



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
Departamento de Ciencia de la Computación

**Trabajo de Diploma en opción al Título de Licenciado en
Ciencia de la Computación**

Título:

Análisis de Soluciones de Problemas Seleccionados
de la Final Mundial del ICPC 2019.

Autor: Yuri Alcántara Olivero.

Tutor: Henry Blanco Lores.

Curso 2018-2019



ICPC





Competencia



- Teoría de Grafos.
- Programación Dinámica.
- Algoritmos Golosos.
- Trabajo con Cadenas.
- Geometría Computacional.
- Estructuras de Datos.



Ciclo 2018-2019



Ciclo 2018-2019

- 52000 Estudiantes
- +3000 Universidades
- 110 países

Final Mundial ICPC 2019

- 135 Equipos
- 405 estudiantes
- 40 países



Motivaciones

- La participación en los eventos del ICPC complementa la formación del estudiante de Ciencia de la Computación.
- Resulta de interés para la Universidad de Oriente ser representada en eventos de tal magnitud a nivel internacional.
- Lamentablemente el currículo base y optativo de la carrera no es suficiente para lograr la preparación necesaria.



Motivaciones

- La participación en los eventos del ICPC complementa la formación del estudiante de Ciencia de la Computación.
- Resulta de interés para la Universidad de Oriente ser representada en eventos de tal magnitud a nivel internacional.
- Lamentablemente el currículum base y optativo de la carrera no es suficiente para lograr la preparación necesaria.



Motivaciones

- La participación en los eventos del ICPC complementa la formación del estudiante de Ciencia de la Computación.
- Resulta de interés para la Universidad de Oriente ser representada en eventos de tal magnitud a nivel internacional.
- Lamentablemente el currículo base y optativo de la carrera no es suficiente para lograr la preparación necesaria.



Motivaciones

- Estas cuestiones fueron abordadas en un trabajo previo acerca de la Final Mundial ICPC 2018 pero la tendencia en estas competencias es a ser cada vez más exigentes.
- Los participantes se ven obligados a mantener una constante actualización de los conocimientos en temas de programación competitiva y a resolver problemas cada vez más complejos.



Motivaciones

- Estas cuestiones fueron abordadas en un trabajo previo acerca de la Final Mundial ICPC 2018 pero la tendencia en estas competencias es a ser cada vez más exigentes.
- Los participantes se ven obligados a mantener una constante actualización de los conocimientos en temas de programación competitiva y a resolver problemas cada vez más complejos.



Problema

La carencia de habilidades en los estudiantes de Ciencia de la Computación en temas de Programación Competitiva.



Idea a defender

La creación de un solucionario de problemas de la Final Mundial ICPC 2019, favorece la preparación de los estudiantes de la carrera de Ciencia de la Computación y la participación en competencias de Programación Competitiva.



Objetivo General

Crear un solucionario detallado de una selección de problemas de la Final Mundial del ICPC 2019.



Objetivos Específicos

- 1 Estudiar la teoría necesaria para ser capaz de comprender y programar la solución de los problemas.
- 2 Analizar la complejidad computacional de las soluciones propuestas.
- 3 Implementar la correcta solución de los problemas.
- 4 Describir detalladamente las soluciones a los problemas.



Objetivos Específicos

- 1 Estudiar la teoría necesaria para ser capaz de comprender y programar la solución de los problemas.
- 2 Analizar la complejidad computacional de las soluciones propuestas.
- 3 Implementar la correcta solución de los problemas.
- 4 Describir detalladamente las soluciones a los problemas.



Objetivos Específicos

- 1 Estudiar la teoría necesaria para ser capaz de comprender y programar la solución de los problemas.
- 2 Analizar la complejidad computacional de las soluciones propuestas.
- 3 Implementar la correcta solución de los problemas.
- 4 Describir detalladamente las soluciones a los problemas.



Objetivos Específicos

- 1 Estudiar la teoría necesaria para ser capaz de comprender y programar la solución de los problemas.
- 2 Analizar la complejidad computacional de las soluciones propuestas.
- 3 Implementar la correcta solución de los problemas.
- 4 Describir detalladamente las soluciones a los problemas.

