

# 智能眼底影像分析课题任务

曹鹏

医学影像智能计算教育部重点实验室 东北大学 caopeng@mail.neu.edu.cn

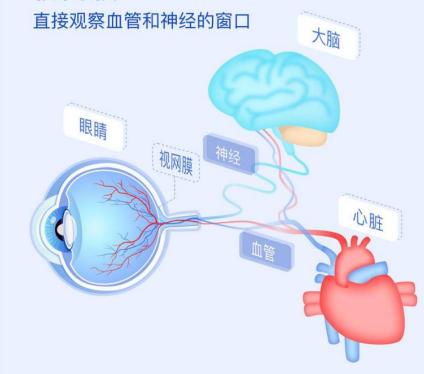


### 视网膜——健康之窗

- 视网膜是一片脑组织,是视功能关键部分,损伤不可逆。
- 视网膜疾病一般发病较缓,不易察觉,但对视力 危害极大,预后不佳。



### 视网膜



视网膜是人体唯一能直接看到血管和神经组织的部位,可以反映全身血管与神经疾病微小改变。

□ 眼底照相被眼科医生普遍认为糖网 筛查的最有效手段,其通过专用的 眼底照相机获得眼底图像,具有简 易、快捷、无痛、准确率高,并且 方便数字化处理分析的优点。



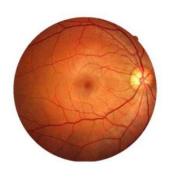


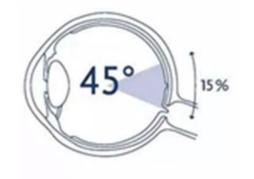
视网膜血管 颞侧 鼻侧 视杯 中心凹

眼底照相

标有眼底组织的眼底图像

### 视网膜照相





- ✓ 仪器成本相对低
- ✓ 操作便捷
- ✓ 无信息损失

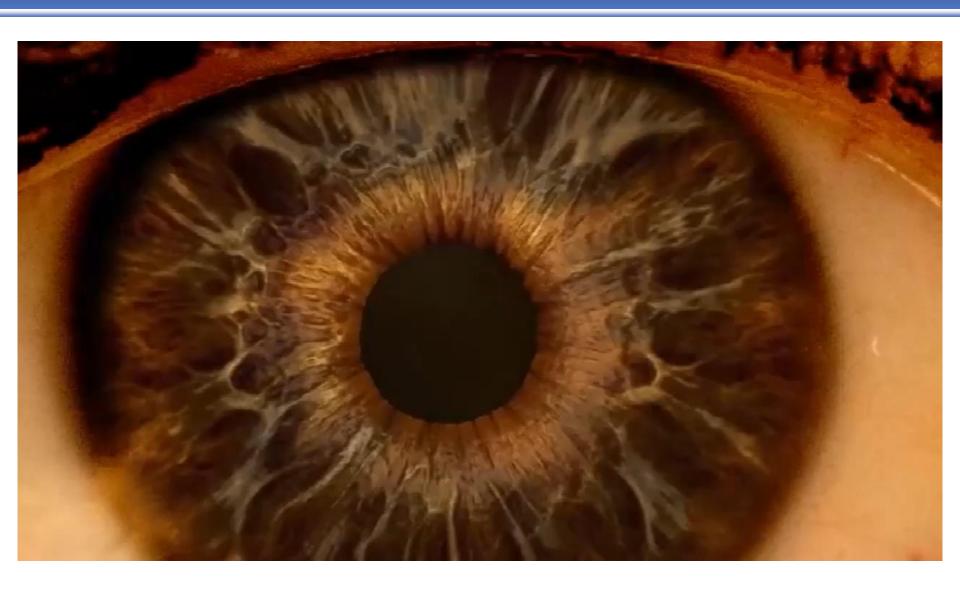
- ✓ 免散瞳
- ✓ 图像便于保存



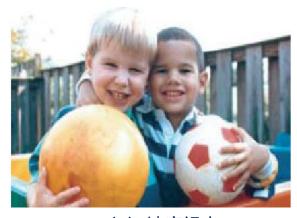
眼底照相使得大规模的视网膜疾病筛查变成可能

- 中国只有4万眼科医生,而且大部分在北上广
- 中国眼科医生稀缺变成难点

- □ 面对庞大的糖网筛查人群, 采用人工阅片的糖网筛查方式明显存在**不足**:
  - 诊断的效率低, 医生的阅片工作强度大, 易疲劳, 颇为耗时,
  - 难以保证诊断的准确性, 医生的临床经验直接影响诊断的准确性, 经验不 足的医生难以作出正确的判定,
  - 缺乏诊断的客观性,不同的医生单凭肉眼判断的诊断结果可能存在分歧,
  - 缺少专业的眼科医生,大规模的筛查难以实施。
- □ 而利用计算机技术的糖网自动分类方法具有更大的优势:
  - 可以有效地提高糖网筛查的快速性、准确性和客观性,
  - 将医生从繁重的人工阅片中解脱出来,
  - 为糖网筛查的大规模实施提供了必备的基础条件,具有重要的临床价值和社会效益。



- 糖网是缓慢地在不知不觉中发生和发展,在没有累及黄斑时患者不会察觉, 而一旦发展到黄斑区,对视力的损害将是无法挽回的,
- □ 研究表明90%的糖网患者可以通过定期的筛查和早期诊疗避免视力的损失 或失明。
- □ 据卫计委统计,我国目前只有3.6万名眼科医生,其中,从事眼底医疗服务和研究的医生不足1万人,眼科医生严重不足,导致我国糖网病筛查的比例不足10%。如何早期筛查眼底,快速诊断眼底图,成为防治糖网病的关键。



