



AIRLINE PASSENGER SATISFACTION

РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

ДАНІ

CODEBOOK

Airline Passenger Satisfaction

Team Four

1 Variable Information

| Nº | Variable | Attribute Type | Label | Units of measurement | Details |
|-----|-----------------------------------|--------------------|---|----------------------|---|
| 1. | id | numerical | id number of the passengers | - | not used in our research |
| 2. | Satisfaction | binary class label | airline satisfaction level | - | 2 class labels: "dissatisfied" and "satisfied" |
| 3. | Gender | nominal | gender of the passengers | - | 2 terms: "female" and "male" |
| 4. | Customer type | nominal | the customer type | - | 2 terms: "loyal customer" and "disloyal customer" |
| 5. | Age | numerical | the actual age of the passengers | year | integer numbers from 7 to 85 |
| 6. | Type of travel | nominal | purpose of the flight of the passengers | - | 2 terms: "personal travel" and "business travel" |
| 7. | Class | nominal | travel class in the plane of the passengers | - | 3 terms: "eco", "business" and "eco plus" |
| 8. | Flight distance | ordinal | the flight distance of this journey | km | integer from 56 to 4893 |
| 9. | Inflight Wi-Fi service | ordinal | * | - | from 0 = least satisfied to 5 = most satisfied |
| 10. | Departure/Arrival time convenient | ordinal | * | - | from 0 = least satisfied to 5 = most satisfied |

ЗНАЧУЩІСТЬ ОКРЕМІХ ФАКТОРІВ

BUSINESS

ECO (*ECO & ECO PLUS*)

Базові регресори:

- Flight haul – “Long”
- Age group – “Aged”
- Cleanliness / Inflight entertainment / Food and drink / On-board service / Online boarding / Ease of online booking / Inflight wifi service / Leg room service – 0.
- Baggage handling – 1.

ЗНАЧУЩІСТЬ ОКРЕМІХ ФАКТОРІВ

Сформуємо гіпотези для визначення базових змінних для регресійної моделі для клієнтів бізнес та економ класів

Існує статистично значущий вплив **H0** на задоволеність рейсом:

H0: довжини польоту

H0: онлайн реєстрації на рейс

H0: чистоти на борту

H0: бронювання квитків

H0: сервісу розваг на боргу

H0: послуги Wi-Fi на борту

H0: меню їжі та питних напоїв

H0: обробки багажу

H0: віку

H0: зручністю часу відправки/прибуття

H0: сервісу тех. Обслуговування

H0: простором для ніг на борту

H0: переліку послуг доступних на борті

[/lab3/code/pre_models/output/pre_models_business.html](#)

[/lab3/code/pre_models/output/pre_models_econom.html](#)

ЗНАЧУЩІСТЬ ОКРЕМІХ ФАКТОРІВ

Спираючись на результати ($*p<0.1$; $**p<0.05$; $***p<0.01$) та отримані довірчі інтервали ми визначили статистично значущі змінні для клієнтів **бізнес класу**:

Значущі: *baggage service, online boarding, ease of online booking, leg room service*

Малозначущі: *age group, flight haul*

Не значущі: *cleanliness, inflight service, checkin service, on-board service, inflight entertainment, seat comfort, food and drink, inflight wifi service.*

Аналогічно бізнес-класу ми визначили статистично значущі змінні для клієнтів **економ класу**:

Значущі: *inflight service, online boarding, ease of online booking, inflight wifi service, baggage handling, time convenient, leg room service, gate location*

Малозначущі: *age group, checkin service, on-board service seat comfort*

Не значущі: *flight haul, cleanliness, inflight entertainment, food and drink.*

На основі **значущих** змінних ми будемо створювати гіпотези та будувати наші повноцінні моделі, щоб далі їх покращити.

МОДЕЛЮВАННЯ. БІЗНЕС-КЛАС.

БАЗОВА МОДЕЛЬ

Нагадаємо, що для бізнес-класу значущими є *baggage service*, *online boarding*, *ease of online booking*, *leg room service*. Слід сказати, що базову модель можна скласти з різних змінних, проте більше правильно було б вибирати змінні, які можна гарно інтерпретувати.

Загальна гіпотеза. «Змінні Ease of online booking & online boarding є статистично значущими для клієнтів бізнес класу»

Дослідимо, чи можна модель, яка базується на даних змінних, покращити.

Базова модель для бізнес-класу зображена на таблиці

Для покращення базової моделі будемо додавати контрольні змінні та дивитися на статистичні метрики

[/lab3/code/models/output_business/model_basic.html](#)

| Business | |
|-------------------------|-------------------------------|
| Dependent variable: | |
| | Satisfaction |
| Online_boarding1 | -0.306 (-0.561, -0.052) |
| Online_boarding2 | -0.599* (-0.851, -0.347) |
| Online_boarding3 | -0.577* (-0.826, -0.327) |
| Online_boarding4 | 1.774*** (1.525, 2.023) |
| Online_boarding5 | 3.917*** (3.654, 4.179) |
| Ease_of_Online_booking1 | -1.929*** (-2.104, -1.754) |
| Ease_of_Online_booking2 | -2.089*** (-2.263, -1.915) |
| Ease_of_Online_booking3 | -2.032*** (-2.206, -1.858) |
| Ease_of_Online_booking4 | -1.870*** (-2.045, -1.696) |
| Ease_of_Online_booking5 | -1.473*** (-1.648, -1.297) |
| Constant | 1.515*** (1.321, 1.708) |
| Observations | 62,147 |
| Log Likelihood | -25,458.860 |
| Akaike Inf. Crit. | 50,939.720 |

Note: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

МОДЕЛЮВАННЯ. КОНТРОЛЬНІ ЗМІННІ

Почнемо модифікацію регресійної моделі незначущими контрольними змінними. Ідея полягає в тому, щоб перевірити незначущі (*поодинці незначущі) змінні на предмет впливу на нашу залежну змінну. Можливо дані змінні не мають безпосередній вплив на фактор задоволеності, проте якщо ми навісимо дані контрольні змінні на готову базову модель, теоретично, це може покращити її.

Перебравши багато комбінацій ми виявили, що значущими є змінні у комбінації *Inflight service* & *On-board service* (таблиця), бо між даними змінними існує достатньо велика кореляція.

Слід сказати, що поодинці дані змінні не мали значущість у впливі на змінну *Satisfaction*, проте в комбінації ситуація інакша

[/lab3/code/models/output_business/model_test.html](#)

| Business | |
|-------------------|-------------------------------------|
| | Dependent variable: Satisfaction |
| Inflight_service1 | 11.889 (-92.827, 116.606) |
| Inflight_service2 | 11.914 (-92.802, 116.631) |
| Inflight_service3 | 11.533 (-93.183, 116.250) |
| Inflight_service4 | 12.305 (-92.412, 117.021) |
| Inflight_service5 | 12.732 (-91.984, 117.449) |
| On_board_service1 | -2.451 *** (-2.558, -2.343) |
| On_board_service2 | -1.811 *** (-1.907, -1.714) |
| On_board_service3 | -1.253 *** (-1.325, -1.181) |
| On_board_service4 | -0.333 *** (-0.406, -0.260) |
| On_board_service5 | |
| Constant | -10.566 (-115.282, 94.150) |
| Observations | 62,147 |
| Log Likelihood | -31,530.780 |
| Akaike Inf. Crit. | 63,081.550 |

Note: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Business

| | Delay_overtake | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|
| | Satisfaction | | | | | | | | | | | |
| | Arrival_Delay_in_Minutes | | | | | | | | | | | |
| | 0 | -0.1 | 0.1 | | | | | | | | | |
| Departure_Delay_in_Minutes | 0.7 | -0.1 | -0.4 | | | | | | | | | |
| Cleanliness | 0 | 0 | 0.4 | 0 | | | | | | | | |
| Inflight_service | 0.2 | 0 | -0.1 | 0.4 | 0 | | | | | | | |
| Checkin_service | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | | | | | | |
| Baggage_handling | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0 | -0.1 | 0.4 | 0 | | | | | |
| Leg_room_service | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | | | | |
| On.board_service | 0.6 | 0.7 | 0.2 | 0.7 | 0.2 | 0 | -0.1 | 0.4 | 0 | | | |
| Inflight_entertainment | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0 | -0.1 | 0.5 | 0 | | |
| Seat_comfort | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | |
| Online_boarding | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0 | -0.1 | 0.6 | 0 |
| Food_and_drink | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0 | 0 | 0.2 | 0 |
| Gate_location | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ease_of_Online_booking | 0.7 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 |
| ture.Arrival_time_convenient | 0.7 | 0.7 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inflight_wifi_service | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0 |
| Flight_Distance | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0 | 0.1 | 0.2 |
| Age | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.1 |

РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ

На даному етапі в нас є **базові** змінні (Online boarding, Ease of online booking) та, як виявили значущі **контрольні** змінні (Inflight Service, On-board service, Age group, Flight haul), звісно ж **залежною** змінною є Satisfaction. (модель зображена у вигляді таблиці, де наведені регресори та ваги).

Слід звернути увагу, що наша основна модель тепер має значення -19,472, а отже ми домоглися кращої підгонки моделі до даних, аніж використовуючи просто базову модель

[/lab3/code/models/output_business/model mutable.html](#)

| Business | |
|---|--------------------------------|
| <i>Dependent variable:</i> | |
| Satisfaction | |
| Online_boarding1 | 0.242 (-0.045, 0.529) |
| Online_boarding2 | 0.109 (-0.175, 0.393) |
| Online_boarding3 | 0.192 (-0.090, 0.474) |
| Online_boarding4 | 2.611 *** (2.329, 2.893) |
| Online_boarding5 | 4.772 *** (4.475, 5.069) |
| Ease_of_Online_booking1 | -2.999 *** (-3.199, -2.799) |
| Ease_of_Online_booking2 | -3.233 *** (-3.432, -3.034) |
| Ease_of_Online_booking3 | -3.179 *** (-3.377, -2.980) |
| Ease_of_Online_booking4 | -2.911 *** (-3.110, -2.711) |
| Ease_of_Online_booking5 | -2.402 *** (-2.602, -2.202) |
| Age_groupMiddle age | 1.204 *** (1.086, 1.322) |
| Age_groupUnderage | 0.396 (0.219, 0.573) |
| Flight_haulMedium | -0.104 (-0.178, -0.030) |
| Flight_haulShort | -1.069 *** (-1.135, -1.004) |
| Constant | -11.583 (-148.502, 125.336) |
| Observations | 62,147 |
| Log Likelihood | -19,472.020 |
| Akaike Inf. Crit. | 38,992.040 |
| <i>Note:</i> * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01 | |

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 1

Ми досягли того, що наша модель стала більш наповнена (фактично ми збагатили модель) та краще підігнали її під дані.