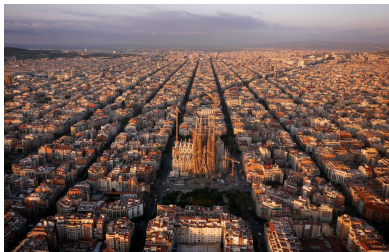


Índice

- ❶ Problema A. Azulejos.
- ❷ Problema B. Beatiful Bridges.
- ❸ **Problema D. Circular DNA.**
- ❹ **Problema E. Dead End Detector.**
- ❺ Problema G. First of Her Name.
- ❻ Problema H. Hobson's Train.
- ❼ Conclusiones.
- ❽ Recomendaciones.



Problema E. Dead End Detector



Descripción

En el problema básicamente describen una ciudad con varias localidades y calles que las conectan. Se nos pide colocar de manera correcta ciertas señales de calle sin salida, pero además identificar las señales redundantes para ahorrar recursos evitando colocarlas.



Problema E. Dead End Detector

V : Conjunto de nodos (localidades).

$$N = |V|$$

E : Conjunto de arista (calles).

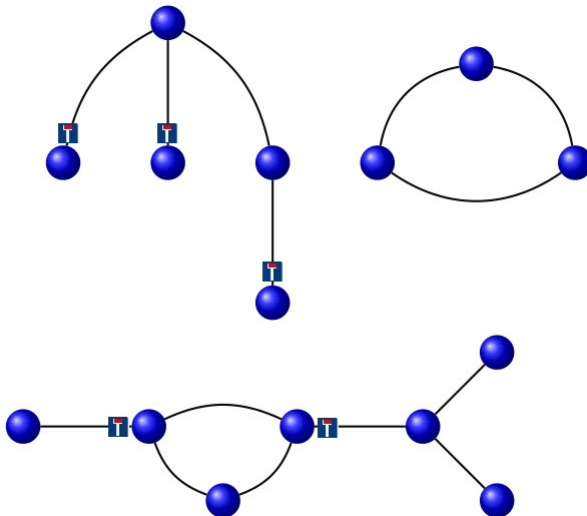
$$M = |E|$$

Calle sin salida: Relación $CSS(v, e)$ $v \in V, e \in E \setminus$ después de entrar en e por v no es posible volver a v sin hacer un giro en U .

$CSS(v, e)$ redundante: Si existe $CSS(v_1, e_1)$, $v_1 \in V$ y $e_1 \in E$ tal que después de entrar a e_1 por v_1 se puede llegar a e entrando por v .

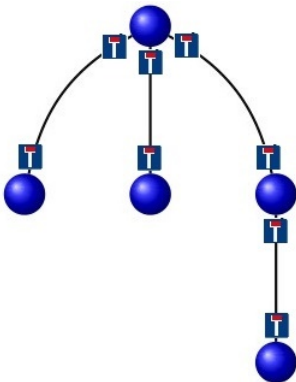


Problema E. Dead End Detector



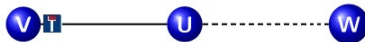


Caso árbol



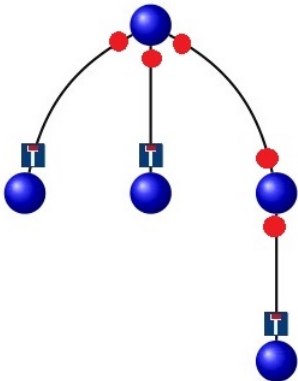
Proposición

En un árbol todas las aristas tienen señal de CSS en ambos extremos



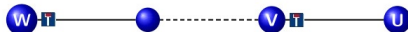


Caso árbol



Proposición

Si $CSS(v,e)$ es redundante ssi v no es un nodo colgante.



