

# CSCM603130: Sistem Cerdas Perkenalan AI

Fariz Darari, Aruni Yasmin Azizah

Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Indonesia

2019/2020 • Semester Ganjil



# Outline

- 1 Apakah itu Sistem Cerdas?
  - Berpikir seperti manusia
  - Bertindak seperti manusia
  - Berpikir secara rasional
  - Bertindak secara rasional
  
- 2 Landasan & Sejarah AI
  - Landasan AI
  - Sejarah AI



# Outline

- 1 Apakah itu Sistem Cerdas?
  - Berpikir seperti manusia
  - Bertindak seperti manusia
  - Berpikir secara rasional
  - Bertindak secara rasional
  
- 2 Landasan & Sejarah AI
  - Landasan AI
  - Sejarah AI



# Beberapa definisi AI

Apa itu **Artificial Intelligence**?



# Beberapa definisi AI

Apa itu **Artificial Intelligence**?

- “The exciting new effort to make computers think ... **machines with minds**, in the full and literal sense.” (Haugeland, 1985)
- “The study of **mental** faculties through the use of **computational models**.” (Charniak & McDermott, 1985)
- “The art of creating machines that **perform functions** that require intelligence when **performed by people**.” (Kurzweil, 1990)
- “AI... is concerned with **intelligent behaviour in artifacts**.” (Nilsson, 1998)



## Perbedaan definisi AI

- Apa tujuannya: **membangun sistem** vs. **memahami manusia**
- Apakah ukuran keberhasilannya: *human intelligence* vs. *ideal intelligence (rationality)*
- **rational** = melakukan hal yang benar, tepat (tidak harus sama dengan manusia)
- Apakah yang menjadi fokus perhatian: **reasoning** (penalaran) vs. **behaviour** (perilaku)



## Perbedaan definisi AI

- Apa tujuannya: **membangun sistem** vs. **memahami manusia**
- Apakah ukuran keberhasilannya: *human intelligence* vs. *ideal intelligence (rationality)*
- **rational** = melakukan hal yang benar, tepat (tidak harus sama dengan manusia)
- Apakah yang menjadi fokus perhatian: **reasoning** (penalaran) vs. **behaviour** (perilaku)

Bedakan:

membuat komputer cerdas  $\neq$  membuat simulasi kecerdasan



# Outline

- 1 Apakah itu Sistem Cerdas?
  - Berpikir seperti manusia
  - Bertindak seperti manusia
  - Berpikir secara rasional
  - Bertindak secara rasional
  
- 2 Landasan & Sejarah AI
  - Landasan AI
  - Sejarah AI





## Berpikir seperti manusia

- Bagaimanakah **manusia** berpikir?
- Melalui introspeksi diri? – “**armchair philosophy**”
- Perlu teori **ilmiah** mengenai proses internal dan mekanisme otak
- Eksperimentasi psikologis
- Identifikasi data neurologi
- Dipelajari dalam **Cognitive Science** dan **Cognitive Neuroscience**



## Berpikir seperti manusia

- Bagaimanakah **manusia** berpikir?
- Melalui introspeksi diri? – “**armchair philosophy**”
- Perlu teori **ilmiah** mengenai proses internal dan mekanisme otak
- Eksperimentasi psikologis
- Identifikasi data neurologi
- Dipelajari dalam **Cognitive Science** dan **Cognitive Neuroscience**

Sampai sekarang...

Belum ada teori yang bisa menjelaskan kecerdasan manusia secara umum!



# Outline

## 1 Apakah itu Sistem Cerdas?

- Berpikir seperti manusia
- Bertindak seperti manusia
- Berpikir secara rasional
- Bertindak secara rasional

## 2 Landasan & Sejarah AI

- Landasan AI
- Sejarah AI



## Bertindak seperti manusia: Turing Test



Alan Turing



## Bertindak seperti manusia: Turing Test



Alan Turing

- Pada th. 1950, Alan Turing mengusulkan untuk menggantikan pertanyaan “Can machines think?” dengan “Are there imaginable digital computers which would *do well in the imitation game*?” (or, “Can machines behave like humans?”)
- Tujuannya: untuk memungkinkan pendekatan ilmiah – lakukan percobaan, lihat perilakunya, bukan proses di belakangnya.
- Turing mengusulkan suatu proses ujicoba yang sekarang dikenal sebagai **Turing Test**