Далі, щоб домогтися кращої підгонки під дані ми будемо модифікувати її різними способами, щоб домогтися ще кращих метрик, порівняно з попередньою.

Для початку виборочно будемо витягувати регресори з моделі та перевіряти нову модель і основну – наскільки вони підходять до даних:

[/lab3/code/models/output_business/model_popping_test.html](#)

| | Satisfaction | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) |
| Online_boarding1 | 0.242 (-0.045, 0.529) | | -2.423*** (-2.646, -2.200) | 0.243 (-0.041, 0.526) | 0.468 (0.184, 0.752) | -0.190 (-0.476, 0.095) | 0.251 (-0.030, 0.533) |
| Online_boarding2 | 0.109 (-0.175, 0.393) | | -2.694*** (-2.912, -2.476) | 0.109 (-0.171, 0.390) | 0.363 (0.082, 0.644) | -0.354 (-0.637, -0.071) | 0.080 (-0.199, 0.359) |
| Online_boarding3 | 0.192 (-0.090, 0.474) | | -2.588*** (-2.804, -2.372) | 0.190 (-0.089, 0.468) | 0.526 (0.246, 0.805) | -0.288 (-0.569, -0.007) | 0.193 (-0.084, 0.471) |
| Online_boarding4 | 2.611*** (2.329, 2.893) | | -0.154 (-0.366, 0.059) | 2.620*** (2.342, 2.899) | 2.893*** (2.613, 3.173) | 2.098*** (1.818, 2.378) | 2.624*** (2.346, 2.902) |
| Online_boarding5 | 4.772*** (4.475, 5.069) | | 2.014*** (1.785, 2.243) | 4.777*** (4.484, 5.070) | 4.977*** (4.683, 5.271) | 4.240*** (3.946, 4.534) | 4.780*** (4.488, 5.072) |
| Ease_of_Online_booking1 | -2.999*** (-3.199, -2.799) | -2.386*** (-2.532, -2.240) | -2.954*** (-3.151, -2.756) | -2.901*** (-3.098, -2.704) | -2.789*** (-2.986, -2.592) | -2.879*** (-3.075, -2.683) | |
| Ease_of_Online_booking2 | -3.233*** (-3.432, -3.034) | -2.669*** (-2.813, -2.524) | -3.181*** (-3.378, -2.985) | -3.163*** (-3.359, -2.968) | -3.003*** (-3.200, -2.807) | -3.103*** (-3.299, -2.908) | |
| Ease_of_Online_booking3 | -3.179*** (-3.377, -2.980) | -2.647*** (-2.792, -2.502) | -3.133*** (-3.329, -2.937) | -3.141*** (-3.337, -2.946) | -2.941*** (-3.137, -2.745) | -3.057*** (-3.252, -2.862) | |
| Ease_of_Online_booking4 | -2.911*** (-3.110, -2.711) | -1.971*** (-2.116, -1.826) | -2.875*** (-3.072, -2.679) | -2.847*** (-3.044, -2.651) | -2.639*** (-2.835, -2.443) | -2.816*** (-3.012, -2.621) | |
| Ease_of_Online_booking5 | -2.402*** (-2.602, -2.202) | -1.553*** (-1.700, -1.407) | -2.366*** (-2.563, -2.169) | -2.242*** (-2.439, -2.045) | -2.224*** (-2.422, -2.026) | -2.312*** (-2.509, -2.116) | |
| Age_groupMiddle age | 1.204*** (1.086, 1.322) | 1.228*** (1.131, 1.325) | 1.121*** (1.006, 1.235) | 1.204*** (1.087, 1.320) | 1.271*** (1.156, 1.385) | 1.127*** (1.012, 1.242) | |
| Age_groupUnderage | 0.396 (0.219, 0.573) | 0.143 (0.001, 0.285) | 0.286 (0.114, 0.458) | 0.375 (0.200, 0.549) | 0.530** (0.358, 0.702) | 0.106 (-0.067, 0.279) | |
| Flight_haulMedium | -0.104 (-0.178, -0.030) | -0.164** (-0.224, -0.104) | -0.134 (-0.207, -0.062) | -0.091 (-0.164, -0.018) | -0.045 (-0.117, 0.027) | -0.102 (-0.173, -0.030) | |
| Flight_haulShort | -1.069*** (-1.135, -1.004) | -1.009*** (-1.062, -0.957) | -1.090*** (-1.154, -1.026) | -1.062*** (-1.127, -0.998) | -0.926*** (-0.989, -0.863) | -1.071*** (-1.134, -1.007) | |
| Inflight_service1 | 12.868 (-124.051, 149.787) | 12.171 (-86.046, 110.387) | 12.655 (-128.947, 154.256) | 12.818 (-127.183, 152.819) | 12.510 (-125.942, 150.962) | 10.843 (-125.344, 147.030) | |
| Inflight_service2 | 13.086 (-123.833, 150.004) | 12.278 (-85.939, 110.495) | 12.739 (-128.863, 154.340) | 13.061 (-126.940, 153.062) | 12.751 (-125.701, 151.202) | 11.312 (-124.875, 147.499) | |
| Inflight_service3 | 12.805 (-124.113, 149.724) | 11.916 (-86.301, 110.133) | 12.449 (-129.152, 154.050) | 12.762 (-127.239, 152.763) | 12.538 (-125.914, 150.989) | 11.553 (-124.634, 147.740) | |
| Inflight_service4 | 13.944 (-122.975, 150.862) | 12.883 (-85.334, 111.099) | 13.486 (-128.116, 155.087) | 13.916 (-126.086, 153.917) | 13.508 (-124.943, 151.960) | 13.297 (-122.890, 149.484) | |
| Inflight_service5 | 14.407 (-122.512, 151.326) | 13.328 (-84.889, 111.544) | 13.921 (-127.681, 155.522) | 14.389 (-125.612, 154.390) | 13.925 (-124.526, 152.377) | 14.044 (-122.143, 150.231) | |
| On_board_service1 | -2.518*** (-2.660, -2.377) | -2.619*** (-2.734, -2.505) | -2.381*** (-2.519, -2.244) | -2.539*** (-2.679, -2.398) | -2.490*** (-2.629, -2.351) | 10.533 (-126.168, 147.234) | |
| On_board_service2 | -1.882*** (-2.008, -1.755) | -1.892*** (-1.993, -1.790) | -1.830*** (-1.954, -1.706) | -1.890*** (-2.016, -1.764) | -1.845*** (-1.969, -1.721) | 11.212 (-125.489, 147.913) | |
| On_board_service3 | -1.228*** (-1.319, -1.137) | -1.251*** (-1.325, -1.176) | -1.210*** (-1.298, -1.121) | -1.223*** (-1.313, -1.132) | -1.294*** (-1.383, -1.205) | 12.007 (-124.694, 148.708) | |
| On_board_service4 | -0.405*** (-0.490, -0.321) | -0.352*** (-0.426, -0.279) | -0.403*** (-0.486, -0.321) | -0.402*** (-0.486, -0.318) | -0.395*** (-0.478, -0.312) | 13.348 (-123.353, 150.049) | |
| On_board_service5 | | | | | | 14.069 (-122.632, 150.770) | |
| Constant | -11.583 (-148.502, 125.336) | -9.419 (-107.635, 88.798) | -11.226 (-152.827, 130.376) | -10.493 (-150.495, 129.508) | -12.105 (-150.557, 126.347) | -11.344 (-148.045, 125.357) | -11.600 (-147.787, 124.588) |
| Observations | 62,147 | 62,147 | 62,147 | 62,147 | 62,147 | 62,147 | 62,147 |
| Log Likelihood | -19,472.020 | -28,587.000 | -20,323.910 | -19,739.810 | -20,228.090 | -20,144.920 | -20,465.550 |
| Akaike Inf. Crit. | 38,992.040 | 57,212.000 | 40,685.830 | 39,523.630 | 40,500.180 | 40,329.840 | 40,971.100 |

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 1

Отримали наступні результати, що видаливши регресор:

- «Online Boarding» модель погіршилася на 9,115
- «Ease of Online Booking» модель погіршилася на 851
- «Age group» модель погіршилася на 267
- «Flight haul» модель погіршилася на 756
- «Inflight service» модель погіршилася на 672
- «On-board service» модель погіршилася на 993

Також слід проаналізувати зміну вагів перед базовими регресорами.

-дивлячись відносну різницю вагових коефіцієнтів при регресорах в третій модифікації та основній, можна спостерігати, що різниця між вагами становить менше , тобто фактично видаливши Age Group гнучкість нашої моделі не зміниться

-приблизно однакова ситуація спостерігається при видаленні Flight haul та Inflight service, максимальна різниця між вагами становить не більше 0.5, а в середньому .

-проте видаливши останній регресор On-board service, деякі ваги змінилися відносно сильно, наприклад ваги при Online_boarding1 змінилися з 0.242 на -0.190, при Ease_of_Online_booking4 з -2.911 на 2.639, а при всіх вагах регресорів On_board_service відносна різниця взагалі становить від 8 до 13.

Тепер висунемо гіпотези, щодо статистичної різниці кожної модифікації базової моделі та перевіримо чи статистично значуча різниця за допомогою двостороннього тесту:

[1] "Online_boarding test:"

Model 1: Satisfaction ~ Ease_of_Online_booking + Age_group + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
Model 2: Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Age_group + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
p-value < 2.2e-16 ***

[2] "Ease_of_Online_booking test:"

Model 1: Satisfaction ~ Online_boarding + Age_group + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
Model 2: Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Age_group + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
p-value < 2.2e-16 ***

[3] "Age_group test:"

Model 1: Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
Model 2: Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Age_group + Flight_haul + Inflight_service + On_board_service
p-value < 2.2e-16 ***

...

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 2

Другий підхід модифікації моделі полягає в додаванні поліномів вищих порядків відносно окремих регресорів, взяття логарифмів та ступенів таких логаритмів.

Слід сказати, що в перевірці на стійкість 1 ми використовували змінні індикаторні змінні **Age_group** та **Flight haul**, де поділяли на групи людей за віком та рейси за дальністю польоту.

Тому для перевірки на стійкість 2, ми повернемо початковий вигляд даних до числового, щоб була можливість брати поліноми вищих порядків та логаритмувати дані змінні.