Solución

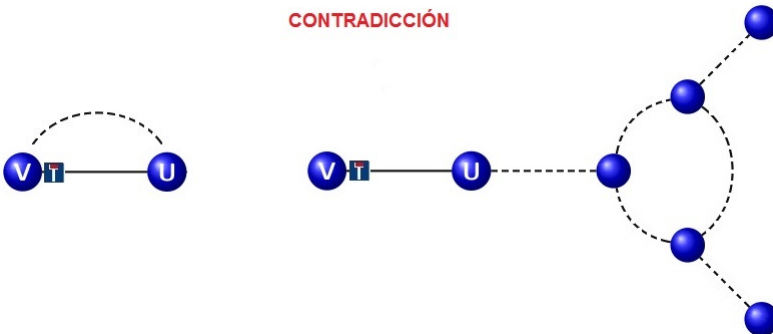
Todas las aristas incidentes en nodos colgantes con señal en dicho nodo.



Caso no árbol (al menos un ciclo)

Si la arista (v,u) tiene una señal de CSS en v entonces al quitarla se divide el grafo en dos componentes conexas y la componente que contiene a u es un árbol.

CONTRADICCIÓN





Caso no árbol (al menos un ciclo)

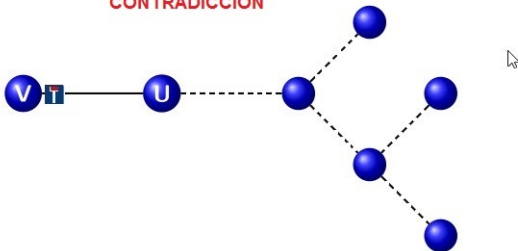
Algoritmo

Mientras $\exists v \in G \setminus \text{grado}(v) = 1$ **Hacer**
 Eliminar v de G
Fin Mientras

Proposición

El algoritmo elimina de G todas las aristas con señal de CSS.

CONTRADICCIÓN





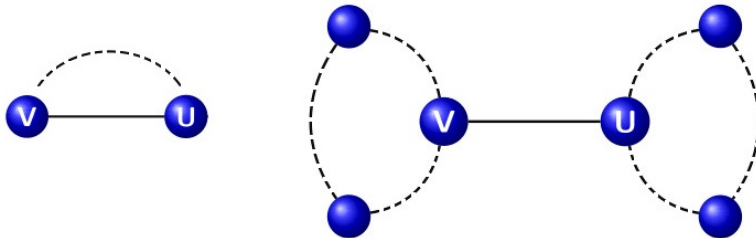
Caso no árbol (al menos un ciclo)

Algoritmo

Mientras $\exists v \in G \setminus \text{grado}(v) = 1$ **Hacer**
 Eliminar v de G
Fin Mientras

Proposición

El algoritmo no elimina de G aristas que no contengan señal de CSS.





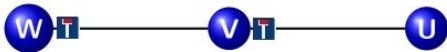
Caso no árbol (al menos un ciclo)

Conclusión parcial

Solamente las aristas eliminadas por el algoritmo contienen señal de CSS.

Proposición

Una señal de CSS en una arista entre dos nodos v y u eliminados por el algoritmo es redundante.



Solución

Las aristas (v,u) con señal de CSS en v tal que u fue eliminado y v no.



Complejidad Algorítmica

Restricciones

$$1 \leq N \leq 5 \cdot 10^5 \quad 1 \leq M \leq 5 \cdot 10^5$$

Tiempo Límite: 5 segundos

Memoria Límite: 1Gb

Complejidad Temporal

$$O(N + M)$$

$$\text{peor caso: } 2 \cdot 5 \cdot 10^5 = 10^6 < 5 \cdot 10^8$$

Complejidad Espacial

$$O(N + M)$$

$$\text{peor caso: } 2 \cdot 5 \cdot 10^5 = 10^6$$

$$10^6 \cdot 4 \text{ bytes} < 10^9 \text{ bytes}$$



Problema D. Circular DNA



Descripción

Una cadena simple de ADN está compuesta por varios genes que se clasifican en distintos tipos identificados por un marcador (un entero i). Después de cierto trabajo de investigación, cada cadena de genes de tipo i se reduce solamente a marcadores iniciales s_i y finales e_i .



