



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN  
IIC2133 - ESTRUCTURAS DE DATOS Y ALGORITMOS

# Informe Tarea 3

11 de junio de 2019

1º semestre 2019 - Profesor Yadrán Eterovic

Paul Heinsohn Manetti - 1562305J

---

## Introducción

En primer lugar, se mencionará una poda y una heurística para posteriormente realizar un análisis de estas en base a su influencia en el desempeño del algoritmo que busca soluciones para ZHEDD. Sin embargo, antes quisiera destacar que no se mencionarán dos de cada una debido a que no alcancé a implementarlas en mi código para la fecha de entrega.

## Resultado *Naive*

En la sección de 'Anexos', en las tablas del 1 al 4, se muestran la cantidad de *undo's* y tiempo de ejecución para todos los tests (1 al 30) mediante la ejecución del código *naive* de *backtracking*, es decir, un DFS con detección de ciclos cuya complejidad es factorial en base a la cantidad de puentes.

A partir de estos resultados, es posible apreciar que desde el *test* 13 en adelante los tiempos de ejecución comienzan a sobrepasar los 30 segundos a excepción del 16, es más, a partir del 22 no se encuentran soluciones en menos de 4 minutos, por lo que es posible afirmar que nuestra solución *naive* es ineficiente para este problema.

## Heurística

La heurística aplicada consiste en la obtención de aquellos puentes que están alineados con el objetivo, debido a que uno de estos contendrá un movimiento, dado el tablero, que conduzca a la solución del problema. Es por lo anterior que se fija un arreglo de puentes en donde los potenciales ganadores son posicionados al final de dicho arreglo, así estos serán los últimos en realizar un movimiento al momento de probar combinaciones de estados. Lo anterior aplica como heurística ya que propone una estrategia que conduce a la resolución del problema antes de que se verifiquen algunos estados cuyo último movimiento sean realizados por puentes que no pueden llegar al objetivo, por lo que reduce la cantidad de *undo's* del *backtracking*. Estos resultados pueden encontrarse en la sección de 'Anexos' desde la tabla 5 a la 8.

A partir de lo anterior, es posible apreciar que para los primeros 14 *tests* no hay muchos cambios, es más, en algunos casos el tiempo disminuye mientras que incrementan la cantidad de *undo's*, por ejemplo los *tests* 6 y 9, por lo que la heurística para estos casos no fue influyente. Por otra parte, si bien los *tests* 16 y 17 disminuyen tanto la cantidad de *undo's* como el tiempo de ejecución en un par de segundos, y el *test* 21 pasa de  $\infty$  a 66 segundos, el *test* 15 y particularmente el 20 incrementan de forma notoria. Es por lo anterior que se puede concluir que dicha heurística, por sí sola, no realiza grandes aportes a la resolución de problemas de este tipo, es más, puede favorecer a unos y perjudicar a otros.

## Poda

La poda aplicada consiste en dejar de expandir ramas cuando un puente que está presente en alguno de los bordes del cuadrante formado por los ejes  $(x, y)$  de los puentes apunta fuera de éste. Esta poda es útil ya que permite dejar de expandir nodos con puentes cuya dirección no aporta al acortamiento de la distancia Manhattan entre la unión de los puentes con el objetivo. Esta poda, además, evita que el ganador apunte en la dirección contraria al objetivo, acortando aun más el espacio de búsqueda. Los resultados al aplicarle esta poda al *backtracking naive* son los siguientes: Ver sección 'Anexos', tablas del 9 al 12.

A partir de lo anterior, es posible apreciar que en todos los *tests* distintos de  $\infty$  se presentan cambios notorios en la cantidad de *undo's*, tanto es así que algunos *tests* como el 13 y 15 disminuyen su tiempo de ejecución de forma notoria. Sin embargo, esta poda por sí sola no es lo suficientemente poderosa para poder llevar a aquellos *tests* que se demoran más de 4 minutos bajo dicha cifra.