В даному дослідженні для бізнес класу проаналізовано наступні модифікації поліномами та логаритмами:

- 1.Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Inflight_service + On_board_service + Age + I(log(Flight_Distance))
- 2.Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Inflight_service + On_board_service + Age + I(Flight_Distance^2)
- 3.(Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking+ Inflight_service + On_board_service + I(Age^2) + Flight_Distance
- 4.Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking+ Inflight_service + On_board_service + I(log(Age)) + Flight_Distance
- 5.Satisfaction ~ Online_boarding * Ease_of_Online_booking + Inflight_service + On_board_service + Age + Flight_Distance

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 2

Проаналізуємо отриману таблицю та ваги біля регресорів:

- Перша та друга моделі, де ми взяли логаритм та відповідно квадрат змінної Flight Distance майже не вплинув на ваги коефіцієнтів, більшість вагів відрізняються на значення, що не перебільшує , значення та відповідно дуже слабо відрізняються від основної моделі, причому в гіршу сторону (в бік зменшення даної статистичної міри)
- Щодо додавання поліномів другого степеня відносно змінної Age – ситуація схожа. Майже всі ваги відносно не сильно змінилися при логаритмуванні та додаванні поліномів другого степеня, проте помітна деяка різниця між досліджуваними статистичними мірами коли ми взяли логаритм від змінної Age. Дано міра покращилася, проте вагові коефіцієнти при регресорах майже не відрізняються від початкової регресійної моделі, саме тому мало підстав зробити висновок про вплив логаритмування даної змінної на пристосованість моделі до даних
- Остання модифікація моделі було додавання фактору взаємодії (множення) між змінними Online Boarding та Ease of Online Booking. Можна спостерігати, як у цьому випадку змінилися вагові коефіцієнти відносно основної регресійної моделі та досліджувана міра покращилася приблизно на 1,000.

[/lab3/code/models/output_business/model_stability_test.html](#)

| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) | Satisfaction |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|--|--------------|
| Online_boarding1 | 0.188 (-0.097, 0.473) | 0.298* (0.011, 0.584) | 0.165 (-0.119, 0.449) | 0.271 (-0.014, 0.555) | 0.104 (-0.181, 0.390) | 1.255*** (0.712, 1.797) | 1.161*** (0.618, 1.704) | |
| Online_boarding2 | 0.060 (-0.222, 0.342) | 0.163 (-0.121, 0.446) | 0.048 (-0.233, 0.329) | 0.137 (-0.144, 0.419) | -0.020 (-0.302, 0.263) | 2.449*** (1.763, 3.135) | 2.358*** (1.672, 3.044) | |
| Online_boarding3 | 0.136 (-0.144, 0.417) | 0.229 (-0.053, 0.511) | 0.144 (-0.135, 0.423) | 0.229 (-0.051, 0.509) | 0.045 (-0.236, 0.326) | 0.444* (0.031, 0.856) | 0.349 (-0.063, 0.761) | |
| Online_boarding4 | 2.522*** (2.241, 2.803) | 2.612*** (2.330, 2.895) | 2.519*** (2.240, 2.799) | 2.621*** (2.341, 2.902) | 2.427*** (2.146, 2.709) | 2.804*** (2.416, 3.192) | 2.693*** (2.305, 3.081) | |
| Online_boarding5 | 4.663*** (4.368, 4.959) | 4.741*** (4.444, 5.037) | 4.651*** (4.357, 4.946) | 4.763*** (4.468, 5.058) | 4.568*** (4.272, 4.863) | 4.176*** (3.504, 4.847) | 4.065*** (3.394, 4.737) | |
| Ease_of_Online_booking1 | -2.954*** (-3.151, -2.757) | -3.073*** (-3.270, -2.875) | -2.878*** (-3.074, -2.681) | -2.973*** (-3.171, -2.776) | -2.937*** (-3.134, -2.740) | -2.092*** (-2.761, -1.424) | -2.071*** (-2.740, -1.403) | |
| Ease_of_Online_booking2 | -3.186*** (-3.382, -2.990) | -3.314*** (-3.511, -3.137) | -3.112*** (-3.307, -2.917) | -3.204*** (-3.400, -3.008) | -3.172*** (-3.368, -2.976) | -16.230*** (-1.065, 617, 1033, 156) | -16.258*** (-1.065, 617, 1033, 156) | |
| Ease_of_Online_booking3 | -3.135*** (-3.331, -2.940) | -3.260*** (-3.457, -3.064) | -3.069*** (-3.264, -2.874) | -3.156*** (-3.353, -2.962) | -3.117*** (-3.313, -2.922) | -2.405*** (-3.063, -1.747) | -2.387*** (-3.044, -1.729) | |
| Ease_of_Online_booking4 | -2.872*** (-3.068, -2.675) | -2.978*** (-3.176, -2.781) | -2.807*** (-3.003, -2.611) | -2.897*** (-3.094, -2.701) | -2.848*** (-3.045, -2.652) | -1.551*** (-2.235, -0.867) | -1.529*** (-2.213, -0.845) | |
| Ease_of_Online_booking5 | -2.359*** (-2.556, -2.162) | -2.470*** (-2.668, -2.272) | -2.380*** (-2.469, -2.076) | -2.340*** (-2.577, -2.183) | -12.319*** (-2.537, -2.143) | -12.331*** (-159, 295, 183, 932) | -15.729*** (-159, 297, 183, 959) | |
| Inflight_service1 | 12.799*** (-129,417, 155,016) | 12.727*** (-127,740, 153,195) | 12.786*** (-130,598, 156,158) | 12.788*** (-129,455, 155,072) | 14.528*** (-128,044, 407,101) | 14.538*** (-378,593, 407,670) | | |
| Inflight_service2 | 13.037*** (-129,179, 155,254) | 12.957*** (-127,510, 153,425) | 13.022*** (-130,356, 156,399) | 13.031*** (-129,224, 155,303) | 13.039*** (-129,022, 155,083) | 14.770*** (-377,802, 407,342) | 14.774*** (-378,358, 407,905) | |
| Inflight_service3 | 12.766*** (-129,451, 154,982) | 12.707*** (-127,761, 153,174) | 12.757*** (-130,620, 156,135) | 12.747*** (-129,303, 154,799) | 12.781*** (-129,483, 155,045) | 14.378*** (-378,194, 406,951) | 14.397*** (-378,734, 407,529) | |
| Inflight_service4 | 13.953*** (-128,263, 156,170) | 13.870*** (-126,598, 154,337) | 13.923*** (-129,454, 157,301) | 13.914*** (-128,138, 155,967) | 13.982*** (-128,281, 156,246) | 15.729*** (-376,843, 408,302) | 15.765*** (-377,367, 408,896) | |
| Inflight_services5 | 14.427*** (-127,790, 156,643) | 14.340*** (-126,128, 154,807) | 14.388*** (-128,990, 157,765) | 14.387*** (-127,666, 156,439) | 14.455*** (-127,808, 156,719) | 16.329*** (-376,244, 408,901) | 16.363*** (-376,769, 409,495) | |
| On_board_service1 | -2.475*** (-2.616, -2.334) | -2.462*** (-2.603, -2.322) | -2.471*** (-2.611, -2.330) | -2.510*** (-2.651, -2.370) | -2.444*** (-2.585, -2.303) | -2.594*** (-2.738, -2.451) | -2.558*** (-2.702, -2.415) | |
| On_board_service2 | -1.846*** (-1.972, -1.720) | -1.848*** (-1.974, -1.722) | -1.833*** (-1.958, -1.707) | -1.868*** (-1.994, -1.742) | -1.827*** (-1.953, -1.701) | -1.957*** (-2.086, -1.827) | -1.935*** (-2.064, -1.806) | |
| On_board_service3 | -1.194*** (-1.284, -1.104) | -1.212*** (-1.303, -1.122) | -1.197*** (-1.287, -1.107) | -1.215*** (-1.305, -1.124) | -1.178*** (-1.268, -1.088) | -1.167*** (-1.264, -1.070) | -1.150*** (-1.247, -1.054) | |
| On_board_service4 | -0.403*** (-0.486, -0.319) | -0.405*** (-0.489, -0.322) | -0.398*** (-0.481, -0.314) | -0.403*** (-0.487, -0.319) | -0.402*** (-0.485, -0.318) | -0.474*** (-0.564, -0.383) | -0.474*** (-0.565, -0.384) | |
| On_board_service5 | Age | 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.010*** (0.008, 0.012) | 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.004*** (0.002, 0.006) | | |
| I(Age2) | | | | | 0.0000*** (0.00004, 0.0001) | | | |
| I(log(Age)) | | | | | | 0.462*** (0.391, 0.533) | 0.303*** (0.230, 0.377) | |
| Flight_Distance | | 0.0004 (0.0004, 0.0005) | | 0.0004*** (0.0004, 0.0005) | 0.0004*** (0.0004, 0.0005) | 0.0003*** (0.0003, 0.0004) | 0.0003*** (0.0003, 0.0004) | |
| I(log(Flight_Distance)) | | | 0.506*** (0.478, 0.534) | | | | | |
| I(Flight_Distance2) | | | | 0.00000*** (0.00000, 0.00000) | | | | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking1 | | | | | | -2.717*** (-3.562, -1.873) | -2.707*** (-3.551, -1.863) | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking1 | | | | | | -2.150*** (-3.099, -1.202) | -2.147*** (-3.095, -1.199) | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking1 | | | | | | -0.139 (-0.905, 0.627) | -0.149 (-0.915, 0.617) | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online_booking1 | | | | | | -0.420 (-1.164, 0.325) | -0.420 (-1.164, 0.325) | |
| Online_boarding5:Ease_of_Online_booking1 | | | | | | 13.216*** (-1.036, 171, 1,062, 603) | 13.257*** (-1.036, 130, 1,062, 644) | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking2 | | | | | | 9.989*** (-1.039, 398, 1,059, 375) | 10.046*** (-1.039, 341, 1,059, 432) | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking2 | | | | | | 13.687*** (-1.035, 700, 1,063, 073) | 13.722*** (-1.035, 664, 1,063, 109) | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking2 | | | | | | 13.616*** (-1.035, 771, 1,063, 002) | 13.665*** (-1.035, 722, 1,063, 051) | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online_booking2 | | | | | | 13.944*** (-1.035, 443, 1,063, 331) | 13.991*** (-1.035, 396, 1,063, 378) | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking3 | | | | | | -0.563 (-1.417, 0.291) | -0.563 (-1.414, 0.294) | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking3 | | | | | | -1.909*** (-2.845, -0.972) | -1.906*** (-2.843, -0.970) | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking3 | | | | | | -1.296*** (-2.046, -0.546) | -1.288*** (-2.037, -0.539) | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online_booking3 | | | | | | -0.220 (-0.954, 0.514) | -0.218 (-0.952, 0.516) | |
| Online_boarding5:Ease_of_Online_booking3 | | | | | | -0.790 (-1.663, 0.083) | -0.783 (-1.656, 0.090) | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking4 | | | | | | -2.530*** (-3.487, -1.573) | -2.532*** (-3.489, -1.575) | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking4 | | | | | | -0.715* (-1.493, 0.062) | -0.726* (-1.491, 0.061) | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking4 | | | | | | -1.578*** (-2.332, -0.823) | - | |

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 2

Для підтвердження спостережень перевіримо нульову гіпотезу про статистичну значущість різниці між двома найрезультативнішими досліджуваними моделями:

[1] "I(log(Age)) test:"

Model 1: Satisfaction ~ Online_boarding + Ease_of_Online_booking + Inflight_service +
On_board_service + Flight_Distance + Online_boarding:Ease_of_Online_booking
Model 2: Satisfaction ~ Online_boarding * Ease_of_Online_booking + Inflight_service +
On_board_service + I(log(Age)) + Flight_Distance

p-value < 6.617e-16 ***

[2] "Online_boarding * Ease_of_Online_booking test:"

Model 1: Satisfaction ~ Inflight_service + On_board_service + I(log(Age)) +
Flight_Distance
Model 2: Satisfaction ~ Online_boarding * Ease_of_Online_booking + Inflight_service +
On_board_service + I(log(Age)) + Flight_Distance

p-value < 2.2e-16 ***

Як бачимо, немає підстав відкинути нульові гіпотези, тому на основі даних результатів ми створили комбіновану регресійну модель, яка виявилася досить гнучкою:

Satisfaction ~ Online_boarding * Ease_of_Online_booking + Inflight_service + On_board_service +
I(log(Age)) + Flight_Distance

Дана модель є останньою у вищеперелічених таблицях і показує доволі велику відносну зміну вагових коефіцієнтів відносно початкової моделі. Слід також зазначити, що початкове значення вдалося збільшити до , що говорить про успішність модифікації моделі, що в той же час свідчить про більшу пристосованість моделі до даних (або гнучкість).

