

KULIAH I

PENDAHULUAN

I.1. Mengapa Jaringan Syaraf Tiruan

Beberapa tugas dapat dengan mudah dikerjakan oleh manusia, tetapi “SULIT” dilakukan oleh mesin Von Neuman dengan paradigma konvensional melalui pendekatan algoritmik, mis:

- Pattern recognition (hand-written characters)
- Content addressable recall
- Approximate, common sense reasoning (driving, playing piano, baseball player)

Tugas2 ini kadang sulit didefinisikan, hanya berdasarkan pengalaman, secara logika sulit diaplikasikan

Von Neumann machine	Human Brain
<ul style="list-style-type: none">• Satu atau lebih processor dgn kecepatan tinggi (ns) dengan kekuatan komputasi yang sangat baik• Satu atau lebih bus kecepatan tinggi untuk komunikasi.• Akses memori sekuensial melalui alamatnya• Pengetahuan penyelesaian masalah terpisah dari komponen komputasi• Sulit untuk diadaptasi	<ul style="list-style-type: none">• Large $\approx (10^{12})$ prosesor kecepatan rendah (ms) dengan kemampuan komputasi terbatas• Large $\approx (10^{18})$ koneksi kecepatan rendah• Memanggil (recall) beralamat-kan konten (Content address-able recall (CAM))• Pengetahuan penyelesaian masalah menetap pada konektivitas neuron-2• Adaptasi melalui perubahan konektivitas

I.2 Jaringan Syaraf Biologi dan Tiruan

I.2.1 Jaringan Syaraf Biologi

Otak Manusia:

- Struktur yang kompleks dan memiliki kemampuan yang luar biasa
- Terdiri dari neuron2 dan penghubung yang disebut **sinapsis**

Neuron bekerja berdasarkan impuls/sinyal yang diberikan pada neuron, kemudian diteruskan ke neuron yang lain.

Jumlah neuron: 10^{12} ; sinapsis: 6×10^{18}

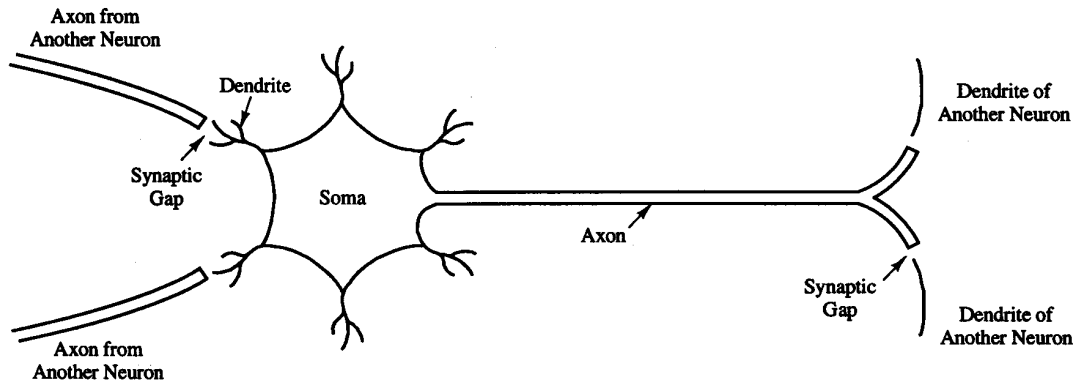
Dengan jumlah yang demikian banyak: otak mampu mengenali pola, melakukan perhitungan dan mengontrol organ2 dengan kecepatan tinggi.

Sebagai perbandingan: pengenalan wajah seseorang yang sedikit berubah (mis: memakai topi, memiliki kumis. dll) akan lebih cepat dilakukan manusia dibandingkan komputer digital.

Pada waktu lahir, otak manusia mempunyai struktur yang menakjubkan karena kemampuannya membentuk sendiri aturan2/pola2 berdasarkan pengalaman yang diterima. Jumlah dan kemampuan neuron berkembang seiring dengan pertumbuhan fisik manusia, terutama pada usia 0-2 thn. Pada usia 2 tahun, terbentuk 1 juta sinapsi per detiknya.

