# Uninformed Search

Ali Akbar Septiandri

November 22, 2020

Universitas Al Azhar Indonesia

# Daftar isi

# Administrasi

# Aturan perkuliahan

- Materi bisa dilihat di `https://uai.aliakbars.id/ai/`
- Diskusi di Discord `https://discord.gg/xRbdweQCyH`
- Terdapat 2 tugas individu yang dinilai
- Soal-soal latihan dan kuis yang tidak masuk nilai
- Ujian Akhir Semester (tidak ada perbaikan)

# Aturan dalam tugas

- Silakan berdiskusi, tapi **jangan menyalin kode atau tulisan teman**
- Keterlambatan pengumpulan akan berakibat pada pengurangan nilai, kecuali dengan alasan yang jelas
- Pengumpulan tugas dilakukan melalui situs e-learning

# Aturan dalam tugas (lanjutan)

- Kode boleh diadaptasi dari internet, tapi selalu cantumkan sumbernya dengan benar
- Contoh:
  - Sumber: `google.com`, `stackoverflow.com` (salah)
  - Sumber: `https://github.com/aliakbars/uai-python/blob/master/tim.txt` (benar)
- Plagiarisme dapat berakibat pada **nilai nol** untuk tugas tersebut

# Referensi


1. Norvig, P., & Russell, S. J. (2009). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall.
2. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). Reinforcement Learning: An Introduction. Cambridge: MIT Press.
3. Barber, D. (2012). Bayesian reasoning and machine learning. Cambridge University Press.

# Referensi

## CS221: Artificial Intelligence: Principles and Techniques

**Stanford / Autumn 2019-2020**

**[Calendar] [Coursework] [Schedule]**

## Logistics

**Time/location:**

- Lectures: Mon/Wed 1:30-2:50pm in NVIDIA auditorium (watch online)
- Sections: Thurs 3:30 - 4:20pm in Skilling auditorium
- Office hours: CA office hours are in the Huang basement; see calendar for times; see [Office Hour Logistics] for logistics.

**Communication:** We will use Piazza for all communications: announcements and questions related to lectures, assignments, and projects. NOTE: If you enrolled in this class on Axess, you should be added to the Piazza group automatically, within a few hours. You can also register independently; there is no access code required to join the group. SCPD students, please email scpd-gradstudents@stanford.edu or call 650-204-3984 if you need assistance.

**Gradescope**: You will submit all assignments and project milestones on Gradescope, where you will also find your grades.

**Instructors:**

Percy Liang

Dorsa Sadigh

# Masalah Carian

A **farmer** wants to get his **cabbage**, **goat**, and **wolf** across a river. He has a boat that only holds two. He cannot leave the cabbage and goat alone or the goat and wolf alone. How many river crossings does he need?

