}^n (b_l - b_e)^2 \pi_l}}{b_e} \right|$$



Giới thiệu

*Giới thiệu hệ thống
BMS*

*Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu*

Mô hình nghiên cứu

*Kết quả chạy mô
hình*

Kết luận



Phạm vi của bài nghiên cứu

- Định phí bảo hiểm tự nguyện cho xe cơ giới tại Việt Nam.
- Hệ thống BMS trong tái tục bảo hiểm.

Giới thiệu

*Giới thiệu hệ thống
BMS*

*Phạm vi, nội dung và
mục tiêu nghiên cứu*

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Phạm vi của bài nghiên cứu

- Định phí bảo hiểm tự nguyện cho xe cơ giới tại Việt Nam.
- Hệ thống BMS trong tái tục bảo hiểm.

Nội dung nghiên cứu của đề tài

- Xây dựng hệ thống BMS dựa trên hai yếu tố số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường của khách hàng.
- Nghiên cứu phân phối biểu diễn số tiền và số vụ.

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Mô hình lý thuyết

Thuật toán

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



1 Giới thiệu

2 Mô hình nghiên cứu

- Mô hình lý thuyết
- Thuật toán

3 Kết quả chạy mô hình

4 Kết luận

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Mô hình lý thuyết

Thuật toán

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Mô hình hóa bài toán

- **Bước 1:** Dựa vào lịch sử bồi thường đưa ra dự đoán về phân phối số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường.
- **Bước 2:** Xây dựng hệ thống BMS dựa trên phân phối số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường.
- **Bước 3:** Tối ưu hệ thống theo các tiêu chí đánh giá.

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Mô hình lý thuyết

Thuật toán

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Bảng 2: Thống kê mức độ yêu cầu bồi thường của công ty Xuân Thành (đơn vị: triệu đồng)

Số tiền	0 – 20	20 – 70	70 – 120	120 – 170	> 170
m_k	6145	346	13	0	0

Bảng 3: Kiểm định χ^2 cho sự phù hợp của dữ liệu với phân phối Pareto (đơn vị: triệu đồng)

Số tiền	0 – 20	20 – 70	70 – 120	120 – 170	> 170
np_k	6153.69	336.84	11.105	1.647	0.708
m_k	6145	346	13	0	0

Trong đó:

- n là tổng số vụ có báo cáo số tiền bồi thường, $n = 6504$.
- p_k là xác suất tính theo phân phối Pareto.
- m_k là số vụ có số tiền bồi thường nằm trong khoảng phí tương ứng.

Xây dựng phân phối

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Mô hình lý thuyết
Thuật toán

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

Số vụ	n_k
0	13192
1	3621
2	1007
3	297
4	108
5	24
6	13
7	1
9	2
15	1

Bảng 4: Thống kê tần suất khiếu nại

k	n_k	np_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

Bảng 5: Sự phù hợp của phân phối nhị thức âm với dữ liệu thực tế¹

Trong đó:

- n_k là số hợp đồng yêu cầu bồi thường tương ứng với số vụ.
- np_k là số hợp đồng tính theo phân phối nhị thức âm.



¹Kỷ yếu Olympic kinh tế lượng và ứng dụng, trang 189-205, 2017.

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Mô hình lý thuyết

Thuật toán

Kết quả chạy mô hình

Kết luận



Tóm tắt thuật toán

1. Xác định hàm phân phối đồng thời của biến số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường từng vụ.
2. Khởi tạo ngẫu nhiên ma trận luật chuyển T thỏa mãn tính Ergodic của hệ thống.
3. Thay đổi từng phần tử của ma trận luật chuyển T sao cho hàm mục tiêu giảm dần.
4. Lặp lại Bước 3 đến khi quá trình lặp hội tụ.

²Marlock M., Aspects of optimization in automobile insurance, Lecture Notes in Economics and Mathematics Systems, Springer Berlin-NY, 1985, p. 131-141.

Giới thiệu

Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết quả

So sánh kết quả

Kết luận



1 Giới thiệu

2 Mô hình nghiên cứu

3 Kết quả chạy mô hình

- Kết quả
- So sánh kết quả

4 Kết luận

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết quả

So sánh kết quả

Kết luận



Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí D_k				
		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4
1	12	1	2	2	4	4
2	52	1	2	3	4	4
3	100	2	3	4	4	5
4	330	3	4	4	5	5
5	680	4	5	5	5	5

Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí D_k				
		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4
1	38	1	1	2	4	4
2	71	1	2	4	4	4
3	100	2	3	4	4	5
4	141	2	3	4	5	5
5	367	4	5	5	5	5

D_0 : 0 triệu đồng; D_1 : lớn hơn 0 đến 5 triệu đồng; D_2 : 5 đến 15 triệu đồng;
 D_3 : 15 đến 50 triệu đồng; D_4 : lớn hơn 50 triệu đồng.