- └ Apakah itu Sistem Cerdas?
- └ Bertindak seperti manusia

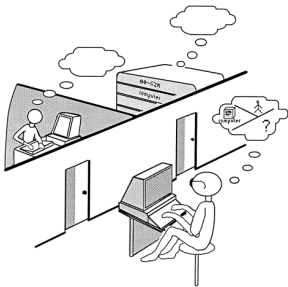
# Turing Test



Seorang juri (manusia)  
berusaha membedakan  
antara manusia dan  
komputer



# Turing Test



Seorang juri (manusia)  
berusaha membedakan  
antara manusia dan  
komputer

- Mengantisipasi semua wacana utama AI untuk 60 tahun ke depan: KRR, ML, NLP, dll.
- Turing Test → Loebner Prize
- Meskipun Turing Test sangat penting sebagai motivasi AI, secara praktis tidak digarap dengan serius.



# Outline

## 1 Apakah itu Sistem Cerdas?

- Berpikir seperti manusia
- Bertindak seperti manusia
- Berpikir secara rasional
- Bertindak secara rasional

## 2 Landasan & Sejarah AI

- Landasan AI
- Sejarah AI





## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.
  - Bagaimana dengan penguin?



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.
  - Bagaimana dengan penguin?
- Ahli matematika dan logika merumuskan **notasi formal** untuk menyatakan berbagai fakta tentang dunia:



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.
  - Bagaimana dengan penguin?
- Ahli matematika dan logika merumuskan **notasi formal** untuk menyatakan berbagai fakta tentang dunia:
  - “Si Budi itu yaa, apa aja dimakan deh!”



## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.
  - Bagaimana dengan penguin?
- Ahli matematika dan logika merumuskan **notasi formal** untuk menyatakan berbagai fakta tentang dunia:
  - "Si Budi itu yaa, apa aja dimakan deh!"
  - Budi menyenangi semua jenis makanan.





## Berpikir secara rasional: pendekatan logika

- Aristotle adalah orang pertama yang berusaha mengungkapkan **pikiran yang benar**, melalui proses penalaran dan logika.
- Syllogism: langkah menyimpulkan pengetahuan **baru** (proposition) dari pengetahuan yang **diamati** (premis).  
Contoh:
  - Perkutut adalah sejenis burung.
  - Semua jenis burung bisa terbang.
  - Perkutut bisa terbang.
  - Bagaimana dengan penguin?
- Ahli matematika dan logika merumuskan **notasi formal** untuk menyatakan berbagai fakta tentang dunia:
  - "Si Budi itu yaa, apa aja dimakan deh!"
  - Budi menyenangkan semua jenis makanan.
  - $\forall X : \text{adalah}(X, \text{makanan}) \implies \text{senang}(\text{budi}, X)$



## Berpikir secara logika vs. berpikir seperti manusia

Proses penalaran dengan logika adalah *konsep ideal*.

- **Tantangan 1:** Tidak mudah menyatakan **pengetahuan informal** dalam **notasi formal**.
- **Tantangan 2:** Walaupun mungkin, mekanisme penalaran formal ini memiliki **computational cost** yang sangat mahal.



# Outline

## 1 Apakah itu Sistem Cerdas?

- Berpikir seperti manusia
- Bertindak seperti manusia
- Berpikir secara rasional
- Bertindak secara rasional

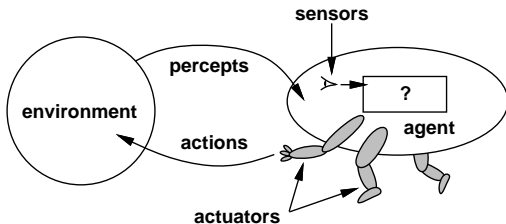
## 2 Landasan & Sejarah AI

- Landasan AI
- Sejarah AI



## Bertindak secara rasional: konsep agent

- **Agent**: sebuah sistem yang mempersepsi lingkungan (melalui sensor) dan mengambil tindakan yang mempengaruhi lingkungan (melalui actuator).
  - otonom, beradaptasi, memiliki dan berusaha mencapai tujuan.
- **Rational agent**: agent yang melakukan tindakan untuk mencapai hasil yang “**terbaik**” (*the best outcome, or the best expected outcome*).
  - Dengan berbagai kemungkinan pendekatan: penalaran logika, penalaran probabilistik, pemelajaran mesin, ...



