

图11。用于EXS顶执行团队EXS的，(EH)的分割结果(概率图)中，(i)所示的放大部分。(d)，和分割(广告)不同困难的情况下图(j)的描述其性能成比(k)的人注释更好(注释器工具有当有多种类型的病变的重叠的标记的能力的限制。在这种情况下，EXS和HE)。

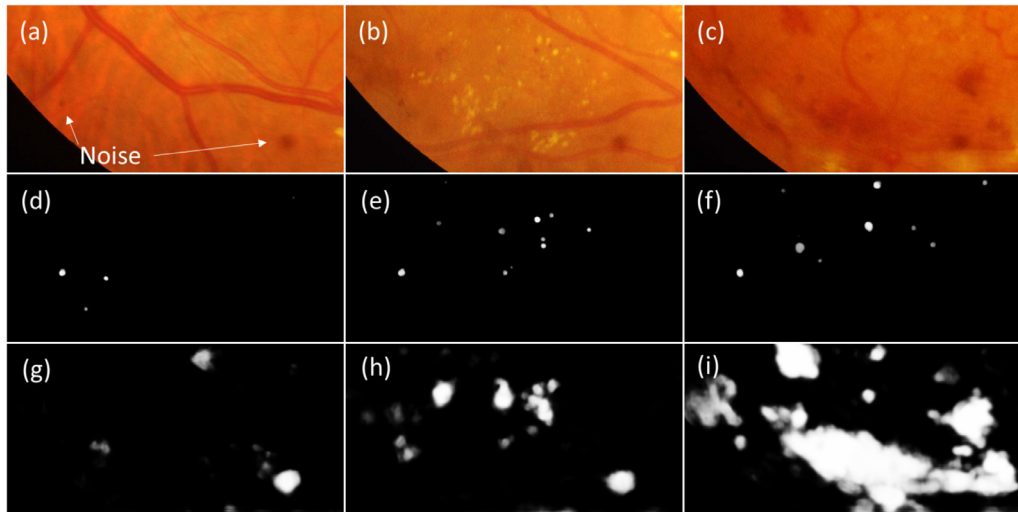


图12。由顶部(AC)不同的图像执行的解决方案分别与噪声引起最常见的误报在(DF)的MA，和(GI)的HE的分割结果的示意图。

0.6311如图 表9。值得注意的是，除了AVASAVA所有团队使用的外部Kaggle DR数据集前培训，他们的模型。该数据集包含了大量与疾病级别注释视网膜图像，相反的，团队AVASAVA预先训练上ImageNet他们的模型，包含自然的图像和对象的注解，有效地呈现出更小的数字视网膜图像在网络数据集相比于其他球队的训练阶段，约1%。这表明，在标数据的数量有限的情况下，转移与学习的好榜样修剪方法一起可能产生可比性和竞争力的结果。然而，尽管这些模型做决定的性能，数量，类型和训练数据的质量的变化是竞争解决方案的一个比较公平的关键因素。

和二甲醚作为报告的结果还没有达到所需的临床可行的自动筛选的性能。考虑在混乱misclassi音响编实例示于矩阵 表12，与病变信息一起，必须给予重视对视网膜内微血管异常(IRMA的)，并在整体评分结果改善静脉串珠的表征。

在次挑战 - 3，另一个现场挑战，四支球队分别为OD /小窝定位和OD分割任务进行评估。对于OD本地化的任务时，欧几里德距离21.072和36.22之间变化(较低的值表示较好的性能)。然而，对于中央窝本地化任务相同的性能指标64.492和570.133之间。这种大规模的变化是由于异常，例如：团队ZJU-BII-SGEX有23个离群

表A.1
技术SPECI网络阳离子和硬件总结在不同的数据库中。

图像的数据库数量的名称		技术细节			
		图像尺寸 (S)	FOV	相机	NMY格式
咪吸调	212	768 × 576	50	蔡司 <i>FF 450+</i>	TIFF
DIARETDB	130 + 89	1500 × 1152	50	蔡司 <i>FF 450+</i>	PNG
驾驶	40	768 × 584	45	敦伦 <i>CR 五</i>	JPEG
E-Ophtha	47EX + 35H 148MA + 233H 1440 × 960 - 2048 × 1360 (4)		45	敦伦 <i>CR - DGI& 拓普康 TRC - NW6</i>	JPEG
HEIMED	169	2196 × 1958年	45	蔡司Visucam PRO	JPEG
Kaggle	88702	433 × 289 - 3888 × 2592	变化的任何相机 (EyePACS平台)		- TIFF
获月	800 MY + 400 NMY + 1756 1440 × 960 2240 × 1488, 2304 × 1536 45			3CCD /拓普康TRC NW6	无论TIFF
鹏	100	768 × 576, 1058 × 1061 1389 × 1383	45	拓普康 <i>NW 100 NW佳能200 CR 五 - 45 NM</i>	JPEG
叮	397	605 × 700	35	拓普康 <i>TRV - 50</i>	× PPM
IDRID	516 (81 LA)	4288 × 2848	50	科瓦 <i>VX - 10 a</i>	JPG

