

### Bagian I

- (Nilai 15) Lakukanlah forward propagation untuk mendapatkan feature map dari suatu layer konvolusi jika diberikan data input ( $\mathbf{x}$ ) berukuran  $6 \times 6 \times 2$  pada suatu layer konvolusi yang memiliki 2 kernel berukuran  $2 \times 2$ . Stride yang digunakan 2, dan tanpa menggunakan padding. Tahap detector dengan ReLU, dan tahap pooling dengan fungsi maksimum dengan kernel berukuran  $2 \times 2$ , tanpa padding, dan stride 1.

*Berikanlah secara eksplisit feature map per tahap dari layer konvolusi tersebut. Berikan juga detail perhitungan setiap nilai feature mapnya.*

Data input  $\mathbf{x}$

1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0

Kernel 1 (bias 0.25)

1	-1
-1	0

-1	0
0	1

### Kernel 2 (bias 0.75)

-1	1
1	-1

0	0
0	-1

Jawab:

Tahap konvolusi:  $= 1 + (6 - 2 + 2 \cdot 0) / 2 = 3 \rightarrow$  hasil 2 feature map karena ada 2 kernel

Ukuran feature map:  $3 \times 3 \times 2$

$1 + -1 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0.25 = 0.25$	$1 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0.25 = 1.25$	$1 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = 0.25$
$1 + 0 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0.25 = 1.25$	$0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = 0.25$	$0 - 1 + 0 + 0 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = -1.75$
$1 + 0 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = 0.25$	$0 + 0 + -1 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = -1.75$	$0 - 1 + -1 + 0 - 1 + 0 + 0 + 0 + 0.25 = -2.75$

$1 + -1 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + -1 + 0.75 = 0.75$	$-1 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + -1 + 0.75 = -0.25$	$-1 + 1 + 0 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = -0.25$
$-1 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + -1 + 0.75 = -0.25$	$0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = 0.75$	$0 + 1 + 0 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = 0.75$
$-1 + 0 + 1 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = -0.25$	$0 + 0 + 1 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = 0.75$	$0 + 1 + 1 + -1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.75 = 1.75$

Kesalahan umum:

- Ukuran feature map:  $3 \times 3 \times 4$ . Tambahkan bias setelah hasil konvolusi antar channel ditambahkan.
- Tidak teliti menghitungnya. Jika tidak ada detail perhitungan, tidak diketahui proses perhitungan tahap konvolusi benar atau tidak.
- Memisahkan perhitungan setiap channel dan kernel, tetapi salah menjumlahkan antar kernel.

Tahap detector: Ukuran feature map:  $3 \times 3 \times 2$

0.25	1.25	0.25
1.25	0.25	0
0.25	0	0

0.75	0	0
0	0.75	0.75
0	0.75	1.75

Tahap maxpooling: Ukuran feature map:  $2 \times 2 \times 2$

1.25	1.25
1.25	0.25

0.75	0.75
0.75	1.75

Kesalahan umum:

- Menjumlahkan kedua feature map. Jumlah feature map ada 2 (dimensi 3) karena 2 kernel.

2. (Nilai 10) Diberikan encoder dari image captioning berupa model CNN dengan arsitektur sebagai berikut (*complex layer terminology*):

- input layer berukuran  $100 \times 100 \times 2$ ,
- satu layer konvolusi dengan 7 kernel berukuran  $6 \times 6$ , dengan padding = 1 dan pergeseran 2 sel, tahap detector dengan ReLU, serta tahap maxpooling dengan kernel berukuran  $5 \times 5$ , tanpa padding, dan pergeseran 2 sel.

Berikanlah jawaban dengan mencantumkan detail perhitungan.

- a. (Nilai 5) Tentukanlah ukuran feature map yang dihasilkan dari layer konvolusi dengan mengisi tabel berikut ini. Detail perhitungan wajib diisi.

Tahap	Detail perhitungan	Ukuran Feature Map
Konvolusi	$V=1+(W-F+2P)/S=1+(100-6+2 \times 1)/2=49$	$49 \times 49 \times 7$
Detector	-	$49 \times 49 \times 7$
Pooling	$V=1+(W-F+2P)/S=1+(49-5+0)/2=23$	$23 \times 23 \times 7$

Kesalahan umum:

- Tidak teliti menghitung ukuran feature map.
- Salah menentukan dimensi ketiga adalah jumlah kernel
- Ukuran feature map hasil feature map selalu 3 dimensi: panjang\*lebar feature map, dan kedalaman menyatakan jumlah kernel.

