

Aplicaciones de PEM

Programación entera mixta PEM

- Muchos problemas de optimización requieren formularse con variables enteras (cuántos productos hacer?) o binarias (hacer este producto o no?)
- Estos problemas tienen algunas formas extra de formulación, especialmente con variables binarias
- PEM: Problema entero mixto: es decir que tiene variables de diferente tipo incluyendo enteras, continuas y binarias o algunas de ellas.

Caso: Programación de helicópteros en Pretrobras

Petrobras es una compañía de Brasil que opera aproximadamente el 80% de su producción de petróleo. Necesita transportar alrededor de 1900 empleados cada día desde sus campamentos hasta las plataformas usando helicópteros.

Usan un modelo PEM para programación y ruteo de helicópteros maximizando una función ponderada para maximizar seguridad, minimizar demanda no satisfecha y minimizar costos de transporte y tripulación. La seguridad la logran indirectamente minimizando el número de vuelos.

Las restricciones son muchas: por ejemplo: eliminar conflicto entre pilotos y helicópteros, las jornadas de pilotos deben seguir la normativa, hay un número máximo de vuelos por helicóptero por día y hay restricciones de rutas.

Las variables son binarias que indican asignación de helicópteros a vuelos y a pilotos y número de pasajeros por vuelo. Ellos reportan que redujeron 18% de vuelos, 8% menos de tiempo de viaje, y 14% menos en costos. Anualmente ahorran 24 millones de dólares.

Basado en Menendez et al. Optimizing helicopter transporte of Oil Rig Crews at Petrobras. Interfaces 40(5) 2010. pp 408-416



[Basado en Menendez et al. Optimizing helicopter transporte of Oil Rig Crews at Petrobras. Interfaces 40\(5\) 2010. pp 408-416](#)

Localization de aeropuertos hub

- Western Airlines quiere diseñar un Sistema hub en USA para conectar vuelos a y desde ciudades dentro de un radio de 1000 millas del hub. Western tiene vuelos entre: Atlanta, Boston, Chicago, Denver, Houston, Los Ángeles, New Orleans, New York, Pittsburgh, Salt Lake City, San Francisco, y Seattle. Se desea determinar el menor número de hubs que se requiere para cubrir todas las ciudades, donde una ciudad es cubierta si está dentro de las 1000 millas de al menos un hub. La tabla lista las ciudades que están dentro de las 1000 millas de otras ciudades

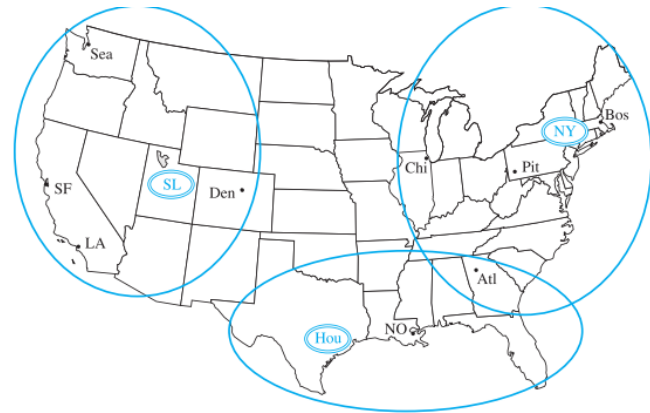
Variable de decisión

Localización de Hubs .

Restricciones numero de hubs cubriendo cada ciudad ≥ 1

Ciudades dentro de las 1000 Millas

- Atlanta (AT) AT, CH, HO, NO, NY, PI
 - Boston (BO) BO, NY, PI
 - Chicago (CH) AT, CH, NY, NO, PI
 - Denver (DE) DE, SL
 - Houston (HO) AT, HO, NO
 - Los Angeles (LA) LA, SL, SF
 - New Orleans (NO) AT, CH, HO, NO
 - New York (NY) AT, BO, CH, NY, PI
 - Pittsburgh (PI) AT, BO, CH, NY, PI
 - Salt Lake City (SL) DE, LA, SL, SF, SE
 - San Francisco (SF) LA, SL, SF, SE
 - Seattle (SE) SL, SF, SE
-
- Formulelo!!!