Neuron memiliki tiga komponen utama: ***Dendrit, Soma, Axon.***

Dendrit: menerima sinyal dari neuron lain. Sinyal dikirim melalui celah sinapsis melalui proses kimiawi. Sinyal kemudian dimodifikasi (diperkuat/diperlemah) dicelah sinapsis; kemudian ***Soma:*** menjumlahkan semua sinyal yang masuk. Jika jumlahnya cukup kuat dan melebihi batas ambang (***threshold***) , maka sinyal tersebut dikirim ke sel lain melalui ***Axon***



Neuron Biologi merupakan system “FAULT-Tolerance” dalam dua hal:

- Manusia dapat mengenali sinyal input yang agak berbeda dari yang diterima sebelumnya. Sebagai contoh: manusia sering mengenali wajah seseorang yang wajahnya pernah dilihat dari foto, atau dapat mengenali seseorang yang wajahnya agak berbeda, karena sudah lama tidak dijumpainya
- Otak manusia tetap mampu bekerja meskipun beberapa neuronnya tidak mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah neuron rusak, neuron yang lain kadang2 dapat dilatih untuk menggantikan fungsi sel yang rusak tersebut.

I.2.2 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

JST adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi.

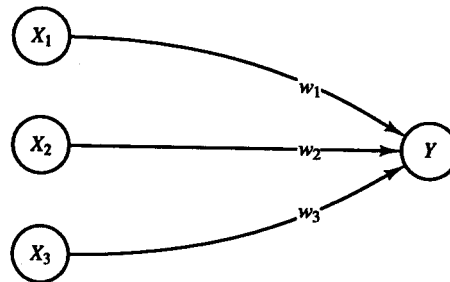
JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

- ▶ Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron)
- ▶ Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung2
- ▶ Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal
- ▶ Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang (**threshold**)

JST dikarakteriskan oleh 3 hal berikut:

- ▶ Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan)
- ▶ Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/learning/algortma*)
- ▶ Fungsi aktivasi

Sebagai contoh: neuron Y pada gambar berikut:



Y menerima input dari neuron x_1 , x_2 , dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1 , w_2 , dan w_3 . Ketiga sinyal neuroan yang ada kemudian dijumlahkan:

$$\text{net} = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$$

Besarnya sinyal yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi $y = f(\text{net})$.

Jika nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan.

Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mengubah robot.

1.3 Sejarah JST

- Permodelan aktivitas biologis manusia dimulai pada abad ke-17 (studi tentang kerja jantung)
- Studi dasar mengenai jaringan neural terjadi pada akhir abad ke-19 dan awal abad 20.
- Studi bersifat interdisipliner, melibatkan fisika, psikologi, dan neuropsikologi.
- Ilmuwan yang terlibat : Hermann von Helmholtz, Ernst Mach, dan Ivan Pavlov

- Pandangan modern mengenai jaringan neural muncul di tahun 1940-an melalui karya Warren McCulloch dan Walter Pitts, yang memperlihatkan *bahwa jaringan neuron artifisial, secara prinsipil, dapat menghitung segala fungsi aritmatik dan logika.*
- Donald Hebb mengikuti dengan mengajukan konsep mekanisme belajar pada neuron biologis.
- Aplikasi JST praktis pertama muncul di akhir tahun 1950-an, melalui penemuan jaringan perseptron dan aturan belajar terasosiasi dari Frank Rosenblatt.

Di tahun yang sama, Bernard Widrow dan Ted Hoff memperkenalkan algoritma belajar baru, yang masih dipakai hingga sekarang.

- Pada tahun 1969, Marvin Minsky dan Seymour Papert menunjukkan sejumlah keterbatasan inherent pada jaringan Rosenblatt dan Widrow. Pada saat itu, sejumlah orang meyakini bahwa penelitian JST sudah berakhir.
- Keraguan pada masa itu (tahun 60-an) muncul karena minimnya ide baru dan kinerja komputer
- Penelitian JST ternyata berlanjut pada tahun 70-an, ketika Teuvo Kohonen dan James Anderson secara terpisah mengembangkan JST baru yang dapat berfungsi sebagai memori.
- Tahun 80-an muncul komputer-komputer berkinerja tinggi (untuk saat itu) dan penelitian JST meningkat secara dramatis.
- Stephen Grossberg (1976) juga sangat aktif meneliti jaringan *self-organizing*.
- John Hopfield (1982) memperkenalkan konsep mekanika statistik, yang digunakan untuk menerangkan jaringan *recurrent*, yang dapat difungsikan sebagai memori.
- Kunci kemajuan ke dua di tahun 1980-an adalah ditemukannya algoritma backpropagation untuk melatih perseptron *multi-layer* oleh sejumlah peneliti. Publikasi algoritma yang paling berpengaruh ditulis oleh David Rumelhart dan James McClelland. Algoritma ini merupakan jawaban terhadap kritik Minsky dan Papert (1960)