EX - 硬性渗出, MA - 微血管瘤, H - 健康, MY - 散瞳, NMY - 非散瞳, FOV - 视场, 洛杉矶 - 译注病变。

表A.2
与IDRID数据库不同的数据库的比较。

数据库眼底正常结构的名称			异常			多专家	DR分级DME分级		
	OD VS	F A	MA HE	EX	SE	是/否 #			
咪吸调			x	x	xx		2	x	x
DIARETDB1	x	xx					4	x	x
驾驶	x		x	x	xx		3	x	x
E-Ophtha	x	xx		x		x	2	x	x
HEIMED	x	xx	x	x		x	1	x	
Kaggle	x	xx	x	x	xx		2		x
获月	x	xx	x	x	xxx		1		
鹏	x	xx		x	xx		4	x	x
叮			x	x	xx		2	x	x
IDRID		x					2		

OD - 视盘, VS - 船只, FA - 凹, MA - 微血管瘤, HE - 出血, EX - 硬性渗出, SE - 软渗出物,
- 专家号

致谢

这项工作是由工程技术, 楠德拉 (MS), 印度至尊宗师Gobind Singhji研究所主办。笔者想感谢以下人员的帮助, 组织各方面的ISBI-2018糖尿病视网膜病变分割和分级挑战: 埃马努埃莱特鲁科教授 (邓迪大学, 苏格兰), 汤姆·麦吉利夫雷 (爱丁堡大学, 苏格兰) 拉维Kamble (工程技术研究所SGGS, 楠德拉), 维韦克Sahasrabuddhe教授 (政府医学院楠德拉) 和欲望西迪贝 (Université电勃艮第法国)。我们还要感谢豪尔赫·夸德罗斯教授, 加州大学伯克利分校 (Kaggle糖尿病性视网膜病变的挑战组织者) 大学的盛情许可报告的培训对他们的数据集模型的结果。 *VRT*: 这项研究是由研究资助的智能信息服务扩建项目, 这是由资金支持。 *全国IT产业振兴院 (NIPA-C0202-17-1045)* 在韩国。 *DeepDR*:

的匈牙利科学院的研究奖学金和欧洲联盟和匈牙利, 合作网络由欧洲社会基金nanced国家支持的项目EF OP-3.6.2-16-2017-00015。 *ZJU-BII-SGEX*: 这项工作是由北京上工医疗科技有限公司, 这在中国提供眼部医疗保健解决方案的支持。这项研究的一部分被支持的·STAR A1818g0022授予新加坡。非常感谢来自北京上工医疗技术的图像注释组标记的图像。球队 *CBER (AM门多萨, T.梅洛, T阿劳霍和A. Campilho)* 是网络通过业务方案由ERDF欧洲区域发展基金nanced对竞争力和国际化 - 通过FCTFundação第一个西恩西亚EA TECNOLOGIA COMPETE 2020计划, 并通过国家基金资助 (*葡萄牙科学基金会和科技*) 项目中 *CMUP-ERI / TIC / 0028/2014*。邓丽君阿劳霍被授予FCT SFRH / BD /二千零十六分之十二万二千三百六十五资助。 *SDNU*: 这项研究是由中国国家自然科学基金 (批准号: 61572300) 的支持。

这项工作是由部分支持 *中国国家自然科学基金* 下批予 *61872241*, *格兰特61572316*, 在由部分 *国家重点研究中国的发展计划* 下格兰特 *2016YFC1300302*和*格兰特2017YFE0104000*, 在由部分 *上海市科学技术委员会* 下格兰特 *16DZ0501100*和*格兰特17411952600*。

可公开提供的视网膜图像数据库的附录A.比较

表A.1 和 表A.2 提供了一些现有数据集和IDRID数据集的技术SPECI网络阳离子和可用的基础事实的总结。

HarangiM1-M2: 研究由鲍耶·亚诺什的部分资助

补充材料

与本文相关的补充材料可以发现，在网络版，在DOI：10.1016/j.media.2019.101561

参考

阿卜杜拉, W., 2017年面膜R-CNN物体检测和实例分割上keras和批量流。 https://github.com/matterport/Mask_RCNN。

