

Konda Reddy Mopuri*, Utsav Garg*, R. Venkatesh Babu, Senior Member, IEEE

+					\mathcal{C}	NA	•	Sic	ra7	lio	rs								
				H	arr	arr	lin	P	ap	pri	nc	h.	to	vi	Sua	$\mathcal{A}_{\mathcal{O}}$	æ	+th	e
_			_		di	sci	ith	in	rfi	ve	ÜM	ap	e ?	eg	ion	5,"			
_	die																		
	ars	ror	nyu mid a	KT V	re i sper		10	Lo	15 -	- 5	7e	cia nh	1 7	uy Ho	10p	s U	JNU	n	
	1			/\$;	yre.	m		go	ım	<i>(1)</i> / 1		m			·	1			
	Con	roo	lut	ion	al	Ne	wri	u	Ne	tw.	or	ks							
_	20	12	- d	lex	Net	,	8	6	yer	ζ,	60	m	p	ara	me	4er	\$		
+	-			1	-														
-	900	;••	Ø	V	(a.L				ſ	1					40 . 4		a lo	مرچ	
	24,11	5 -		LS N	let .	1	<i>00</i> 5	, 0-	!	las	per.	7	1,4	m	pa	WM	e g t	25	
	D.	isad	vas	rtai	ge :	C	V.N	is	A	G	lae	k	kon	e					
									l										
					do	ita	>]?	->	74	ક્લ	H							
	•													1	•			<u> </u>	
- 1	To as	rde	rsta	hol	->	100	K U	a	: 4	re	um	DG	HA	M	CM <	1 7	ees	ohs	
+			+				7/4	U	in	u	nce	7	nes.	7	pre	aic	オム	ons	
	-	ege,	? .	ح-		4 .	•>	The second		->>	Gi	7 <i>d</i>							
		u																	
_																			
_					-														
+			+	+	-														
-			+		-														
					-														
+																			

Вступление 1) Ocnobnas uges: Abmopor Megrarasom crocod buzyanuzayun moro, kak CNN spunuhaem pemenus. One aenorgy som ungsopmanne o Gannochezek up berrogann renponob na cocegnux cuoex cemu. Konga CNN genaem spegerajanne, armubupysomese ont. neupons. Imo sozbensem sonems, rarne armubayun ha Hefreyyux croiex cemu spuberu a armabayuu na mekyyen ave. Frakue gericmbus Houceogen na kangon ypobne cemu, om softmax (bux. croi) go broguero изображения. Гроцеес работы: budupaemes heupon na rarau-sudo essoe · Caemena naxogiim akmubayun na njegngyiyux enalk, tomophe roggermubasom akmubagun budpannow heistona · nobmoplemen pioyece go noulhma, rorga gongên go be uzedpamenus Ti.o., uemeg homoraem onfegenumt konkpembue yraemen ingosiamenus, komopue abn. ombem-embennum ja heljekajanue mogenu. Transperse: · nemog namiseno gaem nonsme, naplunes, rakue gračniku uzospanienus hozbotlejom · renepague rognueri que uzodpamenue.

