

Game NIM with Reinforcement Learning

Kresna Ade Putra

Teknik Informatika

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Email: kresnado@gmail.com,

ABSTRAK

Kecerdasan buatan (AI) dapat diartikan sebagai suatu cabang ilmu yang memodelkan proses – proses berfikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan tindakan dan perilaku manusia[1]. Tetapi pada kenyataannya dari sekian banyak teori Artificial Intelligence yang ada, Mulai dari teori Graph, teori Tree, teori State, knowledge based system, hingga sistem pakar tidak satupun dari teori tersebut sesuai dengan definisi dari AI.

Kenyataan inilah yang mendasari para ilmuwan untuk mulai meneliti tentang machine learning. Salah satu tipe dari machine learning adalah reinforcement learning. Reinforcement learning berangkat dari bagaimana membuat mesin dapat menjadi pintar setelah berinteraksi dengan lingkungannya sebagaimana tingkah laku manusia. Teori inilah yang sanggup mewakili definisi dari AI.

Jika saja teori ini dapat dimodelkan dan ditransformasikan dalam bentuk computational system, maka akan terjadi perubahan yang luar biasa pada computational learning theory.

Kata Kunci: Game NIM, Artificial Intelligence, Reinforcement Learning

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) can be interpreted as an area of science that convert the human process of thinking and then design the machine so that the machine can imitate human behaviour of thinking. But from so much Artificial Intelligence theory, start from Graph theory, Tree theory, State theory, knowledge based system, till expert system , none of those theory is true according to the meaning of AI itselfes. Those theory just depending on the merger of Tree theory and probability theory to take some decision, like expert system does.

This fact then constitutoing the scientist to start to learn about machine learning. One of machine learning theory is reinforcement learning. These theory meaning is how to make machine became smart after it interact with it's environment, as human did.. This theory is competent with the definition of AI.

Just if these theory can be transformed into computational system, hence there will be a huge change in computational learning theory.

Keywords: Game NIM, Artificial Intelligence, Reinforcement Learning

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 1956, John McCarthy, seorang professor dari MIT, mulai memperkenalkan bidang baru secara spesifik yang diberi nama Artificial Intelligent (AI). Beliau mendefinisikan bidang tersebut sebagai bidang yang memodelkan proses – proses berfikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan tindakan dan perilaku manusia.

Kemudian AI mulai berkembang pesat. Metode – metode AI pun bermunculan. Mulai dari teori Graph, teori Tree, teori State, knowledge based system, hingga sistem pakar yang berbasis probabilitas. Namun teori – teori tersebut sebenarnya tidaklah sesuai dengan prinsip AI yang dikemukakan oleh John McCarthy. Teori – teori tersebut tidak bertumpu pada konsep learning yang merupakan dasar teori seorang manusia dapat berfikir. Teori – teori tersebut hanya mengandalkan gabungan antara teori tree dan teori probabilitas untuk mengambil suatu keputusan.

Kenyataan inilah yang mendasari para ilmuwan untuk mulai meneliti tentang sistem learning yang kemudian dikenal dengan machine learning. Dalam penelitiannya machine learning dibedakan menjadi tiga, yakni supervised learning, unsupervised learning, dan reinforcement learning.

Supervised learning sangat bertumpu pada contoh data yang ada. Sedangkan unsupervised learning tidak memerlukan contoh data. Ketika menjumpai suatu masalah maka sistem harus dapat menjawab sendiri masalah tersebut.

Kedua teori tersebut pada awalnya diyakini sebagai teori-teori learning yang dapat mengarah untuk bisa mengembangkan suatu learning machine (mesin/program yang dapat belajar), namun ternyata hanya berhenti pada learned machine (mesin/program yang diajari), suatu machine yang pintar setelah diajari, bukan machine yang pintar setelah belajar.

Kemudian para ilmuwan terus menggali konsep – konsep seputar learning teori. Hingga akhirnya didapat teori reinforcement learning yang berangkat dari bagaimana membuat mesin dapat menjadi pintar setelah berinteraksi dengan lingkungannya sebagaimana tingkah laku manusia. Teori inilah yang sanggup mewakili definisi awal dari AI yang didefinisikan oleh John McCarthy. Teori inilah yang dapat disebut "The real human artificial intelligent".