- b. (Nilai 5) Tentukanlah output shape (ukuran feature map) dan jumlah bobot (trainable parameter) dari image encoder tersebut (shared parameter = True).

Jawab:

Output shape  $23 \times 23 \times 7$

#Param= $7 \times (6 \times 6 \times 2 + 1) = 511$

Kuis 2 IF3270 Pembelajaran Mesin

Semester II 2024-2025

Sifat: Individu, Tutup Buku & Tutup Catatan,

Tanggal: 22 Mei 2025

Waktu: 09.00 - 10.40 WIB (100 menit)

Boleh menggunakan kalkulator (selain dari mobile devices) dan 1 lembar A4 'cheat sheet'

NIM : \_\_\_\_\_

NAMA : \_\_\_\_\_

KELAS: \_\_\_\_\_

---

### Kesalahan umum:

- Salah formula #param. Diminta hanya menghitung jumlah bobot dari image encoder, jadi tidak ada dense layer.
- Perhitungan menambahkan dgn kernel maxpool, seharusnya kernel maxpool tidak ada bobotnya.

---

## **Bagian II**

Bagian II terdiri atas 4 soal.

1. Terdapat arsitektur Neural Network dengan spesifikasi sebagai berikut.

(i) Terdapat 4 fitur input.

(ii) Terdapat 3 hidden layer, dan 1 output layer.

(iii) hidden layer pertama adalah RNN layer terdiri atas 3 neuron, hidden layer kedua adalah RNN terdiri atas 4 neuron, dan hidden layer ketiga adalah dense layer terdiri atas 5 neuron. Kedua RNN layer menggunakan 10 timesteps.

(iv) output layer terdiri atas 2 neuron.

a. Gambarkan arsitektur tersebut dalam **folded network**, namun lengkapi dengan bias. (Nilai 4.5)

b. Hitung berapa banyak parameter yang perlu dipelajari dalam arsitektur tersebut, lengkap dengan rincian angka yang diperhitungkan. (Nilai 4.5)

*Tuliskan jawaban di bagian bawah soal ini atau di balik halaman ini.*

2. Pembelajaran yang memanfaatkan RNN akan digunakan untuk menentukan apakah sebuah kalimat termasuk ujaran kebencian atau bukan. Arsitektur neural network “many-to-one” menerima input yang terdiri atas 2 fitur; kemudian sebuah hidden layer berupa RNN yang terdiri atas 5 neuron, dengan time step 3; dan sebuah output layer terdiri atas 1 neuron.

a. Gambarkan arsitektur neural network tersebut dalam **unfolded network** lengkap dengan bias. Catatan: hidden layer boleh digambarkan dalam sebuah kotak (sel) namun jelas dituliskan banyaknya neuron, input boleh dituliskan dalam vektor namun jelas dituliskan banyaknya fitur. (Nilai 4.5)

b. Hitung berapa banyaknya parameter yang perlu dipelajari dalam arsitektur tersebut, lengkap dengan rincian angka yang diperhitungkan. (Nilai 4.5)

*Tuliskan jawaban di bagian bawah soal ini atau di balik halaman ini.*

Untuk soal nomor 3 Bagian II, gunakan informasi yang disediakan sebagai berikut; untuk arsitektur neural network “many to many (equal input-output)” yang terdiri atas 1 hidden Simple RNN layer dengan 2 neuron dan 1 output layer yang terdiri atas 1 neuron.

(i) pasangan input-output

Input			Output
0.1	0.2	0.3	0.4
0.4	0.5	0.6	0.5
0.7	0.8	0.9	0.6

(ii) semua bobot dari input ke hidden layer berupa RNN adalah 0.1

(iii) semua bobot bias dari input ke hidden layer adalah 0.1

(iv) semua bobot dari hidden neuron timestep  $t-1$  ke timestep  $t$  adalah 0.2

(v) semua bobot dari hidden layer ke output layer adalah 0.3

(vi) semua bobot bias dari hidden layer ke output layer adalah 0.3

(vii) Terdapat 3 timesteps dan diawali dengan  $t=1$ .