претирищеть претора: претирищеть претора: претор меже решение. питор межно использовать не только зля дринильных активаций, но и для любых дринильных активаций, но и для любых дринильных активаций, но и для любых дринильных показырация объектов на изобратении. Обоминая гасть работ - надиситный хорход: находят област изобратении. Обоминая гасть работ - надиситный хорход: находят област изобратения. Обоминая гасть работ - надиситный хорход: находят област изобратения. Обоминая гасть работ - надиситный хорход: находят област изобратения. Обоминая гасть работ - надиситный хорход: находят област изобратения. Обоминая гасть работ работ выбрать вы канеса в слое классадии. Осерпальный на оценке того, как изм. фогноз, слое классадии. Тогод основанный на оценке того, как изм. фогноз, сло в от др. находят находят от др. находят находят выбрал базовые сперации. Премого Могкода горед сеть.		The	lul	yu	şeei	nbe	4 .	hen	nog	a:		-									
ринала макое решение. « метор мотно исполизовать не только для ринальных активаций, но и для любих ур нейзонов на др. уровнях. « точнал нокарровал мокализация объектов на изобратении. О Сопотствующая работа. « бомная часть работ - урадиентный нодчор нахорят области изобратения, которые могут улучнить нрогнозинуемия оденку для выбратьой категории. « Утор и др.: карты активации могут быть получены инферетории вы карт признаков пред смоем ЕНР (Евова Ачетаре Росіпр) в соотетвии с весами, соединяющими смой ЕНР с активацией клаеса в елое клаесирикации. « Подгод, основанный на оценке того, как изм. прогноз, если фруна отсутствуют.				4	0	no	feu	s g	enb	elm	es a	Sas	ee	ros	w	sho	ű l	· My	loz	har	H
опетор можно использовать не только для финальных активаций, но и для любих др нейзонов на др. уровнях. • точная покарровал мокализация объектов на изобратении. • Бомиая гасть работ - надиентный порход: находят области изобратения, которые мощт улучимы прогнозируемию оценку для выбранной категории. • Утод и др: корты активации мощт быть получено стр (Свова) лучения карт признаков перед смост СТР (Свова) лучения смой СТР (Свора) лучения см						Bu	144	im	say	jud	M	Lul	rse	m A	on.	lmi	1	ore	my	Cen	nf
• мейропов помно исполизовать не только для финальных активаций, но и для любых др нейропов на др. дровнях. • точная покарровал мокамизация объектов на изобратении. О Сопоченния работа. • Боминая гаеть работ - надиситный подход: находят области изобратения, которые могут длучимы прогнозинуемия оденку для выбратьой категории. • Утод и др: карты активации могут быть получены путём объединения карт признаков перед смогм встр (Свовая Агетаде Рообид) в соотетвии с весами, соединяющими смой встр с активацией класса в смое классидикации. Глодгод, основанный на сценке того, как изм. Прогноз, если ф-чил отсутствиет.						HI	uhs	MA	m	aks	e,	Lev	l pl	il.					Ľ		
финильных актываций, но и для лювье ур нейзонов на др. дровнях. • точная покадровал локализация объектов но изобратении. • Колицая часть работ - задиснтный подход: находят области изобратения, которые лючт улучтить прогнозируелизы оценку для выбранной категории. • Стод и др: карты активации лючт быть пацисны для объединения карт признаков перед слоги СтР (Свовая Арегада Росвид) в соотствии с весали, соединяющими слой ЕДР с активацией клаеса в слое классидикации. • Годгод, основанный на сценке того, как изм. фогноз, если фогноз,					•	ju	noj	1	iOH	ho	uci	10.4	yst	am	b H	e 1	nod	sko	40	w	
непремь на др. уровнях. « почная покарровая мокамизация объектов на изобратении. « Сопочень уницая рабоча. « Бомиая часть работ - зраднентный подкод : накодят области изобратения, которые могут умученить ногории. « Утод и др.: карты активации могут боть пощчени дучения объеринения карт признаков неред емоги САР (Свовая Арганая Російд) в соотетвии с весами, соерымногими смой ЕАР с активацией клаеса в емое классидикации. « Подкод, основанный на оценке того, как изм. прочног, если Ф-чил отецтствует.						વુપ્રા	KU	Uff	un	e a	Km	ubi	ryu	û,	ĸо	u	q.i.	e d	iose	n	q _k
почная покаўровая мокализация объектов на пробрамении. О Сопотствующая работа. Облицая часть работ — граднентный подкор : накорят области изобратения, которые могут улучшить прогнозируемую оценку для выбранной категории. Утод и др.: карты активации могут быть поцчены нутём обчединения карт признаков перер смоги САР (Свовая Агегаде Росвіяд) в соотствии с весами, соефинающими смой САР с активацией клаеса в слое классадичации. Уборгод, основанный на сценке того, как иза. Могноз, если ф-чил отсутствуют.						Hei	ys	HW	f K	a g	μ.	gu	obn.	er.							
О Сопотствующая работа. • Войчиах гасть работ - урадиентный подход: нажодят области изображения, которые могут улучимы програму для выбранной категории. • Утод и др: карты активации могут быть получены путём объединения карт признаков перед смоем СТР (Свовая Агегаде Россия) в соотетвии с весами, соединяющими слой САР с активацией клаеса в слое клаесидикации. • Подход, основанный на оценке того, как изм. Арогноз, если Ф-чил отецтетвиет.					•	no	inc	al_	ros	caj	Lob	al	d	ora	M	jay	ul	od	rer	mo	6
(2) Сопотствующая работа. • Болицая гасть работ - цадиентный корход: находят области изобратения, которые могут улучимы категории. • Утод и др: карты активации могут быть кащичены кутём обхединения карт признаков перед смем САР (Свовал Агекаде Роовия) в соотствии с весами, соединяющими слой ЕАР с активацией клаеса в елое классадиями. • Подход, оспованный на оценке того, как изм. прогноз, если ф-чил отсутеткует.						ug.	u	jodj	all	reni	w.				_						
• Войчиал гасть работ — надинтиный лодгод: находет области изобратения, которые могут улучийть могить информации. • Утод и др: карты активации могут быть палучены кутём объединения карт признаков перед емоем Сент (Clobal Average Pooling) в соотствии с весами, соединяющими слой ЕНР с активацией клаеса в елое клаесиорикации. • Подход, основанный на оценке того, как изм. Могноз, если Ф-чил отещетствует.							_														
• Войчиал гасть работ — надинтиный лодгод: находет области изобратения, которые могут улучийть могить информации. • Утод и др: карты активации могут быть палучены кутём объединения карт признаков перед емоем Сент (Clobal Average Pooling) в соотствии с весами, соединяющими слой ЕНР с активацией клаеса в елое клаесиорикации. • Подход, основанный на оценке того, как изм. Могноз, если Ф-чил отещетствует.	2) <i>(i</i>	0110	TCT	3 <i>YH</i>	14,0	я	pai	50T	a.											
odsaema azodpamenus, komspue suorym gsyrmums Mornozapyesuyo oyenky gs. l budpanhoù kameropuu. Mag u gh: kajmu akmubayan suorym boimi noryrenoi nymën odregunenus kapm npuzhakob nepeg esoesa EAP (Elobal Average Pooling) l coomembar e becasur, coeghheroryusan csoii EAP e akmubayaen ksaeca b esoe ksaecagrukayan. Tiogrog, ochobanhoù ha ogenke moro, kak uza. spornoz, elsu sp-yus omeymembyem.																					
odsaema uzodpamenus, komspue surym gsyrmums Mornozupyesuyo oyenky gs. l budpanhoù kameropuu. Mog u gh: kajmu akmubayuu surym borme noryrenot Nymën odregunenus kapm npuzhakob nepeg esoesa GAP (Global Average Pooling) l coomembuu e becasu, coeghheroyusun csoii GAP e akmubayueu ksaeca b esoe ksaecugurayur. Togrog, ochobannhoi ha oyenke moro, kak uzu. spornoz, elsu sp-yus omeymembyem.	•	114	huy	uas	R Z	'AG	mb	pa	विवा	m -	y.	agu	lhp	nkb	ર્પ્ય /	rogi	rog	: H	ar	ge.e.	m
Mag n Gh: kafmet akmubayun norym derme hargrenet hymën obregunenus kapm phypakob hepeg enden GAP (Global Average Pooling) b coomembun c becamu, coefhhetoryunen endi GAP c akmubayuen knaeca b ende knaecugukayun. Ingrog, ochobanhen ha oyenke moro, kak uza. shornoz, eenu P-4nd omeymembyem.			oòs	La <i>ei</i>	mu	uz	oop	am	em	ul	, Ko	mo	ppl	M	ory	m (y.ly	rm	um	6	
May a gh: kapma akmubayun norym doma kayreka hymën obreguhenus kapm ppushakob hekeg enden GAP (Global Average Pooling) b coomembur c becanu, coefhaloryumu endi GAP c akmubayuen knaeca b ende knaecugukayum. Ingrog, ochobanhun ha oyenke moro, kak uza. shornoz, eenu p-yun omeymembyem.		1,	Ho	tho.	zup	ye.	uy	10 0	yei	ury	g.	<i>i</i> .l	fu	dpa	hha	h	Kan	reso	pui	4.	
(Global Average Pooling) b coomembun c becaum, coefhanougum and GAP c armabayaen knaeca b enoe knaecagurayam. Togrog, ochobanhui ha oyenke moro, kar uza. hornoz, elnu 49-4ns omeymembyem.	•	M	oy	u	gp:	, Ki	afin	nH	ak	mü	bay	un	M	org	m .	dour	nb j	ray	rei	roi	
(Global Average Pooling) b coomembun c becaum, coefhanougum and GAP c armabayaen knaeca b enoe knaecagurayam. Togrog, ochobanhui ha oyenke moro, kar uza. hornoz, elnu 49-4ns omeymembyem.			Lyn	ild	od	34	eun	lHi	ul	rap	m	M	yn	ako	6	lefte	f /	cus	64	67	P
Logrog, ochsbankhis ha ogenke moro, kak uza. Hornoz, elsu 49-4us omeymen byem.		1	61	oba	10	tve	rag	e.	Poo	ling) (co	om	cm	bun	C	bei	'AM	ч,		
Logrog, ochsbankhis ha ogenke moro, kak uza. Hornoz, elsu 49-4us omeymen byem.		u	ey	liks	Huy	flul	u	Col	ou	6	オ ピ	C	aki	nal	ay	aei	ű K	ıaı	eca	6	
ecla p-ynx omegmensgem.		4			m	my	Jus	my	m	+											
echa p-ynx omegmensgem.	-	110	gri	g,	oct	LO b l	ani	yu,	H		yen	ke i	moi	0,	ka	K	ys	1. /	you	uoz)
"ombememberhore" inecomonoment successor seper ceme. "ombememberhore" inecomonoment successor seper ceme.		u.	lu	T P	-41	w	Off	nly	mei	n kg	llm										
mubal Sajobul Oplayun plenow pachi	-30	B	UM 0	M	rne	•	m	31		ao	om	,	ag)	roj	6	Cn	ian ~	ue	HU	rog	n
MEDAN OUNGER CHYALISIUS ALLEGO MOROFIL TERES WING.		40	my . l	emc	mbe	ekh -1	ble.	1	ueci	mon	ow	He	khš	M	KC	esei	4,	HOC	mo	pac	M
		m	ko	hol	ou	30b	bll	you	M	yu	1	pel.	hor	0 1	NO)	ecy	a i	exe	ja	M	•
			-	-																	

