

Alternativa de solución heurística para el problema de la asignación de asientos de avión

Luis E. Tarazona¹ Lina M. Reyes²

¹ Universidad de los Andes
Carrera 1 Este # 19 A – 40, Bogotá D.C., Colombia
le.tarazona@uniandes.edu.co

² Universidad de Los Andes
Bogotá, Colombia
l.reyesa@uniandes.edu.co

Resumen

En este documento se considera una heurística constructiva para realizar la asignación de asientos de avión de una aerolínea colombiana con el fin de minimizar los costos de asignación de asientos considerando los asientos que ya han sido comprados por los pasajeros. Se obtuvieron resultados bajo estas condiciones que fomentan a la aplicación de la segunda fase del proyecto con la aplicación de la búsqueda local para mejorar los resultados.

1 Introducción

Viva air es una aerolínea comercial de pasajeros de bajo coste de Colombia. Fundada el 16 de septiembre de 2009, bajo el nombre Fast Colombia S.A.S., inició operaciones el 25 de mayo de 2012. Su centro de operaciones actual es el Aeropuerto Internacional José María Córdova de Rionegro, que sirve a Medellín. Se caracteriza en el mercado por los precios reducidos que ofertan. Una de las características diferenciadoras de esta aerolínea son los servicios adicionales que presta, algunos de ellos son: Check in en el aeropuerto o Check in online gratis, “cola rápida” para los usuarios que no les gusta esperar, ofrece la posibilidad de llevar la mascota junto con el dueño, por último, ofrece un servicio llamado asignación de asientos, dando la oportunidad de seleccionar el asiento y ubicación preferida dentro de la aeronave, este servicio genera un costo adicional.

Teniendo en cuenta esto, la idea del problema es decidir donde acomodar pasajeros o grupos de pasajeros en el mapa de asientos del avión Airbus A320 Neo. Se debe tener en cuenta que para hacer la asignación de asientos, el usuario puede hacer la compra del asiento antes del vuelo, cuando hace la compra del ticket e incluye el asiento, al hacer la reserva directamente en el área encargada, en el momento de hacer check y directamente en el aeropuerto.

Este artículo presenta la descripción de la heurística constructiva implementada para el Problema de Asignación de Asientos (Sato & Sawaki, 2009), con el objetivo de definir el número óptimo de asientos a ofrecer para cada clase de tarifa, de tal manera que se maximicen los ingresos de la aerolínea.

2 Descripción del problema

El Problema de Asignación de Asientos, consiste en asignar los pasajeros en los diferentes asientos del avión, para maximizar las ganancias de la aerolínea. El proceso de compra y la asignación de asientos se relacionan. La Figura 1 presenta el proceso interno de compra de la compañía. El inicio del proceso de compra es cuando el cliente compra el ticket continua si el cliente incluye el valor de la silla, una vez se realiza este proceso el sistema asigna la silla elegida por el cliente, se hace una actualización en las sillas del mapa, las sillas faltantes se asignan a los otros clientes y por último se envía el pase de abordar al cliente con la silla ya asignada.

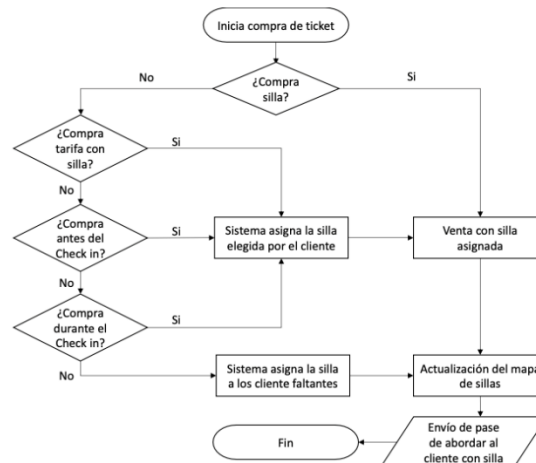


Figura 1. Proceso de compra Viva Air

Fuente: Viva Air (2022)

Días antes del vuelo, el usuario puede realizar el proceso de compra de su tiquete como lo muestra la Figura 2. El momento *Booking* es cuando el usuario incluye el asiento en la compra del tiquete, el segundo momento llamado “*Manage my booking (MMB)*” son los diferentes canales por los cuales el cliente puede hacer la reserva de su asiento, el “*Check in*” debe realizarse dos días antes del vuelo por lo tanto en el momento que el cliente lo realice también puede incluir el asiento, y por ultimo cuando sea el día del vuelo el cliente se puede acercar a un counter de la aerolínea o en las salas de espera para hacer la asignación de su asiento.

