



IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

IKI 30320: Sistem Cerdas

Kuliah 9: Non-Deterministic Game Playing

Ruli Manurung

Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Indonesia

3 Oktober 2007



Outline

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

1 Random games

2 Imperfect info

3 Ringkasan



Outline

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

1 Random games

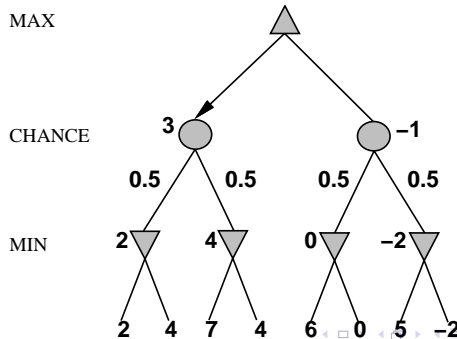
2 Imperfect info

3 Ringkasan



Bermain dengan probabilitas

- Ada banyak permainan yang memiliki unsur non-deterministik (kemungkinan/*chance*/*random*): lemparan dadu, koin, kocokan kartu.
- Game tree perlu ditambahkan *chance node*.
- Perkiraan nilai (*expected value*) untuk semua kemungkinan.





Algoritma ExpectiMinimax

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

EXPECTIMINIMAXVALUE(n)=

UTILITY(n)

jika n terminal

$\max_{s \in \text{Successor}(n)} \text{EXPECTIMINIMAXVALUE}(s)$

jika n node MAX

$\min_{s \in \text{Successor}(n)} \text{EXPECTIMINIMAXVALUE}(s)$

jika n node MIN

$\sum_{s \in \text{Successor}(n)} P(s) \times \text{EXPECTIMINIMAXVALUE}(s)$

jika n node CHANCE

- EXPECTIMINIMAX sama dengan MINIMAX ditambah penanganan CHANCE.
- Masih bersifat *perfect play*: memberikan hasil terbaik melawan musuh yang diasumsikan optimal.



$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

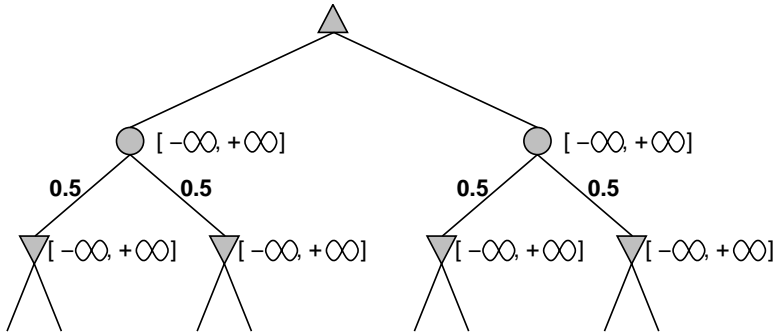
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

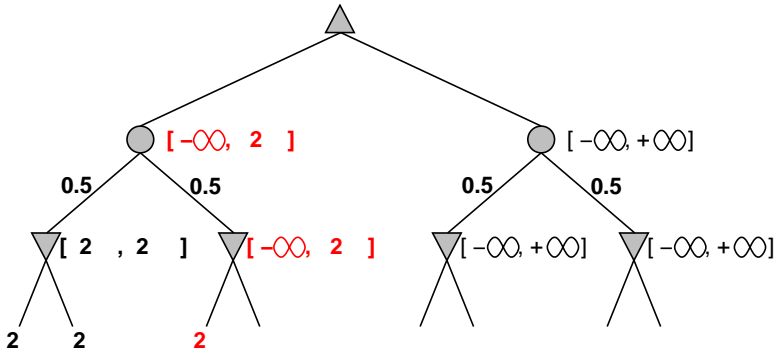
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

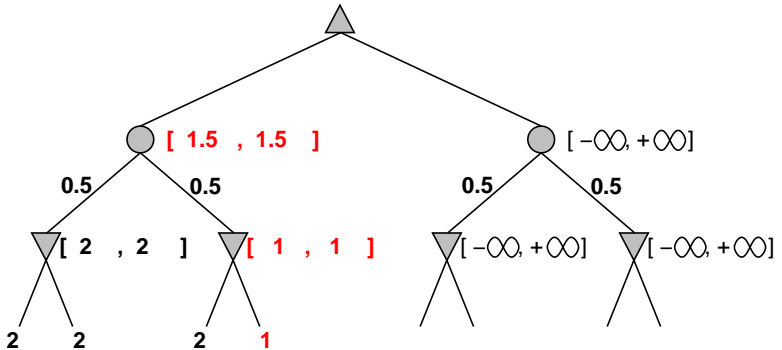
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