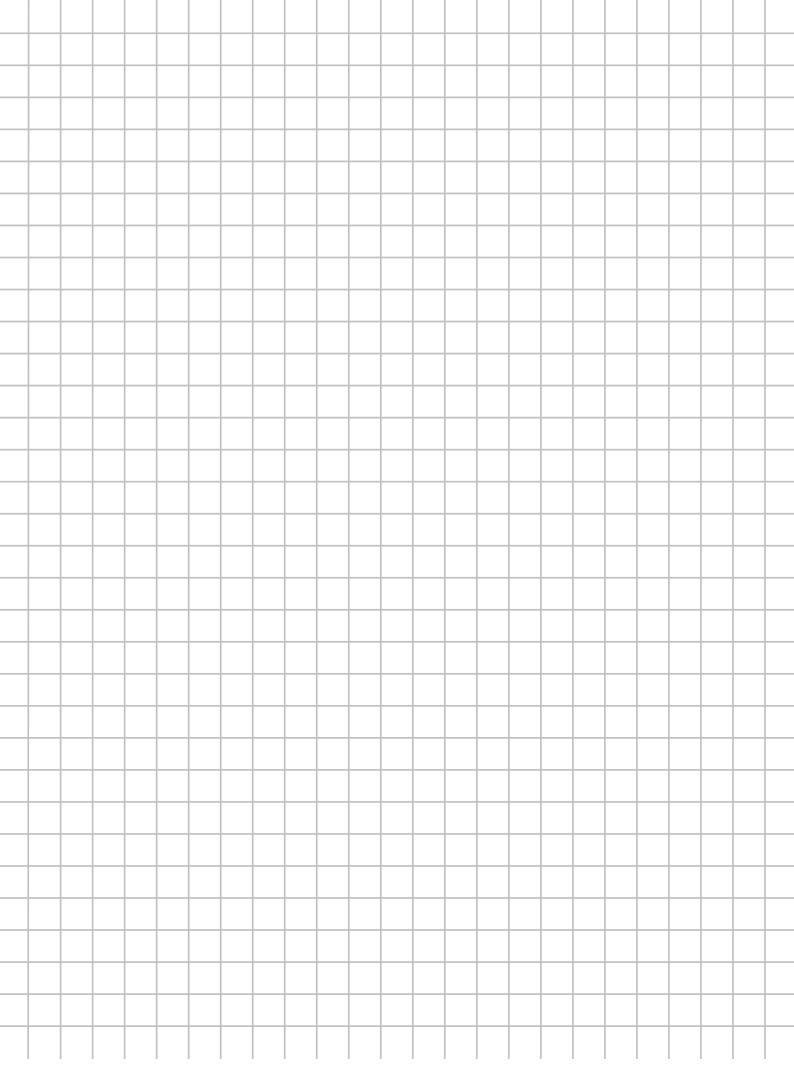
Norchehus do padome memoga: Padama haruhaemes e heuropa, romophui omberaem za hpegerazannym rameropum (manjune, "romka") Dance onsegendomed keuponn, komopne akmubujupobaines na speging-ujuk cionk Imom spojece hazubaemed "pazbepmubanue" akmubayun (akraveling). Troyecc buboga pezyrumama: Bueeno moro, zmodor boccmanahubani armubayan (kak imo genaiom gp. nemogri) ux nemog bugaém dunaphini peggirmam na kangon cioe cema => comanobamas homemas, kakue heuponn dour hyphun, a kakue hem. Asche Inoro cossaines menusbas kajma (heat map) spr saucugu pazunnus burappor pezerumama Tayecobekura pazunmuen (Mam. Pusemp, komopein chiasuubaem kapmanky). Apocmoma hemoga: Menog he mjedyen kacmpońku rajanempob (msepsapan-ob) un gp. cromnuk Hencmuk (spabus).