Problema D. Circular DNA

Anidamiento Apropiado

- $s_i e_i$
- $s_i A e_i$ A está anidada apropiadamente
- AB A y B están anidadas apropiadamente

Ejemplos de cadenas anidadas apropiadamente

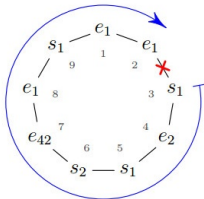
$s_i s_i e_i e_i$ $s_i e_i s_i e_i$ $s_i s_i e_i s_i e_i e_i$

Ejemplos de cadenas no anidadas apropiadamente

$e_i s_i$ $s_i e_i e_i s_i$



Problema D. Circular DNA



Observación

Que una cadena de un tipo determinado de gen esté anidada apropiadamente o no depende en gran medida de la posición donde se realice el corte.



Problema D. Circular DNA

Ejemplos de corte

Corte en la posición 3

s_1 s_1 e_1 s_1 e_1 e_1

e_2 s_2

e_{42}

Corte en la posición 5

s_1 e_1 s_1 e_1 e_1 s_1

s_2 e_2

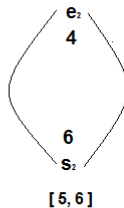
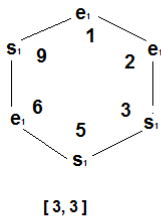
e_{42}

Problema

Encontrar la posición para el corte que garantice que la mayor cantidad de tipos de genes muestren cadenas anidadas apropiadamente.



Solución



e_{42}

No considerado

$|E_i| \neq |S_i|$

Solución

La posición contenida en la mayor cantidad de intervalos.



Solución

Definiciones

$$I = \{ [l_j, r_j] \}$$

A: Arreglo de enteros

$$AA_k = \sum_{j=0}^k A_j$$

$$\forall j \in \mathbb{N} \ A_j = 0$$

Para cada $[l_j, r_j] \in I$

$$A_{l_j} = A_{l_j} + 1$$

$$A_{r_j+1} = A_{r_j+1} - 1$$



Solución

$AA_k =$ Cantidad de intervalos que comienzan en una posición $\leq k$
—
Cantidad de intervalos que terminan en una posición $< k$
=
Cantidad de Intervalos que contienen la posición k

Solución

La posición k tal que AA_k sea máximo.



Solución

- $s_i e_i$
- $s_i A e_i$
- AB

Ejemplos de cadenas anidadas apropiadamente

$s_i s_i e_i e_i$

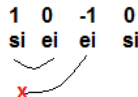
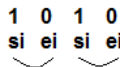
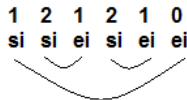
$s_i e_i s_i e_i$

$s_i s_i e_i s_i e_i e_i$

Ejemplos de cadenas no anidadas apropiadamente

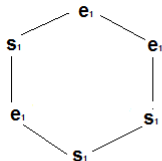
$e_i s_i$

$s_i e_i e_i s_i$





Solución



$N_i = 6$

-1	-2	-1	0	-1	0	-1	-2	-1	0	-1	0
e1	e1	s1	s1	e1	s1	e1	e1	s1	s1	e1	s1
		1	2	1	2	1	0				

Solución

Para cada intervalo $[j, j + N_i - 1]$ comprobamos que el mínimo valor del contador en ese intervalo menos el valor de la posición $j-1$ es 0.

Solución

Para obtener el mínimo valor en un intervalo de manera eficiente se puede usar alguna estructura de datos como Segment Tree o Range Minimum Query.



Complejidad Algorítmica

Restricciones

$1 \leq N \leq 10^6$ es la longitud de la cadena

$1 \leq i \leq 10^6$ donde i son los tipos de marcadores

Tiempo Límite: 3 segundos

Memoria Límite: 1Gb

Complejidad Temporal

$O(N \log N)$

peor caso: $20 \cdot 10^6 = 2 \cdot 10^7 < 3 \cdot 10^8$

Complejidad Espacial

$O(N \log N)$

peor caso: $20 \cdot 10^6 \cdot 4 \text{ bytes} = 8 \cdot 10^7 \text{ bytes} < 10^9 \text{ bytes}$