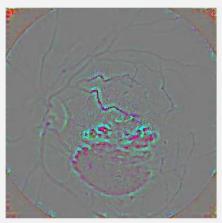
(a)健康视力



(b) 晚期糖网病人视力

晚期糖网病人视力模拟图





眼部疾病识别

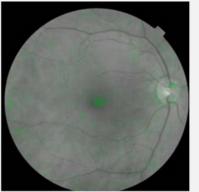
糖尿病性视网膜病变 黄斑变性、高血压视网膜病变

基于眼底对全身疾病的识别

高血压,糖尿病,冠心病、脑卒中







青光眼



黄斑病变/其他黄斑异常



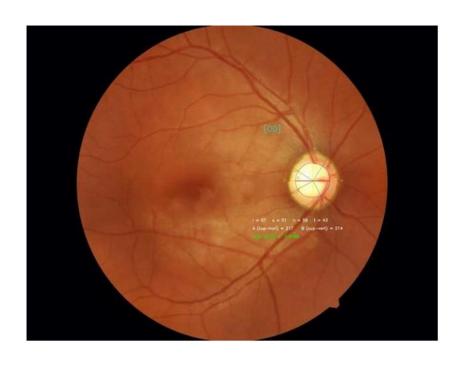
糖网/高血压/动脉硬化

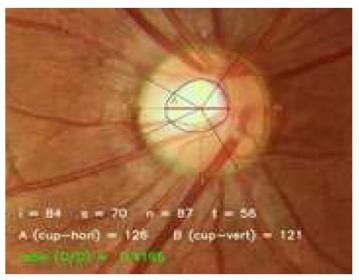


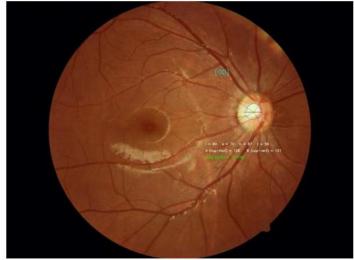
病理性近视



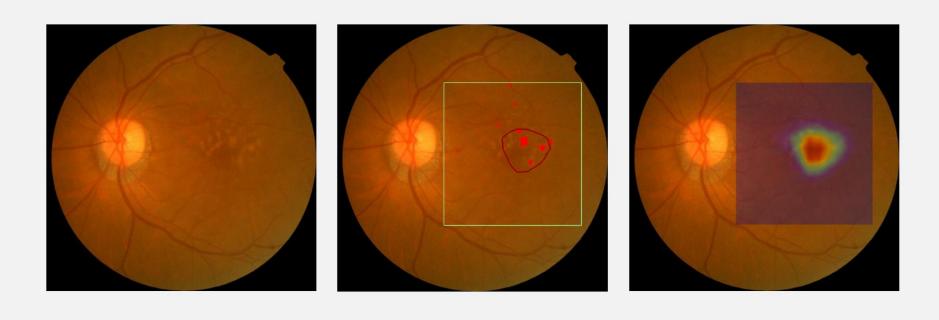