	ABTOP	4: //	k Han	COn .	F A	Hen	da: ob		1 A	1,1	Pren	h
	<i>y</i> • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	4	t. Han Blanch	A7 A	₩ ./	• •• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	VIICK	,	4 , 5 %,	Lyu	~ 6361	*
		71.	О ШД СЛ	uloj								
	Y ₄ Q ₆ %	17 0111.0 1	Took	en i o o	1 /14	1407	est.	al .	Do	h 640 72 73	h	
	MEH	іДение :	1.	necu	a d	C: h	18	4		unuvi C-	,	
				ge i	ina .	ngni	W 124	ees	Sily) (>2	оир	
(2)	17		9011									
	To.a.:		2016	yei				+				
(2)	44244	nue ceru		1 11	Consol	ation	40/ 1	01.00		Votr	. 1702 L1	
	ואמכאיו	ol ceru	. C/V/I		mvi	u i u	441 /1	cw.		VE 4	vik	'
	(4)	V J									+	
(4)	Usa.	044.0 000		2	CAIAI	4 64 (11111	2000	0 12	1 0 F	1000	
		ehue Ceti	13 U	()14b	01010	nine La lea	Mezge	mur 	\$	A A	aucy mark	
		-3A,HA4A,		gsug	5		oopan	UHU	u i		Chi z je	
		ie u buxo.	4, HOIC				b. Ye.					
	Данны	<i>(</i>)		LAC	01	izya	uzu		M	gu	Kpu	an -
							Tais					
				(qui	cay	aaj	Komo	noue	. CA	NA	ChONE 1	, =
				zyen	g.i.	(April	H.S.Mi	W /	W HAL	nuu	•	
	Bassassas	A 4. 4. 4. 0		101 1		0.000	٠, ١,٠	44 . 4			1011	
	TALYNHE	gannou	Hao	er u	3001	WHEH C. S.	au '	Lom	pu	e ac	minos	7
		gannbe	Hom	ed g	th o	oyiku	un a	me	mu	joba	нил	CNN
	Market	CHIEN MAD	RULLM	repe	1 he	ekory	to Ci		ce	mu l	ioex	Mist-
	rose Co	enus sko wa hys wysobn kob.	un u	no	ywer	JAHO	le cue	4)	\$	e ni	4	
	LI	n groon	you	rogu	m oc	gaor	MEG	u	yn	iere.	nue	
	Muzhiri	evo.									+++	
											++	
					-			+			+	
								-			+++	