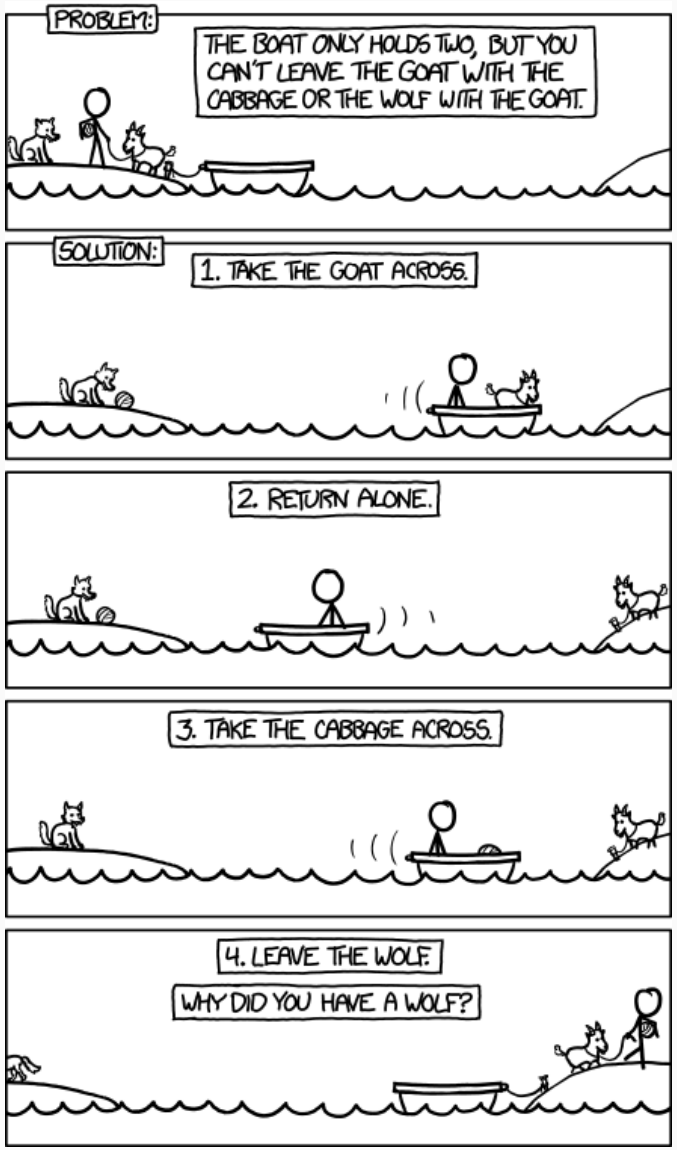



**Figure 1:** Buat apa membawa serigala? (Komik dari XKCD)

# Aplikasi: Pencarian rute


**Figure 2:** Apa saja komponen PEAS-nya?