1.2 TUJUAN

Tujuan proyek akhir ini adalah untuk membuat komputer (CPU) dapat bermain dengan manusia dalam permainan Game NIM dengan menggunakan teori reinforcement learning.

1.3 PERMASALAHAN

Permasalahan dalam pengerjaan proyek akhir ini adalah bagaimana mengimplementasikan teori reinforcement learning ke dalam Game NIM.

1.4 BATASAN MASALAH

Pada pengerjaan proyek akhir ini digunakan batasan – batasan sebagai berikut :

- a. Dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA.
- b. Menggunakan gerakan Greedy Move dalam perhitungan value function-nya.

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Teori Game

Dalam dunia modern ini, penggunaan teknologi untuk menunjang kegiatan manusia semakin banyak dan sangat berkembang. Salah satu bentuk kebutuhan pokok manusia adalah hiburan dan sebagai salah satu wujudnya adalah berbagai macam permainan.

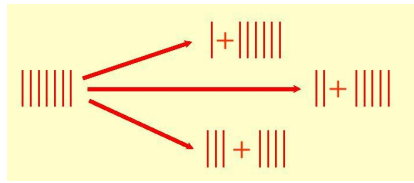
Ada berbagai macam permainan yang dapat kita temukan dewasa ini. Namun pernahkah kita berfikir apakah sebenarnya yang dimaksud dengan permainan atau yang lazim kita sebut game itu. Sesuatu dapat dikatakan sebuah game jika memiliki ciri – ciri umum yang ada pada game, yaitu :

- Memiliki 2 pemain.
- Kesempatan bermain bergantian.
- Kerugian seorang pemain adalah keuntungan bagi pemain lain.
- Pemain mengetahui seluruh informasi state dari game.
- Tidak mengandung probabilitas seperti dadu.

2.2 Game NIM

Game NIM adalah sebuah game sederhana yang diawali dengan serangkaian batang dengan jumlah tertentu. Kemudian pemain harus memecah serangkaian batang tersebut menjadi dua kumpulan dimana jumlah batang di setiap kumpulan tidak boleh sama

dan tidak boleh kosong. Contoh ilustrasi Game NIM dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Ilustrasi Game NIM

2.3 Artificial Intelligence (AI)

Kecerdasan Buatan (dalam bahasa Inggris: *Artificial Intelligence* atau *AI*) didefinisikan sebagai kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu *entitas* buatan. Sistem seperti ini umumnya dianggap komputer. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Beberapa macam bidang yang menggunakan kecerdasan buatan antara lain sistem pakar, permainan komputer (*games*), logika fuzzy, jaringan saraf tiruan dan robotika.

2.4 Reinforcement Learning (RL)

Reinforcement Learning berangkat dari bagaimana membuat mesin dapat menjadi pintar setelah berinteraksi dengan lingkungannya sebagaimana tingkah laku manusia. Sehingga reinforcement learning dapat dijabarkan sebagai suatu proses yang melibatkan suatu agen yang berinteraksi dengan suatu lingkungan (*Environment*). Agen harus mempelajari tentang lingkungan tersebut, dan harus pula menemukan bagaimana cara bertindak yang optimal dalam lingkungan tersebut.

Diluar agen dan lingkungan *reinforcement learning* memiliki empat subelement yaitu : kebijakan(policy), fungsi penghargaan (reward function), fungsi nilai (value function), dan, satu subelement yang bersifat optional, yakni model dari lingkungan.

Dalam game NIM berbagai element dari reinforcement learning diterapkan ke dalam pohon n-ary yang terbentuk. Pada setiap cabang akan memiliki nilai dan perhitungan yang bertujuan memaksimalkan nilai dari setiap cabang tersebut. Sedangkan value function sendiri adalah total dari reward yang didapat. Dalam rumus matematika reward dapat diasumsikan sebagai suatu inisialisasi sedangkan value function adalah nilai yang harus dihitung. Berikut rumus matematika dari

inisialisasi(Reward) dan perhitungan value function.