	Bu	ry	મખ	e g	ak	HH	e :	M	egc,	raz	QИ	nl	ces	MY	m	0 6	em	6 .	hei	nke	
		7		٥				E	iac	cob	W	os	an	HEH	uű	a	ma	KAH	e b	us	4-
								as	uhl	he 1	rat	mbi	P	ure	ay	Шį	, h	oka	ıы	bas	oıyı
								Ea	Khi	e á	and	em	u' e	noi	Sha	H	enu	d	ru.	u	
								h	hhi	Ton	ee	<i>IHG</i>	rla,	13 1461	9.1	d	hpa	HSI	rus	P	
								he	ml	Hu	i E	I emu			4						
								/													
		D o	nos	hh	me.i	bhC	C	AO	ho	lyfi	10	he	વૈતા!	SHL	hh	oro	sh	em	opa		
	Li	isca	dio	n	ma	DM	no	4 ff	cho	0.81	mc.s	É	all	m61	ou	cea	y Yu	ĩ.	4		
							4		4				,		7						
(5)) /	loti	BA	144	9 A	BT	OPOL	3:	M	omi	la	uu.	R A	lar	w	ral,	nci	e l	m	io.li	
		t P							2	m oS	204	du	ru	e. A	ons	lhit	fu	(s i n		ues	a -
		(по							h	W	uH	14	Son	ubı	C	Va/	, K	gry omi	Abs	e	
												1	4.	444			Ctyl		,	la .	
														, A			n h				CN
									hh	4	20	101	unh	, a 411	li d	\ \?\z	ek h	ah	1.		C 3 0 1
									t.i.	466	400		o fa a	(eea	1000	\mathcal{L}	MU	2410	3	las	uha
									OL		bee k	001	4	eo m	4		h h	j	,		
	Jan) /	0.61	MAG	m :				- 7			4									
	• 4	1017	11.1.	fm L	aol	Ge A II	0. 1	. 4	aSa	mo.	H	,	ras	Soul	40	l	mb	e m	CHA	be sı	uhi
	J	Su.	M	e nu		74	A	LA RE	r _A	20	1.0	,	5	016	4 (0	n li	બા	Cart	n o	46	
	. 0	46	e.s	aSi	40	100	e su s	P	m		LOV	066		uon	MAG	jii y	14.77	m	#1	6	
	8	100	h	077	404	r	101	6.1.1	Mici	200	1.1.		,	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		7	ıyr	•••••	1100	3	
	. 6	Pral	0 4		10	16	8	La di	, and	unl	a se	A	AP.	CA	111						
	4	noj	W		Jun.	Jr•	W.W.	<i>p</i> u	,			7	M. s	7							
			1		1																
-																					

	4			\Box					-		-	+	+	-	+	+	-	-			
6) (OCT.	AB	4 07	TAL	1444	0	T	4	B	ocn.	se	ena	m L	ma	npa	Inv	ras	U	infely	KI
		1 1	_	APX									ho								
	1 1	ا ما		eu.		•							fay								
					.,,								emoj								
													u \$								
													enu.	_					4		
										ros M		****	,lµu	- 14	7	7	- may	y wh	-	-(1)	
#	Ba	Ji Li	7 8	Ora	301	uno	MA E	. 1.	0 11	105	\$100	Da 1.	11 4	1	So-	olo	Va .	MI M	10 80	Q go a.	11.
	, ,,,,,	71774	***	οιοί	ve#l	rivi	110	1	1	74	y'		y de	La des	very	00.	10 8. 3	000	-	M.	1
	+							hi	, ,	na ^	y.	met.	embl een	, i	"	nth	nup	THE		2	nd.
	+			+				nu.	200	no	1.	ur •	lep D	~	by	ches.	L	3-1	K		a
	\vdash			+				ry	VAL 4	#	UPH	W.	Gran	1	PA	w Ch	-	- CHI	yeu.	nep	>
	-	\vdash						Q.	4	ulp	nogi	4 £	grai Soil	4	VA)	m) ,	Pi	ukc.	ayı	uu	
								4	eg.i	M	a joi	71	öol	re	4	lill	yo	bu	zyc	My	ra.
								yu	10	CIK	net	ove.	<u> </u>	aem	eű.	-	-				
_		-		PAA			<u></u>	1.					1 1	0,	-	1	1.			1.	
_	• 6	PZa	a-1	CAP	4	16	Tai	rili	nt-	we	igh	HEA	I L	Ia.	SS ,	AC.	tur	ati	ch.	Mer	tho
- 1	• q	MK	eay	lu	-	nor	iazi	bibl	rem	h	MO/	reb	bre c	oðu	I. W	zoò	pan	HER	M.		
l	·a	Kmu	uba	y u	u -	bus	ya	My	M	yes	n c	mk	LUL	: pu	rife	MA	6 H	L 4	100	am	leh
															_						
(7) K											1		reco							M	:
				ihhe				TEA	u:			Ka	LM	H 9	gru	rea	44	w			
				BAIO		AAI	u			-		Kö	our	reen	nbe	unb	ne.	/1		=	
	PAB	Shu	BAI	HT)									rho							ru	CA
													cem								
										3			cups								
• 44	loue	Kol	lim	epo	rba	UM	e	2 4	er.	h	-	-	nen				-		-	~ .	
_ '{	use	1011	use	yu	1.					4	1					4			4		
	3	3	1	3	·																
_	1			+						\top	+	+	+	_	+	+	+	1			1
		1 '	1 '	1	. ,	<i>'</i>	<i>'</i>	1	1 '	1									1 '	1 '	1