(viii) Tabel nilai  $h_0$  :

0
0

(ix) Fungsi aktivasi di hidden layer adalah tanh

(x) Fungsi aktivasi di output layer adalah sigmoid

3. Lakukan forward propagation lengkap dengan angka yang terlibat untuk mendapatkan nilai:

- Neuron pertama di hidden layer untuk  $t=1$ . (Nilai 6)
- Neuron pertama di hidden layer untuk  $t=2$ . (Nilai 6)
- Nilai output layer di timestep = 2. (Nilai 6)

Tuliskan jawaban di bagian bawah soal ini atau di balik halaman ini.

---

4. Dari setiap pernyataan berikut, tentukan apakah pernyataan berikut ini benar atau salah. Jika salah, tuliskan bagian yang salah dan bagaimana pernyataan yang seharusnya. (Nilai 4)

- Banyaknya parameter yang dipelajari pada neural network yang memanfaatkan layer Simple RNN bergantung pada banyaknya timestep yang didefinisikan.
- Pada model encoder-decoder, yang menjadi masukan (input) pada decoder adalah nilai output layer dari hidden layer timestep terakhir bagian encoder, dengan fungsi aktivasi tertentu.
- Hidden layer suatu neural network yang menggunakan RNN dengan fungsi aktivasi tanh, memiliki nilai turunan dalam rentang 0 hingga 1; sehingga jika timestep yang digunakan sangat panjang, tidak akan mempengaruhi nilai gradien ketika pembelajaran untuk updating bobot dilakukan.
- RNN sesuai untuk data dengan urutan data penting, sehingga bobot dari satu timestep ke timestep berikutnya berbeda dan perlu dipelajari.

*Tuliskan jawaban di bagian bawah soal ini atau di balik halaman ini.*

### **Bagian III**

Tentukan apakah pernyataan 1-8 berikut Benar atau Salah. [Nilai 16]

No	Soal	Jawaban
1	Vanishing gradient problem terjadi ketika nilai gradien menjadi sangat kecil sehingga tidak dapat memperbarui bobot jaringan dengan efektif.	<b>BENAR</b> Sesuai definisi Vanishing gradient problem
2	Dalam LSTM, vanishing gradient problem dihilangkan sepenuhnya dan tidak mungkin terjadi.	<b>SALAH</b> LSTM hanya mengurangi risiko, bukan menghilangkannya sepenuhnya.
3	Fungsi aktivasi tanh sering menjadi penyebab utama vanishing gradient problem karena rentang output-nya terbatas.	<b>BENAR</b> Pada fungsi aktivasi tanh turunannya berada dalam rentang 0 hingga 1. Akibatnya, update bobot menjadi sangat kecil, menyebabkan bobot baru sangat mirip dengan bobot lama.
4	LSTM menggunakan fungsi aktivasi ReLU pada cell state untuk mencegah vanishing gradient.	<b>SALAH</b> LSTM umumnya menggunakan tanh dan sigmoid, bukan ReLU.
5	Forget gate berfungsi untuk menambahkan informasi baru ke dalam cell state.	<b>SALAH</b> Fungsi itu milik input gate; forget gate menghapus informasi lama
6	Output gate mengontrol informasi apa yang akan dikeluarkan dari unit LSTM ke langkah waktu berikutnya.	<b>BENAR</b>
7	Cell state pada LSTM memungkinkan informasi mengalir tanpa banyak perubahan dari waktu ke waktu.	<b>BENAR</b>
8	Semua gate dalam LSTM bekerja secara independen dan tidak memengaruhi satu sama lain.	<b>BENAR</b>

9. Diketahui sebuah model LSTM dengan 2 layer sebagai berikut: Input size = 5, Hidden size (LSTM) = 10, Output size (Dense layer) = 2. Masing-masing layer memiliki bias.  
Berapa total jumlah parameter dari model tersebut? [Nilai 4]

Jawaban:

For n unit LSTM from m-dimension input to k-dimension output

Total parameter =  $(m+n+1)*4*n+(n+1)*k$

Input size: m = 5

LSTM unit: n = 10

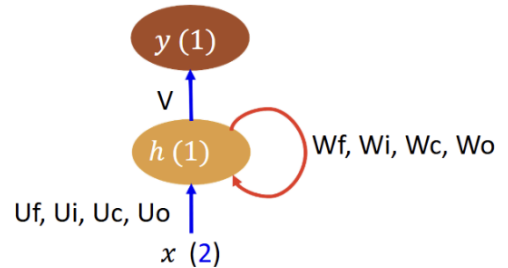
Output size: k = 2

Total parameter =  $(5+10+1)*4*10+(10+1)*2 = 662$



10. Diketahui LSTM dengan arsitektur input dan hidden layer seperti gambar. Perhatikan isi input matriks A dan nilai bobot awal U, W, V, dan bias. Pada hidden layer digunakan fungsi aktivasi tanh, output layer menggunakan sigmoid. Lakukan forward propagation, tuliskan nilai output dari 2 time step. Sertakan perhitungan lengkap. [Nilai 15]

Uf		Wf	bf		A1	A2	Target				
0	1	0.1	-1		0.5	3	0.5				
					1	2	1				
Ui		Wi	bi		ht-1	Ct-1					
1	0	0.2	-1		0	0					
Uc		Wc	bc								
1	1	0.1	-1								
Uo		Wo	bo		V		bhy				
0	0	0.2	-1		0.25		0.1				



Jawaban:

t=1

Hidden layer:

$$f1 = \text{sigmoid}(Uf.x1 + Wf.h0 + bf) = \text{sigmoid}([0 \ 1].[0.5 \ 3]t + [0.1].[0] + (-1)) = \text{sigmoid}(1) = 0.881$$

$$i1 = \text{sigmoid}(Ui.x1 + Wi.h0 + bi) = \text{sigmoid}([1 \ 0].[0.5 \ 3]t + [0.2].[0] + (-1)) = \text{sigmoid}(-0.5) = 0.378$$

$$\sim c1 = \tanh(Uc.x1 + Wc.h0 + bc) = \tanh([1 \ 1].[0.5 \ 3]t + [0.1].[0] + (-1)) = \tanh(2.5) = 0.987$$

$$o1 = \text{sigmoid}(Uo.x1 + Wo.h0 + bi) = \text{sigmoid}([0 \ 0].[0.5 \ 3]t + [0.2].[0] + (-1)) = \text{sigmoid}(-1) = 0.269$$

$$C1 = \sim c1.i1 + f1.C0 = (0.987).(0.378) + (0.881).(0) = 0.373$$

$$h1 = \tanh(C1).o1 = \tanh(0.373).(0.269) = 0.096$$

Output layer:

$$y1 = \text{sigmoid}(V.h1 + bhy) = \text{sigmoid}([0.25].(0.096) + 0.1) = \text{sigmoid}(0.124) = 0.531$$

t=2

Hidden layer:

$$f2 = \text{sigmoid}(Uf.x2 + Wf.h1 + bf) = \text{sigmoid}([0 \ 1].[1 \ 2]t + [0.1].(0.096) + (-1)) = \text{sigmoid}(1.010) = 0.733$$

$$i2 = \text{sigmoid}(Ui.x2 + Wi.h1 + bi) = \text{sigmoid}([1 \ 0].[1 \ 2]t + [0.2].(0.096) + (-1)) = \text{sigmoid}(0.019) = 0.505$$

$$\sim c2 = \tanh(Uc.x2 + Wc.h1 + bc) = \tanh([1 \ 1].[1 \ 2]t + [0.1].(0.096) + (-1)) = \tanh(2.010) = 0.965$$

$$o2 = \text{sigmoid}(Uo.x2 + Wo.h1 + bi) = \text{sigmoid}([0 \ 0].[1 \ 2]t + [0.2].(0.096) + (-1)) = \text{sigmoid}(-0.981) = 0.273$$

$$C2 = \sim c2.i2 + f2.C1 = (0.965).(0.505) + (0.733).(0.373) = 0.761$$

$$h2 = \tanh(C2).o2 = \tanh(0.761).(0.273) = 0.175$$

Output layer:

$$y2 = \text{sigmoid}(V.h2 + bhy) = \text{sigmoid}([0.25].(0.175) + 0.1) = \text{sigmoid}(0.144) = 0.536$$

Kesalahan umum:

- Menghitung output hanya sampai ht, seharusnya sampai yt sesuai arsitektur yang diberikan
- Salah fungsi aktivasi di gate/state