阿布拉莫夫, MD, 加文, MK, 双佳, M., 2010视网膜成像和图像分析。IEEE生物医学工程。工程。3, 169-208。

阿布拉莫夫, MD, 姜, Y., Erginay, A., Clarida, W., Amelon, R., 民俗, JC, Niemeijer, M., 2016年, 通过提高深度学习的集成自动化在公开的数据集糖尿病视网膜病变的检测。Investigat.眼科杂志。可见。科学。57 (13), 5200-5206。

阿查, R., 蔡氏, CK, 伍, E., 于, W., 慈, C., 2008高阶的应用光谱糖尿病identi科幻阳离子视网膜病变阶段。J.医学。SYST. 32 (6), 481-488。

阿查里雅, UR, Mookiah, MRK, 苏梅, 犹太人, 谭, JH, Bhandary, SV, 饶, AK, Hagi-薰, Y., 蔡氏, CK, 以优异成绩, A., 2017自动糖尿病性黄斑水肿 (DME) 分级使用DWT系统, DCT设有和黄斑病变指数。COMPUT. 生物学。MED. 84, 59-68。

阿查里雅, UR, 吴, EY-K, 谭, J.-H., SREE, SV, 吴, K.-H, 2012年的综合指数用于使用纹理参数糖尿病性视网膜病变阶段的identi音响离子。J.医学。SYST. 36 (3), 2011-2020年。

阿达勒, KM, 西迪贝, D., 阿里, S., Chaum, E., Karnowski, TP, Mériaudeau, F., 2014的Automated检测使用按比例适于斑点分析和半监督学习微动脉瘤。COMPUT. 方法。PROGR.生物医学。114 (1), 1-10。阿古, C., 默里, V., 巴里加, E., 略, S., Pattichis, M., 戴维斯, H., 罗素, S., Abrá-MOFF, M., Soliz, P., 2010多尺度AM-FM方法糖尿病性视网膜病变检测。硕士论文。MED. IMAG. 29 (2), 502-512。

Almazroa, A., Alodhayb, S., 奥斯坦, E., 斋月, E., Hummadi, M., Dlair, M., Alkatee, M., Raahemifar, K., Lakshminarayanan, V., 2018视网膜眼底图像青光分析: RIGA数据集。在: 医学影像2018: 成像信息用于医疗保健, 研究与应用, 卷。10579.国际社会对光学与光子页。1057908。

安塔尔, B., 豪伊杜, 使用最佳A., 2012改善微血管瘤检测候选提取和预处理方法的选择的子集。模式Recognit. 45 (1), 264-270。

安塔尔, B., 豪伊杜, A., 2014。一种基于集合换的自动筛选系统糖尿病性视网膜病变。Knowl.基于SYST. 60, 20-27。

阿特拉斯, IDFD, 2017年比利时布鲁塞尔: 国际糖尿病联盟。诠释。Diabet. Federat. (IDF)。 <http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html> Badrinarayanan, 五, 肯德尔, A., 奇波拉R., 2015年Segnet: 深convolu-周志武编码器-解码器架构用于图像分割。预印本的arXiv的arXiv: 1511.00561。

白, J., 米里, MS, 刘, Y., 萨哈, P., 加文, M., 吴, X., 2014基于图形最佳multi-表面分割用星形之前: 适用于视盘和杯的分割。在日期: 2014年IEEE第11届国际研讨会生物医学成像 (ISBI)。IEEE, 第525-528。

Bandello, F., 帕罗迪, MB, 兰泽塔, P., 洛文斯顿, A., Massin, P., Menchini, F., Veritti, D., 2010年糖尿病性黄斑水肿。在: 黄斑水肿, 卷。47.卡尔格Publishers, 第。73-110。

Biyani, RS, Patre, BM, 2018年算法糖尿病红色病变检测视网膜病变的评论。生物医学。Pharmacother. 107, 681-688。

伯恩RRA, 史蒂文斯, GA, 白, RA, 史密斯, JL, 弗拉克曼, SR, 价钱, H., 乔纳斯, JB, 奥基夫, J., Leasher, J., 奈杜, K., 等人, 2013年导致视力丧失全球, 1990-2010的: 一个系统的分析。柳叶刀全球健康1 (6), E339-e349。