PASOUTHA (1904) (MUNYCO): (1) BOGLASMANOCIMS GLYTHICHULA UNMELALEMULAUCIMU 2 MO CAMBO GLA MACUA ALLICOMENIA CACALIGICAMAC. MC, harling Gla klaccupuxayui uzodiamelini hin b. neg. omfaciu Gli ahainza chaund (Ni. 3) Bozlasmancime horis aemoga gli grythienus adyrinus MC, harlabicis thananuc na klipt 21-m izodiamenia. (1) Chombo ododiyami glis Ealee cuomnine u pazhoc hadofol gannar 2) Orpanizenue na muhi cemeli. Memog syrine beet logxogam glis Civi.	8) Ecre in	потенц	цал						
Спаросы (минусы): Ф: 1) Возможность улучшения интерретируемости гто вытью для таких армотений с аспандование. ИС, наарынея для классирикаций изображений или в мед. отрасли для анализа спинков. 1) Тростота интеграции с сущ. арх-ми СЛЛ. 3) Возможность исп-я метода для улучшения обучния ИС, нааравияя вымание на ключ. эл-м изображений. Ф: 1 Слотьо обобщить для балее сложных и разнов надоров данних 2 Ограничение на тикы сетей. Метод мучше всег									
Ф: 1) Возменность улугшения интерретируемоста гто ватью для таких приложений с использование. ИС, наприлед для классирикаций изобратений иль в мез. отрасли для анализа спилков. 2) Простота интеграции с сущ. арх-ми СЛЛ. 3) Возможность исп-я метода для улугичения обучения ИС, направлея выплание на клюг. эл-т изображений. 6: 1 Слоть обобщить для балее слотных и разнов наборов данних 1) Ограничение на тины Сетей. Метод лугие всег			bi):						
тто ватно для таких приломений с аспандование. 10 на в мез. отрасли для анализа спилков. 2) Простота интеграции с сущ. арх-ли СУУ. 3) Возможность исп-х метода для улучиения обучения ИС, направияя внимание на клют. эл-п изобратений. 6: 1 Слотно обобщить для более слотных и разнос наборов данних 2) Ограничение на тины сетей. Метод мучие всег									
то выть для таких приломений с испольование. 10. нарымер для классирикаций изобратений иль в мед. отрасли для анализа снижов. 2) Тростота интеграции с сущ. арх-ми СЛЛ. 3) Возможность исп-я метода для улучичния обучния ИС, направлея вымание на ключ. эл-м изображений. 6: 1 Слотно обобщить для более сложных и разноо наборов данних 2) Ограничение на тыры сетей. Метод мучше всег	(f):	1 Box	zushh	ocms	4.14rm	ehud a	unexape	mupyeu	ocma H
МС, наприлед для классирикадий изображений или в мед. отрасли для анализа спилков. 1) Тростота интеграции с сущ. арх-ми СЛЛ. 3) Возможность ист-я метора для длугичения обучения ИС, направияя вымание на клюг. эл-т изображений. 6: 1 Слотно обобщить для более сложных и разнов наборов данних 1) Ограничение на типи сетей. Метор лучие всег		ZMO	bamne	918	marux	Mulos	menañ C	истани	obannen
или в тез. отрасли для анализа стиков. 2) Простота интеграции с сущ. арх-ми СЛЛ. 3) Возможность исп-я метода для улучичния обучния ИС, направияя вымание на клюг. эл-м изобратений. 6: 1 Слотно обобщить для более слотных и разноставоров данных 2) Ограничение на тики Сетей. Метод мучие всег									
1) Тростота интеграции с сдиу. Арх-ми СЛЛ. 3) Возможность исп-х метода для угучиения обучения ИС, направияя внамание на клюг. это изображений. 6: 1 Слотно обобщить для более сложных и разноставоров данних 2) Ограничение на тики Сетей. Метод мучие всег									
3) Bozhoshnocmi úch-2 hemoga gil glyrvuenus obyrenus HC, hahfahils franance na kinor 21-n uzodramenui. 6: 1 Chomno ododynmi gis barce chomnine a pazhoo hadopob gannus 2) Orpanurenue na mahn cemeti. Memog syrme beer									
(2) Oyanurenue na muhn cemeli. Memog syrwe beer		3) Bo	n.hosht	wemb 1	ucn-s	hemogs	a que	gyrmes	rus
(2) Orpanurenue na muhn cemeli. Memog syrwe beer		odyi	ienus	HC M	aplabe	ald Fre	manue.	na kno	z. 21-m
E: 1 Chompo oбобщить для более сметных и разной надоров данних 2) Ограничение на тики сетей. Метод мучие всег		uzo	Trastu	enui.					
©: 1 Champo obodiyami que Sance enominur a pagnoi hadofol gannur 1 Orpanizante na mahri Cemeli. Memog syrine beet hopxogam que Cvv.									
hadopob gannar 2) Oranurente ha mahn cemeli. Memog syrtue beet soprogum gill CNV.	<i>\(\Theta\)</i> :	1 Cuom	tho od	rodyn	me g.l.	e Earle	e cooper	we a f	azhood
2) Orphwiehue na mahri Cemeli. Memog syrine beer topxogam g.l. Cviv.		hade	opob i	ganns	ux \				
Lojscogum g.ul C.W.		2) Oya	sures	the ka	maker	Cemlû	· Memoj	yru	e been
		logse	ogum	gill	CNN.		7		
									\perp
									\perp
									\perp
									\perp
									\perp
									\perp
				-					\perp
									\perp
									\perp
									\perp