Resultados





Resultados



Certificate of Achievement

from among 135 teams of three chosen from a field of 52,709 contestants
from 3,233 universities in 110 countries on six continents



Honorable Mention

Universidad de Oriente - Sede Antonio Maceo

The 43rd Annual ICPC
World Finals
4th April 2019, Porto, Portugal

Yuri Alcántara Olivero
Yordan Laborde Peña
Ernesto David Peña Herrera
William Martínez Acosta, Coach
Eduardo Pascual Aseff, Co-coach

William B. Poucher, Ph.D.
ICPC Executive Director

Fernando Manuel Augusto da Silva
Vice-Rector, University of Porto



Conclusiones

- Se le dio solución a 6 de los problemas de la Final Mundial ICPC 2019.
- Se demostraron las proposiciones empleadas para las soluciones.
- Se analizó la complejidad computacional de cada solución propuesta.
- Se implementaron correctamente las soluciones planteadas a cada uno de los problemas.



Conclusiones

- Se le dio solución a 6 de los problemas de la Final Mundial ICPC 2019.
- Se demostraron las proposiciones empleadas para las soluciones.
- Se analizó la complejidad computacional de cada solución propuesta.
- Se implementaron correctamente las soluciones planteadas a cada uno de los problemas.



Conclusiones

- Se le dio solución a 6 de los problemas de la Final Mundial ICPC 2019.
- Se demostraron las proposiciones empleadas para las soluciones.
- Se analizó la complejidad computacional de cada solución propuesta.
- Se implementaron correctamente las soluciones planteadas a cada uno de los problemas.






Conclusiones



- Se le dio solución a 6 de los problemas de la Final Mundial ICPC 2019.
- Se demostraron las proposiciones empleadas para las soluciones.
- Se analizó la complejidad computacional de cada solución propuesta.
- Se implementaron correctamente las soluciones planteadas a cada uno de los problemas.






Conclusiones

- Los códigos fueron aceptados en el juez en línea Kattis donde se encuentran disponibles los problemas de las Finales Mundiales efectuadas (<https://icpc.kattis.com/problems>).


← → ↻ <https://icpc.kattis.com/submissions/4219780>   

  **ICPC**
PROBLEMS RANKLISTS HELP

Search Kattis   Yuri Alcántara Olivero
Score: 30.3, Rank: 398 

The problems for the 2019 ICPC World Finals are available [here](#).

Submission

ID	DATE	PROBLEM	STATUS	CPU	LANG
TEST CASES					
4219780	16:50:50	Hobson's Trains	✓ Accepted	0.33 s	C++
					



Recomendaciones

- Garantizar la disponibilidad de trabajos como el presente en entornos virtuales que permitan el acceso de los estudiantes de la carrera Ciencia de la Computación.
- Orientar a los estudiantes en el uso de jurados en línea donde puedan enviar sus propias soluciones y compararlas con las propuestas anteriormente.
- Fomentar la participación de los estudiantes en un curso optativo de programación competitiva.



Recomendaciones

- Garantizar la disponibilidad de trabajos como el presente en entornos virtuales que permitan el acceso de los estudiantes de la carrera Ciencia de la Computación.
- Orientar a los estudiantes en el uso de jurados en línea donde puedan enviar sus propias soluciones y compararlas con las propuestas anteriormente.
- Fomentar la participación de los estudiantes en un curso optativo de programación competitiva.



Recomendaciones

- Garantizar la disponibilidad de trabajos como el presente en entornos virtuales que permitan el acceso de los estudiantes de la carrera Ciencia de la Computación.
- Orientar a los estudiantes en el uso de jurados en línea donde puedan enviar sus propias soluciones y compararlas con las propuestas anteriormente.
- Fomentar la participación de los estudiantes en un curso optativo de programación competitiva.



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
Departamento de Ciencia de la Computación

**Trabajo de Diploma en opción al Título de Licenciado en
Ciencia de la Computación**

Título:

Análisis de Soluciones de Problemas Seleccionados
de la Final Mundial del ICPC 2019.

Autor: Yuri Alcántara Olivero.

Tutor: Henry Blanco Lores.

Curso 2018-2019