[/lab3/code/models/output_business/model_stability_test.html](http://lab3/code/models/output_business/model_stability_test.html)

| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) | Satisfaction |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|---|---|--------------|
| Online_boarding1 | 0.188 (-0.097, 0.473) | 0.298* (0.011, 0.584) | 0.165 (-0.119, 0.449) | 0.271 (-0.014, 0.555) | 0.104 (-0.181, 0.390) | 1.255*** (0.712, 1.797) | 1.161*** (0.618, 1.704) | |
| Online_boarding2 | 0.060 (-0.222, 0.342) | 0.163 (-0.121, 0.446) | 0.048 (-0.233, 0.329) | 0.137 (-0.144, 0.419) | -0.020 (-0.302, 0.263) | 2.449*** (1.763, 3.135) | 2.358*** (1.672, 3.044) | |
| Online_boarding3 | 0.136 (-0.144, 0.417) | 0.229 (-0.053, 0.511) | 0.144 (-0.135, 0.423) | 0.229 (-0.051, 0.509) | 0.045 (-0.236, 0.326) | 0.444* (0.031, 0.856) | 0.349 (-0.063, 0.761) | |
| Online_boarding4 | 2.522*** (2.241, 2.803) | 2.612*** (2.330, 2.895) | 2.519*** (2.240, 2.799) | 2.621*** (2.341, 2.902) | 2.427*** (2.146, 2.709) | 2.804*** (2.416, 3.192) | 2.693*** (2.305, 3.081) | |
| Online_boarding5 | 4.663*** (4.368, 4.959) | 4.741*** (4.444, 5.037) | 4.651*** (4.357, 4.946) | 4.763*** (4.468, 5.058) | 4.568*** (4.272, 4.863) | 4.176*** (3.904, 4.847) | 4.065*** (3.394, 4.737) | |
| Ease_of_Online_booking1 | -2.954*** (-3.151, -2.757) | -3.073*** (-3.270, -2.875) | -2.878*** (-3.074, -2.681) | -2.973*** (-3.171, -2.776) | -2.937*** (-3.134, -2.740) | -2.092*** (-2.761, -1.424) | -2.071*** (-2.740, -1.403) | |
| Ease_of_Online_booking2 | -3.186*** (-3.382, -2.990) | -3.314*** (-3.511, -3.117) | -3.112*** (-3.307, -2.917) | -3.204*** (-3.400, -3.008) | -3.172*** (-3.368, -2.976) | -16.230*** (-1.065, 617, 1.033, 156) (-1.065, 645, 1.033, 128) | -16.258*** (-1.065, 617, 1.033, 156) (-1.065, 645, 1.033, 128) | |
| Ease_of_Online_booking3 | -3.135*** (-3.331, -2.940) | -3.260*** (-3.457, -3.064) | -3.069*** (-3.264, -2.874) | -3.158*** (-3.353, -2.962) | -3.117*** (-3.313, -2.922) | -2.405*** (-3.063, -1.747) | -2.387*** (-3.044, -1.729) | |
| Ease_of_Online_booking4 | -2.872*** (-3.068, -2.675) | -2.978*** (-3.176, -2.781) | -2.807*** (-3.003, -2.611) | -2.897*** (-3.094, -2.701) | -2.848*** (-3.045, -2.652) | -1.551*** (-2.235, -0.867) | -1.529*** (-2.213, -0.845) | |
| Ease_of_Online_booking5 | -2.359*** (-2.556, -2.162) | -2.470*** (-2.668, -2.272) | -2.272*** (-2.469, -2.076) | -2.380*** (-2.577, -2.183) | -2.340*** (-2.537, -2.143) | 12.319*** (-159, 297, 183, 932) | 12.331*** (-159, 297, 183, 932) | |
| Inflight_service1 | 12.799*** (-129, 417, 155, 016) | 12.727*** (-127, 740, 153, 195) | 12.780*** (-129, 266, 154, 838) | 12.786*** (-129, 455, 155, 072) | 12.808*** (-129, 044, 407, 101) | 14.528*** (-378, 593, 407, 670) | 14.538*** (-378, 593, 407, 670) | |
| Inflight_service2 | 13.037*** (-129, 179, 155, 254) | 12.957*** (-127, 510, 153, 425) | 13.022*** (-129, 021, 155, 083) | 13.031*** (-129, 224, 155, 303) | 13.039*** (-377, 802, 407, 342) | 14.770*** (-378, 558, 407, 905) | 14.774*** (-378, 558, 407, 905) | |
| Inflight_service3 | 12.766*** (-129, 451, 154, 982) | 12.707*** (-127, 761, 153, 174) | 12.757*** (-120, 620, 156, 135) | 12.747*** (-129, 483, 154, 799) | 12.781*** (-378, 194, 406, 951) | 14.378*** (-378, 734, 407, 529) | 14.397*** (-378, 734, 407, 529) | |
| Inflight_service4 | 13.953*** (-128, 263, 156, 170) | 13.870*** (-126, 598, 154, 337) | 13.923*** (-129, 454, 157, 301) | 13.914*** (-128, 138, 155, 967) | 13.982*** (-128, 281, 156, 246) | 15.729*** (-376, 843, 408, 302) | 15.765*** (-377, 367, 408, 896) | |
| Inflight_service5 | 14.427*** (-127, 790, 156, 643) | 14.340*** (-126, 128, 154, 807) | 14.388*** (-128, 990, 157, 765) | 14.387*** (-127, 666, 156, 439) | 14.455*** (-127, 808, 156, 719) | 16.329*** (-376, 244, 408, 901) | 16.363*** (-376, 769, 409, 495) | |
| On_board_service1 | -2.475*** (-2.616, -2.334) | -2.462*** (-2.603, -2.322) | -2.471*** (-2.611, -2.330) | -2.510*** (-2.651, -2.370) | -2.444*** (-2.585, -2.303) | -2.594*** (-2.738, -2.451) | -2.558*** (-2.702, -2.415) | |
| On_board_service2 | -1.846*** (-1.972, -1.720) | -1.848*** (-1.974, -1.722) | -1.833*** (-1.958, -1.707) | -1.868*** (-1.994, -1.742) | -1.827*** (-1.953, -1.701) | -1.957*** (-2.086, -1.827) | -1.935*** (-2.064, -1.806) | |
| On_board_service3 | -1.194*** (-1.284, -1.104) | -1.212*** (-1.303, -1.122) | -1.197*** (-1.287, -1.107) | -1.215*** (-1.305, -1.124) | -1.178*** (-1.268, -1.088) | -1.167*** (-1.264, -1.070) | -1.150*** (-1.247, -1.054) | |
| On_board_service4 | -0.403*** (-0.486, -0.319) | -0.405*** (-0.489, -0.322) | -0.398*** (-0.481, -0.314) | -0.403*** (-0.487, -0.319) | -0.402*** (-0.485, -0.318) | -0.474*** (-0.564, -0.383) | -0.474*** (-0.565, -0.384) | |
| On_board_service5 | Age 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.010*** (0.008, 0.012) | 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.009*** (0.007, 0.011) | 0.004*** (0.002, 0.006) | | | |
| I(Age2) | | | | | 0.0001*** (0.00004, 0.0001) | | | |
| I(log(Age)) | | | | | 0.462*** (0.391, 0.533) | 0.303*** (0.230, 0.377) | | |
| Flight_Distance | | | | 0.0004*** (0.0004, 0.0005) | 0.0004*** (0.0004, 0.0005) | 0.0003*** (0.0003, 0.0004) | 0.0003*** (0.0003, 0.0004) | |
| I(log(Flight_Distance)) | | | | 0.506*** (0.478, 0.534) | | | | |
| I(Flight_Distance2) | | | | 0.0000*** (0.00000, 0.00000) | | | | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking1 | | | | | -2.717*** (-3.562, -1.873) | -2.707*** (-3.551, -1.863) | | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking1 | | | | | -2.150*** (-3.099, -1.202) | -2.147*** (-3.095, -1.199) | | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking1 | | | | | -0.139 (-0.905, 0.627) | -0.149 (-0.915, 0.617) | | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online_booking1 | | | | | -0.420 (-1.164, 0.325) | -0.420 (-1.164, 0.325) | | |
| Online_boarding5:Ease_of_Online_booking1 | | | | | 13.216*** (-1.036, 171, 1, 062, 603) | 13.257*** (-1.036, 171, 1, 062, 644) | | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking2 | | | | | 9.989*** (-1.039, 398, 1, 059, 375) | 10.046*** (-1.039, 398, 1, 059, 432) | | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking2 | | | | | 13.687*** (-1.035, 700, 1, 063, 073) | 13.722*** (-1.035, 722, 1, 063, 059) | | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking2 | | | | | 13.616*** (-1.035, 771, 1, 063, 002) | 13.665*** (-1.035, 772, 1, 063, 051) | | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online_booking2 | | | | | 13.944*** (-1.035, 443, 1, 063, 331) | 13.991*** (-1.035, 396, 1, 063, 378) | | |
| Online_boarding5:Ease_of_Online_booking2 | | | | | -0.563 (-1.417, 0.291) | -0.560 (-1.414, 0.294) | | |
| Online_boarding1:Ease_of_Online_booking3 | | | | | -1.909*** (-2.845, -0.972) | -1.906*** (-2.843, -0.970) | | |
| Online_boarding2:Ease_of_Online_booking3 | | | | | -1.296*** (-2.046, -0.546) | -1.288*** (-2.037, -0.539) | | |
| Online_boarding3:Ease_of_Online_booking3 | | | | | -0.220 (-0.954, 0.514) | -0.218 (-0.952, 0.516) | | |
| Online_boarding4:Ease_of_Online | | | | | | | | |

МОДЕЛЮВАННЯ. ЕКОНОМ-КЛАС.

