

Algoritma Breadth First Search pada *Puzzle Missionaries and Cannibals*

Yomanovian and 13510067¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹yomanovian@s.itb.ac.id

ABSTRAK – Makalah ini berisi pembahasan mengenai penerapan algoritma Breadth First Search pada salah satu jenis permainan teka-teki (puzzle game), yaitu *Missionaries and Cannibals*. Misionari dan Kanibal merupakan suatu puzzle dengan kategori river crossing puzzle. Algoritma BFS yang akan dibahas penerapannya pada makalah ini adalah bagaimana cara semua misionari-misionari dan kanibal-kanibal dapat menyebrangi sungai dengan menggunakan sebuah perahu yang memuat dua penumpang. Ada beberapa constraints yang harus dipenuhi dalam puzzle ini, yaitu, perahu hanya dapat memuat dua penumpang, dan pada sisi daratan kiri atau kanan, jumlah misionari harus lebih banyak atau sama dengan jumlah kanibal.

Kata Kunci: Algoritma Breadth First Search (BFS), *Missionaries and Cannibals*, river crossing puzzle

I. PENDAHULUAN

Penjelasan Puzzle

Game “Missionaries and Cannibals” merupakan salah satu game bergenre puzzle yang terkenal di dunia. Game ini bercerita tentang tiga orang misionaris dan tiga kanibal yang ingin menyebrangi sungai. Untuk menyebrangi sungai tersebut disediakan perahu yang dapat digunakan oleh kanibal maupun misionaris.

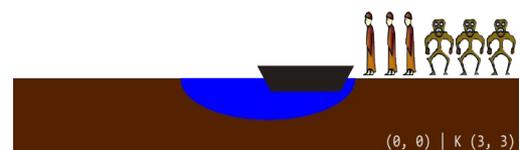
Pemain dikatakan berhasil memainkan permainan ini jika sampai akhir permainan jumlah misionaris dan kanibal masing masing tiga. Dan aturan pokok yang menjadi ciri dari permainan ini, yaitu jumlah kanibal tidak boleh lebih dari jumlah misionari di berbagai sisi. Jika jumlah kanibal lebih banyak dari misionari, maka kanibal akan memakan misionari dan permainan berakhir.

Constraint Puzzle

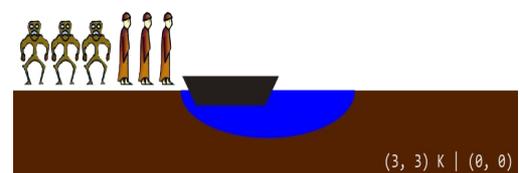
Game “Missionaries and Cannibals” terasa lebih sulit ketika diberikan aturan – aturan yang harus dipatuhi oleh pemain. Aturan – aturan tersebut antara lain:

- Ada tiga misionaris dan tiga kanibal yang harus menyebrangi sungai.
- Hanya disediakan satu perahu.
- Perahu bisa berjalan jika ada minimal satu orang atau satu kanibal (satu penumpang).
- Perahu maksimum berisi dua (1 kanibal/1 misionaris /2 kanibal /2 misionaris)
- Jumlah kanibal tidak boleh lebih banyak dari jumlah misionaris di salah satu sisi daratan.
- Jika jumlah kanibal lebih banyak dari jumlah misionaris pada suatu sisi daratan maka kanibal akan memakan misionaris.
- Pemain berhasil menyelesaikan permainan jika semua misionaris dan semua kanibal ada di sisi seberang yang menjadi tujuan.

Gambar Puzzle



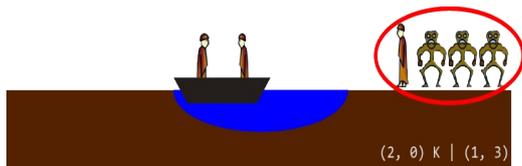
State Awal dari *Missionaries and Cannibals*



State Akhir dari *Missionaries and Cannibals*



Perahu bisa berisi max. 2 penumpang (Misionaris maupun Kanibal)



Jika jumlah Kanibal melebihi Misionaris pada suatu sisi, maka Missionaris tersebut akan dimakan oleh Kanibal dan Puzzle berakhir (Kalah)

Algoritma Breadth-First Search

- Pengertian

Breadth First Search adalah algoritma pencarian solusi yang melakukan pencarian pada graf atau pohon berakar secara melebar dengan cara mengunjungi simpul secara preorder yaitu mengunjungi suatu simpul kemudian mengunjungi semua simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut terlebih dahulu. Simpul yang belum dikunjungi dan bertetangga dengan simpul - simpul yang tadi dikunjungi, demikian seterusnya.

