Tugas Besar 1
IF3170 Inteligensi Buatan
Minimax Algorithm and Alpha Beta Pruning in Othello

Johanes Boas Badia - 13517009
Kevin Nathaniel Wijaya - 13517072
Timothy - 13517087
Louis Cahyadi - 13517126

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

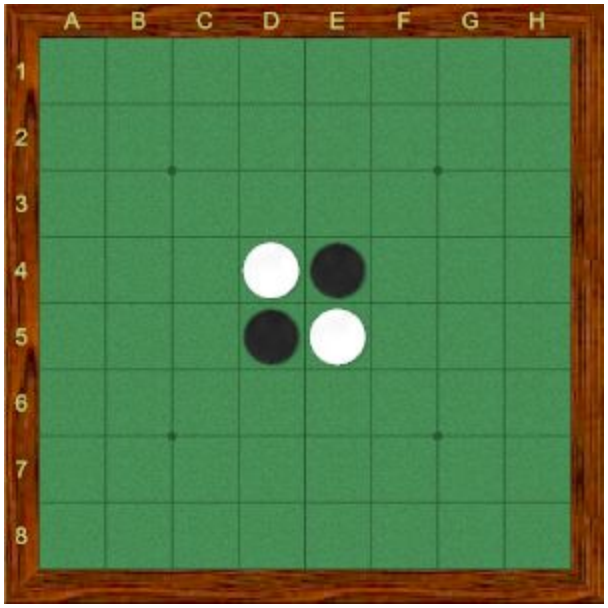
2019

Penjelasan Gameplay Othello

Othello adalah sebuah game yang dimainkan pada papan 8x8 dengan adanya dua sisi, putih dan hitam. Permainan dimulai dengan adanya dua biji hitam dan dua biji putih saling bersalingan di tengah papan, dan permainan dimulai dengan sisi hitam terlebih dahulu. Tujuan dari permainan tersebut adalah untuk memiliki sebanyak mungkin biji pada akhir permainan, yang bisa dilakukan dengan berbagai cara di bawah.

Menempatkan biji yang mengapit biji dengan warna lawan akan mengubah warna biji-biji tersebut menjadi biji sendiri. Pemain hanya dapat menaruh biji jika ada biji lawan yang terapit dengan biji warna sendiri. Jika pemain tidak dapat memainkan biji, maka giliran pemain dilewati. Namun, jika pemain memiliki langkah yang dapat dimainkan, pemain tidak dapat melewati gilirannya walaupun langkah tersebut merugikan.

Aplikasi yang dibuat akan meminta pengguna untuk menentukan siapa yang akan memainkan sisi hitam dan sisi putih, antara pengguna sendiri, bot random, atau bot minimax dengan alpha-beta pruning. Permainan akan dijalankan dengan menulis koordinat dari papan berisi nomor baris dan nomor kolom. Terdapat juga GUI yang menampilkan state papan secara grafis.



Gambar 1. Awal Permainan Othello

Tahapan Pembangunan Aplikasi

Pertama, aplikasi dibangun mulai dari permainan dasar, dengan adanya representasi papan, biji, dan menghasilkan langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh setiap sisi. Terdapat juga perhitungan biji setiap sisi, sehingga ketika permainan selesai dapat ditentukan siapa pemenang dari permainan tersebut. Selanjutnya, dikembangkan bot random yang akan mengambil langkah-langkah secara random untuk menjadi lawan permainan, dengan cara memilih secara acak dari langkah-langkah legal yang telah dihasilkan oleh aplikasi. Terdapat fungsi evaluasi yang dapat menilai posisi papan tersebut, dengan pembobotan yang berbeda untuk setiap petak yang terisi. Fungsi evaluasi tersebut mempertimbangkan banyaknya biji setiap warna, dan juga posisi biji-biji tersebut yang memiliki nilai 50, 1000, -500, dan lain-lain.

Selanjutnya, dikembangkan bot yang menggunakan algoritma minimax. Algoritma minimax tersebut akan memprediksi langkah-langkah optimal yang dapat dilakukan oleh kedua sisi dan memiliki variabel kedalaman pencarian yang dapat diatur pada aplikasi. Semakin dalam pencarian algoritma minimax tersebut, semakin jauh bot dapat memprediksi langkah-langkah ke depan sehingga pilihan langkah lebih optimal. Algoritma minimax menggunakan fungsi evaluasi untuk membandingkan langkah-langkah pada tingkat paling dalamnya.

Algoritma minimax tersebut dibantu dengan adanya alpha-beta pruning, yaitu cara untuk mengurangi jumlah pencarian yang harus dilakukan pada algoritma minimax. Cara ini menggunakan *alpha* sebagai tempat penyimpanan nilai maksimal dan *beta* sebagai tempat penyimpanan nilai minimal yang didapat dari fungsi evaluasi. Dengan informasi *alpha* dan *beta* *pruning* dapat dilakukan. Pada kondisi dimana *alpha* lebih besar dari *beta*, evaluasi pada node-node berikutnya tidak perlu dilakukan.

Representasi/Proses pada Aplikasi

Matrix 10x10 untuk merepresentasikan board, dengan grid terluar sebagai batas terluar dari papan.

Array yang menandakan legal moves.

