

دانشكده مهندسي كامپيوتر

## تمرین سری ۳ بینایی کامپیوتر

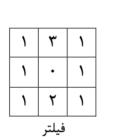
**نام درس** مبانی بینایی کامپیوتر

> **نام دانشجو** زهرا انوریان

نام استاد درس دکتر محمدی

پاییز ۱۳۹۹

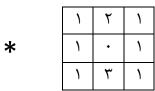
سوال ۱: در شکل زیر ماتریس بالا، فیلتر و ماتریس پایین، تصویر هستند. برای zero-padding چند ردیف صفر به هر سمت از تصویر اضافه میگردد؟ با در نظر گرفتن zero-padding، تصویر را با فیلتر کانوالو کنید. در حالت BOARDER\_REFLECT تصویر را با فیلتر کانوالو کنید و نتیجه را با حالت قبل مقایسه کنید. (۲۰)



١	۲	١	۶					
٧	١	١	١					
٣	١	۲	•					
١	۴	٠	۲					
تصو ب								

پاسخ: ابتدا zero padding را به تصویر اعمال می کنیم و یک دور به اطراف تصویر پیکسلهایی با مقدار صفر اضافه می کنیم و برای کانولوشن نیز باید ابتدا فیلتر را ۱۸۰ درجه بچرخانیم و سپس با تصویر کانوالو کنیم.

٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠	١	٢	١	۶	٠
٠	٧	١	١	١	٠
•	٣	١	٢	٠	٠
٠	١	۴	٠	٢	٠
•	•	•	•	٠	٠



74	١٣	۱۳	۵
۱۵	77	۱٩	18
۲۳	۲۸	11	11
11	٨	11	٢

برای حالت BORDER\_REFLECT نیز باید مانند آینه عمل کنیم و خود عدد مرزی را نیز تکرار کنیم. پس داریم:

١		١	٢	١	۶	۶
١		١	٢	١	۶	۶
٧	,	٧	١	١	١	١
٣	,	٣	١	٢	٠	٠
١		١	۴	٠	٢	٢
١		١	۴	٠	۲٠	٢

	١	۲	١
*	١	٠	١
	١	٣	١

٣٧	۱٩	۲۳	٣١
78	77	۱۹	۲۳
74	۲۸	11	14
۲۳	۲۱	۱۷	۱۲

لازم به ذکر است که راه حل تمام مراحل در عکس زیر درج شده است.