БАЗОВА МОДЕЛЬ

Першим чином слід надагати (п.2.1), що в нашому дослідженні клієнти економ класу складаються з клієнтів Eco та Eco Plus. Також ми вже визначили (п.2.2) статистично значущі змінні для клієнтів економ класу:

Значущі: *inflight service, online boarding, ease of online booking, inflight wifi service, baggage handling, time convenient, leg room service, gate location*

Малозначущі: *age group, checkin service, on-board service seat comfort*

Не значущі: *flight haul, cleanliness, inflight entertainment, food and drink*

Тож перейдемо одразу до моделювання. На основі вище зазначених значущих змінних ми створимо гіпотези та будемо аналогічно бізнес-класу будувати повноцінні моделі, щоб далі їх покращити та пристосувати до даних. Задача стоїть ідентична – ми хочемо дізнатися, що сам спливає на задоволеність клієнтів економ-класу.

Загальна гіпотеза. «Змінні Leg room service, Inflight wifi service та Seat comfort є статистично значущими для клієнтів економ класу»

Дослідимо, чи можна модель, яка базується на даних змінних, покращити. Базова модель для еко-класу зображена на таблиці.

[/lab3/code/models/output_eco/model_basic.html](#)

| ECO type | Dependent variable: |
|------------------------|-----------------------------------|
| | Satisfaction |
| Leg_room_service1 | 0.916 (0.309, 1.522) |
| Leg_room_service2 | 0.782 (0.177, 1.386) |
| Leg_room_service3 | 0.701 (0.097, 1.305) |
| Leg_room_service4 | 0.800 (0.198, 1.403) |
| Leg_room_service5 | 0.667 (0.062, 1.272) |
| Inflight_wifi_service1 | -13.333 *** (-14.629, -12.038) |
| Inflight_wifi_service2 | -8.905 *** (-9.544, -8.266) |
| Inflight_wifi_service3 | -8.670 *** (-9.308, -8.032) |
| Inflight_wifi_service4 | -5.433 *** (-6.065, -4.800) |
| Inflight_wifi_service5 | -0.249 (-0.945, 0.446) |
| Seat_comfort2 | 0.325 ** (0.204, 0.446) |
| Seat_comfort3 | 0.449 *** (0.334, 0.565) |
| Seat_comfort4 | 0.796 *** (0.691, 0.900) |
| Seat_comfort5 | 0.218 (0.099, 0.337) |
| Constant | 3.940 *** (3.141, 4.739) |
| Observations | 67,702 |
| Log Likelihood | -13,339.880 |
| Akaike Inf. Crit. | 26,709.760 |

Eco Type

| | Delay_overtake | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | Satisfaction | | | | | | | |
| Eco Type | | 0 | | | | | | |
| Arrival_Delay_in_Minutes | | -0.1 | 0.2 | | | | | |
| Departure_Delay_in_Minutes | | 0.7 | -0.1 | -0.4 | | | | |
| Cleanliness | | 0 | 0 | 0.2 | 0 | | | |
| Inflight_service | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Checkin_service | | 0.2 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Baggage_handling | | 0.2 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Leg_room_service | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| On.board_service | | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0 | 0 | 0.1 |
| Inflight_entertainment | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0.2 | 0.8 | 0.2 |
| Seat_comfort | | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0.7 |
| Online_boarding | | 0.3 | 0.1 | 0 | -0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.1 |
| Food_and_drink | | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0.8 |
| Gate_location | | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.1 | 0 | 0 |
| Ease_of_Online_booking | | 0.2 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0.1 | 0 |
| ture.Arrival_time_convenient | | 0.2 | 0.2 | 0 | 0.1 | 0 | 0.2 | 0.2 |
| Inflight_wifi_service | | 0 | 0.7 | 0 | 0.2 | 0.7 | 0.1 | 0.2 |
| Flight_Distance | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Age | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0.2 | 0.1 | 0 |

МОДЕЛЮВАННЯ. ЕКОНОМ-КЛАС. КОНТРОЛЬНІ ЗМІННІ

Почнемо збагачувати регресійну модель контрольними змінними. За «контрольні» можна взяти багато змінних, проте в рамках даного дослідження ми обмежимося Age group, Flight Haul, які ми використовували для бізнес-класу, а також додамо змінну Food and Drink, яка достатньо сильно корелює з базовими змінними.

Тобто ми визначили базові змінні (Leg room service, Inflight wifi service, Seat comfort) та контрольні (Age group, Flight Haul, Food and Drink) – це і буде нашою основною регресійною моделлю, котру ми будемо модифікувати.

[/lab3/code/models/output_eco/model mutable.html](#)

| | Satisfaction | | | |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) |
| Leg_room_service1 | 0.916 (0.309, 1.522) | 1.033 (0.354, 1.712) | 1.256 (0.575, 1.936) | 1.155 (0.476, 1.834) |
| Leg_room_service2 | 0.782 (0.177, 1.386) | 0.913 (0.236, 1.590) | 1.120 (0.442, 1.798) | 1.041 (0.364, 1.718) |
| Leg_room_service3 | 0.701 (0.097, 1.305) | 0.834 (0.157, 1.510) | 1.031 (0.353, 1.709) | 0.968 (0.291, 1.645) |
| Leg_room_service4 | 0.800 (0.198, 1.403) | 0.960 (0.285, 1.635) | 1.090 (0.414, 1.766) | 1.090 (0.415, 1.766) |
| Leg_room_service5 | 0.667 (0.062, 1.272) | 0.799 (0.122, 1.476) | 1.022 (0.343, 1.700) | 0.932 (0.255, 1.609) |
| Inflight_wifi_service1 | -13.333*** (-14.629, -12.038) | -15.869*** (-18.172, -13.566) | -15.946*** (-18.241, -13.651) | -15.940*** (-18.254, -13.625) |
| Inflight_wifi_service2 | -8.905*** (-9.544, -8.266) | -11.445*** (-13.453, -9.436) | -11.518*** (-13.518, -9.519) | -11.519*** (-13.540, -9.497) |
| Inflight_wifi_service3 | -8.670*** (-9.308, -8.032) | -11.226*** (-13.234, -9.217) | -11.295*** (-13.294, -9.296) | -11.297*** (-13.318, -9.276) |
| Inflight_wifi_service4 | -5.433*** (-6.065, -4.800) | -8.023*** (-10.029, -6.016) | -8.071*** (-10.068, -6.074) | -8.096*** (-10.116, -6.077) |
| Inflight_wifi_service5 | -0.249 (-0.945, 0.446) | -2.717 (-4.738, -0.696) | -2.778 (-4.790, -0.766) | -2.791 (-4.824, -0.758) |
| Seat_comfort2 | 0.325** (0.204, 0.446) | 0.334 (0.180, 0.487) | 0.321 (0.168, 0.474) | 0.332 (0.178, 0.485) |
| Seat_comfort3 | 0.449*** (0.334, 0.565) | 0.358* (0.214, 0.503) | 0.308 (0.164, 0.452) | 0.355* (0.210, 0.499) |
| Seat_comfort4 | 0.796*** (0.691, 0.900) | 0.508*** (0.370, 0.647) | 0.408** (0.269, 0.547) | 0.491*** (0.353, 0.630) |
| Seat_comfort5 | 0.218 (0.099, 0.337) | 0.288 (0.136, 0.441) | 0.230 (0.078, 0.383) | 0.289 (0.136, 0.442) |
| Food_and_drink1 | | 6.346** (4.249, 8.443) | 6.249** (4.157, 8.341) | 6.220** (4.114, 8.326) |
| Food_and_drink2 | | 6.331** (4.236, 8.427) | 6.246** (4.155, 8.336) | 6.212** (4.107, 8.317) |
| Food_and_drink3 | | 6.489** (4.394, 8.584) | 6.420** (4.330, 8.511) | 6.372** (4.267, 8.476) |
| Food_and_drink4 | | 6.777*** (4.683, 8.872) | 6.732** (4.642, 8.822) | 6.673*** (4.569, 8.776) |
| Food_and_drink5 | | 6.189** (4.094, 8.284) | 6.122** (4.032, 8.213) | 6.068** (3.963, 8.172) |
| Age | | | 0.012*** (0.010, 0.014) | |
| Flight_Distance | | | | -0.0003*** (-0.0003, -0.0002) |
| Constant | 3.940*** (3.141, 4.739) | -0.015 (-1.016, 0.985) | -0.473 (-1.478, 0.532) | 0.230 (-0.776, 1.236) |
| Observations | 67,702 | 67,702 | 67,702 | 67,702 |
| Log Likelihood | -13,339.880 | -13,242.610 | -13,173.720 | -13,206.520 |
| Akaike Inf. Crit. | 26,709.760 | 26,525.230 | 26,389.440 | 26,455.030 |

Note:

*p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ ЕКОНОМ-КЛАСУ

По-перше слід зафіксувати значення міри loglikelihood на рівні -13,050. Щоб домогтися кращої підгонки регресійної моделі під дані ми будемо модифікувати її різними способами, щоб домогтися ще кращих метрик, порівняно з попередньою. Для початку виборочно будемо витягувати регресори з моделі та перевіряти нову модель і основну – наскільки вони підходять до даних