Sebuah variabel yang menyimpan giliran jalan

Kondisi pembobotan pada fungsi evaluasi direpresentasikan dalam matriks 10x10

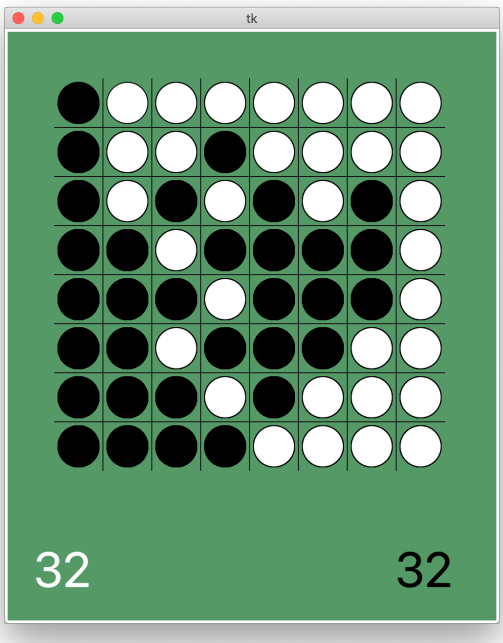
Depth untuk menentukan kedalaman pencarian pada *minimax-alpha beta pruning*
Variabel *alpha* dan *beta* untuk menyimpan nilai maksimum dan minimum dari fungsi evaluasi

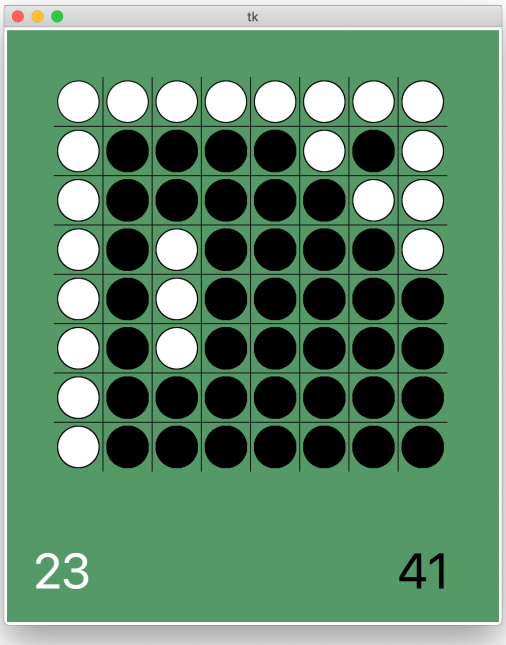
Proses Pencarian Algoritma Minimax and Alpha Beta Pruning pada Aplikasi

Program menerima masukkan board dan giliran bidak warna apa yang bergerak, putih atau hitam. Selain itu, ditentukan juga kedalaman pencarian, namun dilakukan sebagai parameter fungsi dan tidak menerima masukkan dari user. Program aka melakukan rekursi sesuai dengan depth yang ada di parameter, sampai nilai depth menjadi 0. Nilai depth 0 menandakan basis rekursi, yang memberikan kembalian *eval function*. Apabila depth belum mencapai 0, fungsi rekursif akan dijalankan untuk menelusuri semua kemungkinan yang ada. Fungsi akan terus berjalan sampai nilai depth menjadi 0, dan akan mengembalikan sebuah nilai hasil fungsi evaluasi. Lalu akan dijalankan algoritma *Alpha Beta Pruning.* Algoritma Alpha Beta Pruning yang dijalankan akan melakukan pengecekan berdasarkan ketinggian pencarian. Apabila tinggi pencarian merupakan bilangan ganjil, maka akan value hasil evaluasi akan dibandingkan dengan nilai *alpha*, apabila negatif akan dibandingkan dengan nilai *beta*. Hasil dari fungsi rekursif dimasukkan ke list berupa langkah dan hasil evaluasi. dicek apakah value yang didapat lebih besar dari *alpha* atau tidak, atau lebih kecil dari *beta* atau tidak. Apabila value memenuhi salah satu kondisi, maka nilai *alpha* atau *beta* diganti dengan value hasil evaluasi. Kemudian, dilakukan perbandingan nilai *alpha* dan *beta*, jika *alpha* lebih besar dari nilai *beta*, maka dapat dilakukan *Pruning*. Bagian terakhir fungsi adalah mengembalikan sebuah value yang merupakan koordinat dari langkah terbaik hasil pencarian, dan akan diproses oleh aplikasi othello untuk dijalankan sebagai jalan dari bot minimax.

Hasil Uji

Untuk hasil uji coba dari manusia lawan random bot, didapatkan manusia 6 kali menang dan random bot 4 kali menang. Untuk hasil uji coba dari random bot lawan minimax bot, didapatkan minimax bot menang 6 kali, seri 1 kali, dan random bot menang 3 kali. Untuk hasil uji coba dari manusia lawan minimax bot, manusia menang 7 kali dan minimax bot menang 3 kali. Hasil relatif karena variabel manusia berganti-ganti pemain.





Gambar 2 & 3. Contoh Hasil Seri dan Hitam Menang

Sumber

https://www.worldothello.org/about/about-othello/othello-rules/official-rules/english