### 青光眼研究——视盘精准分割

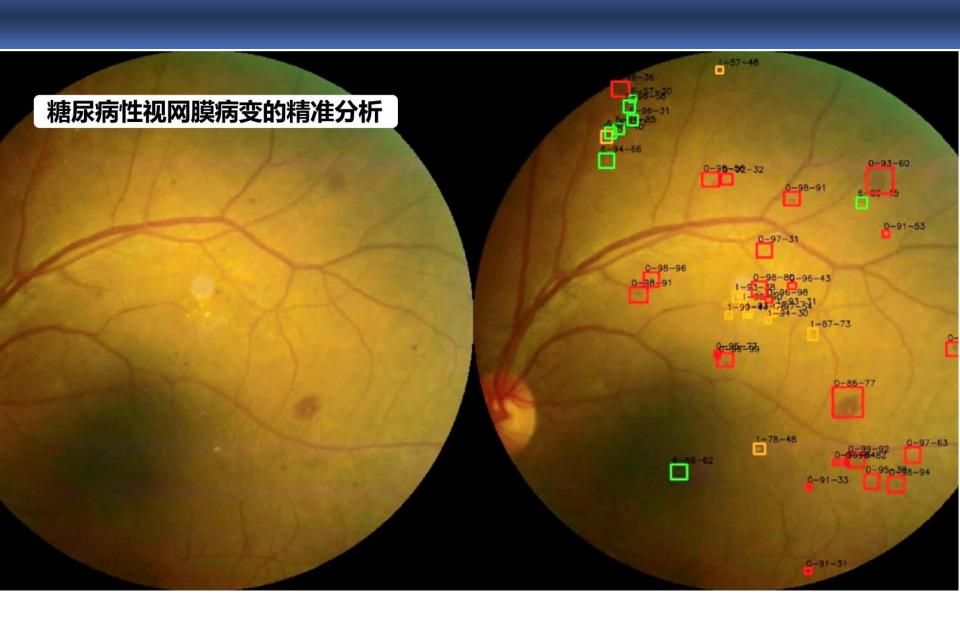




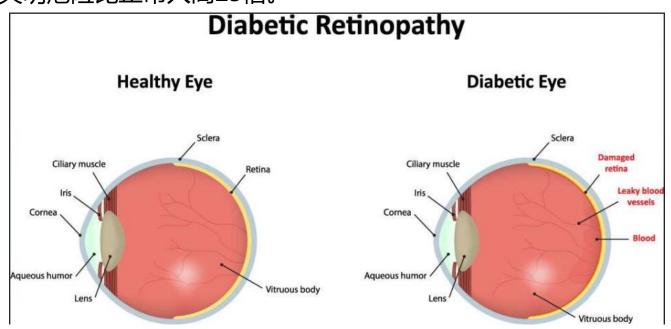


# 黄斑变性的定位与精准分析





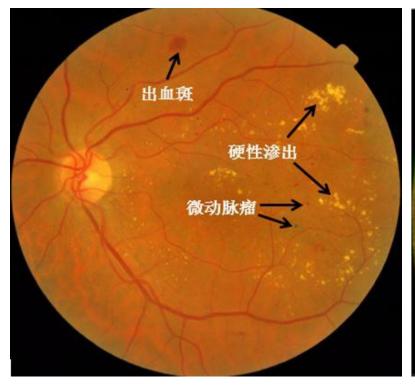
- □ 糖尿病视网膜病变(简称糖网, DR) 是糖尿病的最为严重并发症之一, 是目前成年人致盲的首位原因, 被世界卫生组织定为继白内障后的第二大防盲重点眼病。
- □ 据国际糖尿病联盟2015年的统计,全球约有 4.15 亿糖尿病患者,据悉,中国目前拥有1.3亿糖尿病人,超过3000万糖尿病视网膜病变患者,70%未接受规范治疗,失明危险比正常人高25倍。



定期的糖网筛查是预防或减少糖网发生、发展的

唯一有效手段!