[/lab3/code/models/output_eco/model_popping_test.html](#)

| | Satisfaction | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) |
| Leg_room_service1 | 1.051 (0.368, 1.734) | | -1.087*** (-1.292, -0.882) | 1.020 (0.339, 1.702) | 1.065 (0.386, 1.744) | 1.023 (0.340, 1.706) | 0.922 (0.313, 1.530) |
| Leg_room_service2 | 0.949 (0.269, 1.630) | | -1.208*** (-1.410, -1.005) | 0.919 (0.240, 1.599) | 0.946 (0.270, 1.623) | 0.920 (0.239, 1.600) | 0.805 (0.199, 1.411) |
| Leg_room_service3 | 0.869 (0.189, 1.550) | | -1.264*** (-1.466, -1.061) | 0.838 (0.158, 1.517) | 0.866 (0.189, 1.543) | 0.841 (0.160, 1.522) | 0.724 (0.118, 1.330) |
| Leg_room_service4 | 0.983 (0.304, 1.662) | | -0.753*** (-0.955, -0.551) | 0.958 (0.281, 1.636) | 0.996 (0.321, 1.671) | 0.951 (0.272, 1.630) | 0.811 (0.207, 1.415) |
| Leg_room_service5 | 0.846 (0.165, 1.527) | | -0.630** (-0.832, -0.428) | 0.813 (0.134, 1.493) | 0.834 (0.157, 1.511) | 0.815 (0.134, 1.497) | 0.701 (0.094, 1.307) |
| Inflight_wifi_service1 | -16.010*** (-18.326, -13.693) | -15.891*** (-18.219, -13.562) | | -15.978*** (-18.288, -13.669) | -15.911*** (-18.220, -13.602) | -15.973*** (-18.284, -13.662) | -13.425*** (-14.721, -12.129) |
| Inflight_wifi_service2 | -11.595*** (-13.619, -9.570) | -11.490*** (-13.528, -9.452) | | -11.565*** (-13.581, -9.549) | -11.489*** (-13.505, -9.474) | -11.556*** (-13.574, -9.539) | -9.007*** (-9.648, -8.366) |
| Inflight_wifi_service3 | -11.373*** (-13.397, -9.349) | -11.280*** (-13.317, -9.243) | | -11.344*** (-13.359, -9.328) | -11.268*** (-13.283, -9.253) | -11.336*** (-13.353, -9.319) | -8.769*** (-9.409, -8.130) |
| Inflight_wifi_service4 | -8.164*** (-10.186, -6.141) | -8.052*** (-10.088, -6.017) | | -8.132*** (-10.146, -6.118) | -8.066*** (-10.079, -6.052) | -8.126*** (-10.141, -6.110) | -5.527*** (-6.161, -4.892) |
| Inflight_wifi_service5 | -2.858 (-4.894, -0.823) | -2.772 (-4.819, -0.724) | | -2.836 (-4.863, -0.808) | -2.757 (-4.784, -0.730) | -2.824 (-4.853, -0.795) | -0.344 (-1.040, 0.353) |
| Seat_comfort2 | 0.328 (0.173, 0.482) | 0.328 (0.173, 0.482) | 0.115 (0.017, 0.214) | | 0.337 (0.184, 0.491) | 0.324 (0.170, 0.478) | 0.319* (0.197, 0.441) |
| Seat_comfort3 | 0.338* (0.193, 0.484) | 0.344* (0.199, 0.489) | 0.106 (0.013, 0.200) | | 0.364* (0.219, 0.509) | 0.332* (0.187, 0.478) | 0.433*** (0.317, 0.550) |
| Seat_comfort4 | 0.443** (0.303, 0.583) | 0.444** (0.305, 0.584) | 0.327*** (0.238, 0.416) | | 0.504*** (0.365, 0.642) | 0.446** (0.306, 0.585) | 0.731*** (0.626, 0.837) |
| Seat_comfort5 | 0.278 (0.124, 0.432) | 0.274 (0.120, 0.428) | 0.454*** (0.361, 0.546) | | 0.292 (0.139, 0.445) | 0.274 (0.121, 0.428) | 0.199 (0.079, 0.319) |
| Age_groupMiddle age | 0.548*** (0.438, 0.658) | 0.550*** (0.440, 0.659) | 0.554*** (0.483, 0.625) | 0.541*** (0.431, 0.652) | | 0.554*** (0.444, 0.664) | 0.563*** (0.453, 0.672) |
| Age_groupUnderage | -0.312* (-0.461, -0.163) | -0.319* (-0.466, -0.171) | -0.127 (-0.220, -0.034) | -0.342* (-0.490, -0.194) | | -0.319* (-0.468, -0.171) | -0.290 (-0.438, -0.142) |
| Flight_haulMedium | -0.289 (-0.584, 0.006) | -0.278 (-0.573, 0.016) | -0.187 (-0.375, 0.001) | -0.267 (-0.561, 0.027) | -0.274 (-0.566, 0.018) | | -0.328 (-0.625, -0.031) |
| Flight_haulShort | 0.136 (-0.134, 0.407) | 0.143 (-0.127, 0.414) | 0.111 (-0.062, 0.284) | 0.159 (-0.111, 0.429) | 0.189 (-0.080, 0.457) | | 0.095 (-0.178, 0.368) |
| Food_and_drink1 | 6.314** (4.204, 8.423) | 6.218** (4.102, 8.335) | -1.072* (-1.517, -0.628) | 6.076** (3.973, 8.178) | 6.289** (4.187, 8.391) | 6.361** (4.257, 8.465) | |
| Food_and_drink2 | 6.299** (4.191, 8.407) | 6.200** (4.085, 8.316) | -1.109** (-1.551, -0.666) | 6.269** (4.166, 8.371) | 6.275** (4.175, 8.376) | 6.345** (4.243, 8.448) | |
| Food_and_drink3 | 6.463** (4.354, 8.571) | 6.364*** (4.249, 8.479) | -1.032* (-1.473, -0.590) | 6.441** (4.339, 8.543) | 6.433** (4.333, 8.533) | 6.510** (4.407, 8.612) | |
| Food_and_drink4 | 6.744*** (4.637, 8.852) | 6.646*** (4.532, 8.760) | -0.365 (-0.806, 0.076) | 6.799*** (4.697, 8.901) | 6.728*** (4.628, 8.827) | 6.786*** (4.684, 8.888) | |
| Food_and_drink5 | 6.140** (4.032, 8.248) | 6.044** (3.929, 8.159) | -0.348 (-0.789, 0.093) | 6.086** (3.984, 8.188) | 6.132** (4.032, 8.233) | 6.187** (4.085, 8.290) | |
| Constant | -0.349 (-1.386, 0.688) | 0.568 (-0.218, 1.353) | -0.469 (-0.983, 0.045) | -0.017 (-1.045, 1.011) | -0.107 (-1.129, 0.916) | -0.300 (-1.313, 0.714) | 3.565*** (2.719, 4.410) |
| Observations | 67,702 | 67,702 | 67,702 | 67,702 | 67,702 | 67,702 | 67,702 |
| Log Likelihood | -13,050.150 | -13,063.400 | -31,601.670 | -13,070.470 | -13,214.350 | -13,073.280 | -13,146.830 |
| Akaike Inf. Crit. | 26,148.300 | 26,164.800 | 63,241.340 | 26,180.940 | 26,472.690 | 26,190.560 | 26,331.670 |

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ ЕКОНОМ-КЛАСУ 1

На попередній таблиці перша модель – це наша основна модель, яку ми не модифікували. У всіх наступних модифікаціях ми «витягували» регресори з моделі, щоб подивитися як це вплине на наші метрики. Нагадаємо, що початкове значення метрики і на даний момент найкраще -13,050

Отримали наступні результати, що видаливши регресор:

- «Leg room service» модель погіршилася на 13
- «Inflight wifi service» модель погіршилася на 18,551
- «Seat comfort» модель погіршилася на 20
- «Age group» модель погіршилася на 164
- «Flight haul» модель погіршилася на 23
- «Food and drink» модель погіршилася на 96

Також слід проаналізувати зміну вагів перед базовими регресорами.

- дивлячись відносну різницю вагових коефіцієнтів при регресорах в 2, 4, 5, 6 модифікаціях та основній, можна спостерігати, що різниця між вагами становить не більше , тобто фактично видаливши Leg room service, Seat Comfort, Flight Haul гнучкість нашої моделі не зміниться.
- при видаленні Inflight wifi service досліджувана статистична міра погіршується вдічі (!) та різниця між вагами з основною моделлю становить приблизно 0.1, тобто дана змінна дуже впливає на гнучкість моделі

Тепер висунемо гіпотези, щодо статистичної різниці кожної модифікації базової моделі та перевіримо чи є статистично значуча різниця за допомогою двостороннього тесту:

[1] "Leg_room_service test:"

Model 1: Satisfaction ~ Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
Model 2: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
p-value < 7.138e-05 ***

[2] "Inflight_wifi_service test:"

Model 1: Satisfaction ~ Leg_room_service + Seat_comfort + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
Model 2: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
p-value < 2.2e-16 ***

[3] "Seat_comfort test:"

Model 1: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
Model 2: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Age_group + Flight_haul + Food_and_drink
p-value < 3.184e-08 ***

...

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ ЕКОНОМ-КЛАСУ 2

Другий підхід модифікації моделі полягає в додаванні поліномів вищих порядків відносно окремих регресорів, взяття логаритмів та ступенів таких логаритмів. Слід сказати, що в перевірці на стійкість 1 ми використовували індикаторні змінні **Age_group** та **Flight haul**, де поділяли на групи людей за віком та рейси за дальністю польоту.

Тому для перевірки на стійкість 2, ми повернемо початковий вигляд даних до числового, щоб була можливість брати поліноми вищих порядків та логаритмувати дані змінні.

В даному дослідженні для економ класу проаналізовано наступні модифікації поліномами та логаритмами:

- 1.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + I(log(Age)) + Flight_Distance
- 2.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + Age + I(log(Flight_Distance))
- 3.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + I(Age^2) + Flight_Distance
- 4.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + Age + I(Flight_Distance^2)
- 5.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + I(log(Age)) + I(log(Flight_Distance))
- 6.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service * Seat_comfort + Age + Flight_Distance + Food_and_drink
- 7.Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + I(log(Age)) * I(log(Flight_Distance))

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 2

Проаналізуємо отриману таблицю та ваги біля регресорів:

- Дивлячись на вплив логаритмування Age та Flight Distance (2 та 3 моделі) різниці між ваговими коефіцієнтами не помітно, проте збільшилася.
- Якщо звернути увагу на різницю між ваговими коефіцієнтами 4 та основної моделі, то можна помітити, що всі ваги при регресорах групи Leg room service змінилися приблизно на 0.1. Дійсно, піднесення змінної Age до квадрату зробило модель більш гнучкою і в результаті ми виявили логічну залежність впливу віку на задоволеність сервісом Leg room service.
- Ідентична ситуація спостерігається і в п'ятій моделі, де ми підносili Flight Distance в квадрат, що зробило регресійну модель з точки зору впливу дистанції польоту більш гнучкою і цілком логічно що вплив дистанції польоту підтверджується на задоволеність сервісом leg room service.
- Тоді в моделі 6, взявши одночасно та ми зробили модель ще більш гнучкою і наші спостереження підтвердилися, ваги при регресорах leg room service ще більше змінилися, що свідчить про реальний вплив даних факторів на задоволеність даним сервісом.
- Що стосується моделі 7, тобто добутку груп регресорів Seat comfort та Inflight wifi service, то досліджувана метрика покращилася приблизно на 400.
- Також ми створили модель 8, в якій взяли добуток що ще більше підкреслило наші спостереження.