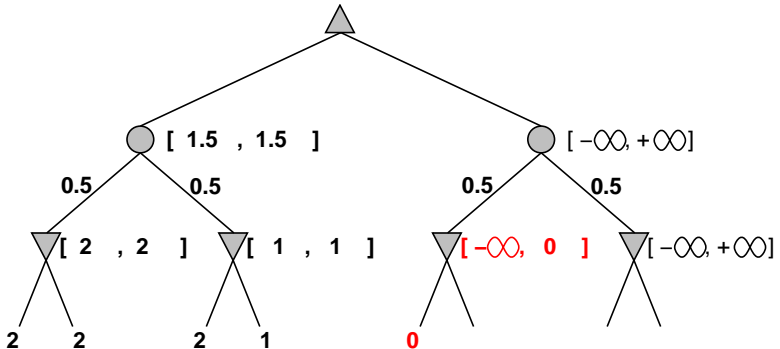
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

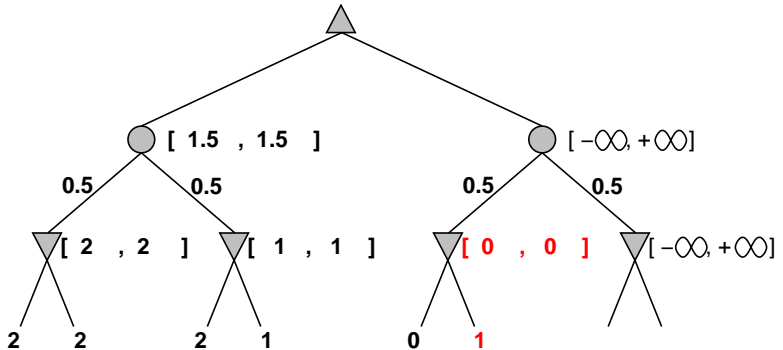
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

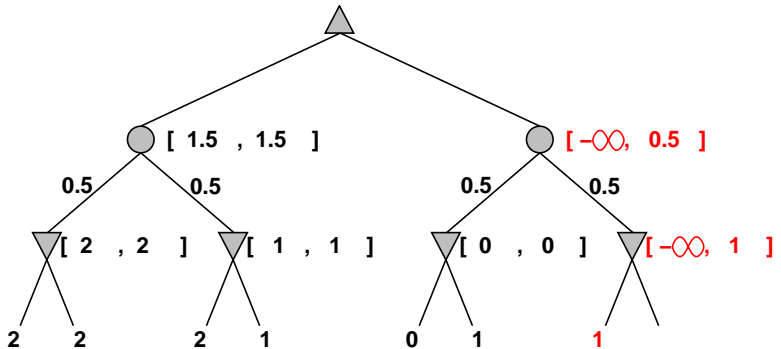
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

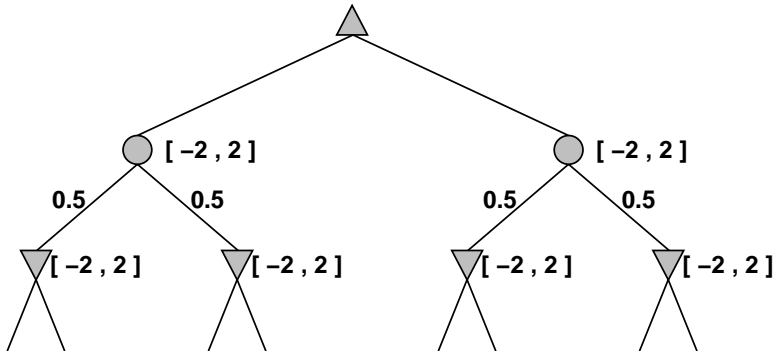
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

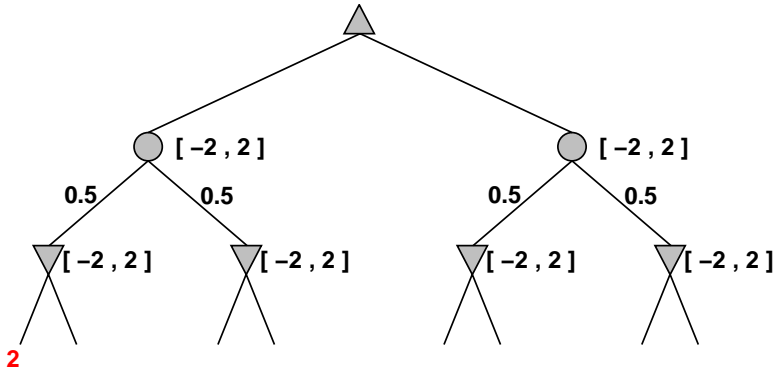
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