Jika diilustrasikan dalam pohon berakar, maka semua simpul pada x dikunjungi lebih dahulu sebelum simpul-simpul pada $x + 1$. Algoritma ini memerlukan sebuah antrian (queue) Q untuk dapat menyimpan simpul yang telah dikunjungi. Setiap simpul yang telah dikunjungi

- Prinsip Pencarian Solusi pada BFS

Secara umum, prinsip pencarian solusi dengan algoritma Breadth First Search (BFS) dimulai dengan simpul akar (simpul akar terlebih dahulu dimasukkan dalam antrian, lalu di $\text{pop}()$), lalu mengekspansi simpul-simpul anak dari dari simpul akar, dan memasukkan simpul anak dalam sebuah antrian. Antrian tadi digunakan untuk memberikan tanda pada simpul - simpul tetangga yang nantinya akan dikunjungi berdasarkan urutan yang ada pada antrian. Penjabaran dari langkah - langkah pada prinsip pencarian solusi dengan algoritma BFS ini adalah sebagai berikut :

- Akar dimasukkan dalam antrian (Simpul paling awal yang akan dikunjungi).
- Simpul yang ada pada awal antrian diambil dan dilakukan pengecekan untuk mengetahui status simpul tersebut sebagai solusi permasalahan atau tidak, dan mengekspansi anak-anaknya jika ada.
- Jika simpul yang sudah dicek tadi merupakan solusi permasalahan, pencarian selesai dan hasil dikembalikan.
- Jika simpul yang sudah dicek sebelumnya bukan merupakan solusi permasalahan,

semua simpul yang bertetangga dengan simpul tadi (simpul anak) dimasukkan kedalam antrian.

- Jika antrian ternyata telah kosong dan semua simpul sudah dicek maka status pencarian selesai dan berarti solusi tidak ditemukan.
- Hal ini dilakukan secara berulang (simpul berisi solusi ditemukan/sampai antrian kosong)