□ 目前,糖网筛查主要依靠眼科医师人工地检查和分析眼底图像上的异常病变,并依据糖网分类标准进行糖网的甄别、糖网类型的判断和糖网严重程度评估。



(a) 微动脉瘤、出血斑和硬性渗出

糖网常见病变

(b) 新生血管

#### Airdoc

### 在AI技术应用前的视网膜与心脑血管的研究

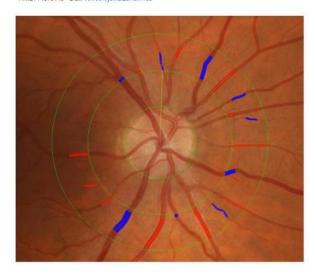
#### ——发现了相关性,但是不能个体量化,不能临床使用

> JAMA, 2002 Mar 6:287(9):1153-9, doi: 10.1001/jama.287.9.1153.

Retinal arteriolar narrowing and risk of coronary heart disease in men and women. The Atherosclerosis Risk in Communities Study

Tien Yin Wong <sup>1</sup>, Ronald Klein, A Richey Sharrett, Bruce B Duncan, David J Couper, James M Tielsch, Barbara E K Klein, Larry D Hubbard

Affiliations + expand PMID: 11879113 DOI: 10.1001/jama.287.9.1153



• 2002年,有研究团队在JAMA发表文章首次提出眼底动脉硬化能够预测未来冠心病的发病率。发现眼底照片动静脉比值每减少1个SD,女性冠心病的发病风险增加37%,急性心梗发病风险增加50%。

• 2004年,有团队采集了154名因冠心病或脑卒中死亡者生前的眼底照片, 并根据年龄和性别匹配采集了528名健康对照的眼底照片,分析发现心血 管病死亡者的眼底小动脉管径要显著低于健康对照。

> Hypertension, 2006 May;47(5):975-81, doi: 10.1161/01.HYP.0000216717.72048.6c, Epub 2006 Apr 3.

Abnormalities of retinal microvascular structure and risk of mortality from ischemic heart disease and stroke

Nicholas Witt <sup>1</sup>, Tien Y Wong, Alun D Hughes, Nish Chaturvedi, Barbara E Klein, Richard Evans, Mary McNamara, Simon A McG Thom, Ronald Klein

Affiliations + expand

PMID: 16585415 DOI: 10.1161/01.HYP.0000216717.72048.6c

Wong TY, Klein R, Sharrett AR, et al. Retinal arteriolar narrowing and risk of coronary heart disease in men and women. The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *JAMA* 2002; **287**(9): 1153-9. Witt N, Wong TY, Hughes AD, et al. Abnormalities of retinal microvascular structure and risk of mortality from ischemic heart disease and stroke. *Hypertension* 2006; **47**(5): 975-81.

### AI挖掘了视网膜的图像意义

糖尿病

冠心病

高血压

帕金森

脑卒中

Deep-learning-based cardiovascular risk stratification using coronary artery calcium scores predicted from retinal photographs



Tyler Hyungtaek Rim\*, Chan Joo Lee\*, Yih-Chung Tham\*, Ning Cheung, Marco Yu, Geunyoung Lee, Youngnam Kim, Daniel S W Ting, Crystal Chun Yuen Chong, Yoon Seong Choi, Tae Keun Yoo, Ik Hee Ryu, Su Jung Baik, Young Ah Kim, Sung Kyu Kim, Sang-Hak Lee, Byoung Kwon Lee, Seok-Min Kang, Edmund Yick Mun Wong, Hyeon Chang Kim, Sung Soo Kim†, Sungha Parkt, Ching-Yu Cheng†, Tien Yin Wong†

oa

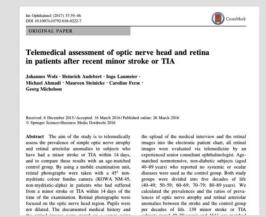
Background Coronary artery calcium (CAC) score is a clinically validated marker of cardiovascular disease risk. We developed and validated a novel cardiovascular risk stratification system based on deep-learning-predicted CAC from 3:e306-16 retinal photographs.

Methods We used 216 152 retinal photographs from five datasets from South Korea, Singapore, and the UK to train and validate the algorithms. First, using one dataset from a South Korean health-screening centre, we trained a deeplearning algorithm to predict the probability of the presence of CAC (ie, deep-learning retinal CAC score, RetiCAC). We stratified RetiCAC scores into tertiles and used Cox proportional hazards models to evaluate the ability of RetiCAC to predict cardiovascular events based on external test sets from South Korea, Singapore, and the UK Biobank. We evaluated the incremental values of RetiCAC when added to the Pooled Cohort Equation (PCE) for participants in the UK Biobank.