500000	رك العرب عدد و معلان من المار
671110	Vinit als on person Zono pedding
0312.0	
0 0 0 0 0	CONTINUE OF THE
121	له دو ان ان ارتبا معدد ۱۸ ما از ای ا
1 31	14 + 3/40 + 1 5/6 + 0,67 + 15/6 + 201 + -61 + 703 + 101
	3+21 = 24
. 1 12 1	1,2/0,1114741,3414141 : 14147434151
	٠٠٠٨١٠١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١١
	1096 00/10/10/01/02 01/0 2 10103 25
, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	كاسه دعد اين لاجت دروع.
	contestalared + 3 + 3 + 1 + 6 + 9 = 15
	12.5 - 22 - 24 - 12 - 24 - 12 - 25 - 22
Zale Zelebel elele	Ale 2010 1010 203 0061 = 13 +6 = 19
141 + 642 + + 41 + 141	1 1 1 4 4 4 1 4 2 A 1 5 14 4 2 = 16
	عينه يندين كالد .
ada 7.2.16\ a. 6\ a	+9/3+141+4×1+341+441+16+7+23
2	10×1 + 2 = 1 + 1 = 1 + 2 = 14 + 12 = 28
istate2 etcl etclas	مرك م مرا + امل + معلا + كما = 4+2 + The + عليه
141 , 2 41 0 196 , 241	1223 -744 = 11
	Park Total
المه و اما و لاما و المه	16.40 = 7.4 = 11
241 + 142 + 241 + 141 + 4	××++4 = 6+2 = 8
141 + 2+2 + 961 + 4 + 1 +9	
	^ ^
2414.42 = 2	يهند الأمر الامل اهر
24 13 13 5	Law.
15 22 19 16	
25 28 11 11	
	/
	public justición Turpus border - reflect These
1112166	1
1 1 2 1 6 6	Contract services
331200	(1)2(1)
114022	101
114.22	(1)31
1al +1+2 +1al +1al	eght +221 + 7 + 1 + 7 + 3 + 1 + 1 = 15 + 22 = 37
141+262+141+141	2/00101 +7 41 + 341 +141 : 16 + 3 = 19
	25 = 6 = 1 = 1 = 2 = 1 = 1 = 1 = 1 = 23
	age a belotelete 3 + lat + bab = 31 Junior
	·A+, 1x1 + 3x1+3x3+1x1 = 17+9 = 26
	led , 161 + 361 + 361 + 261 + 16+6 = 22
241 + 1 = 2 + 6 = 1 + 1 = 1 +	Al + 141 + 141 + 3 + 2 + 146 = 13 + 6 = 19
late 6.2 + bat + letel	1 ( 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -
741 + 7.2 + 141 + 341	
	+3x++1x1+1x1+1x3+1x4 = 22++ = 34
	+3/++141+141+143+144 = 22+3 + 34
341+142+141+341	194.201,101.4.3.0/1:16.12.28
7x1+1x2+1x1+3x1	14/1201 , 101.0403, 14/1 : 16 12 028
741+142+141+341 141+142+141+1414 141+142+141+241	19/2-201-101-4-3-9/1-16-12-28 19/2-19/1-401-19/2-201-9-2-11 1202-2201-6-8-14 /700
341.142.141.4341. 141.4142.4141.4241. 341.424141.4241.4	1.1962-241-1.121-34-961-1.16-112-228 1.9962-6661-3411-3662-2412-2-2-2-11 1.362-3261
361,6162,6161,6361,6161,6162,6161,6162,6161,6161	23 - 16 - 12 - 14 - 14 - 24 - 24 - 16 - 12 - 23 - 24 - 24 - 24 - 24 - 24 - 24 - 2
3x1+1x2+1x1+3x1.  1x1+1x2+1x1+1x1+  1x1+1x2+1x1+2x1+  3x1+3x2+1x1+1x1+  3x1+3x2+1x1+1x1+  3x1+1x2+2x1+1x1+  3x1+1x2+2x1+1x1+	a 1964-261 - 181 - 1842 2 962 - 28 - 18 - 12 - 28  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181
361,6162,6161,6361,6161,6162,6161,6162,6161,6161	a 1964-261 - 181 - 1842 2 962 - 28 - 18 - 12 - 28  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181
3x1+1x2+1x1+3x1.  1x1+1x2+1x1+1x1+  1x1+1x2+1x1+2x1+  3x1+3x2+1x1+1x1+  3x1+3x2+1x1+1x1+  3x1+1x2+2x1+1x1+  3x1+1x2+2x1+1x1+	a 1964-261 - 181 - 1842 2 962 - 28 - 18 - 12 - 28  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181
341,142,141,4341,  141,4142,141,4241,  341,422,141,4241,  341,422,141,4141,  341,422,441,4141,  341,422,441,4141,4141,4141,4141,4141,414	a 1964-261 - 181 - 1842 2 962 - 28 - 18 - 12 - 28  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  eggt a got 1 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 16 - 18 - 18  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  ggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181  eggt a 1811 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181 - 181
341,142,141,4341,  141,4142,141,4241,  341,422,141,4241,  341,422,141,4141,  341,422,441,4141,  341,422,441,4141,4141,4141,4141,4141,414	1964-261-461-462-461-2662-2842-4612-2842-4612-6284-6284-6284-6284-6284-6284-6284-628
741 112 2 141 143 141 141 141 141 141 141 141 141	engel neet, hat e 40.2 o get 2 16 12 o 28  engel negt 4 41 1 1 get 2 12 1 2 4 2 2 1 1  late a to 1 2 6 o 8 2 1 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 6 o 8 2 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 1 1 1 1 1 2 2 3  enter 2 1 1 1 1 1 1 1 2 2 3  enter 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
741.162.161.361.  144.162.161.361.  144.162.161.261.361.  144.162.161.261.361.  144.162.161.361.361.  144.162.161.361.361.  144.162.161.361.361.361.361.361.361.361.361.361	1996 1201 - 101 140 2 - 106 2 - 28 12 - 28  1992 1994 141 11996 2 120 2 12 2 2 2 11  1202 120 1 2 6 18 2 14  1202 120 1 2 6 18 2 14  1203 1401 1401 110 110 110 110 110 110 110  1203 1204 1204 120 120 120 120 120 120 120  1205 1204 1204 1205 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120
741.162.161.361.  144.162.161.361.  144.162.161.261.361.  144.162.161.261.361.  144.162.161.361.361.  144.162.161.361.361.  144.162.161.361.361.361.361.361.361.361.361.361	engel neet, hat e 40.2 o get 2 16 12 o 28  engel negt 4 41 1 1 get 2 12 1 2 4 2 2 1 1  late a to 1 2 6 o 8 2 1 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 6 o 8 2 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 1 1 1 1 1 2 2 3  get a 40 1 2 1 1 1 1 1 2 2 3  enter 2 1 1 1 1 1 1 1 2 2 3  enter 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