博伊德, K., 英, KH, 网页, CD, 2013年精确召回曲线下面积: 点估计和置信区间。在: 欧洲联合会议上机器学习和知识发现的数据库。斯普林格, 第451-466。凯琳, L., Pencina, MJ, 2018年在深度学习的医学图像分析。JAMA 320 (11), 1192至1193年。

卡莫纳, EJ, 林孔, M., 加西亚 - Feijóo, J., 马丁内斯德拉卡萨, JM, 2008 Identi FI-视神经头与遗传算法的阳离子。ARTIF. INTELL. MED. 43 (3), 243-259。

卡森根, DY, 过, M., 林赛, T., 2018自动检测糖尿病的视网膜病变深度学习。AMIA峰会。Translat. 科学。PROC. 2017年, 147线程, J., 阴, F., 黄, DWK, 陶, D., 刘, J., 2015年稀疏相异受限编码青光眼检查。硕士论文。生物医学。工程。62 (5), 1395至1403年。清, T., Himmelstein, DS, 蟠龙-琼斯, BK, 加里宁, AA, 待办事项, BT, 路, GP, 费雷罗, 大肠杆菌, Agapow, P.-M., Zietz, M., 霍夫曼, MM, 等人, 2018年机遇与生物学和医学深度学习障碍。JR SOC. 接口15 (141), 20170387。

胡克, P., 马宗达, S., Calivá, F., 铝DIRI, B., 猎人, A., 2018微动脉瘤使用卷积完全神经网络检测。COMPUT. 方法。程序控制。生物医学。158, 185-192。

Ciulla, TA, 阿马多尔, AG, 辛曼, B., 2003年糖尿病视网膜病变和糖尿病MAC的ular水肿: 病理生理学, 筛选和新疗法。糖尿病护理26 (9), 2653年至2664年。

夸, J., Bresnick, G., 2009年EyePACS: 为直径-一个适应性强的远程医疗系统betic视网膜病变筛查。J.糖尿病科学。TECHNOL. 3 (3), 509-516。

戴, L., 方, R., 李, H., 侯, X., 盛, B., 吴, Q., 贾, W., 2018年临床报告指导视网膜微血管瘤检测多筛分深度学习。硕士论文。MED. IMAG. 37 (5), 1149年至1161年。

达斯, 五, 晋平, NB, 熊猫, R., 2015年病阈值基于微血管瘤检测眼底图像。在: 计算机视觉, 模式识别, 图像处理和图形2015年第五次全国大会 (NCVPRIPG)。IEEE, 第1-4页。

Dashtbozorg, B., 门多萨, AM, Campilho, A., 2015年视盘使用分段滑动频带滤波器。COMPUT. 生物学。MED. 56, 1-12。Decencièrre, E., Cazuguel, G., 张, X., 蒂博, G., 克莱恩, J.-, 迈耶, F., Mar-cotegui, B., Quéllec, G., Lamard, M., 段野, R., 等人, 2013年Teleophta: 机器学习和Teleophthalmology图像处理。IRBM 34 (2), 196-203。

Decencièrre, E., 章, X., Cazuguel, G., LAY, B., Cochener, B., Trone, C., 增益, P., 或-dóñez瓦雷拉, J.-R., Massin, P., Erginay, A., 等人, 2014年公开发布的图像数据库的反馈: 在获月数据库。图像虹门。Stereo. 33 (3), 231-234。

迪帕克, KS, Sivaswamy, J., 从黄斑水肿的2012自动评估彩色视网膜图像。硕士论文。MED. IMAG. 31 (3), 766-776。达拉, AK, Mukhopadhyay, S., Bency, MJ, Rangayyan, RM, 邦萨尔, R., 古普塔, A., 2015年开发的眼底图像糖尿病性视网膜病变的定期的筛选工具的。在: 医学影像2015: 计算机辅助诊断, 卷。9414.国际社会对光学与光子页。94140H. 多宾, KK, 西蒙, RM, 2011年最优分裂的情况下进行训练和测试

高维CLASSI网络ERS. BMC医学。GENOM. 4 (1), 31。Esteves的, T., Quelhas, P., 门多萨, AM, Campilho, A., 2012梯度收敛滤波和用于体内细胞核检测一个相位一致性的方法。马赫。可见。申请 23 (4), 623-638。

埃弗林厄姆, M., 范GOOL, L., 威廉斯, CKI, 温, J., Zisserman, A., 2010。pas-CAL视觉对象类 (VOC) 的挑战。诠释。J. COMPUT. 可见。88 (2), 303-338。e络, DJJ, 帽子音响场, FN, 诺克斯, P., Reakes, M., 斯宾塞, S., 帕里, D., 哈丁, SP, 在经由多尺度线运营商的应用数字眼底照片2008增强血管。J.富兰克林研究所。345 (7), 748-765。摩天, 佛罗里达州, 1993年如何有效的治疗糖尿病视网膜病变的治疗方法? JAMA 269 (10), 一二九〇年至1291年。