- Penelitian terus berlanjut. Konsep, algoritma, dan arsitektur JST baru bermunculan. *Apa yang akan terjadi 20 tahun kemudian ?*

1.2 Aplikasi JST

Pada tahun 1988 DARPA Neural Network Study membuat daftar berbagai aplikasi JST, yang diawali dengan aplikasi *adaptive channel equalizer* (1984), yang merupakan jaringan neuron-tunggal untuk sistem telepon jarak jauh, untuk menstabilkan sinyal suara. Alat ini mengalami kesuksesan luar biasa dalam industri.

Di samping itu, beberapa aplikasi JST:

Pengenalan pola (pattern recognition)

JST dapat dipakai untuk mengenali pola (mis angka, huruf, suara, atau tanda tangan) yang sudah sedikit berubah. Hal ini mirip dengan otak manusia yang masih mampu mengenali orang yang sudah beberapa waktu tidak dijumpainya

Pengolahan sinyal

JST (model ADALINE) dapat dipakai untuk menentukan noise dalam saluran telepon

Peramalan

JST juga dapat digunakan untuk meramalkan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan pola kejadian di masa lampau. Hal ini dapat dilakukan mengingat kemampuan JST untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya

Aplikasi-aplikasi lain :

Aerospace

Otopilot pesawat terbang akurasi tinggi, simulasi jalur penerbangan, sistem pengendali pesawat, simulasi komponen pesawat terbang, detektor kerusakan komponen pesawat

Otomotif

Sistem pemandu otomatis, penganalisis aktivitas pengemudi

Perbankan

Pembaca cek dan dokumen, evaluasi aplikasi kredit

Pertahanan

Pengendali senjata, penjejak target, diskriminasi objek, pengenalan wajah, sensor-sensor baru, sonar, radar dan pengolahan sinyal citra (termasuk data kompresi), ekstraksi ciri, peredam derau, identifikasi sinyal / citra

Elektronik

Prediksi sekuens kode, tata letak *integrated circuit*, kontrol proses, analisis kerusakan chip, *machine vision*, sintesis suara, permodelan nonlinier.

Hiburan

Animasi, efek khusus, prakiraan pasar

Keuangan

Taksiran harga properti, penasihat kredit, pemeriksaan hipotik, *corporate bond rating*, analisis kredit, program penjualan portofolio, analisis finansial keuangan, prediksi harga valuta

Asuransi

Evaluasi aplikasi polis, optimisasi produksi

Manufaktur

Kontrol proses, analisis dan disain produk, diagnosis mesin dan proses, identifikasi partikel (*real time*), sistem inspeksi kualitas (visual), pembungkusan, analisis kualitas, dll

Medis

analisis sel kanker, analisis EEG dan ECG, disain prostesis, optimisasi waktu transplantasi, reduksi pengeluaran rumah sakit, peningkatan kualitas RS.

Migas

Eksplorasi

Robotik

Kontrol trajektori, robot pengangkat, sistem penglihatan

Percakapan

Pengenalan percakapan, kompresi, klasifikasi huruf, sintesis teks ke percakapan.

Sekuritas

Analisis pasar, *automatic bond rating*, sistem pelaporan perdagangan saham

Telekomunikasi

Kompresi citra dan data, pelayanan informasi otomatis, penterjemah otomatis, sistem pemroses pembayaran rekening

Transportasi

Sistem diagnosis rem, penjadwalan, penentuan rute

I.4 Keterbatasan JST

Meskipun banyak aplikasi dapat dilakukan oleh JST, namun ia memiliki beberapa keterbatasan umum. Keterbatasan utamanya adalah "KETIDAK AKURATAN" hasil yang diperoleh. (karena JST bekerja berdasarkan pola yang terbentuk pada inputnya.