/lab3/code/models/output_eco/model_stability_test.html

| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) | 8 (8) | 9 (9) |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Leg_room_service1 | 1.365 (0.684, 2.045) | 1.397* (0.716, 2.077) | 1.460* (0.780, 2.141) | 1.291 (0.611, 1.971) | 1.301*** (0.620, 1.981) | 1.490*** (0.809, 2.171) | 1.292*** (0.595, 1.990) | 1.61*** (0.889, 2.333) | 1.584*** (0.885, 2.284) |
| Leg_room_service2 | 1.235 (0.557, 1.913) | 1.270 (0.592, 1.948) | 1.334 (0.656, 2.013) | 1.165 (0.488, 1.843) | 1.168*** (0.490, 1.846) | 1.366*** (0.688, 2.045) | 1.234*** (0.538, 1.929) | 1.539*** (0.820, 2.258) | 1.526*** (0.829, 2.223) |
| Leg_room_service3 | 1.152 (0.474, 1.830) | 1.183 (0.505, 1.861) | 1.248 (0.570, 1.927) | 1.086 (0.408, 1.763) | 1.084*** (0.406, 1.762) | 1.277*** (0.598, 1.955) | 1.124*** (0.429, 1.819) | 1.452*** (0.733, 2.171) | 1.411*** (0.714, 2.108) |
| Leg_room_service4 | 1.209 (0.534, 1.885) | 1.225 (0.549, 1.901) | 1.307 (0.631, 1.983) | 1.169 (0.493, 1.844) | 1.142*** (0.466, 1.818) | 1.320*** (0.643, 1.996) | 1.195*** (0.502, 1.888) | 1.485*** (0.768, 2.202) | 1.465*** (0.770, 2.160) |
| Leg_room_service5 | 1.142 (0.463, 1.820) | 1.181 (0.502, 1.859) | 1.240 (0.561, 1.919) | 1.065 (0.387, 1.744) | 1.074*** (0.395, 1.752) | 1.277*** (0.597, 1.956) | 1.091*** (0.395, 1.787) | 1.462*** (0.742, 2.182) | 1.393*** (0.695, 2.091) |
| Inflight_wifi_service1 | -16.003*** (-18.307, -13.699) | -16.025*** (-18.327, -13.723) | -16.008*** (-18.307, -13.709) | -15.975*** (-18.284, -13.667) | -15.990*** (-18.294, -13.685) | -16.030*** (-18.327, -13.733) | -29.619 (-18.327, -13.855) | -16.341*** (-18.847, -13.855) | -29.217 (-18.847, -13.855) |
| Inflight_wifi_service2 | -11.580*** (-13.589, -9.570) | -11.604*** (-13.610, -9.597) | -11.584*** (-13.589, -9.580) | -11.552*** (-13.567, -9.538) | -11.565*** (-13.610, -9.606) | -11.608*** (-13.610, -9.606) | -27.014 (-13.821, -9.636) | -11.728*** (-13.821, -9.636) | -26.583 (-13.821, -9.636) |
| Inflight_wifi_service3 | -11.354*** (-13.364, -9.345) | -11.377*** (-13.384, -9.371) | -11.360*** (-13.364, -9.356) | -11.329*** (-13.343, -9.315) | -11.340*** (-13.350, -9.330) | -11.383*** (-13.384, -9.381) | -27.458 (-13.636, -9.453) | -11.544*** (-13.636, -9.453) | -27.032 (-13.636, -9.453) |
| Inflight_wifi_service4 | -8.133*** (-10.141, -6.125) | -8.150*** (-10.155, -6.145) | -8.138*** (-10.140, -6.135) | -8.117*** (-10.129, -6.104) | -8.119*** (-10.127, -6.111) | -8.154*** (-10.154, -6.155) | -23.525 (-10.154, -6.155) | -8.227*** (-10.154, -6.155) | -23.083 (-10.154, -6.155) |
| Inflight_wifi_service5 | -2.839 (-4.861, -0.817) | -2.860 (-4.879, -0.841) | -2.848 (-4.864, -0.831) | -2.817 (-4.844, -0.791) | -2.824*** (-4.846, -0.801) | -2.868*** (-4.883, -0.854) | -17.524 (-17.524, -0.854) | -2.705*** (-4.812, -0.599) | -17.075 (-4.812, -0.599) |
| Seat_comfort2 | 0.320 (0.166, 0.473) | 0.314 (0.160, 0.467) | 0.321 (0.167, 0.474) | 0.325 (0.172, 0.478) | 0.318*** (0.165, 0.471) | 0.315*** (0.161, 0.468) | -15.385 (0.122, 0.455) | 0.288*** (0.122, 0.455) | -14.811 (0.122, 0.455) |
| Seat_comfort3 | 0.306 (0.162, 0.451) | 0.290 (0.146, 0.435) | 0.309 (0.165, 0.454) | 0.326* (0.182, 0.471) | 0.304*** (0.159, 0.448) | 0.293*** (0.149, 0.438) | -13.504 (0.060, 0.374) | 0.217*** (0.060, 0.374) | -12.959 (0.060, 0.374) |
| Seat_comfort4 | 0.395** (0.256, 0.534) | 0.359* (0.220, 0.498) | 0.397** (0.258, 0.536) | 0.437** (0.298, 0.576) | 0.396*** (0.257, 0.535) | 0.361*** (0.221, 0.500) | -15.555 (0.187, 0.491) | 0.339*** (0.187, 0.491) | -15.120 (0.187, 0.491) |
| Seat_comfort5 | 0.232 (0.080, 0.385) | 0.215 (0.063, 0.368) | 0.235 (0.083, 0.388) | 0.255 (0.102, 0.407) | 0.229*** (0.077, 0.382) | 0.219*** (0.066, 0.371) | 0.210 (-0.021, 0.311) | 0.145* (-0.021, 0.311) | 0.532 (-0.021, 0.311) |
| Food_and_drink1 | 6.128** (4.029, 8.227) | 6.107** (4.009, 8.205) | 6.190** (4.094, 8.285) | 6.166** (4.064, 8.268) | 6.104*** (4.003, 8.205) | 6.167*** (4.072, 8.262) | 7.017*** (4.491, 9.543) | 5.647*** (3.403, 7.891) | 7.097*** (4.604, 9.590) |
| Food_and_drink2 | 6.131** (4.033, 8.229) | 6.113** (4.016, 8.210) | 6.192** (4.097, 8.286) | 6.164** (4.064, 8.265) | 6.106*** (4.007, 8.206) | 6.172*** (4.079, 8.266) | 6.952*** (4.429, 9.946) | 5.680*** (3.437, 9.722) | 7.036*** (4.545, 9.527) |
| Food_and_drink3 | 6.307** (4.209, 8.405) | 6.293** (4.196, 8.390) | 6.366** (4.272, 8.460) | 6.334** (4.234, 8.435) | 6.284*** (4.184, 8.384) | 6.350*** (4.257, 8.443) | 7.127*** (4.603, 9.651) | 5.850*** (3.607, 8.092) | 7.211*** (4.719, 9.702) |
| Food_and_drink4 | 6.629** (4.532, 8.727) | 6.615** (4.519, 8.711) | 6.688** (4.592, 8.779) | 6.650*** (4.551, 8.750) | 6.605*** (4.506, 8.704) | 6.669*** (4.576, 8.762) | 7.470*** (4.947, 9.994) | 6.111*** (3.870, 8.352) | 7.537*** (3.870, 8.352) |
| Food_and_drink5 | 6.006** (3.908, 8.103) | 5.989** (3.892, 8.086) | 6.005** (3.971, 8.159) | 6.034** (3.933, 8.134) | 5.982*** (3.883, 8.082) | 6.046*** (3.953, 8.140) | 6.889*** (4.364, 9.413) | 5.567*** (3.325, 7.809) | 6.968*** (4.476, 9.460) |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort2 | | | | | | | 2.641 (-1.189,887, 1,190,097) | 2.092 (16.683) | 2.092 (16.683) |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort2 | | | | | | | 15.651 (15.651) | 16.086 (15.651) | 16.086 (15.651) |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort2 | | | | | | | 15.445 (15.445) | 14.874 (15.445) | 14.874 (15.445) |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort2 | | | | | | | 14.964 (14.964) | 14.403 (14.964) | 14.403 (14.964) |
| Inflight_wifi_service5:Seat_comfort2 | | | | | | | 0.627 (0.627) | 0.105 (0.627) | 0.105 (0.627) |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort3 | | | | | | | 13.353 (13.353) | 12.792 (15.355) | 12.792 (15.355) |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort3 | | | | | | | 15.355 (15.355) | 14.785 (13.492) | 14.785 (13.492) |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort3 | | | | | | | 13.492 (13.492) | 12.936 (14.009) | 12.936 (14.009) |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort3 | | | | | | | 14.009 (14.009) | 13.453*** (-1,085,940, 1,112,846) | 13.453*** (-1,085,940, 1,112,846) |
| Inflight_wifi_service5:Seat_comfort3 | | | | | | | 2.468 (-1,072,803, 1,107,944) | 2.069 (-1,072,803, 1,107,944) | 2.069 (-1,072,803, 1,107,944) |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort4 | | | | | | | 14.574 (-1,072,803, 1,107,944) | 14.136 (-1,072,803, 1,107,944) | 14.136 (-1,072,803, 1,107,944) |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort4 | | | | | | | 15.699 (-1,072,803, 1,107,944) | 15.268 (-1,072,803, 1,107,944) | 15.268 (-1,072,803, 1,107,944) |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort4 | | | | | | | 16.081 (-1,072,803, 1,107,944) | 15.620 (-1,072,803, 1,107,944) | 15.620 (-1,072,803, 1,107,944) |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort4 | | | | | | | 17.57 | | |

ПЕРЕВІРКА НА СТІЙКІСТЬ МОДЕЛІ ДЛЯ БІЗНЕС-КЛАСУ 2

Враховуючи всі вищеперелічені підсумки перевіримо нульову гіпотезу про статистичну значущість різниці між двома найрезультативнішими досліджуваними моделями:

[1] "I(log(Age)) * I(log(Flight_Distance)) test:

Model 1: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink + I(log(Age)) + I(log(Flight_Distance)) + Inflight_wifi_service:Seat_comfort + I(log(Age)):I(log(Flight_Distance))

Model 2: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink

p-value < 2.2e-16 ***

[2] "Inflight_wifi_service * Seat_comfort test:"

Model 1: Satisfaction ~ Leg_room_service + Food_and_drink + I(log(Age)) + I(log(Flight_Distance)) + I(log(Age)):I(log(Flight_Distance))

Model 2: Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service + Seat_comfort + Food_and_drink

p-value < 2.2e-16 ***

Як бачимо, немає підстав відкинути нульові гіпотези, тому на основі даних результатів ми створили комбіновану регресійну модель, яка виявилася дуже гнучкою (в таблиці модель 9):

Satisfaction ~ Leg_room_service + Inflight_wifi_service * Seat_comfort + Food_and_drink + I(log(Age)) * I(log(Flight_Distance))

Дана модель показує доволі велику відносну зміну вагових коефіцієнтів відносно початкової моделі. Слід також зазначити, що початкове значення вдалося збільшити, що говорить про успішність модифікації моделі, що в той же час свідчить про більшу пристосованість моделі до даних (або гнучкість).

