

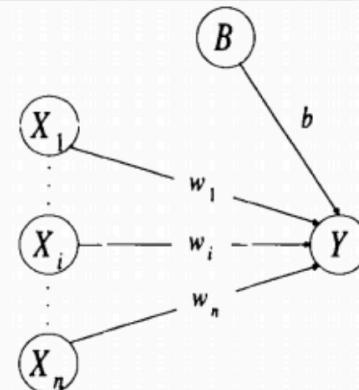
Backpropagation Neural Network

Margaretha Sulistyoningsih, Ph.D

Forward Pass

- * Kita sudah mempelajari forward pass pada pertemuan yang lalu.

$$net = b + \sum_{i=1}^n w_i x_i$$



■ **Figure 8.4.1** A general single-layer neural net for pattern classification.

Consider a bipolar activation function to Y , i.e.

$$f(net) = \begin{cases} 1 & , net \geq 0 \\ -1 & , net < 0 \end{cases} \quad (8.4.2)$$

If Y 's activation is 1, the output unit fires and the pattern x belongs to class C . If the activation is -1 , Y does not fire and x does not belong to C . Thus

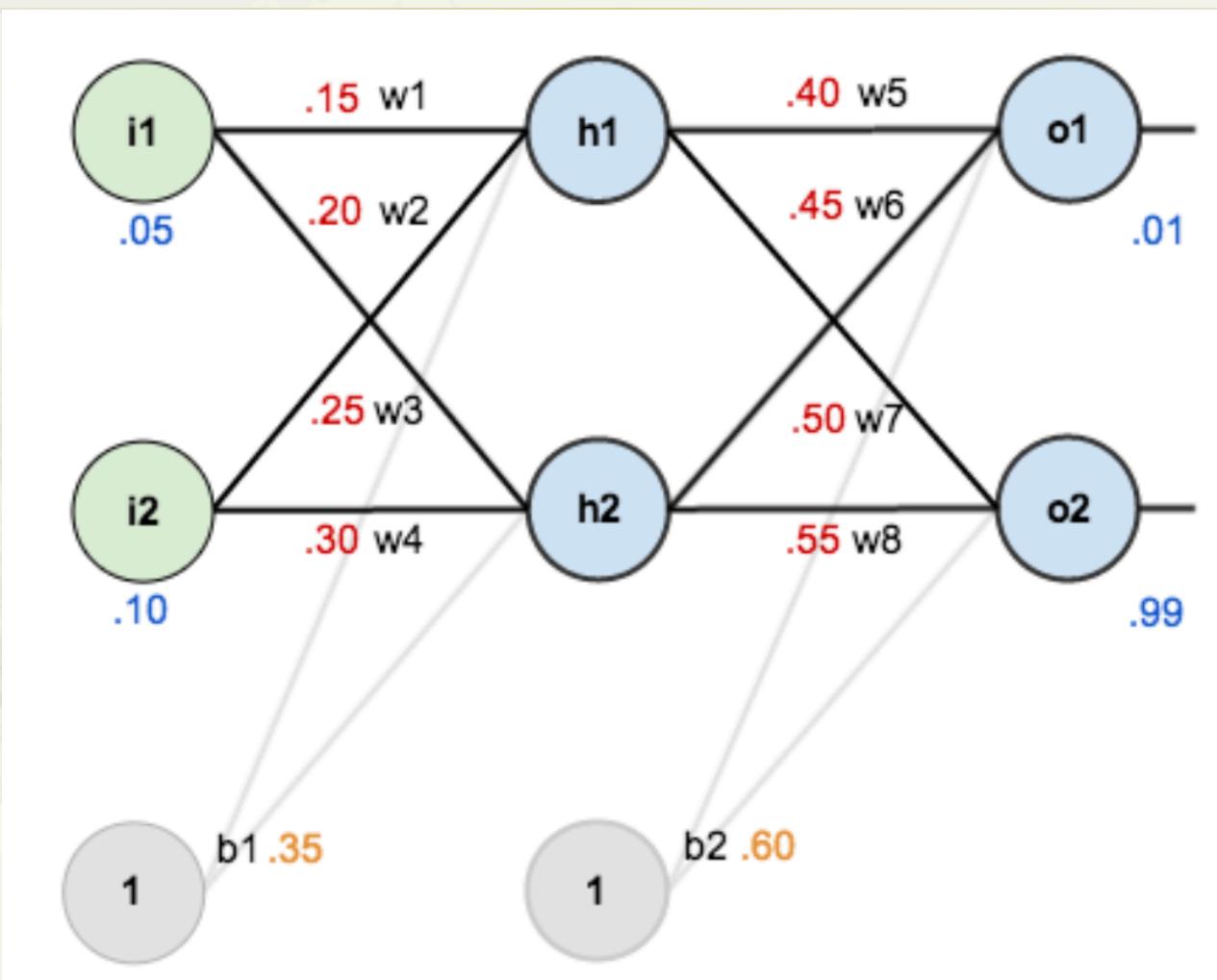
Forward Pass

- * Contoh Soal sudah dikerjakan.
- * Review Soal dan Tugas...