†Contributed equally

Singapore Eye Research Institute, Singapore National Eye Centre, Singapore (T HRim MD, Y-C Tham PhD, N Cheung MD, M Yu PhD, D SWTing MD, CCYChong BS. ProfC-Y Cheng MD ProfT-Y Wong MD):







Dovepress



PERSPECTIVES

Automated retinal imaging and trend analysis – a tool for health monitoring

> This article was published in the following Dove Press journal: Clinical Ophthalmology 23 May 2017 Number of times this article has been viewed

biomedical engineering

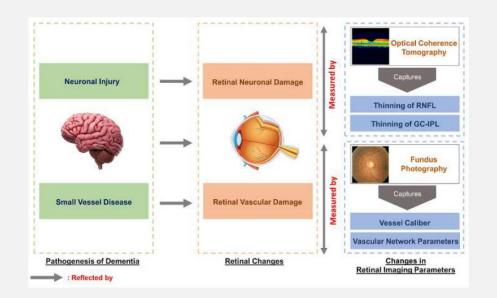
https://doi.org/10.1038/s41551-018-0195-0

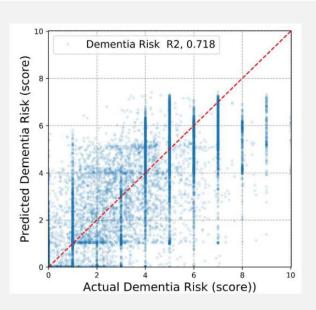
#### Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning

Ryan Poplin<sup>1,4</sup>, Avinash V. Varadarajan<sup>1,4</sup>, Katy Blumer<sup>1</sup>, Yun Liu<sup>1</sup>, Michael V. McConnell<sup>2,3</sup>, Greg S. Corrado<sup>1</sup>, Lily Peng<sup>1,4\*</sup> and Dale R. Webster<sup>1,4</sup>

### 对痴呆患者的视网膜评估模型

### Airdoc

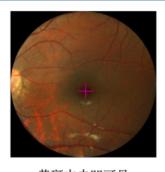




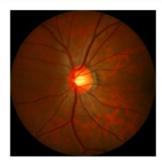
以CAIDE≥10分为高危人群分类标准,AI算法风险AUC=0.78,优于普通而复杂的痴呆评测。

# 二. 相关课题任务



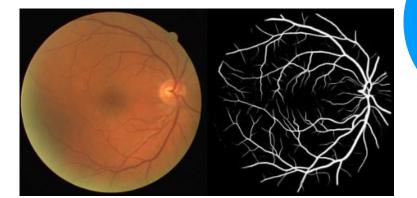


黄斑中央凹可见 坐标金标准 (743.96, 790.54)



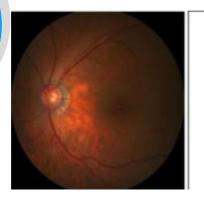
黄斑中央凹不可见 金标准设为(0,0)

### 1 糖尿病视网膜病变分级与分割



课题任务

2 中心凹检测定位



•

3

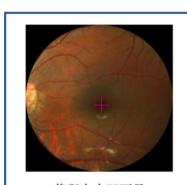
血管分割

4 视杯、视盘分割

# 二. 任务1: 中心凹检测定位

本课题的目的是预测黄斑中央凹在图像中的坐标值。若图像中黄斑中央凹不可见,坐标值设为(0,0),否则需预测出中央凹在图像中的坐标值。

具体来说,为输出中心凹的坐标值,一种常用的策略是:首先需要完成黄斑区域的检测和定位;在该任务的基础上输出中心凹坐标值。因此,黄斑区域检测任务的性能影响中心凹的位置预测。

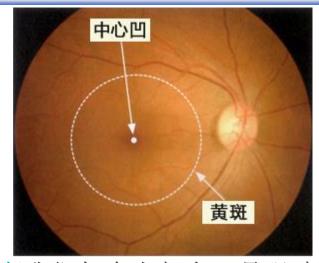


黄斑中央凹可见 坐标金标准(743.96,790.54)