2.1 Rumus Matematika Inisialisasi

- Komputer menang à $V(s) = 1$ (1)
- Komputer kalah à $V(s) = 0$ (2)
- State Lainnya à $V(s) = 0.5$ (3)

2.2 Rumus Matematika Value Function

- $V(s) = V(s) + \alpha [V'(s) - V(s)]$ (4)

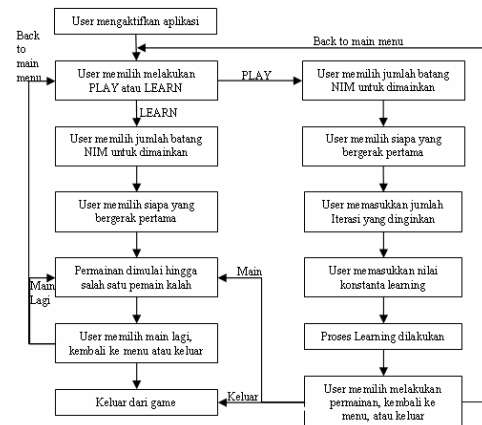
Keterangan :

- $V(s)$ = Value Function
- α = Konstanta (di set = 0.1)
- $V'(s)$ = Value Function dari State dibawahnya

Dengan kata lain pada setiap cabang dari pohon n-ary yang berjumlah "n" terdapat suatu nilai yang bernama value function. Nilai inilah yang kemudian di inisialisasi berdasarkan kondisi menang-kalah. Nilai ini pula lah yang nantinya akan dilakukan perhitungan sesuai rumus yang ada dan jumlah iterasi yang diinginkan.

3. METODOLOGI

Bab ini membahas perancangan dan pembuatan Game NIM with reinforcement learning, yang secara garis besar meliputi perancangan proses learning, perancangan sistem permainan Game NIM, dan implementasi learning yang sudah ada ke dalam sistem permainan Game NIM. Aliran proses Game NIM with reinforcement learning dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1: Aliran proses Game NIM with reinforcement learning

Dari aliran proses di atas dapat dilihat bahwa sistem ini memiliki 2 aliran proses yang saling berhubungan, yaitu aliran proses learning dan aliran proses playing. Dalam perancangannya kedua aliran ini memiliki proses yang berbeda meskipun memiliki beberapa kesamaan. Untuk mempermudah penjelasan, bab ini akan memiliki tiga sub bab yaitu :

1. *Perancangan dan pembuatan sistem learning dengan reinforcement learning.*

Pada proses ini akan dirancang sebuah sistem yang dapat mengimplementasikan rumus – rumus reinforcement learning untuk Game NIM, Sub bab ini sendiri akan terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

- Perancangan dan pembuatan pohon Game NIM.

Dalam proses ini akan dibuat suatu pohon n-ary yang dalam artian lain pohon yang terbentuk memiliki jumlah turunan yang tidak pasti yang kemudian dilambangkan dengan nilai “n”. Sebagaimana sebuah pohon maka suatu node dari pohon tersebut haruslah dapat mengenali cabang - cabangnya dan setiap cabang – cabang tersebut juga harus dapat mengenali cabang miliknya sendiri hingga berakhir pada cabang yang sudah tidak memiliki cabang lagi.

- Proses Inisialisasi.

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, reinforcement learning mengenal sistem reward and punishment. Pada penerapannya dalam Game NIM setiap state atau node yang menghasilkan kemenangan bagi CPU (AI) maka akan diberi nilai satu (1.0) dan yang menghasilkan kekalahan bagi CPU (AI) akan mendapat nilai nol (0.0). Nilai 0.5 berlaku untuk state / node lainnya yang masih memiliki turunan dibawahnya.

- Proses learning sesuai iterasi..

Dalam proses ini dilakukan perhitungan value function pada setiap iterasi dan proses ini berlangsung sesuai dengan jumlah iterasi yang diinginkan oleh user.

2. *Perancangan dan pembuatan sistem permainan NIM.*

Pada proses ini dilakukan perancangan dan pembuatan permainan Game NIM dengan menggunakan hasil learning yang telah dilakukan sebagai artificial intelligent (AI).

Dalam proses learning sistem perlu mengetahui empat atribut yakni jumlah iterasi, konstanta learning, pemain dengan giliran pertama, dan jumlah batang NIM. Sedangkan untuk sistem permainan NIM jumlah iterasi tidak diperlukan, sehingga user hanya perlu menginputkan jumlah batang yang ingin dimainkan, siapa yang bergerak terlebih dahulu, dan konstanta learning untuk melakukan learning otomatis sebanyak satu kali iterasi pada saat satu kali permainan selesai.