# Aplikasi: Gerakan robot

**Figure 3:** Apa saja komponen PEAS-nya?

# Aplikasi: Menyelesaikan puzzle

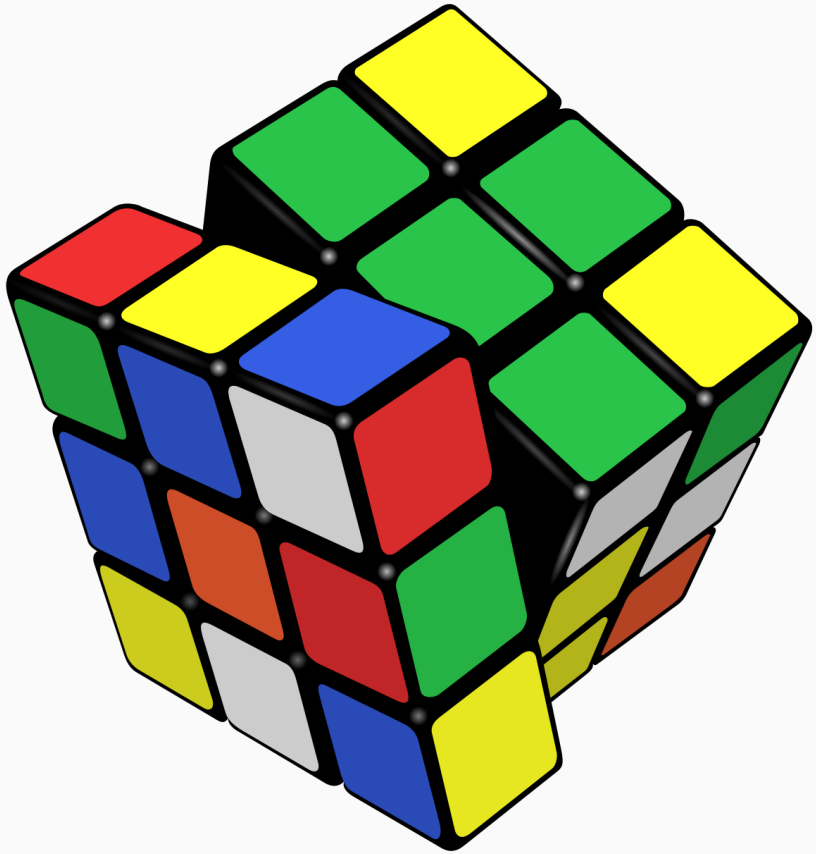
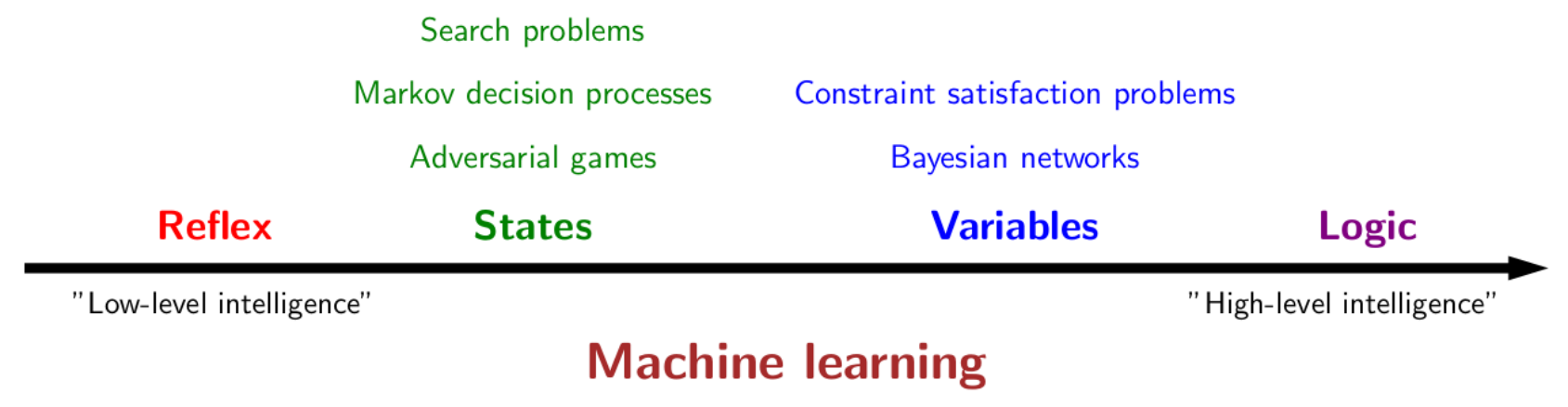