## Heurística y poda

Finalmente, se experimentó con la inclusión de ambos métodos mencionados (heurística más poda), y se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas de la 13 a la 16. A partir de estos, es posible apreciar que se parecen bastante a los obtenidos por la poda sin heurística. Es por lo anterior que se concluye que la heurística implementada no aporta a este tipo de problema podados, es más, quizás no aporta con ningún otro tipo de poda, pero para afirmar esto habría que realizar más experimentos con distintas podas, e incluso con otras heurísticas afirmar su influencia en este tipo de problemas. Por otra parte, se destaca que la poda implementada, a pesar de ser una poda bastante simple y fácil de implementar, logró disminuir notoriamente tanto la cantidad de *undo's* como los tiempos de ejecución para la mayoría de los *tests*, por lo que definitivamente la puedo considerar una poda importante que debe ser tomada en consideración al momento de implementar un algoritmo eficiente de *backtracking* para problemas de este tipo.

## Anexos

\*  $\infty$ : tiempo mayor a 4 minutos, y por ende la cantidad de *undo's* es demasiado grande

Cuadro 1: "Naive - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 01 al 09"

Test	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
Tiempo	0.018	0.019	0.019	0.019	0.018	0.019	0.021	0.098	0.029
<i>Undo's</i>	2	3	12	10	2076	2055	23668	1161889	90052

Cuadro 2: "Naive - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 10 al 16"

Test	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Tiempo	0.022	0.053	0.068	59.538	$\infty$	30.975	7.140
<i>Undo's</i>	41188	335115	522748	656154787	$\infty$	342618420	91328418

Cuadro 3: "Naive - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 17 al 22"

Variable	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Tiempo	4.803	88.035	181.777	40.088	60.610	$\infty$
<i>Undo's</i>	43845763	981581294	1846291824	541580316	664125782	$\infty$

Cuadro 4: "Naive - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Variable	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30
Tiempo	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
<i>Undo's</i>	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

Cuadro 5: "Heurística - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 01 al 10"

Test	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
Tiempo	0.020	0.016	0.017	0.014	0.015	0.015	0.018	0.094	0.022
<i>Undo's</i>	2	3	12	10	2076	2239	23668	1162033	90196

Cuadro 6: "Heurística - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 10 al 16"

Test	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Tiempo	0.021	0.052	0.061	57.051	$\infty$	96.125	1.109
<i>Undo's</i>	41080	332979	522748	656184371	$\infty$	1119926400	15559826

Cuadro 7: "Heurística - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 17 al 22"

Variable	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Tiempo	2.059	89.026	184.335	$\infty$	61.122	$\infty$
<i>Undo's</i>	20115331	1846323196	1846291824	$\infty$	664125782	$\infty$

Cuadro 8: "Heurística - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Variable	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30
Tiempo	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
<i>Undo's</i>	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

Cuadro 9: "Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 01 al 10"

Test	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
Tiempo	0.020	0.016	0.015	0.015	0.067	0.017	0.017	0.047	0.021
<i>Undo's</i>	2	3	7	4	929	1237	7085	374209	39532

Cuadro 10: "Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 10 al 16"

Test	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Tiempo	0.017	0.022	0.030	12.205	$\infty$	20.413	2.994
<i>Undo's</i>	23692	44685	121795	111814507	$\infty$	196233133	30351649

Cuadro 11: "Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 17 al 22"

Variable	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Tiempo	1.730	34.099	57.233	11.959	22.398	$\infty$
<i>Undo's</i>	14526204	335870016	475741045	145816990	218709456	$\infty$

Cuadro 12: "Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Variable	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30
Tiempo	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
<i>Undo's</i>	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

Cuadro 13: "H + Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Test	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
Tiempo	0.023	0.018	0.014	0.015	0.016	0.015	0.016	0.048	0.021
<i>Undo's</i>	1	2	7	4	929	1343	7085	374293	39287

Cuadro 14: "H + Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Test	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Tiempo	0.017	0.022	0.029	12.303	$\infty$	34.566	0.452
<i>Undo's</i>	23625	43932	121795	111824455	$\infty$	496253133	5143753

Cuadro 15: "H + Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Variable	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Tiempo	0.827	37.157	59.652	11.959	22.398	$\infty$
<i>Undo's</i>	7180342	335869874	474414871	145816990	218709456	$\infty$

Cuadro 16: "H + Poda - Tiempos de ejecución (en segundos) vs *undo's* de los tests 23 al 30"

Variable	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30
Tiempo	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
<i>Undo's</i>	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$