Algoritmos Exactos y Metaheurísticas

Primer Semestre 2025

Universidad Diego Portales
Prof. Víctor Reyes Rodríguez

Objetivos

- “Recordar” cómo se realiza modelamiento.
- Estudiar los tipos de problemas que veremos durante el curso.
- Conocer las técnicas empleadas para resolver instancias (benchmarks) de estos problemas.

¿Qué define el modelo de un problema?

- Una o más variables
- Dominios de cada variable, pueden ser discretos o continuos.
- 0, 1 o más restricciones.
- 0, 1 o más funciones objetivo.

Ejemplo: Un estudiante de la UDP desea diseñar un envase de lata para vender jugos en base a maqui. Supongamos que la lata debe tener forma cilíndrica, en donde la superficie deberá ser la menor posible, pero el volumen total de la lata deberá ser de 128 ml.

¿Qué define el modelo de un problema?

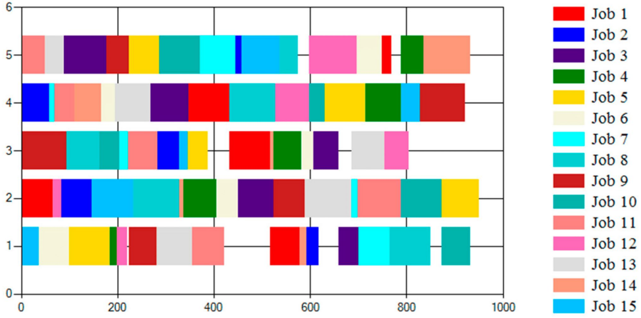
- Variables
- Dominios
- Función objetivo
- Restricciones

Nota: el curso **no es** de modelamiento.

Clasificación de los problemas: Dominio

- Dominios continuos

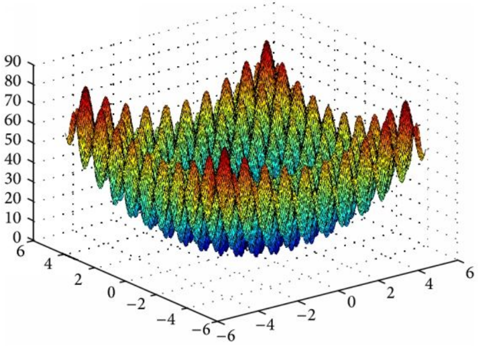
- Dominios discretos



Clasificación de los problemas: Restricciones

- Restringidos

- No restringidos



Clasificación de los problemas: Objetivos

- Un objetivo

- Multi-objetivo

Problema de optimización con restricciones (COP)

- Formalmente un problema de optimización con restricciones corresponde a:

$$\min_{x \in D} f(x) \quad s.t. \quad g(x) \leq 0, h(x) = 0$$

en donde *f(x): $R^n \rightarrow$* R es la función objetivo, g(x): $R^n \rightarrow R^m$ y h(x): $R^n \rightarrow R^o$ restricciones. D es el dominio de las variables.

- Debemos buscar valores en D, que satisfagan las restricciones y que el valor de f sea mínimo (o máximo, según sea el caso).

Problema de satisfacción con restricciones (CSP)

- Otro problema que estudiaremos (en especial en la primera parte) son los CSP:

$$g(x) \leq 0, h(x) = 0$$

- El objetivo acá es encontrar una o todas las soluciones, pues no existe una forma de comparar la calidad entre ellas.

Soluciones y espacio de búsqueda.

- **Solución factible**: Corresponde a aquella solución en donde, una vez asignado un valor a cada variable a partir del dominio, cumple con todas las restricciones del problema.
- **Solución infactible**: Corresponde a aquella solución que no satisface una o más restricciones del problema
- Una vez que tenemos una solución factible (en caso de existir), si estamos frente a un problema de optimización, la evaluamos utilizando la función objetivo (medir calidad de la solución). Si es un problema de minimización (resp. maximización), tratamos de buscar el menor (resp. mayor) valor de dicha función.
- Si es un problema de satisfacción, los limitaremos a encontrar soluciones, pues no las podemos comparar
- **Espacio de búsqueda**: Corresponde a la región en donde buscaremos las soluciones.

Dificultad de los problemas

- **Problemas P**: Problemas que puedan ser resueltos en tiempo polinomial por una máquina de Turing determinista (todo algoritmo computacional puede ser emulado a través de una máquina de Turing).

- **Problemas NP**: No se conoce algoritmo que los resuelva en tiempo polinomial, pero dada una solución se puede verificar en tiempo polinomial que esta es correcta.

- En este curso abordaremos problemas del tipo **NP-Completo**, que son los más difíciles dentro de lo que es la categoría anterior.

Ahora la pregunta es: ¿Cómo resolvemos este tipo de problemas?

- Acá entran en juego dos tipos de técnicas:
  - Técnicas exactas o completas
  - Técnicas de aproximación o incompletas
- Para discutir: ¿Cuándo usar cada una de ellas?

Técnicas completas

- Primero estudiaremos las técnicas completas.

- Próxima clase: Empezaremos con lo que es backtracking (no usa ningún tipo de información), y las técnicas look-back y look-ahead (si usan información).