سوال ۲: به صورت مفهومی توضیح دهید دو کرنل زیر چه پردازشی بر روی تصویر انجام میدهند (۱۰)؟

.a

	١	•	-1
.b			
	١		
	۲		
	١		

پاسخ: فیلتر الف خطوط عمودی را برجسته می کند زیرا همانطور که می دانیم این فیلتر نشان می دهد که تصویر سمت راست از چپ تیره تر است پس با اعمال این فیلتر، تصویر حاصل دارای خطوط عمودی برجسته ای است و در فیلتر ب، فیلتر میانگین وزن دار بین هر پیکسل با پیکسلهای اطرافش می گیرد پس تصویر را تار می کند اما به دلیل دو برابر بودن پیکسل وسط نسبت به اطراف، این تارشدگی شدت زیادی ندارد.

سوال  $\mathbf{r}$ : فرض کنید تصویر زیر یک تصویر سطح خاکستری است(محدوده رنگ ممکن بین صفر تا ۲۵۵ است . ( ClipLimit=1 را بر روی این تصویر با اندازه پنجره  $\mathbf{r}$   $\mathbf{r}$  و حالتهای CLAHE و ClipLimit=2 اعمال کنید (۲۰)

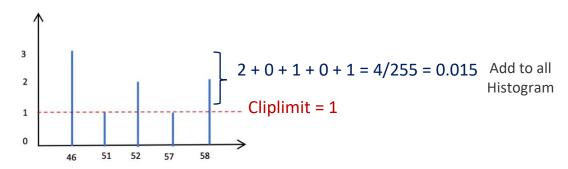
49	۵١	۵۷	۵٩
49	۵۲	۵۸	۶٠
49	۵۲	۵۸	۶٠

**پاسخ**: ابتدا باید هیستوگرام را محاسبه کنیم اما به دلیل زیاد بودن رنگها، همین رنگهای استفاده شده را محاسبه می کنیم.

	46	51	52	57	58	59	60
$n_k$	3	1	2	1	2	1	2

و سپس برای اعمال فیلتر بر روی ٩تا پیکسل سمت چپ تصویر به مرکز α۲ و به دست آوردن CLAHE باید با توجه به نمودار هیستوگرام بدست آمده و همچنین α1 = cliplimit = 1 آن را برش دهیم و مقادیر اضافی را با هم جمع کرده و به هیستوگرام تمام رنگها اضافه می کنیم. پس داریم:

45	۵١	۵٧
49	۵۲	۵۸
49	۵۲	۵۸



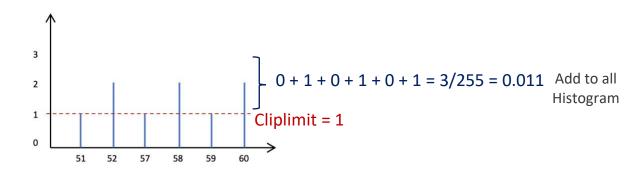
حال باید هیستوگرام را متعادل کنیم. پس داریم:

	0	 45	46	 51	52	•••	57	58	59	60		255
$n_k$	0.015	 0.015	1.015	 1.015	1.015	:	1.015	1.015	0.015	0.015	:	0.015

$\sum n_j$	0.015	 0.69	1.705	:	2.78	3.795	 4.87	5.885	5.9	5.915	 9
$\sum \frac{n_j}{n}$	0.001	 0.077	0.189		0.308	0.421	 0.541	0.653	0.656	0.657	 1
$\frac{(L}{-1)\sum \frac{n_j}{n}}$	0.255	 19.55	48.30		78.77	107.52	 137.98	166.74	167.16	167.59	 255
Round	0	 20	48		79	108	 138	167	167	168	 255

همین کار را برای ۹ تا پیکسل سمت راست تصویر به مرکز ۵۸ انجام میدهیم. پس داریم:

۵١	۵٧	۵٩
۵۲	۵۸	۶٠
۵۲	۵۸	۶۰



حال باید هیستوگرام را متعادل کنیم. پس داریم:

	0	 50	51	52		57	58	59	60	61	•••	255
$n_k$	0.011	 0.011	1.011	1.011		1.011	1.011	1.011	1.011	0.011		0.011
$\sum n_j$	0.011	 0.561	1.572	2.583	:	3.638	4.649	5.66	6.671	6.682		9
$\sum \frac{n_j}{n}$	0.001	 0.062	0.174	0.287		0.404	0.516	0.629	0.741	0.742		1
$(L - 1) \sum \frac{n_j}{n}$	0.255	 15.89	44.54	73.18		103.07	131.72	160.37	189.01	189.32		255
Round	0	 16	45	73		103	132	160	189	189		255