# Outline

- 1 Apakah itu Sistem Cerdas?
  - Berpikir seperti manusia
  - Bertindak seperti manusia
  - Berpikir secara rasional
  - Bertindak secara rasional
  
- 2 Landasan & Sejarah AI
  - Landasan AI
  - Sejarah AI



# Outline

## 1 Apakah itu Sistem Cerdas?

- Berpikir seperti manusia
- Bertindak seperti manusia
- Berpikir secara rasional
- Bertindak secara rasional

## 2 Landasan & Sejarah AI

- Landasan AI
- Sejarah AI



## Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Filsafat (428 SM - )**: penalaran secara mekanik dan komputasional (Aristotle, Hobbes, da Vinci), pikiran vs. otak fisik (Descartes), keputusan rasional dalam aktivitas dunia nyata (Mill)



## Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Filsafat (428 SM - )**: penalaran secara mekanik dan komputasional (Aristotle, Hobbes, da Vinci), pikiran vs. otak fisik (Descartes), keputusan rasional dalam aktivitas dunia nyata (Mill)
- **Matematika (800 SM - )**: perumusan komputasi pikiran (Boole), batasan komputasi (Gödel), representasi fakta tak lengkap: teori probabilitas (Fermat, Pascal, Bernoulli, Laplace, Bayes)





## Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Filsafat (428 SM - )**: penalaran secara mekanik dan komputasional (Aristotle, Hobbes, da Vinci), pikiran vs. otak fisik (Descartes), keputusan rasional dalam aktivitas dunia nyata (Mill)
- **Matematika (800 SM - )**: perumusan komputasi pikiran (Boole), batasan komputasi (Gödel), representasi fakta tak lengkap: teori probabilitas (Fermat, Pascal, Bernoulli, Laplace, Bayes)
- **Ekonomi (1776 - )**: memaksimalkan hasil dengan usaha minim (Adam Smith), berstrategi menghadapi “lawan” → game theory (Von Neumann, Morgenstern)



# Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Filsafat (428 SM - )**: penalaran secara mekanik dan komputasional (Aristotle, Hobbes, da Vinci), pikiran vs. otak fisik (Descartes), keputusan rasional dalam aktivitas dunia nyata (Mill)
- **Matematika (800 SM - )**: perumusan komputasi pikiran (Boole), batasan komputasi (Gödel), representasi fakta tak lengkap: teori probabilitas (Fermat, Pascal, Bernoulli, Laplace, Bayes)
- **Ekonomi (1776 - )**: memaksimalkan hasil dengan usaha minim (Adam Smith), berstrategi menghadapi “lawan” → game theory (Von Neumann, Morgenstern)
- **Neuroscience (1861 - )**: bagaimana cara kerja otak? Jaringan neuron dengan paralelisme luar biasa



# Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- Psikologi (1879 - ): bagaimana manusia (dan hewan) berpikir dan bertindak? behaviourism, cognitive science



# Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Psikologi (1879 - )**: bagaimana manusia (dan hewan) berpikir dan bertindak? behaviourism, cognitive science
- **Rekayasa komputer (1940 - )**: bagaimana membangun komputer lebih cepat / efisien



# Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- **Psikologi (1879 - )**: bagaimana manusia (dan hewan) berpikir dan bertindak? behaviourism, cognitive science
- **Rekayasa komputer (1940 - )**: bagaimana membangun komputer lebih cepat / efisien
- **Teori kendali (1948 - )**: otonomi, self-regulating feedback



# Bidang-bidang ilmu yang mendasari AI (1)

- Psikologi (1879 - ): bagaimana manusia (dan hewan) berpikir dan bertindak? behaviourism, cognitive science
- Rekayasa komputer (1940 - ): bagaimana membangun komputer lebih cepat / efisien
- Teori kendali (1948 - ): otonomi, self-regulating feedback
- Ilmu bahasa (linguistics) (1957 - ): hubungan bahasa dengan kecerdasan, computational linguistics



# Outline

## 1 Apakah itu Sistem Cerdas?

- Berpikir seperti manusia
- Bertindak seperti manusia
- Berpikir secara rasional
- Bertindak secara rasional