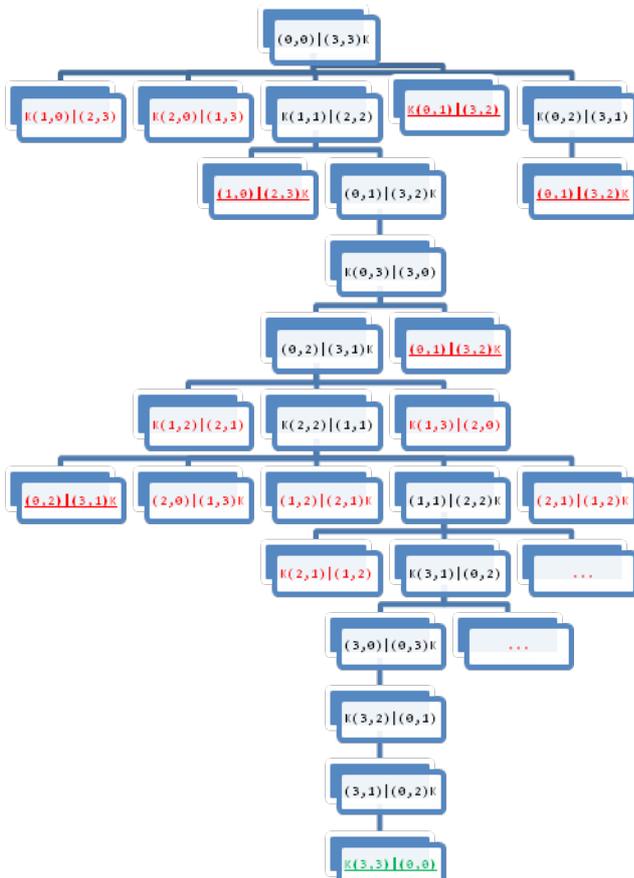
II. PENERAPAN BFS PADA PUZZLE

Tiap-tiap state pada puzzle dijadikan sebuah simpul pada pohon. Pada Missionaries and Cannibals, state awal adalah sisi daratan kiri masih kosong, dan sisi daratan kanan berisi 3 Misionaris dan 3 Kanibal. Agar mempermudah penggambaran, maka dibuat notasi untuk tiap-tiap simpul/state. Untuk state awal, notasinya adalah $(0,0)|(3,3)K$ yang artinya, di sisi kiri ada 0 Misionaris 0 Kanibal, dan disisi kana nada 3 Misionaris, 3 Kanibal dan perahu. State akhir notasinya adalah $K(3,3)|(0,0)$. Jika perahu ada di sisi kanan, maka yang dapat dipindahkan adalah Misionaris atau Kanibal yang berada di sisi kanan, dan sebaliknya.

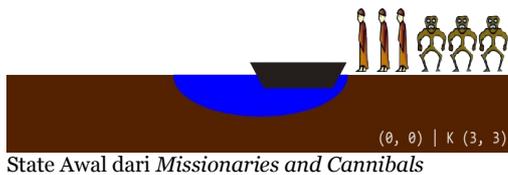
Pada tahap pencarian, state awal dimasukkan ke dalam antrian, dan dikunjungi paling awal (pertama di-dequeue), dari state awal, diexpand anak-anak dari simpul state awal tersebut, dan masing-masing anak dimasukkan ke dalam antrian (di-enqueue). Kunjungi simpul pada antrian paling awal (di-dequeue), dan periksa simpul tersebut. Apabila pada simpul yang dikunjungi memiliki lebih banyak kanibal daripada misionaris pada suatu sisi, maka state pada simpul tersebut merupakan state salah, dan tidak usah di-expand. Simpul yang dikunjungi juga dimasukkan pada tabel boolean sebagai penanda bahwa simpul tersebut telah dikunjungi agar simpul tersebut tidak dikunjungi jika ditemukan kembali. Jika simpul yang dikunjungi bukan state salah, dan bukan solusi, maka expand simpul tersebut dan masukkan anak-anak simpul tersebut dalam antrian. Lakukan kembali pengunjungan simpul dari antrian yang di-dequeue hingga ditemukan simpul solusi.

Runtutan langkah-langkah dari state awal hingga solusi dapat diperoleh dengan melakukan backtrack tiap parent dari simpul solusi ke simpul state awal.

Berikut pohon state yang dibuat, dari simpul state awal hingga simpul solusi:



Warna merah berarti state tersebut salah, merah + garis bawah berarti state tersebut telah dikunjungi.



III. ANALISIS

Penggunaan algoritma BFS pada pencarian solusi puzzle Missionaries and Cannibals menghasilkan langkah-langkah menuju solusi yang optimal (terpendek), ini dikarenakan pencarian dilakukann secara melebar dari simpul akar hingga simpul akhir. Tidak seperti penggunaan algoritma DFS (Dept-First Search), yang lebih mengutamakan kedalaman untuk mencapai ke simpul solusi. Kekurangan penggunaan BFS disini, langkah proses pencarian lebih banyak dibandingkan dengan DFS, penggunaan ruang (memori) juga lebih banyak, karena tiap simpul anak-anak hasil ekspansi suatu

simpul dimasukkan ke dalam antrian.

IV. KESIMPULAN

Algoritma Breadth-First Search (BFS) dapat diterapkan dalam berbagai macam masalah untuk melakukan pencarian solusi, salah satunya pada puzzle Missionaries and Cannibals. Algoritma BFS melakukan pencarian pada graf atau pohon dengan cara melebar, yang tentu memerlukan memori dan langkah pencarian yang lebih banyak dibandingkan dengan Depth-First Search. Keuntungan menggunakan BFS adalah langkah dari state awal ke state akhir optimal (terpendek).

REFERENCES

- [1] Knuth, Donald E. (1997), The Art Of Computer Programming Vol 1. 3rd ed. (<http://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/taocp.html>)
- [2] <http://games.tejasri.in/2010/08/missionaries-cannibal-s-problem.html>
- [3] Munir, Rinaldi. 2009. Diktat Kuliah Strategi Algoritmik IF2251 Strategi Algoritmik. Departemen Teknik Informatika ITB.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 20 Desember 2012

ttd

Yomanovian 13510067