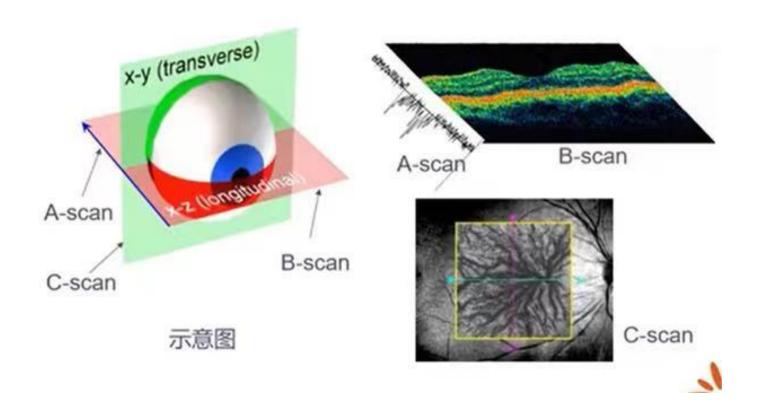
image	fovea-x	fovea-y
0001	1045.38	1016.36
0002	1053.47	1015.26
0003	1061.35	1017.61
0004	1170.87	1056.15
0005	1301.83	1037.36
0006	1149.57	1082
0007	1205.72	1078.18
0008	1229.73	1043.89
0009	1080.45	1081.3

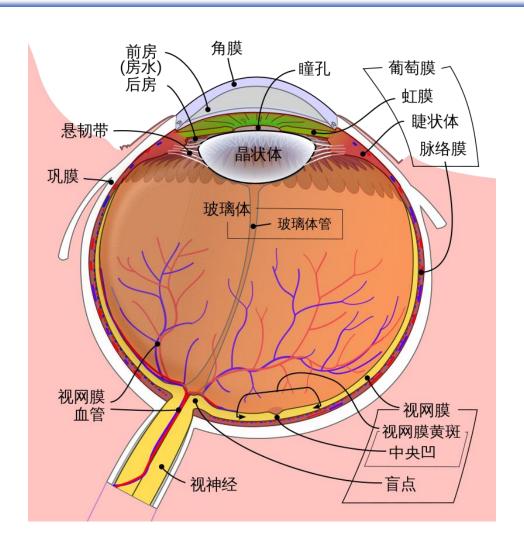
中心凹以及黄斑位置的检测对于眼底疾病的诊断起到重要的作用,比如,在划分**糖尿病黄斑水肿的严重程度时,通常会涉及到黄斑以及中心凹的位置**。

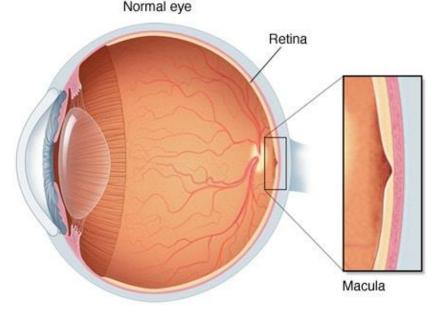
第1位	青光眼
第2位	糖尿病视网膜病变
第3位	视网膜色素变性
第4位	黄斑变性
第5位	高度近视



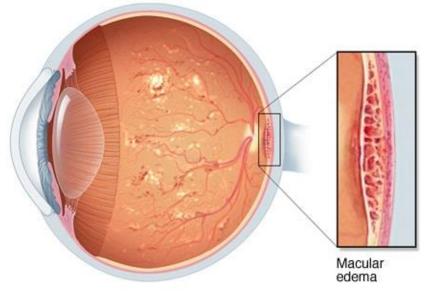
• 很多人把**黄斑**认为是一种疾病的名字,其实**黄斑**我们每个人都有,是眼睛视网膜上一个特殊部位的名称。黄斑区位于视网膜的正中央,含有大量、密集的感光细胞,是我们视网膜上视觉更敏锐、更关键的区域。因此,黄斑一旦发生任何病变,都必将对视力造成严重的影响。