Как работают сверточные нейронные сети (CNN)?

Сверточные нейронные сети отличаются от других нейронных сетей превосходной производительностью при вводе изображений, речи или аудиосигнала. Они имеют три основных типа слоев, которые бывают:

- Сверточный слой
- Слой пулинга
- Полносвязный (FC) слой

Сверточный слой — это первый слой сверточной сети. В то время как за сверточными слоями могут следовать дополнительные сверточные слои или объединяющие слои, полностью соединенный слой является последним. С каждым слоем СНС становится все сложнее, идентифицируя все большие части изображения. Более ранние слои сосредоточены на простых элементах, таких как цвета и края. По мере того, как данные изображения проходят через слои СНС, она начинает распознавать более крупные элементы или формы объекта, пока окончательно не идентифицирует предполагаемый объект.

1. Сверточный слой

Сверточный слой является основным строительным блоком СНС, и именно на нем происходит большая часть вычислений. Для этого требуется несколько компонентов: входные данные, фильтр и карта функций. Предположим, что входными данными будет цветное изображение, которое в 3D состоит из матрицы пикселей. Это означает, что входные данные будут иметь три измерения — высоту, ширину и глубину, — которые соответствуют RGB в изображении. У нас также есть детектор признаков, также известный как ядро или фильтр, который будет перемещаться по рецептивным полям изображения, проверяя, присутствует ли признак. Этот процесс известен как свертка.

Детектор признаков представляет собой двумерный (2D) массив весов, который представляет собой часть изображения. Хотя они могут различаться по размеру, размер фильтра обычно представляет собой матрицу 3х3; Это также определяет размер рецептивного поля. Затем фильтр применяется к области изображения, а между входными пикселями и фильтром вычисляется точечное произведение. Затем это скалярное произведение подается в выходной массив. После этого фильтр быстро смещается, повторяя процесс до тех пор, пока ядро не пройдет по всему изображению. Окончательные выходные данные ряда точечных произведений входных

данных и фильтра называются картой признаков, картой активации или сверточным объектом.

Обратите внимание, что веса в детекторе признаков остаются неизменными при его перемещении по изображению, что также известно как совместное использование параметров. Некоторые параметры, такие как значения веса, корректируются во время тренировки в процессе обратного распространения и градиентного спуска. Однако есть три гиперпараметра, влияющих на размер объема выходных данных и которые необходимо задать до начала обучения нейронной сети. К ним относятся:

- 1. **Количество фильтров** влияет на глубину вывода. Например, три различных фильтра дадут три разные карты признаков, создав глубину в три.
- 2. **Шаг** это расстояние, или количество пикселей, на которое ядро перемещается по входной матрице. В то время как значения шага два или больше встречаются редко, больший шаг дает меньший результат.
- 3. **Нулевое отступление** обычно используется, когда фильтры не подходят к входному изображению. При этом все элементы, находящиеся за пределами входной матрицы, обнуляются, что приводит к большему или равному по размеру выходу. Существует три вида набивки:

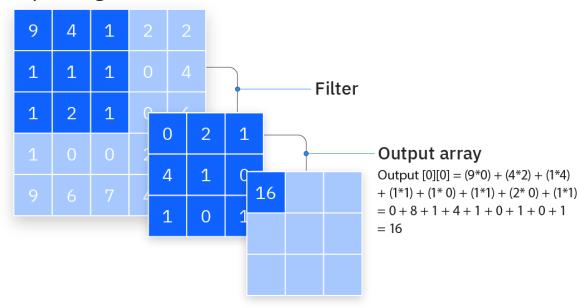
Допустимые отступы: Это также известно как отсутствие набивки. В этом случае последняя свертка отбрасывается, если размеры не совпадают.

Такая же набивка: Это заполнение гарантирует, что выходной слой будет иметь тот же размер, что и входной слой.

Полная набивка: Этот тип заполнения увеличивает размер вывода за счет добавления нулей к границе входа.

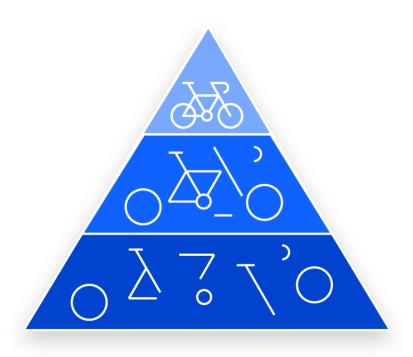
После каждой операции свертки СНС применяет преобразование выпрямленных линейных единиц (ReLU) к карте признаков, внося в модель нелинейность.