**Figure 4:** Mengapa menjadi kasus carian?

# Alur perkuliahan



# Melebihi refleks

Klasifikasi

(model berbasis refleks)

$$x \rightarrow f \rightarrow \text{aksi tunggal } y \in \{-1, +1\}$$

Carian

(model berbasis status)

$$x \rightarrow f \rightarrow \text{urutan aksi } (a_1, a_2, a_3, ...)$$

Mengapa tidak menjadikan carian sebagai **kumpulan refleks**?

# Pohon Carian

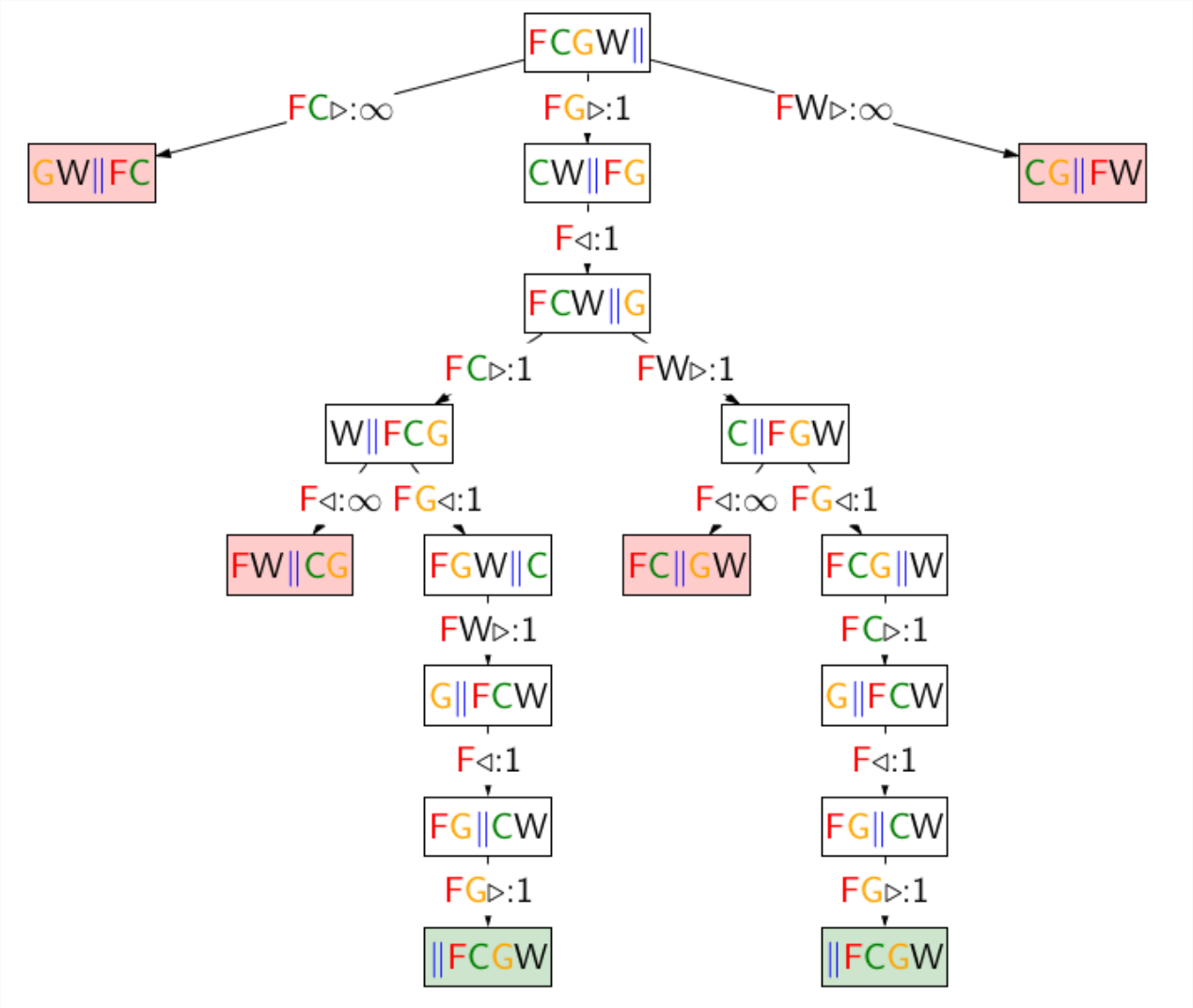
# Kembali ke permulaan...

Farmer, Cabbage, Goat, Wolf

**Aksi**

- F$\triangleright$, F$\triangleleft$
- FC$\triangleright$, FC$\triangleleft$
- FG$\triangleright$, FG$\triangleleft$
- FW$\triangleright$, FW$\triangleleft$

# Solusi


FCGW||
FC▷:∞
FG▷:1
FW▷:∞
GW||FC
CW||FG
CG||FW
F◁:1
FCW||G
FC▷:1
FW▷:1
W||FCG
C||FGW
F◁:∞
FG◁:1
F◁:∞
FG◁:1
FW||CG
FGW||C
FC||GW
FCG||W
FW▷:1
FC▷:1
G||FCW
G||FCW
F◁:1
F◁:1
FG||CW
FG||CW
FG▷:1
FG▷:1
||FCGW
||FCGW

**Bagaimana cara menghasilkan pohon seperti ini?**

# Definisi

**Kasus carian:**

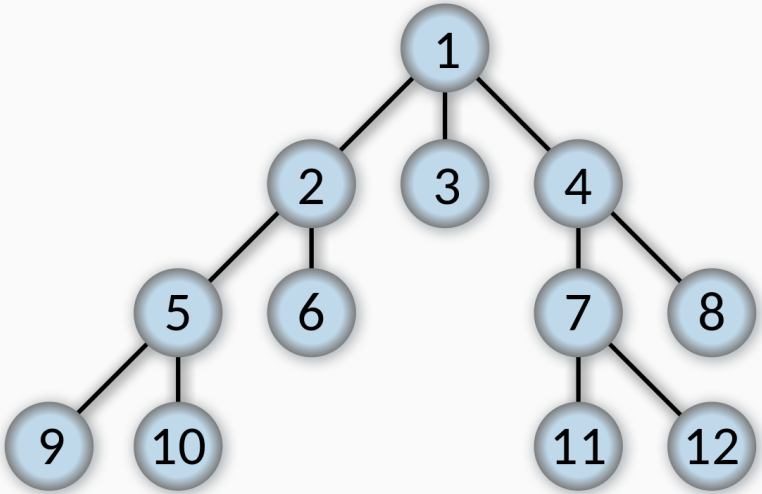
- $s_{start}$: kondisi awal
- Actions($s$): kemungkinan aksi
- Cost($s, a$): ongkos aksi
- Succ($s, a$): suksesor
- IsEnd($s$): kondisi akhir?