[/lab3/code/models/output_eco/model_stability_test.html](http://lab3/code/models/output_eco/model_stability_test.html)

| | Satisfaction | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | 1 (1) | 2 (2) | 3 (3) | 4 (4) | 5 (5) | 6 (6) | 7 (7) | 8 (8) | 9 (9) |
| Leg_room_service1 | 1.365 (0.684, 2.045) | 1.397* (0.716, 2.077) | 1.460* (0.780, 2.141) | 1.291 (0.611, 1.971) | 1.301*** (0.620, 1.981) | 1.490*** (0.809, 2.171) | 1.292*** (0.595, 1.990) | 1.611*** (0.889, 2.333) | 1.584*** (0.885, 2.284) |
| Leg_room_service2 | 1.235 (0.557, 1.913) | 1.270 (0.592, 1.948) | 1.334 (0.656, 2.013) | 1.165 (0.488, 1.843) | 1.168*** (0.490, 1.846) | 1.366*** (0.688, 2.045) | 1.234*** (0.538, 1.929) | 1.539*** (0.820, 2.258) | 1.526*** (0.829, 2.223) |
| Leg_room_service3 | 1.152 (0.474, 1.830) | 1.183 (0.505, 1.861) | 1.248 (0.570, 1.927) | 1.086 (0.408, 1.763) | 1.084*** (0.406, 1.762) | 1.277*** (0.598, 1.955) | 1.277*** (0.429, 1.819) | 1.124*** (0.733, 2.171) | 1.452*** (0.714, 2.108) |
| Leg_room_service4 | 1.209 (0.534, 1.885) | 1.225 (0.549, 1.901) | 1.307 (0.631, 1.983) | 1.169 (0.493, 1.844) | 1.142*** (0.466, 1.818) | 1.320*** (0.643, 1.996) | 1.195*** (0.502, 1.888) | 1.485*** (0.768, 2.202) | 1.465*** (0.770, 2.160) |
| Leg_room_service5 | 1.142 (0.463, 1.820) | 1.181 (0.502, 1.859) | 1.240 (0.561, 1.919) | 1.065 (0.387, 1.744) | 1.074*** (0.395, 1.752) | 1.277*** (0.597, 1.956) | 1.091*** (0.395, 1.787) | 1.462*** (0.742, 2.182) | 1.393*** (0.695, 2.091) |
| Inflight_wifi_service1 | -16.003*** (-18.307, -13.699) | -16.025*** (-18.327, -13.723) | -16.008*** (-18.284, -13.667) | -15.975*** (-18.294, -13.685) | -15.990*** (-18.327, -13.733) | -16.030*** (-18.294, -13.709) | -29.619 (-18.327, -13.733) | -16.341*** (-18.847, -13.835) | -29.217 (-18.847, -13.835) |
| Inflight_wifi_service2 | -11.580*** (-13.589, -9.570) | -11.604*** (-13.610, -9.597) | -11.584*** (-13.589, -9.580) | -11.552*** (-13.567, -9.554) | -11.565*** (-13.610, -9.606) | -11.608*** (-13.575, -9.554) | -27.014 (-13.610, -9.606) | -11.728*** (-13.821, -9.636) | -26.583 (-13.821, -9.636) |
| Inflight_wifi_service3 | -11.354*** (-13.364, -9.345) | -11.377*** (-13.384, -9.371) | -11.360*** (-13.364, -9.356) | -11.329*** (-13.343, -9.315) | -11.340*** (-13.350, -9.330) | -11.383*** (-13.384, -9.381) | -27.458 (-13.384, -9.453) | -11.544*** (-13.636, -9.453) | -27.032 (-13.636, -9.453) |
| Inflight_wifi_service4 | -8.133*** (-10.141, -6.125) | -8.150*** (-10.155, -6.145) | -8.138*** (-10.140, -6.135) | -8.117*** (-10.129, -6.104) | -8.119*** (-10.127, -6.111) | -8.154*** (-10.154, -6.155) | -23.525 (-10.154, -6.155) | -8.227*** (-10.317, -6.138) | -23.083 (-10.317, -6.138) |
| Inflight_wifi_service5 | -2.839 (-4.861, -0.817) | -2.860 (-4.879, -0.841) | -2.848 (-4.864, -0.831) | -2.817 (-4.844, -0.791) | -2.824*** (-4.846, -0.801) | -2.868*** (-4.883, -0.854) | -17.524 (-4.883, -0.854) | -2.705*** (-4.812, -0.599) | -17.075 (-4.812, -0.599) |
| Seat_comfort2 | 0.320 (0.166, 0.473) | 0.314 (0.160, 0.467) | 0.321 (0.167, 0.474) | 0.325 (0.172, 0.478) | 0.318*** (0.165, 0.471) | 0.315*** (0.161, 0.468) | -15.385 (0.122, 0.455) | 0.288*** (0.122, 0.455) | -14.811 (0.122, 0.455) |
| Seat_comfort3 | 0.306 (0.162, 0.451) | 0.290 (0.146, 0.435) | 0.309 (0.165, 0.454) | 0.326* (0.182, 0.471) | 0.304*** (0.159, 0.448) | 0.293*** (0.149, 0.438) | -13.504 (0.060, 0.374) | 0.217*** (0.060, 0.374) | -12.959 (0.060, 0.374) |
| Seat_comfort4 | 0.395** (0.256, 0.534) | 0.359* (0.220, 0.498) | 0.397** (0.258, 0.536) | 0.437** (0.298, 0.576) | 0.396*** (0.257, 0.535) | 0.361*** (0.221, 0.500) | -15.555 (0.187, 0.491) | 0.339*** (0.187, 0.491) | -15.120 (0.187, 0.491) |
| Seat_comfort5 | 0.232 (0.080, 0.385) | 0.215 (0.063, 0.368) | 0.235 (0.083, 0.388) | 0.255 (0.102, 0.407) | 0.229*** (0.077, 0.382) | 0.219*** (0.066, 0.371) | 0.210 (-0.021, 0.311) | 0.145* (-0.021, 0.311) | 0.532 (-0.021, 0.311) |
| Food_and_drink1 | 6.128** (4.029, 8.227) | 6.107** (4.009, 8.205) | 6.190** (4.094, 8.285) | 6.166** (4.064, 8.268) | 6.104*** (4.003, 8.205) | 6.167*** (4.072, 8.262) | 7.017*** (4.491, 9.543) | 5.647*** (3.403, 7.891) | 7.097*** (4.604, 9.590) |
| Food_and_drink2 | 6.131** (4.033, 8.229) | 6.113** (4.016, 8.210) | 6.192** (4.097, 8.286) | 6.164** (4.064, 8.265) | 6.106*** (4.007, 8.206) | 6.172*** (4.079, 8.266) | 6.952*** (4.429, 9.476) | 5.680*** (3.437, 7.922) | 7.036*** (4.545, 9.527) |
| Food_and_drink3 | 6.307** (4.209, 8.405) | 6.293** (4.196, 8.390) | 6.366** (4.272, 8.460) | 6.334** (4.234, 8.435) | 6.284*** (4.184, 8.384) | 6.350*** (4.257, 8.443) | 7.127*** (4.603, 9.651) | 5.850*** (3.607, 8.092) | 7.211*** (4.719, 9.702) |
| Food_and_drink4 | 6.629** (4.532, 8.727) | 6.615** (4.519, 8.711) | 6.685** (4.592, 8.779) | 6.650*** (4.551, 8.750) | 6.605*** (4.506, 8.704) | 6.669*** (4.576, 8.762) | 7.470*** (4.947, 9.994) | 6.111*** (3.870, 8.352) | 7.537*** (5.046, 10.028) |
| Food_and_drink5 | 6.006** (3.908, 8.103) | 5.989** (3.892, 8.086) | 6.065** (3.971, 8.159) | 6.034** (3.933, 8.134) | 5.982*** (3.883, 8.082) | 6.046*** (3.953, 8.140) | 6.889*** (4.364, 9.413) | 5.567*** (3.325, 7.809) | 6.968*** (4.476, 9.460) |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort2 | | | | | | | 2.641 (-1.189, 887, 1,190, 097) | 2.092 (-1.189, 887, 1,190, 097) | |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort2 | | | | | | | 16.683 (13.353) | 16.086 (12.792) | |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort2 | | | | | | | 15.651 (15.355) | 15.077 (14.785) | |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort2 | | | | | | | 15.445 (13.492) | 14.874 (12.936) | |
| Inflight_wifi_service5:Seat_comfort2 | | | | | | | 14.964 (14.009) | 14.403 (14.455) | |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort3 | | | | | | | 0.627 (14.009) | 0.105 (13.455) | |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort3 | | | | | | | 13.353 (13.455) | 12.792 (14.785) | |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort3 | | | | | | | 15.355 (13.455) | 15.077 (14.785) | |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort3 | | | | | | | 13.492 (13.455) | 12.936 (12.936) | |
| Inflight_wifi_service5:Seat_comfort3 | | | | | | | 14.009 (13.455) | 13.455*** (13.455) | |
| Inflight_wifi_service1:Seat_comfort4 | | | | | | | 2.468 (-1.085, 940, 1,112, 846) | 2.069 (-1.085, 940, 1,112, 846) | |
| Inflight_wifi_service2:Seat_comfort4 | | | | | | | 14.574 (14.136) | 14.136 (14.136) | |
| Inflight_wifi_service3:Seat_comfort4 | | | | | | | 15.699 (16.081) | 15.268 (15.620) | |
| Inflight_wifi_service4:Seat_comfort4 | | | | | | | 16.081 (17.571) | 15. | |



ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

«Business Intelligence in Airline Passenger Satisfaction Study — A Fuzzy-Genetic Approach with Optimized Interpretability-Accuracy Trade-Off» - Marian B. Gorzałczany, Filip Rudziński, and Jakub Piekoszewski, Department of Electrical and Computer Engineering, Kielce University of Technology, Poland, 2021

2. *«Investigating airline passenger satisfaction: Data mining method» - Tri Noviantoro, Jen-Peng Huang, College of Business, Southern Taiwan University of Science and Technology, Taiwan, 2022.*

3. *«Feature Analysis on Airline Passenger Satisfaction using Orange Tool» - Hannah Susan Mathew, Department of Computer Science, Rajagiri College of Social Sciences, Kochi, India, 2022.*