Input image



2. Дополнительный сверточный слой

Как мы упоминали ранее, за начальным слоем свёртки может следовать другой слой свертки. Когда это происходит, структура СНС может стать иерархической, поскольку более поздние слои могут видеть пиксели в пределах восприимчивых полей предыдущих слоев. В качестве примера предположим, что мы пытаемся определить, есть ли на изображении велосипед. Велосипед можно рассматривать как сумму частей. Он состоит из рамы, руля, колес, педалей и так далее. Каждая отдельная часть велосипеда составляет низкоуровневый шаблон в нейронной сети, а комбинация его частей представляет собой более высокоуровневый шаблон, создавая иерархию признаков внутри СНС. В конечном счете, сверточный слой преобразует изображение в числовые значения, позволяя нейронной сети интерпретировать и извлекать соответствующие закономерности.



3. Слой пулинга

Объединение слоев, также известное как даунсэмплинг, приводит к уменьшению размерности, уменьшая количество параметров на входе. Как и в случае со сверточным слоем, операция объединения охватывает фильтр по всему входу, но разница заключается в том, что этот фильтр не имеет весовых коэффициентов. Вместо этого ядро применяет функцию агрегирования к значениям в восприимчивом поле, заполняя выходной массив. Существует два основных типа пулинга:

- **Максимальный пул:** По мере того, как фильтр перемещается по входным данным, он выбирает пиксель с максимальным значением для отправки в выходной массив. Кстати, этот подход, как правило, используется чаще по сравнению со средним пулингом.
- Средний пул: Когда фильтр перемещается по входным данным, он вычисляет среднее значение в восприимчивом поле для отправки в выходной массив.

Несмотря на то, что на уровне пула теряется много информации, это также имеет ряд преимуществ для CNN. Они помогают снизить сложность, повысить эффективность и ограничить риск переобучения.

4. Полносвязный слой

Название полносвязного слоя точно описывает само себя. Как упоминалось ранее, значения пикселей входного изображения не связаны напрямую с выходным слоем в частично соединенных слоях. Однако в полносвязном слое каждый узел в выходном слое подключается непосредственно к узлу в предыдущем слое.

Этот слой выполняет задачу классификации на основе признаков, извлеченных через предыдущие слои, и их различных фильтров. В то время как сверточные слои и слои пула, как правило, используют функции ReLu, уровни FC обычно используют функцию активации softmax для соответствующей классификации входных данных, получая вероятность от 0 до 1.

Типы сверточных нейронных сетей

Кунихико Фукусима и Ян Лекун заложили основу исследований сверточных нейронных сетей в своей работе в 1980 году (ссылка находится за пределами ibm.com) и «Обратное распространение применительно к распознаванию рукописного почтового индекса» в 1989 году соответственно. Более известен тот факт, что Ян Лекун успешно применил обратное распространение ошибки для обучения нейронных сетей выявлению и распознаванию закономерностей в серии рукописных почтовых индексов. Он продолжил свои исследования со своей командой в течение 1990-х годов, достигнув кульминации в «LeNet-5», который применил те же принципы предыдущих исследований к распознаванию документов. С тех пор появилось несколько вариантов архитектур CNN с введением новых наборов данных, таких как MNIST и CIFAR-10, а также конкурсов, таких как ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC). Некоторые из этих других архитектур включают в себя:

- AlexNet (ссылка находится за пределами ibm.com)
- <u>VGGNet</u> (ссылка находится за пределами ibm.com)
- GoogLeNet (ссылка находится за пределами ibm.com)
- <u>ResNet</u> (ссылка находится за пределами ibm.com)
- ZFNet

Тем не менее, LeNet-5 известен как классическая архитектура CNN.

Сверточные нейронные сети и компьютерное зрение

Сверточные нейронные сети обеспечивают распознавание изображений и задачи компьютерного зрения. Компьютерное зрение — это область искусственного интеллекта (ИИ), которая позволяет компьютерам и системам извлекать значимую информацию из цифровых изображений, видео и других визуальных данных, и на основе этих входных данных они могут принимать меры. Эта способность давать рекомендации отличает его от задач распознавания изображений. Некоторые распространенные применения этого компьютерного зрения сегодня можно увидеть в:

- **Маркетинг:** Платформы социальных сетей предоставляют предложения о том, кто может быть на фотографии, опубликованной в профиле, что упрощает отметку друзей в фотоальбомах.
- Здравоохранение: Компьютерное зрение было включено в радиологические технологии, что позволяет врачам лучше выявлять раковые опухоли в здоровой анатомии.
- **Розничный:** Визуальный поиск был встроен в некоторые платформы электронной коммерции, что позволяет брендам рекомендовать вещи, которые дополнят существующий гардероб.
- Автомобильная промышленность: ТО время как эпоха беспилотных автомобилей еще не совсем наступила, лежащая в ее проникать В автомобили, основе технология начала повышая безопасность водителя и пассажиров с помощью таких функций, как определение линии полосы движения.