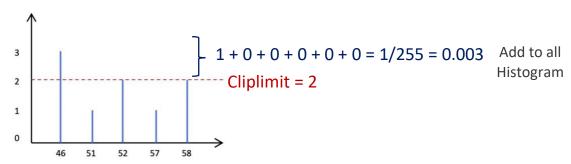
CLAHE حال برای بدست آوردن نتیجه با محاسبات کمتر (چون باید برای تمام پیکسلهای تصویر این عملیات کمتر (پس نتیجهی را انجام دهیم)، می توان برای نقاط مرزی با توجه به t پیکسل مرکزی مقادیرشان را جایگزین کنیم. پس نتیجهی حاصل شده از t cliplimit = t برابر است با:

47	٧٩	1.4	18.
۴۸	۱۰۸	١٣٢	١٨٩
۴۸	۱۰۸	١٣٢	۱۸۹

حال میخواهیم برای cliplimit = 2 این عملیات را تکرار کنیم. برای ۲۹ پیکسل سمت چپ تصویر به مرکز ۵۲ داریم:

49	۵١	۵٧
45	۵۲	۵۸
49	۵۲	۵۸

ابتدا نمودار هیستوگرام را رسم می کنیم و سپس آن را برش می دهیم.

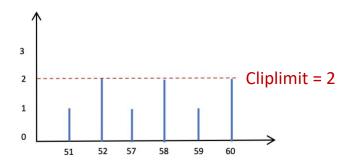


حال باید هیستوگرام را متعادل کنیم. پس داریم:

	0		45	46		51	52		57	58	59	60		255
$n_k$	0.003		0.003	2.003	•••	1.003	2.003		1.003	2.003	0.003	0.003		0.003
$\sum n_j$	0.003	:	0.138	2.141		3.156	5.159	:	6.174	8.177	8.18	8.183	:	9
$\sum \frac{n_j}{n}$	0.0003		0.015	0.237		0.350	0.573	:	0.686	0.908	0.9088	0.909	:	1
$(L - 1) \sum \frac{n_j}{n}$	0.0765		3.91	60.66		89.42	146.17		174.93	231.68	231.76	231.85		255
Round	0		4	61	•••	89	146		175	232	232	232		255

همین کار را برای ۹ تا پیکسل سمت راست تصویر به مرکز ۵۸ انجام میدهیم. پس داریم:

۵١	۵٧	۵٩
۵۲	۵۸	۶٠
۵۲	۵۸	۶٠



حال باید هیستوگرام را متعادل کنیم. پس داریم:

	0		50	51	52		57	58	59	60	61	 255
$n_k$	0		0	1	2	•••	1	2	1	2	0	 0
$\sum n_j$	0	::	0	1	3		4	6	7	9	9	 9
$\sum \frac{n_j}{n}$	0		0	0.111	0.34		0.45	0.67	0.78	1	1	 1
$(L-1)\sum \frac{n_j}{n}$	0		0	28.34	85		113.34	170	198.34	255	255	 255
Round	0	:	0	28	85		113	170	198	255	255	 255

CLAHE حال برای بدست آوردن نتیجه با محاسبات کمتر (چون باید برای تمام پیکسلهای تصویر این عملیات کمتر (پس نتیجهی را انجام دهیم)، می توان برای نقاط مرزی با توجه به t پیکسل مرکزی مقادیرشان را جایگزین کنیم. پس نتیجه ی حاصل شده از t cliplimit = 2 برابر است با:

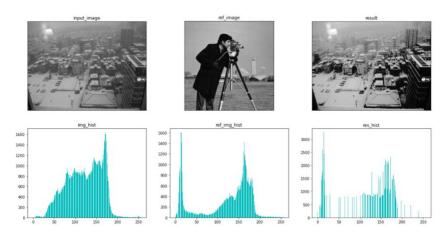
۶۱	٨٩	117	۱۹۸
۶۱	148	۱۷۰	۲۵۵
۶١	148	۱۷۰	۲۵۵

ادامه سوال ۳: برای این سوال ممکن است بخواهید برای ارزیابی پاسخ خود، پیادهسازیهای انجام دهید ولی نتیجههای که در پیاده سازی به دست میاورید متفاوت با نتیجههای است که حساب خواهید کرد. بررسی کنید که چرا پاسخ شما و پاسخ پیادهسازیهایی که کردید متفاوت است(۲۰)؟