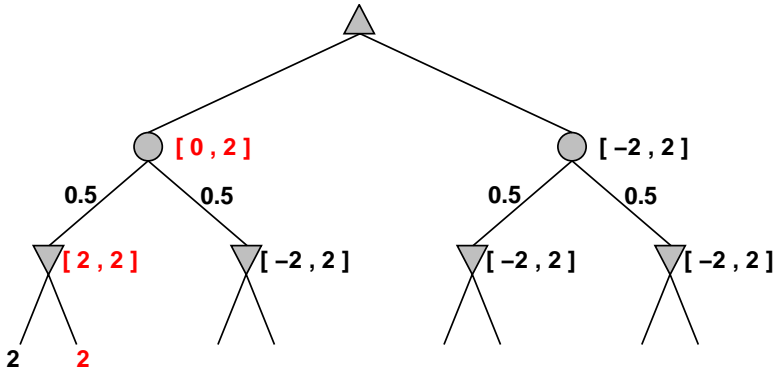
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

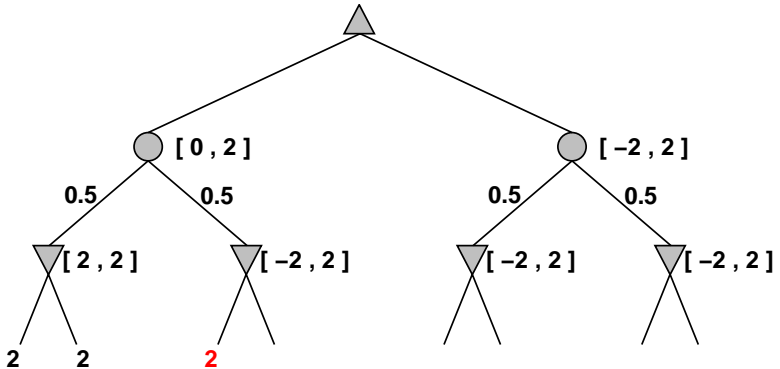
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

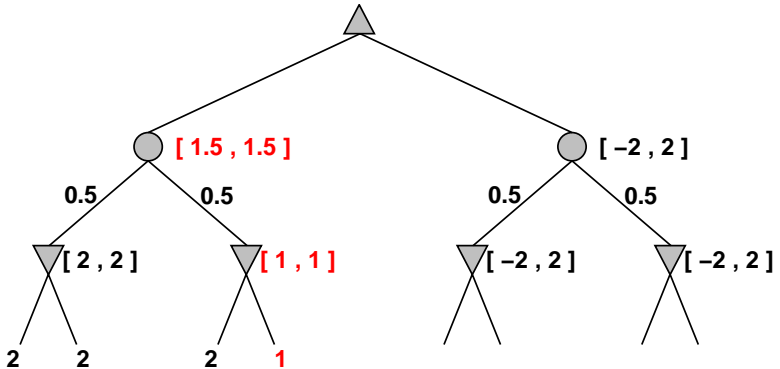
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





$\alpha - \beta$ pruning pada EXPECTIMINIMAX

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

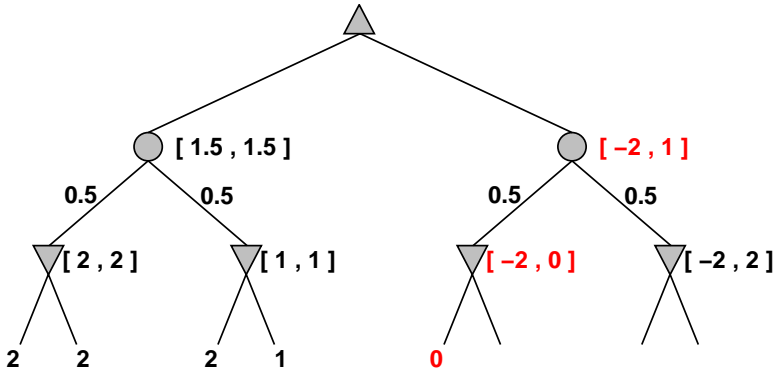
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Pruning lebih efektif jika nilai *utility function* dibatasi:





Analisa algoritma

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

- Time complexity MINIMAX: $O(b^m)$
- Dengan tambahan chance node, EXPECTIMINIMAX: $O(b^m \times n^m)$ (n =jumlah kemungkinan)
- Melempar 1 dadu: $n = 6$. 2 dadu: $n = 21$.
- Dengan **lookahead** melihat d langkah ke depan: $O(b^d \times n^d)$
- Karena non-deterministic, **lookahead** kurang efektif.
- Tantangan buat AI: perbaiki **evaluation function**-nya, mis: menggunakan **machine learning**.
- Pendekatan lain: jangan coba semua kemungkinan, tapi cukup di-**sample** (Monte-Carlo).