Diseño de nuevo producto

El análisis conjunto es una técnica de mercadeo que puede ser usada para aprender como compradores prospectivos valoran los atributos de un producto.

Salem Foods es un gran productor de comidas congeladas que esta planeando entrar al mercado de pizza congelada. Están tratando de desarrollar un salsa de pizza que capture una porción importante del mercado.

A partir de datos de consumo, ha determinada que los 4 mas importantes atributos cuando los clientes compran una pizza son la masa, queso, salsa y salchicha: La masa puede ser delgada o gruesa, el queso puede ser mozzarella y mezcla, las salsas puede ser suave o dura, y la carne fría (salchicha) puede ser fría, templada y caliente. Una muestra de consumidores llenan una encuesta expresando sus preferencias sobre un producto con niveles elegidos de atributos. Se usa luego un análisis de regresión para determinar la utilidad de cada nivel de atributo.

La tabla muestra los valores dados por 8 clientes que actualmente compran en la competencia (King's y Antonios Pizza)

King's pizza tiene masa delgada, queso de mezcla, salsa suave y carne templada

Antonio's pizza tiene masa gruesa, queso mozzarella, salsa fuerte y salchicha media.

	masa		queso		Salsa		Carne fria			Cal KIng	Cal Ant.
Cliente	delgada	Gruesa	mozz	mezcla	suave	Fuerte	Templ.	media	Caliente		
1	11	2	6	7	3	17	26	27	8	47	<u>52</u>
2	11	7	15	17	16	26	14	1	10	<u>58</u>	49
3	7	5	8	14	16	7	29	16	19	<u>66</u>	36
4	13	20	20	17	17	14	25	29	10	72	<u>83</u>
5	2	8	6	11	30	20	15	5	12	<u>58</u>	39
6	12	17	11	9	2	30	22	12	20	45	<u>70</u>
7	9	19	12	16	16	25	30	23	19	71	<u>79</u>
8	5	9	4	14	23	16	16	30	3	58	<u>59</u>

Los clientes 1, 4, 6, 7, 8 prefieren la pizza Antonio

Los clientes 2, 3, 5 prefieren la pizza King.

Variables de decisión

$x_{ij} = 1$ si se debe elegir el nivel i del atributo j , 0 en caso contrario

$Y_k = 1$ si el consumidor k elige la marca Salem, 0 en caso contrario

Función objetivo: Maximizar $y_1 + y_2 + \dots + y_8$

Para cada consumidor, por ejemplo el 1, su utilidad es:

masa	queso	salsas	salchicha
$(11x_{11} + 2x_{21})$	$+ (6x_{12} + 7x_{22})$	$+ (3x_{13} + 17x_{23})$	$+ (26x_{14} + 27x_{24} + 8x_{34})$

Para que ese consumidor prefiera la pizza Salem, la utilidad de la nueva pizza debe ser mayor que 52 (mas una para que al menos la exceda en 1)

$$11x_{11} + 2x_{21} + 6x_{12} + 7x_{22} + 3x_{13} + 17x_{23} + 26x_{14} + 27x_{24} + 8x_{34} \geq 1 + 52y_1$$

Y así para todos los consumidores, según su pizza preferida.

$$11x_{11}+2x_{21}+6x_{12}+7x_{22}+3x_{13}+17x_{23}+26x_{14}+27x_{24}+8x_{34} \geq 1+ 52y_1$$

$$11x_{11}+7x_{21}+15x_{12}+17x_{22}+16x_{13}+26x_{23}+14x_{14}+1x_{24}+10x_{34} \geq 1+ 58y_2$$

...

$$5x_{11}+9x_{21}+4x_{12}+14x_{22}+23x_{13}+16x_{23}+16x_{14}+30x_{24}+3x_{34} \geq 1+ 59y_8$$

Otras restricciones indican que solo puede ser elegido uno de los niveles de cada atributo:

$$x_{12}+x_{22}=1$$

$$x_{13}+x_{23}=1$$

$$x_{14}+x_{24}+x_{34}=1$$

Si optima. $x_{11}= x_{23}= x_{14}=1$ y $y_2= y_5= y_6= y_7= 1$