4. ANALISA

Pengujian learning pada Tiga Iterasi yang berbeda dengan jumlah batang Tujuh.

Dilakukan learning dengan iterasi yang berbeda namun menggunakan konstanta yang sama yakni 0.1 dan jumlah batang yang sama yakni 7 serta giliran pertama bergerak adalah CPU. Dan hasil yang didapat adalah :

Table 4.1 Hasil learning dengan Tiga Iterasi yang berbeda

No State	Kondisi Batang	Value Iterasi 0	Value Iterasi 100	Value Iterasi 1000
0	7	0.5	0.9991832369842065	1.0
1	6-1	0.5	0.9969029408897072	1.0
2	5-1-1	0.5	0.9991832369842065	1.0
3	4-1-1-1	0.5	0.9998539123061182	1.0
4	3-1-1-1-1	0.5	0.9999867193005563	1.0
5	2-1-1-1-1	1.0	1.0	1.0
6	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
7	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0
8	4-2-1	0.5	0.00014608769388173108	0.0
9	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
10	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0
11	5-2	0.5	0.9998539123061182	1.0
12	4-2-1	0.5	0.00014608769388173108	0.0
13	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
14	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0
15	3-2-2	0.5	0.9999867193005563	1.0
16	2-2-2-1	1.0	1.0	1.0
17	4-3	0.5	0.0008167630157933149	0.0
18	3-3-1	0.5	0.00014608769388173108	0.0
19	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
20	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0
21	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
22	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0
23	4-2-1	0.5	0.00014608769388173108	0.0
24	3-2-1-1	0.5	0.00001328069944379373	0.0
25	2-2-1-1-1	0.0	0.0	0.0

5. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa program dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang dibuat memungkinkan manusia untuk bermain Game NIM dengan komputer.
2. Sistem yang dibuat memungkinkan user memilih jumlah batang yang dinamis tanpa dibatasi selama jumlah batang lebih dari 3 (tiga).
3. Semakin banyak learning dilakukan, maka sistem akan semakin pintar karena state yang mengarah pada kemenangan bagi AI akan memiliki nilai yang semakin mendekati 1 (Satu) hingga akhirnya bernilai satu.

B. Saran

Dalam pembuatan Game NIM with reinforcement learning terdapat banyak sekali kekurangan yang karena keterbatasan waktu, biaya serta pikiran, tidak dapat dilakukan. Maka untuk tahap pengembangan selanjutnya, ada beberapa hal yang penulis inginkan untuk diperbaiki diantaranya:

1. Program ini dirancang dan dikembangkan dengan menggunakan Bahasa pemrograman JAVA sehingga pohon game NIM yang diperlukan dibentuk menggunakan obyek yang merupakan keunggulan JAVA. Untuk selanjutnya dapat digunakan Bahasa pemrograman lainnya seperti misalnya Bahasa C yang menggunakan struct untuk membuat suatu tree (pohon). Lalu dapat dibandingkan kecepatan programnya, mana yang lebih cepat melakukan reinforcement learning JAVA dengan obyeknya atau C dengan struct dan pioner nya.
2. Penulis yakin masih banyak kekurangan disana-sini, oleh karenanya pengembangan selanjutnya sangatlah diperlukan.

Daftar Pustaka

[1]Sri Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, edisi I, penerbit Graha Ilmu, Yogya, 2003.

[2]Ali Ridho Barakbah, *Reinforcement learning* paradigma baru dalam *machine learning*.

[3]Tom Dietterich, *Reinforcement learning*

[4]Richard S. Sutton dan Andrew G. Barto, *reinforcement learning : an introduction*, MIT press, Cambridge, 1998

[5]Ali Ridho Barakbah, *reinforcement learning practice*

[6]Ali Ridho Barakbah, *Game Theory*

[7]Sri Hartati, Herry Suharto, Soesilo Wijono, *Pemrograman GUI Swing Java*, Penerbit ANDI , Yogyakarta, 2006

[8]Rangsang Purnama, *Pemrograman GUI menggunakan JAVA*, Penerbit Prestasi Pustaka Publisher, Surabaya, 2007

[9]Ali Ridho Barakbah, *Introduction to mechine learning*