CONTOH SOAL

Contoh Soal dan pembahasannya diambil dari Matt Mazur,
“Step by Step Backpropagation Example”, accessed from
<https://mattmazur.com/2015/03/17/a-step-by-step-backpropagation-example/>, on June 6, 2022

Contoh soal



Forward Pass

$$net_{h1} = w_1 * i_1 + w_2 * i_2 + b_1 * 1$$

$$net_{h1} = 0.15 * 0.05 + 0.2 * 0.1 + 0.35 * 1 = 0.3775$$

$$out_{h1} = \frac{1}{1+e^{-net_{h1}}} = \frac{1}{1+e^{-0.3775}} = 0.593269992$$

$$out_{h2} = 0.596884378$$

Forward Pass

$$net_{o1} = w_5 * out_{h1} + w_6 * out_{h2} + b_2 * 1$$

$$net_{o1} = 0.4 * 0.593269992 + 0.45 * 0.596884378 + 0.6 * 1 = 1.105905967$$

$$out_{o1} = \frac{1}{1+e^{-net_{o1}}} = \frac{1}{1+e^{-1.105905967}} = 0.75136507$$

Dengan cara yang sama menghitung Out02

$$out_{o2} = 0.772928465$$

Menghitung Total Error

- * Menggunakan Squared Error Function dan penjumlahannya:

$$E_{total} = \sum \frac{1}{2}(target - output)^2$$

Menghitung Total Error

$$E_{total} = \sum \frac{1}{2}(target - output)^2$$

$$E_{o1} = \frac{1}{2}(target_{o1} - out_{o1})^2 = \frac{1}{2}(0.01 - 0.75136507)^2 = 0.274811083$$

Dengan cara yang sama menghitung E02

$$E_{o2} = 0.023560026$$

Menghitung Total Error

Total Error untuk Jaringan Syaraf Tiruan ini adalah:

$$E_{total} = E_{o1} + E_{o2} = 0.274811083 + 0.023560026 = 0.298371109$$

Backward Pass

- * Kita akan mengganti bobot-bobot dari neuron-neuronnya untuk memperkecil errornya.
- * Untuk Output Layer:
 - * Penggantian w5. Kita akan lihat, seberapa besar perubahan pada w5 mempengaruhi kesalahan total. Artinya kita menghitung :

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_5}$$

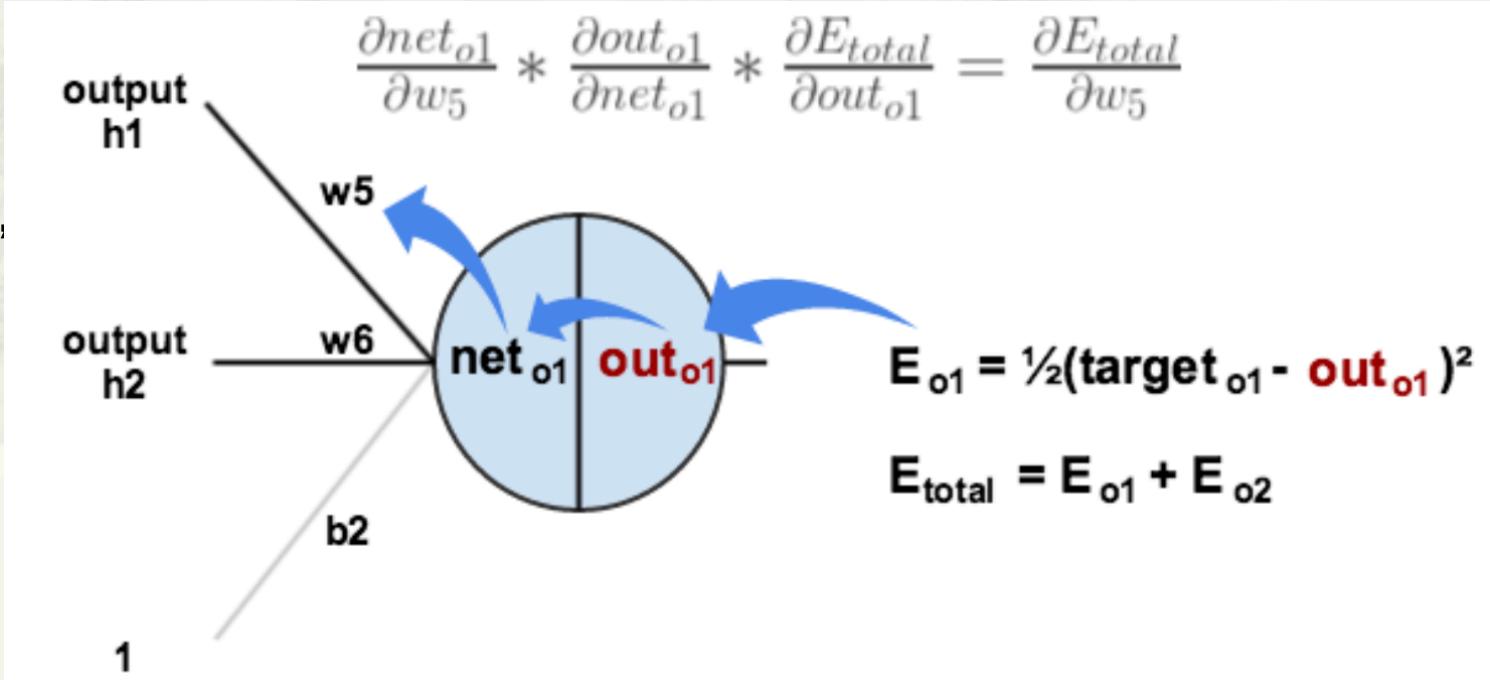
Artinya: turunan parsial Etotal terhadap E5.
Atau gradient Etotal terhadap w5