Hình 5.1: Cực tiểu hóa Q_b (Hàm rủi ro dự đoán mức phí)

Hình 5.2: Cực tiểu hóa MAE_V (Độ ổn định của mức phí dự đoán)

So sánh với hệ thống khác

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết quả

So sánh kết quả

Kết luận



Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí D_k				
		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4
1	38	1	1	2	4	4
2	71	1	2	4	4	4
3	100	2	3	4	4	5
4	141	2	3	4	5	5
5	367	4	5	5	5	5

Lớp	Phí bảo hiểm (100% mức phí tiêu chuẩn)	Lớp mới sau khi có k vụ khiếu nại	
		$k = 0$	$k \geq 1$
0	100	1	0
1	90	2	0
2	80	3	0
3	70	3	0

Hình 6.1: Bảng hệ thống theo tiêu chí 2.

Hình 6.2: Bảng hệ thống thưởng phạt của công ty Bảo Việt (nguồn: Bảo Việt).

So sánh với hệ thống khác

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết quả

So sánh kết quả

Kết luận



Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu bồi thường thuộc lớp phí D_k				
		D_0	D_1	D_2	D_3	D_4
1	38	1	1	2	4	4
2	71	1	2	4	4	4
3	100	2	3	4	4	5
4	141	2	3	4	5	5
5	367	4	5	5	5	5

Hình 6.1: Bảng hệ thống theo tiêu chí 2.

Lớp	Tỷ lệ phí bảo hiểm (%)	Lớp mới sau khi yêu cầu K vụ bồi thường			
		$K = 0$	$K = 1$	$K = 2$	$K \geq 3$
1	27	1	2	2	3
2	57	1	2	3	4
3	100	2	4	4	4
4	127	3	4	5	5
5	184	4	5	5	5

Hình 6.3: Kết quả đã được công bố đánh giá theo cùng tiêu chí.

Giới thiệu

Mô hình nghiên
cứu

Kết quả chạy mô
hình

Kết luận

*Kết quả đạt được và
hạn chế của mô hình*
*Hướng phát triển đề
tài*

1 Giới thiệu

2 Mô hình nghiên cứu

3 Kết quả chạy mô hình

4 **Kết luận**

- Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình
- Hướng phát triển đề tài



Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình

Hướng phát triển đề tài

Kết quả đạt được

- Mô phỏng phân phối cho số tiền khách hàng yêu cầu bồi thường.
- Xây dựng BMS theo xích Markov bằng cách kết hợp đồng thời hai yếu tố số tiền và số vụ yêu cầu bồi thường.
- Thiết kế luật chuyển cho mô hình.
- Tiêu chí đánh giá mô hình linh hoạt.



Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình

Hướng phát triển đề tài



Kết quả đạt được

- Mô phỏng phân phối cho số tiền khách hàng yêu cầu bồi thường.
- Xây dựng BMS theo xích Markov bằng cách kết hợp đồng thời hai yếu tố số tiền và số vụ yêu cầu bồi thường.
- Thiết kế luật chuyển cho mô hình.
- Tiêu chí đánh giá mô hình linh hoạt.

Hạn chế

- Xây dựng mô hình dựa trên giả thiết: số vụ và số tiền khiếu nại từng vụ độc lập.

Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình

Hướng phát triển đề tài

Hướng nghiên cứu trong tương lai:

- Xây dựng hàm phân phối đồng thời nếu số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường có tương quan cao.
- Sử dụng phương pháp ước lượng hạt nhân để ước lượng phân phối cho số vụ và số tiền yêu cầu bồi thường.
- Đánh giá khả năng áp dụng của mô hình trên các loại bảo hiểm khác nhau.



Giới thiệu

Mô hình nghiên cứu

Kết quả chạy mô hình

Kết luận

Kết quả đạt được và hạn chế của mô hình

Hướng phát triển đề tài



- 1 Nguyễn Thị Thúy Quỳnh, Nguyễn Thế Lâm, Nguyễn Tiên 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.
- 2 Lemaire J., Automoblie Insuarance: Actuarial Model, Kluwer Nijhoff Boston, 1995.
- 3 Loimaranta K., Some Asymptotic Propertise of Bonus Systems, ASTIN Bulletin, Vol. VI, Part 3, 1972, p 233-245.
- 4 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).
- 5 Marlock M., Aspects of optimization in automobile insurance, Lecture Notes in Economics and Mathematics Systems, Springer Berlin-NY, 1985, p. 131-141.

Xin trân trọng cảm ơn!