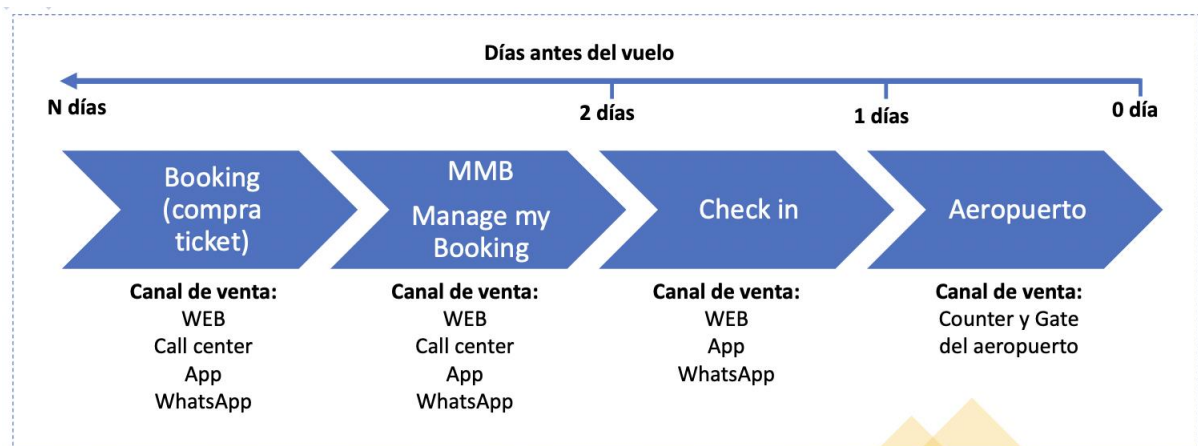


Figura 2. Proceso de compra días antes del vuelo

Fuente: Viva Air (2022)

El problema de asignación de asientos va a estar enfocado cuando el cliente ya no tiene la posibilidad de escoger un asiento en específico quiere decir en los dos últimos momentos. Actualmente, Viva Air hace la asignación de pasajeros de la siguiente manera:

1. Grupo 1: Ubica los pasajeros en ventana y pasillo.
2. Cuando la ubicación de sillas de ventana y pasillo del grupo 1 estén llenas en su totalidad, los siguientes pasajeros son ubicados entre en los grupos 4 y 2 respectivamente.
3. Cuando las sillas de ventana y pasillo del grupo 4 y 2 llenan la ocupación, se asignan las sillas del medio del grupo 1, luego asignar las sillas de los grupos 4 y 2.
4. Por último, se asignan las sillas de los grupos 3 y 5.

La Figura 3 muestra la asignación de asientos en el avión.

Fila	A	B	C	D	E	F
Primera fila	60	64	62	58	65	59
adelante	8	25	17	28	37	5
adelante	19	31	9	16	44	10
adelante	21	45	23	5	39	18
adelante	8	42	19	15	47	4
Salida rápida	12	30	25	18	40	27
Salida rápida	7	34	13	17	2	21
Salida rápida	27	38	22	11	33	10
Salida rápida	18	42	14	24	8	12
Salida rápida	11	31	29	6	32	20
Salida rápida	28	46	9	4	43	26
fila de emergencia	61	65	63	59	66	63
fila de emergencia	58	66	60	62	64	61
centro	1	37	16	10	45	3
centro	5	40	15	22	14	7
centro	17	34	26	3	6	12
centro	11	27	7	9	36	2
centro	14	20	1	28	23	19
centro	8	21	18	25	30	3
centro	13	39	10	12	16	24
centro	26	43	2	6	46	15
centro	24	38	27	20	13	1
centro	17	19	11	25	24	9
posterior	15	36	7	2	35	22
posterior	4	32	23	14	47	29
posterior	33	1	5	26	23	10
posterior	22	41	13	20	44	21
posterior	6	35	28	16	31	3
posterior	49	52	50	52	56	54
posterior	54	56	48	51	53	50
posterior	51	55	53	49	55	52
posterior	57	48				

Figura 3. Ubicación de asientos en el avión

Fuente: Viva Air (2022)

El algoritmo debe cumplir con las siguientes condiciones dadas por la compañía:

1. Dejar libre las sillas con mayor precio por sus atributos (espacio, lugar, ingreso, etc.)
2. Dejar libre las sillas que por histórico tiene más posibilidad de ser vendidas. Ejemplo, si la reserva es la misma para 2 pasajeros, al no haber más sillas disponibles en el grupo 1, se ubica un pasajero en el grupo 4 y otro pasajero en el grupo 2. Es importante dejar pasajeros de una misma reserva lo más separado posibles, para fomentar en ellos la compra de las sillas.
3. Considerar las sillas ya escogidas o compradas por los pasajeros con antelación.
4. Si una reserva tiene más de una persona, estas deben quedar en posiciones separadas (para fomentar la compra de sillas)
5. Considerar la restricción de peso y balance del avión, para esto se debe asignar secuencialmente los pasajeros para cada una de las zonas.
6. Las últimas cuatro filas de avión no cuentan con ventana y debe ser asignadas de último para reservar de uso operacional.

3 Metodología de solución

La metodología aplicada a este proyecto consistió en un esquema general que constó de dos fases, la primera fase constructiva (el presente estudio) donde se realizó una heurística constructiva para la asignación aleatoria de los asientos de avión, además también para la determinación de los costos totales de asignación, en este punto se ha considerado los pasajeros que han comprado sus asientos. En la segunda fase se realizará una heurística de búsqueda local de intercambio de posición (SWAP), en esta fase se considerará las restricciones de balance de avión y asignación de pasajeros que compraron juntos pasajes de avión. Para ello se desarrolló el siguiente procedimiento verbal antes de desarrollar el algoritmo de forma computacional considerando las instancias por la aerolínea:

HEURÍSTICA CONSTRUCTIVA

- 1) Se construye matriz cero de asignación de asientos considerando como longitud la cantidad de asientos que tiene el avión, seguido de esto se realiza la asignación de aquellos pasajeros que han comprado asiento, cuando se realiza esta asignación la posición que fue asignada cambia al valor de 1.
- 2) Seguidamente se genera la lista de pasajeros que debe ser asignada, considerando como longitud la cantidad conocida de pasajeros, a cada uno de ellos se le asigna un valor numérico que va desde 1 hasta n, siendo n el número total de pasajeros que se debe asignar.
- 3) Se realiza la asignación de asientos a los pasajeros, para esto se considera solo aquellas posiciones en las cuales el valor sea 0, esto indica que está vacío y puede ser asignado. Se completa la asignación de pasajeros y se calcula el costo de asignación de los asientos. El algoritmo finaliza cuando se asignó a todos los pasajeros.

Para la búsqueda local SWAP, se propondrá el siguiente procedimiento verbal:

SWAP

- 1) Definir el número de repeticiones
- 2) De la secuencia inicial, se le genera un vecino, haciendo un intercambio entre una posición de la secuencia inicial con una posición de la lista de asientos disponibles.
- 3) Se calcula el costo nuevo asociado a este intercambio.
- 4) Si el costo nuevo asociado es menor al costo inicial, se debe aceptar el intercambio y actualizar el costo, si no repetir desde paso 2 hasta llegar al número de repeticiones definidos.

Se desarrolló el siguiente pseudocódigo para este algoritmo constructivo:

HEURISTICA CONSTRUCTIVA

-
1. Input → (lista de pasajeros, asientos disponibles, costos asientos, familia de pasajeros)
 2. Pasajeros con asientos comprados
 3. Pasajeros sin asientos
 4. Matriz ceros
 5. Para cada pasajero en Pasajeros con asientos comprados
 6. Asignar asiento comprado
 7. Matriz ceros [posición] = 1
 8. Para cada pasajero en Pasajeros sin asientos
 9. Asignar asiento
 10. Matriz ceros [posición]
 11. Calcular costos de asignación de asiento
 12. Devolver Matriz con asignación de asientos
-

Para la búsqueda local SWAP, se propondrá el siguiente pseudocódigo:

SWAP

-
1. Input → (lista de pasajeros, asientos disponibles, costos asientos, familia de pasajeros)
 2. Parámetros: Número de repeticiones
 3. Secuencia_inicial = Asignación de asientos
 4. FO inicial = Costo inicial
 5. Secuencia = Secuencia' = Secuencia inicial = Incumbente
 6. Para k= 1 a Número de repeticiones
 7. Para i= 1 a lista de pasajeros
 8. Para j = 1 a asientos disponibles
 9. Secuencia' = SWAP(Secuencia[i], asientos disponibles[j])
 10. FO nueva = Costo nuevo con Secuencia'
 11. (Considerando asientos disponibles, vendidos, más vendidos)
 12. Si FO nueva < FO inicial
 13. Secuencia = Secuencia'
 14. FO inicial = FO nueva
 15. Secuencia' = Incumbente
 16. Contador de repeticiones
 17. Output → (FO nueva, Incumbente)
-

4 Resultados

Los resultados fueron obtenidos utilizando un computador portátil de sistema operativo WINDOWS 11 de procesador CORE i7 8va generación de 16 GB de RAM. Se utilizaron un total de 30 instancias para probar la heurística constructiva. Cabe indicar que en esta heurística se ha considerado minimizar el costo de asignación considerando los asientos que ya han sido comprado por los pasajeros.