# Algoritma untuk pohon carian

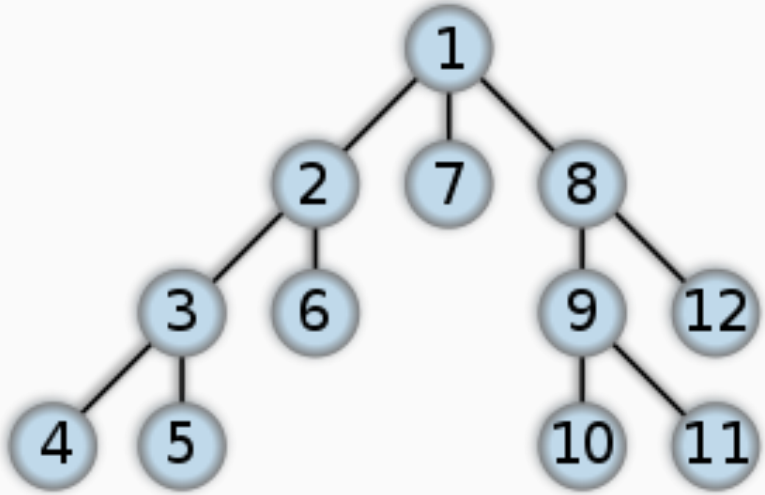
- Breadth-first search (BFS; *queue*)
- Depth-first search (DFS; *stack*)