Perhatikan: nilai persisnya penting

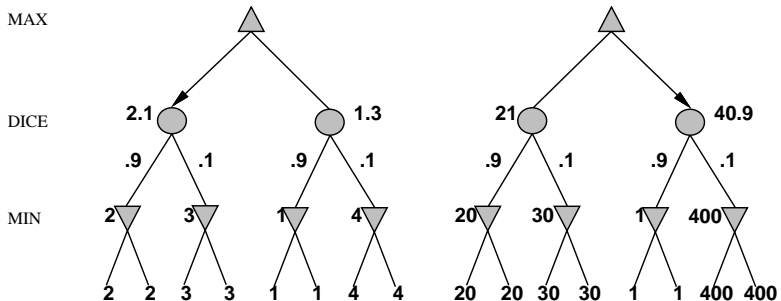
IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan



- Nilai absolut *Eval* dapat mempengaruhi hasil
- *Evaluation function* pada non-deterministic game harus proporsional “kelayakan” (utility)



Outline

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

1 Random games

2 Imperfect info

3 Ringkasan



Permainan dengan informasi tak lengkap

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

- Ada permainan di mana tidak semua informasi diketahui (**imperfect information**), mis: kartu yang dipegang lawan
- Biasanya, kita bisa menghitung probabilitas semua kemungkinan informasi yang tidak diketahui.
- Bayangkan kita melempar dadu besar di awal permainan...

Idenya:

Untuk setiap tindakan, hitung nilai MINIMAX-nya untuk setiap kemungkinan. Pilih tindakan yang nilai rata-ratanya tertinggi.

- GIB, sebuah program bridge:
 - Mencoba 100 kemungkinan pembagian kartu yang sah
 - Mengambil tindakan yang terbaik secara keseluruhan



Contoh

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Bayangkan permainan bridge/hearts/truf, MAX jalan dulu:





Contoh

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

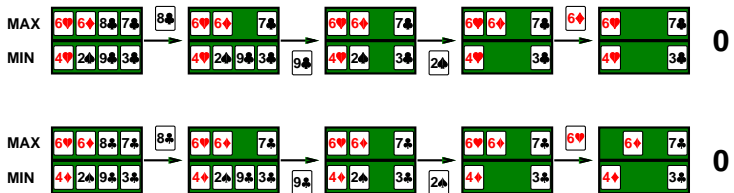
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Bayangkan permainan bridge/hearts/truf, MAX jalan dulu:





Contoh

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

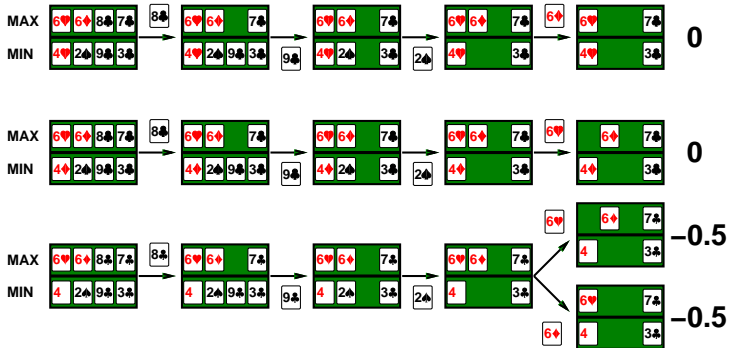
Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

Bayangkan permainan bridge/hearts/truf, MAX jalan dulu:





Analisa yang benar

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

- **Intuisi** bahwa nilai sebuah tindakan = rata-rata nilai untuk semua kemungkinan → tidak benar!
- Pendekatan yang lebih baik: state space bukan **physical state** (mis: pembagian kartu), tetapi **belief state**
- Jika si agent melakukan search pada belief state space:
 - Bertindak mencari informasi
 - Berkomunikasi dengan teman (mis: pasangan bridge)
 - Bertindak random untuk mengecoh musuh



Outline

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

1 Random games

2 Imperfect info

3 Ringkasan



Ringkasan

IKI30320
Kuliah 9
3 Okt 2007

Ruli Manurung

Random
games

Imperfect info

Ringkasan

- Permainan dengan unsur *random* bisa diselesaikan dengan EXPECTIMINIMAX.
- EXPECTIMINIMAX lebih lambat dari MINIMAX.
- Permainan dengan *imperfect information* bisa ditangani dengan cara serupa.
- Namun ada pendekatan lebih baik: search pada *belief state space* → *uncertainty reasoning*
- Baca bab 6.5 buku Russell & Norvig