弗格雷, IN, 库马尔, S., Oliveira的, CM, 拉莫斯, JAD, Engquist, B., 2015自动病变检测器中的视网膜眼底图像。COMPUT. 生物学。MED. 66, 47-65。弗莱明, AD, 菲利普, S., Goatman, KA, 奥尔森, JA, 夏普, PF, 2006自动MI-croaneurysm检测使用局部对比度归一化和局部血管检测。硕士论文。MED. IMAG. 25 (9), 1223年至1232年。FRAZ, MM, 巴达尔, M., 马利克, AW, 酒保, SA, 2018年为计算方法

渗出物的检测和黄斑水肿估计在视网膜图像: 调查。拱。COMPUT. 方法。工程。1-28。

福, H., 诚, J., 徐, Y., 黄, DWK, 刘, J., 曹, X., 2018年联合视盘和基于多标鉴深层网络和极坐标变换的杯分割。预印本的arXiv的arXiv: 1801.00926。

通过深度学习, H., 徐, Y., 黄, DWK, 刘, J., 2016年, 视网膜血管分割学习网络和完全连接的条件随视场网络。在: 生物医学成像 (ISBI) 年, 2016年IEEE第13届国际研讨会。IEEE, 第698-701。加西亚, G., 加利亚, J., 毛, A., 洛佩兹, J., 德尔鳃鱼, C., 2017年检测二

基于使用的视网膜眼底图像的卷积神经网络的abetic视网膜病变。在: 国际会议ARTI网络官方神经网络。斯普林格, 第635-642。

加西亚, M., 桑切斯, CI, 拉萨, J., 洛佩斯, MI, Hornero, R., 2009年的硬检测在视网膜图像渗出物使用径向基函数网络CLASSI ER. 记录。生物医学。工程。37 (7), 1448至1463年。

Gargeya, R., 冷, T., 糖尿病性视网膜病变的使用2017自动identi音响阳离子深度学习。眼科124 (7), 962-969。Gegundez阿里亚斯, ME, 马林, D., 布拉沃, JM, 末郎, A., 2013年定位的小窝脊在使用阈值处理和特征提取技术数字眼底图像之三的位置。COMPUT. MED. IMAG. 图形。37 (5-6), 386-393。Giachetti, A., 巴莱里尼, L., 特鲁科, E., 2014年准确和可靠的分割

视盘在数字眼底图像。J.医学。IMAG. 1 (2), 024001。Giancardo, L., Meriaudeau, F., Karnowski, TP, 李, Y., Garg则S., 托宾, KW, Chaum, E., 2012年使用可公开获得的数据集基于渗出物糖尿病性黄斑水肿检测眼底图像。MED. 图像虹门。16 (1), 216-226。Giancardo, L., Meriaudeau, F., Karnowski, TP, 李, Y., 托宾, KW, Chaum, E., 2011。

微血管瘤检测氧变换基于状态的分类网络上的视网膜图像阳离子。见: IEEE工程医学和生物学学会2011年度国际会议。IEEE, 第5939-5942。Giancardo, L., 罗伯茨, K., 赵, Z., 2017年代表学习视网膜vas-culature的嵌入。在: 胎儿, 婴儿和眼科医学图像分析。施普林格, 页243-250。

Glorot, X., Bengio, Y., 2010年认识的训练深feedfor-2FFI culty病神经网络。在: 对ARTI网络官方情报和统计, 第249-256第十三届国际会议论文集。格林斯潘, H., 凡Ginneken, B., 萨默斯, RM, 2016年游客社论深度学习

在医学成像: 概述和令人兴奋的新技术的未来前景。硕士论文。MED. IMAG. 35 (5), 1153-1159。

面包车Grnsven, MJ, 面包车Ginneken, B., Hoyng, CB, Theelen, T., 桑切斯, CI, 2016年使用选择性数据采样的卷积神经网络的训练: 应用到出血检测在彩色眼底图像。硕士论文。MED. IMAG. 35 (5), 1273年至1284年。

顾, J., 王, Z., 权, J., 马, L., Shahroudy, A., 帅, B., 刘, T., 王, 十王, G., 蔡, J., 等人, 在卷积神经网络2018的最新进展。模式Recognit. 77, 354-377。