# BFS vs DFS

## BFS




## DFS



# Iterative deepening

- Iteratively use depth-limited search with increasing depth

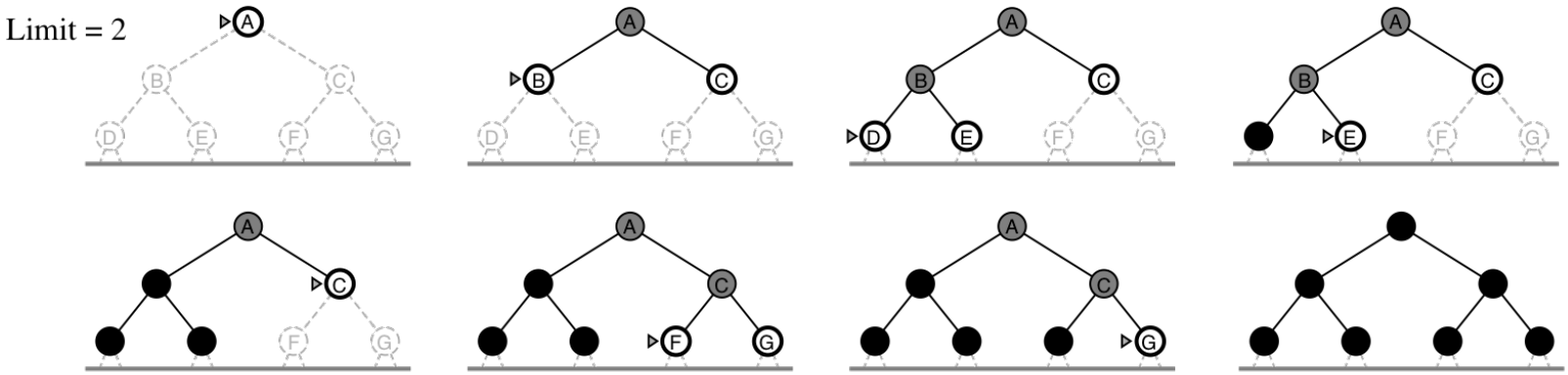
Limit = 0


# Iterative deepening

- Iteratively use depth-limited search with increasing depth

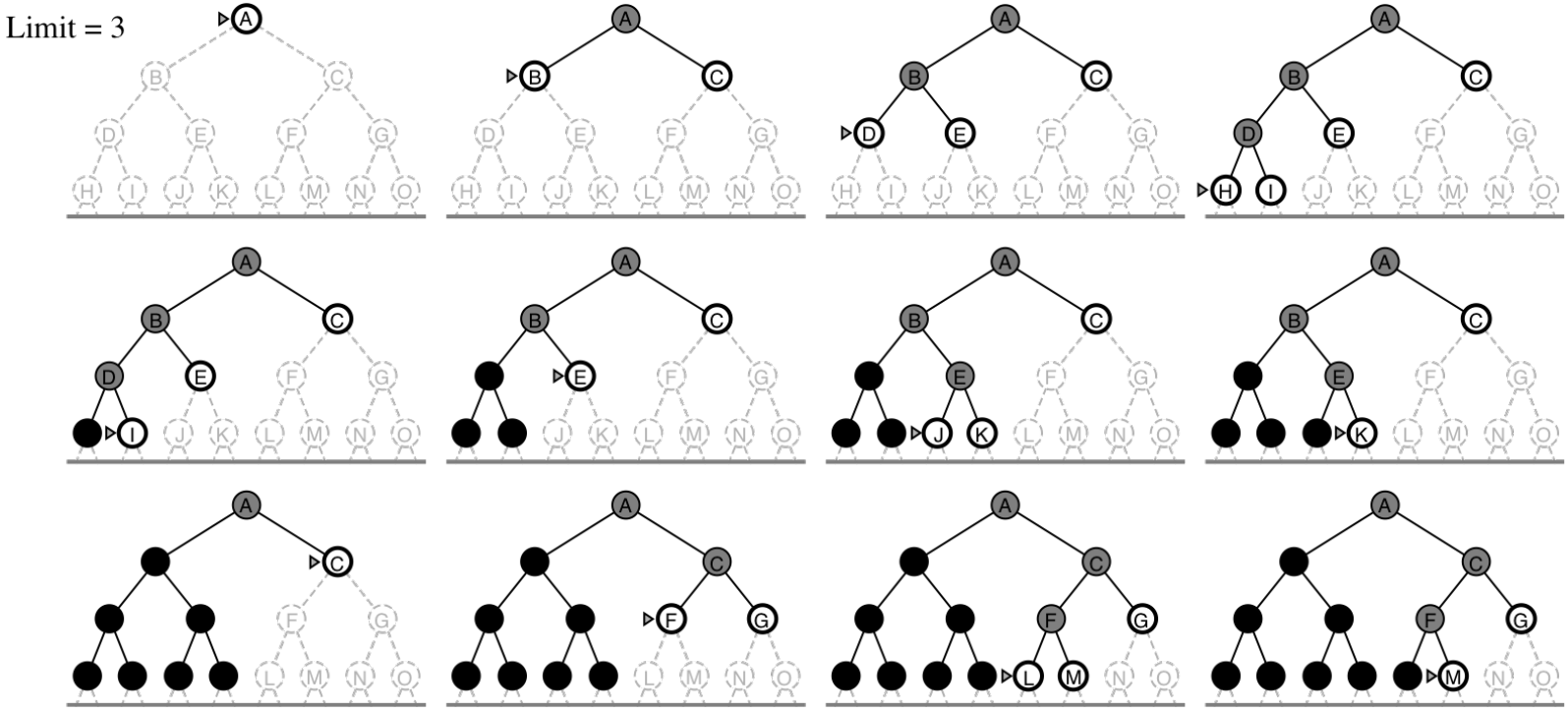
# Iterative deepening

- Iteratively use depth-limited search with increasing depth



# Iterative deepening

- Iteratively use depth-limited search with increasing depth



Yang perlu diperhatikan adalah **kompleksitas** dalam **ruang** dan **waktu**. Memori komputer terbatas, tapi waktu yang "berkembang" dapat diatasi dengan membiarkan program berjalan lebih lama.