Backward Pass

- * Dengan menerapkan aturan rantai:

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_5} = \frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} * \frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} * \frac{\partial net_{o1}}{\partial w_5}$$

- Secara visual, aturan rantai ini adalah sbb:



Backward Pass

- * Mari kita hitung masing-masing bagian:
- * Pertama: Berapa perubahan pada total error terhadap output?

$$E_{total} = \frac{1}{2}(target_{o1} - out_{o1})^2 + \frac{1}{2}(target_{o2} - out_{o2})^2$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = 2 * \frac{1}{2}(target_{o1} - out_{o1})^{2-1} * -1 + 0$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = -(target_{o1} - out_{o1}) = -(0.01 - 0.75136507) = \underline{\underline{0.74136507}}$$

Backward Pass

$-(target - out)$ Biasanya ditulis: $out - target$

Mengapa ketika menghitung turunan parsial Etotal terhadap out1, maka turunan parsial terhadap out2 adalah 0 ?

Karena perubahan terhadap Out2 tidak mempengaruhi out1.

Jadi out2 dianggap sebagai konstanta.

Ingin: Turunan dari sebuah konstanta adalah 0.

Backward Pass

Yang kedua kita menghitung:

$$\frac{\partial \text{out}_{o1}}{\partial \text{net}_{o1}}$$

$$\text{out}_{o1} = \frac{1}{1+e^{-\text{net}_{o1}}}$$

$$\frac{\partial \text{out}_{o1}}{\partial \text{net}_{o1}} = \text{out}_{o1}(1 - \text{out}_{o1}) = 0.75136507(1 - 0.75136507) = 0.186815602$$

Darimana? Lihat slide berikutnya!!

Backward Pass

Karena [2] :

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} = \frac{e^x}{1 + e^x},$$

$$\frac{d}{dx} f(x) = \frac{e^x \cdot (1 + e^x) - e^x \cdot e^x}{(1 + e^x)^2} = \frac{e^x}{(1 + e^x)^2} = f(x)(1 - f(x))$$

Backward Pass

Yang ketiga, kita menghitung:

$$\frac{\partial net_{o1}}{\partial w_5}$$

$$net_{o1} = w_5 * out_{h1} + w_6 * out_{h2} + b_2 * 1$$

$$\frac{\partial net_{o1}}{\partial w_5} = 1 * out_{h1} * w_5^{(1-1)} + 0 + 0 = out_{h1} = \underline{0.593269992}$$

Backward Pass

Hasil perhitungan ketiganya dikalikan:

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_5} = \frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} * \frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} * \frac{\partial net_{o1}}{\partial w_5}$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_5} = 0.74136507 * 0.186815602 * 0.593269992 = 0.082167041$$

Backward Pass

Akhirnya, tiba saatnya kita menghitung pengganti w5:

$$w_5^+ = w_5 - \eta * \frac{\partial E_{total}}{\partial w_5} = 0.4 - 0.5 * 0.082167041 = 0.35891648$$

Nilai eta



Adalah nilai yang menunjukkan laju belajar.
Kita gunakan 0.5.

Catatan: Pada ujian, nilai ini akan diberikan.

Backward Pass

Dengan cara yang sama, hitunglah bobot pengganti untuk w6, w7, w8. Hasil akhirnya adalah seperti dibawah ini. Hitunglah step by step, bagaimana cara mendapatkannya!

Pekerjaan anda harus ditulis tangan! Tidak boleh mengcopy pekerjaan orang lain!
Nilai 0 untuk semua mahasiswa yang tulisannya sama.

$$w_6^+ = 0.408666186$$

$$w_7^+ = 0.511301270$$

$$w_8^+ = 0.561370121$$

References

1. Matt Mazur, “Step by Step Backpropagation Example”, accessed from
<https://mattmazur.com/2015/03/17/a-step-by-step-backpropagation-example/>, on June 6, 2022