پاسخ: حال با مقایسه ی نتیجه ی خود با نتیجه ی کد موجود در اینجا متوجه تفاوت شدم که یکی از دلایل آن استفاده از Border\_Reflect\_101 است که من در حل خود همانطور که پیشتر ذکر شد، برای نقاط مرزی با توجه به t مرکزی مقادیر را جایگزین کردم و padding ای به تصویر ندادم و همچنین در کد opencv برای کم کردن محاسبات و در نتیجه بیشتر شدن سرعت از Interpolation نیز استفاده کرده است که باتوجه به جستجویی که کردم به این صورت است که تصویر را به چند قسمت با ابعاد مشخص (به طور مثال 5x5) تقسیم می کند و بر پیکسل مرکزی CLAHE را اعمال می کند و برای بدست آوردن بقیه پیکسلهای اطراف از Interpolation یا Interpolation یا فالنامی که دو همسایگی دارند و مقادیر بدست آمده را جایگزین می کند. پیکسلهایی است که چهار همسایگی دارند استفاده می شود.

سوال ۴: گاهی برای کارهای پردازش تصویر لازم است هیستوگرام یک تصویر را شبیه به هیستوگرام یک تصویر دیگر یا هیستوگرام از پیش تعیین شده بکنیم برای این کار از تطبیق هیستوگرام استفاده می کنیم که در آن از تابع متعادل سازی هیستوگرام تصویر تابع متعادل سازی هیستوگرام تصویر تابع متعادل سازی هیستوگرام تصویر مرجع را بر روی ان اعمال می کنیم. برای تصویر Q4.jpg و تصویر مرجع P4\_ref.jpg الگوریتم تطبیق هیستوگرام را بدون توابع پیش ساخته پیاده سازی کنید. برای این کار تابع histogram\_matching را کامل کنید. در این تابع ورودی تصویر اولیه و تصویر مرجع هستند و خروجی تصویر حاصل از تطبیق هیستوگرام تصویر اولیه بر تصویر مرجع است. تصاویر ورودی را به صورت تک کاناله بخوانید. در تصویر پایین یک نمونه از چیزی که مورد انتظار است برای ورودی های دیگری غیر از ورودی های این سوال، امده است. شاید در خود تصویر تغییرات اعمال شده محسوس نباشد ولی در هیستوگرامها مشخص است که چه کاری صورت گرفته است(۳۰).

پاسخ: برای histogram matching باید cdf باید cdf باید باید مرجع را بدست آورد و سپس به ازای cdfهای یکسان matching را انجام میدهیم. لازم به ذکر است که ممکن است برای مقادیری cdf یکسان موجود نباشد که در این صورت اولین cdf مرجع بزرگتر از cdf تصویر را جایگذاری میکنیم.



سوال ۵: در این تابع بدون استفاده از توابع آماده در OpenCV کرنل مد نظر را ساخته با استفاده از تابع GaussianBlur در کتابخانه از کتابخانه OpenCV آن را با تصویر کانوالو کنید. بار دیگر تصویر را با استفاده از تابع GaussianBlur در کتابخانه OpenCV فیلتر کرده و نتایج را از نظر کیفیت و سرعت با هم مقایسه کنید. خروجی مورد انتظار برای این سوال این است که دو خروجی تقریبا مشابه هم شوند .برای این سوال تصویر img5.jpg را به صورت تک کاناله خوانده و تغییرات بالا را روی ان اعمال کنید .برای نحوه استفاده از توابع filter2D و GaussianBlur از کتابخانه OpenCV به این لینک مراجعه کنید(۲۰).

پاسخ: با توجه به فرمول گوسی زیر کرنل را باید بدست بیاوریم. حال مقادیر x و y داخل فرمول برابر با مختصات فیلتر ما میباشد که به طور مثال برای فیلتر گوسی با سایز x فیلتر دارای نقاط x تا x در هر دو جهت x و پاست که من برای جنرال کردن تابع که برای سایزهای مختلف نیز کرنل مناسبی را تولید کند این حدود را به صورت تقسیم سایز بر دو نوشتم و از آنجایی که سایز کرنل باید عددی فرد باشد آن را رند به پایین کردم و همچنین برای تبدیل درست مختصات کرنل با آرایه مقادیر x و y را با رند بالای آن جمع کردم.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2}e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

time for applying your guassian filter: 0.009897 s time for applying OpenCV guassian filter: 0.005666 s







با توجه به مقایسه ی نتیجه ی این دو تابع، در کیفیت آنها با هم تفاوت زیادی مشاهده نمی شود اما همانطور که مشاهده می کنید سرعت تابع opencv از تابع پیاده سازی شده کمی بیشتر است.