# Informed vs uninformed search

- *Uninformed search*: Hanya bisa membedakan kondisi tujuan (*goals*) dan bukan tujuan (*non goals*)
- *Informed search*: Mengetahui progres menuju solusi optimal

# Program Dinamis

Anda membayar ke sejumlah uang ke kasir. Kasir tersebut kemudian harus memberikan kembalian berupa koin. Berapa denominasi yang harus digunakan agar koin yang diberikan minimum?

Anda dapat menggunakan solusi greedy, i.e. menggunakan pecahan terbesar sebisa mungkin.

**Example (Counter example)**
Diberikan denominasi 1, 5, 10, 20, 25, dan 50 sen, berapa jumlah koin minimum yang diperlukan untuk kembalian 40 sen?

**Example**

Diberikan denominasi 6, 5, dan 1 sen, berapa jumlah koin minimum yang diperlukan untuk kembalian 9 sen?

$$MinNumCoins(9) = \min \begin{cases} MinNumCoins(9-6)+1 = MinNumCoins(3)+1 \\ MinNumCoins(9-5)+1 = MinNumCoins(4)+1 \\ MinNumCoins(9-1)+1 = MinNumCoins(8)+1 \end{cases}$$

$$MinNumCoins(3) = \ ?$$
$$MinNumCoins(4) = \ ?$$
$$MinNumCoins(8) = \ ?$$

# Solusi umum

$$MinNumCoins(money) = \min \begin{cases} MinNumCoins(money - coin_1) + 1 \\ \dots \\ MinNumCoins(money - coin_d) + 1 \end{cases}$$

# Algoritma

```
RecursiveChange(money, coins)
begin
    if money = 0 then
        return 0
    end
    MinNumCoins ← ∞
    for i ← 1 to |coins| do
        if money ≥ coin_i then
            numCoins ← RecursiveChange(money − coin_i, coins)
            if numCoins + 1 < MinNumCoins then
                MinNumCoins ← numCoins + 1
            end
        end
    end
    return MinNumCoins
end
```

**Algoritma tersebut dijamin benar, tetapi bisa menjadi sangat mahal dalam komputasi.**

**Example**

Diberikan denominasi 6, 5, dan 1 sen, berapa jumlah koin minimum yang diperlukan untuk kembalian 76 sen?

**Example**

Diberikan denominasi 6, 5, dan 1 sen, berapa jumlah koin minimum yang diperlukan untuk kembalian 76 sen?

**Solusi**

Untuk kombinasi 69 sen, kita akan menghitung 6 kali.

Untuk kombinasi 30 sen, kita akan menghitung triliunan kali!

Gunakan **memoization**, i.e. ***lookup table***.

# Memoization

**Example**

Diberikan denominasi 6, 5, dan 1 sen, berapa jumlah koin minimum yang diperlukan untuk kembalian 9 sen?

**Solusi**

| money | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MinNumCoins | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | ... |

# Algoritma program dinamis

```
DPChange(money, coins)
begin
    MinNumCoins(0) ← 0
    for m ← 1 to money do
        MinNumCoins(m) ← ∞
        for i ← 1 to |coins| do
            if m ≥ coin_i then
                if MinNumCoins(m - coin_i) + 1 < MinNumCoins(m) then
                    MinNumCoins(m) ← MinNumCoins(m - coin_i) + 1
                end
            end
        end
    end
    return MinNumCoins(money)
end
```

**“Programming” dalam “Dynamic Programming” tidak ada hubungannya dengan bahasa pemrograman!**

# Aplikasi program dinamis

- *Sequence alignment* dalam bioinformatika
- *Viterbi algorithm* untuk *hidden Markov models*
- Metode *value iteration* dalam *reinforcement learning*

# Pertemuan berikutnya

- Uniform Cost Search
- Informed Search
- A*

Beberapa materi dari salindia ini diadaptasi dari Caltech CS154 dan Stanford CS221.

Terima kasih