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos para la aplicación de la heurística de búsqueda local con SWAP. Se observa un GAP muy grande, esto se debe a las consideraciones iniciales que se implementaron en la heurística constructiva, ya que los datos de costo de asignación inicial consideran detalles como el balance de avión y la asignación separada de familia de pasajeros por lo que da sustento para tal diferencia de valores. No obstante se entiende que si puede implementarse la búsqueda local para generar la implementación de las consideraciones mencionadas y poder mejorar los valores de GAP.

Nº vuelo	Fecha	Costo inicial	Costo nuevo	GAP
58941	4/06/2022	325	674	51,78%
	11/06/2022	635	1027	38,17%
	18/06/2022	928	2001	53,62%
	25/06/2022	757	969	21,88%
58921	1/06/2022	1230	1730	28,90%
	8/06/2022	1002	1270	21,10%
	15/06/2022	933	1125	17,07%
	22/06/2022	1142	1519	24,82%
	29/06/2022	1082	1435	24,60%
57281	5/06/2022	1046	1285	18,60%
	12/06/2022	1496	2077	27,97%
	19/06/2022	1160	1527	24,03%

	26/06/2022	1315	1820	27,75%
57261	1/06/2022	1274	1621	21,41%
	3/06/2022	677	904	25,11%
	8/06/2022	1205	1519	20,67%
	10/06/2022	717	936	23,40%
	15/06/2022	1140	1540	25,97%
	17/06/2022	1131	1599	29,27%
	22/06/2022	1620	2160	25,00%
	24/06/2022	1666	2202	24,34%
	29/06/2022	1271	1821	30,20%
83381	3/06/2022	2103	3050	31,05%
	6/06/2022	2046	2098	2,48%
	10/06/2022	2040	2988	31,73%
	14/06/2022	1843	2862	35,60%
	18/06/2022	2013	3050	34,00%
	23/06/2022	2067	2704	23,56%
	26/06/2022	2103	2748	23,47%
	30/06/2022	1339	1734	22,78%

Tabla 1: Resultados obtenidos y GAP

En la Figura 1 se muestra gráficamente la asignación de asientos con la heurística constructiva, se puede evidenciar que efectivamente lo importante de las consideraciones de balance del avión y la familia de pasajeros, puesto que las asignaciones fueron realizadas en la parte delantera del avión, lo que genera una preocupación real porque se desbalancea el avión y no se cumple con la distancia de la familia de pasajeros, por lo que también da soporte para poder aplicar la heurística de búsqueda local para poder implementar y conseguir una asignación que minimice los costos de asignación.

	A	B	C	D	E	F
1	x	x	x	x	x	x
2	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x
4	x	x	x	x	x	x
5	x	x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x	x	x	x
8	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	x	0	0	0	0	0
21	x	0	0	x	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	x	0	0	0
24	0	x	0	0	x	0
25	0	x	0	0	x	x
26	x	x	0	x	x	0
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	x	0	x
29	0	0	x	0	0	x
30	0	0	x	0	0	x
31	x	x	x	0	x	x
32						

Figura 1. Gráficas de asignación de asientos

5 Conclusiones

Se desarrolló un algoritmo constructivo para asignar los asientos de avión considerando asientos comprados y minimización de costos de asignación. Se propone la aplicación de la búsqueda local SWAP para solucionar el problema de asignación de asientos de avión. Se determinó, para las condiciones indicadas, que la heurística constructiva presenta resultados buenos con un GAP promedio 20%, lo que refiere a que es necesaria la aplicación de la segunda fase del proyecto.

Se recomienda evaluar realizar una metaheurística de búsqueda tabú, adicionando, además, el balance del avión y la asignación de pasajeros que compran juntas pasajes.

Referencias

Romeijn, H. E., & Morales, D. R. (2000). A class of greedy algorithms for the generalized assignment problem. *Discrete Applied Mathematics*, 103(1-3), 209-235.