

Ejercicios Tema 1

Algoritmia para problemas difíciles

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ingeniería y Arquitectura – Universidad de Zaragoza

10 de octubre de 2016

Ejercicios sobre NP-difíciles

Ejercicio 1 Supongamos que se nos da un programa que puede resolver el problema decisional *TSP* (transparencia 42) en, por ejemplo, tiempo lineal. Se pide un algoritmo eficiente para encontrar el recorrido óptimo de TSP con un número polinómico de llamadas a dicho programa.

Ejercicio 2 Diseñar e implementar un algoritmo de backtracking para probar si un circuito CNF es satisficible. ¿Qué criterios se pueden utilizar para podar esta búsqueda?

Ejercicio 3 Un ejemplo del problema de *Cobertura por Conjuntos* se compone de un conjunto X de n elementos, una familia F de subconjuntos de X y un entero k . La pregunta es, ¿existen k subconjuntos de los de F cuya unión es X ?

Por ejemplo, si $X = \{1, 2, 3, 4\}$ y $F = \{\{1, 2\}, \{2, 3\}, \{4\}, \{2, 4\}\}$, no existe una solución para $k = 2$, pero sí existe para $k = 3$ (por ejemplo, $\{1, 2\}, \{2, 3\}, \{4\}$). Demostrar que *Cobertura por Conjuntos* es intratable con una reducción desde *Cobertura de Vértices*.

Ejercicio 4 Sea *Cromos de fútbol* el siguiente problema: dados los sobres S_1, \dots, S_m , cada uno de los cuales contiene un subconjunto de cromos, ¿es posible conseguir todos los cromos comprando n sobres? Por ejemplo, si los cromos son *Piqué, Ronaldo, Ortuño* y *Sergio Ramos* y los sobres son

$$\{\text{Piqué, Ronaldo}\}, \{\text{Ronaldo, Ortuño}\}, \{\text{Sergio Ramos}\}, \{\text{Ronaldo, Sergio Ramos}\},$$

no existe una solución para $n = 2$, pero sí existe para $n = 3$, por ejemplo

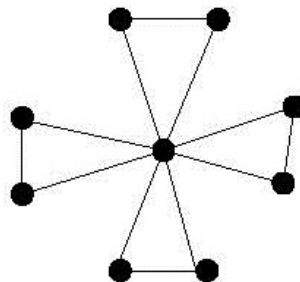
$$\{\text{Piqué, Ronaldo}\}, \{\text{Ronaldo, Ortuño}\}, \{\text{Sergio Ramos}\}.$$

Demostrar que *Cromos de fútbol* es intratable con una reducción desde *Cobertura de Vértices*.

Ejercicio 5 El problema *Árbol de recubrimiento de bajo grado* es el siguiente: dado un grafo G y un entero k , ¿contiene G un árbol de recubrimiento tal que todos los vértices del árbol tienen grado como mucho k (obviamente, sólo las aristas en el árbol cuentan para el grado)?

(Para la definición de árbol de recubrimiento o *spanning tree* se pueden ver el libro de Skiena o los apuntes de AB (tema 2, transparencia 40)).

Por ejemplo, en el siguiente grafo, no hay ningún de recubrimiento de tal manera que todos los vértices tienen un grado menor que tres.



1. Demostrar que problema *Árbol de recubrimiento de bajo grado* es intratable con una reducción desde *camino Hamiltoniano* (*camino Hamiltoniano* es un problema similar a *ciclo Hamiltoniano* pero en el que se busca un camino sin repeticiones y por todos los vértices que no tiene que ser cerrado).
2. Ahora considerar el problema *Árbol de recubrimiento de alto grado*, que es como sigue. Dado un grafo G y un entero k , ¿contiene G un árbol de recubrimiento tal que el mayor grado de un vértice es por lo menos k ? En el ejemplo anterior, existe un árbol de recubrimiento con grado más alto 8. Dar un algoritmo eficiente para resolver el problema *Árbol de recubrimiento de alto grado*, y un análisis de su complejidad en tiempo.

Ejercicio 6 Demostrar que el siguiente problema es intratable:

Problema: Subgrafo denso

Entrada: Un grafo G y enteros k, y .

Salida: ¿Contiene G un subgrafo con exactamente k vértices y al menos y aristas?

Ejercicio 7 Demostrar que el siguiente problema es intratable:

Problema: Clique, independiente

Entrada: Un grafo G y un entero k .

Salida: ¿Contiene G un clique de k vértices y un conjunto independiente de k vértices?

Ejercicio 8 Explicar detalladamente un algoritmo en tiempo polinómico para resolver 2-SAT (transparencia 65).

Ejercicio 9 Demostrar que los siguientes problemas están en NP:

- ¿El grafo G tiene un camino simple (es decir, sin repetir vértices) de longitud k ?
- ¿Es n un entero compuesto (es decir, no es primo)?
- ¿Tiene un grafo G una cobertura de vértices de tamaño k ?

En caso de entregar alguno de estos ejercicios, la fecha límite es el martes 25 de octubre.

Antes de realizar cualquiera de estos ejercicios el alumno debe enviar un correo a elvira@unizar.es indicando qué ejercicio desea realizar.

Cualquier fuente utilizada en la resolución de estos ejercicios debe ser indicada claramente en la solución.
--