## 2 Landasan & Sejarah AI

- Landasan AI
- Sejarah AI



# Prasejarah AI (1943-1956)

- McCulloch & Pitts (1943): model neuron untuk operasi logika Boolean
- Hebbian learning (1949): formalisasi pembelajaran melalui modifikasi jaringan neuron
- Turing (1950): *Computing Machinery and Intelligence*
- Minsky & Edmonds (1951): komputer *neural network* pertama





# Lahirnya AI (1956)

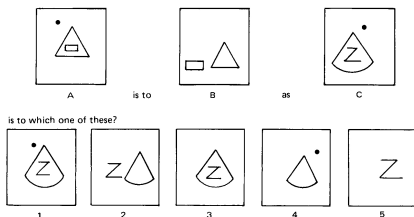
- Dartmouth Conference (1956): istilah AI pertama kali digunakan oleh John McCarthy
- Logic Theorist (Newell, Simon & Shaw, 1957): program pertama yang bernalar
- LISP (McCarthy, 1958)
- Geometry Theorem Prover (Gelernter, 1959)
- General Problem Solver (Newell & Simon, 1961): program pertama yang menggunakan pendekatan **think like humans**.
- AI mulai berkembang di MIT, Stanford, CMU, IBM



## ABG: AI Baru Gede (1952 - awal 70an)

Banyak sukses di bidang-bidang kecil (**Microworlds**):

- SAINT (Slagle, 1963): kalkulus integral
- ANALOGY (Evans, 1968): problem geometrik pada IQ test
- STUDENT (Bobrow, 1967): algebra story problems
- Blocks world (awal 70an): computer vision, constraint propagation, NLP, planning



Contoh persoalan ANALOGY (Evans, 1968)



# Terhantam tembok kompleksitas (1966 - 1973)

Muncul berbagai masalah:

- Machine Translation



## Terhantam tembok kompleksitas (1966 - 1973)

Muncul berbagai masalah:

- Machine Translation

“the spirit is willing, but the flesh is weak”



## Terhantam tembok kompleksitas (1966 - 1973)

Muncul berbagai masalah:

- Machine Translation

“the spirit is willing, but the flesh is weak”

English → Russian → English



# Terhantam tembok kompleksitas (1966 - 1973)

Muncul berbagai masalah:

- Machine Translation
  - “the spirit is willing, but the flesh is weak”
  - English → Russian → English
  - “the vodka is good, but the meat is rotten”
- Combinatorial explosion: intractability!
- Lighthill report: pengucuran dana riset berhenti
- Minsky & Papert 1969: Perceptrons



# Knowledge-based systems (1969 - 1979)

Pentingnya **domain knowledge** dan representasinya alih-alih mekanisme generik ("**weak methods**"):

- Expert systems:
  - DENDRAL (Buchanan 1969)
  - MYCIN (Shortliffe dkk, 1976)
- Knowledge representation:
  - Scripts (Schank & Abelson, 1977)
  - Frames (Minsky, 1975)



# AI menjadi industri → bisnis! (1980 - )

- R1 - Digital Equipment (McDermott, 1982): expert system untuk konfigurasi sistem komputer.
- Muncul banyak sistem AI praktis.
- Jepang dengan proyek “Fifth Generation”: komputer berbasis Prolog
- akhir 80-an sempat “paceklik”...





# Kondisi AI sekarang

- The return of **neural networks**: Hinton, Rumelhart, McClelland
- AI menjadi **science**: kerangka ilmiah, dasar teori, ujicoba & eksperimentasi (bukan ABG lagi!)
- Pendekatan statistik membawa hasil konkrit: **data mining**, **information retrieval**, **probabilistic reasoning**
- Jargon yang menjadi trends: intelligent agents, deep learning, machine ethics, dll.
- Symbolic AI (i.e. knowledge representation & inference) kembali diminati: **semantic web**



# Ringkasan

## Perkenalan AI

- Dimensi definisi AI: penalaran vs. perilaku, human vs. ideal rational
- Landasan ilmu AI: filsafat, matematika, ekonomi, neuroscience, psikologi, rekayasa komputer, teori kendali, linguistik
- Sejarah AI berkembang dari tahun 1940-an hingga kini menjadi **ilmu** dengan berbagai sub-bidang dan **industri** dengan banyak aplikasi