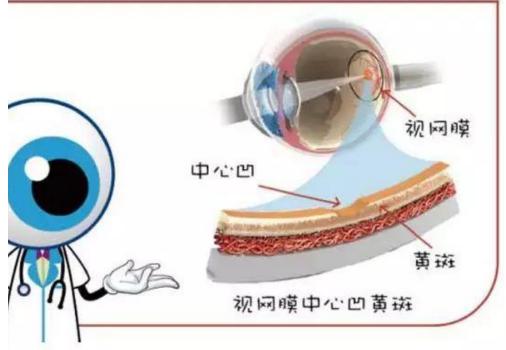






Diabetic macular edema

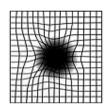




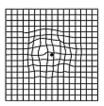
### 关于自觉症状的自主检查方法

使用右边网格状的表,分别确认每只眼睛看东西有无异常吧。在眼科,需要用 叫作阿姆斯勒方格表的相同表格进行检查。

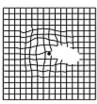
请戴着花镜,盯视表中央的黑点。确认用一只眼睛看表格也没有异常是很有效的方法。因为如果双眼看,即使一只眼睛患病,另一只眼睛可以弥补,因此很难发现异常。



看起来线条模糊

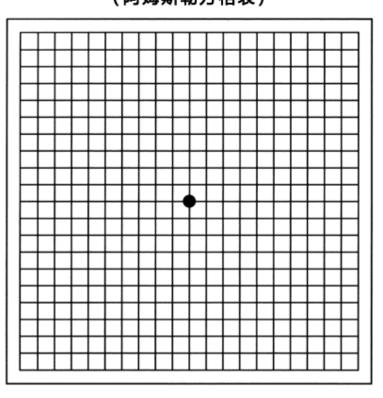


中心看起来歪曲



某些部分 看起来缺损

### 老年性黄斑变性 检查表 (阿姆斯勒方格表)

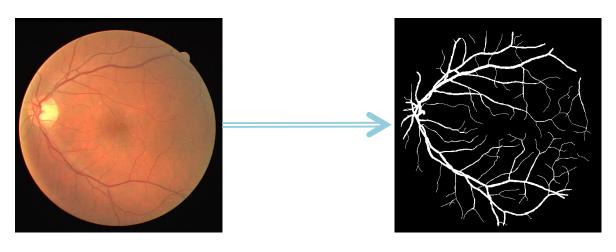


# 二. 任务1: 中心凹检测定位

- 转化为detection问题,建议
- 转化为高斯热图(heatmap)
- 模型的选择、调参、优化(预训练ImageNet)、发现问题、 分析问题、迭代

## 二.任:2:血管分割

本课题的目的是将2D眼底图像中的血管区域分割出来。 分割结果中血管区域的像素值置为为0,其他区域像素值置 为255。**通过联合后续的视杯、视盘分割任务,可以保持良 好的眼底结构信息**,对于下游任务(比如图像重建)具有重 要意义。



# 二. 任务3: 糖尿病视网膜病变分级:

针对分级任务,主要目的是分析2D眼底图像的临床数据,根据视觉特征(病灶信息)区分糖尿病视网膜病变的严重程度。主要包括**糖尿病视网膜病变**以及**糖尿病黄斑水肿**。

针对分割任务,主要目标是将2D眼底图像中的病灶目标分割出来,分割结果中病灶区域的像素值可以置为0,非病灶区域像素值设置为255。

R 分 级 DR-4 DR-0 DR-1 DR-2 DR-3 病 灶 分 割

### 二. 相关课题任务

### 糖网分类标准:

- 1、临床上,糖网通常以新生血管为分界,可分为:
- ❖ 非增殖性糖尿病视网膜 病变(NPDR)
- ❖ 增殖性糖尿病视网膜病 变(PDR)

2、糖尿病黄斑水肿(DME) 是黄斑区水肿增厚或硬性渗 出沉积,可出现在糖网的任 何阶段,是导致视力下降的 主要原因。

#### 糖网国际分类标准

疾病严重程度	
无视网膜病变	无异常
轻度NPDR	仅有微动脉瘤
中度NPDR	不仅有微动脉瘤,还存在轻于重度NPDR的改变
重度NPDR	有下列任一改变,且无PDR体征: 1)4个象限均有多于20处视网膜内出血 2)在2个以上象限有明显的静脉串珠样改变 3)在1个象限有明显的视网膜内微血管异常
PDR	出现下列一项或两项: 1)新生血管 2)玻璃体积血或视网膜前出血

#### 糖尿病黄斑水肿的国际分类标准

疾病严重程度	分类标准定义
无明显DME	后极部无明显视网膜增厚或硬性渗出
轻度DME	后极部存在视网膜增厚或硬性渗出,但远离黄斑中心
中度DME	视网膜增厚或硬性渗出接近黄斑中心但未累及中心凹
重度DME	视网膜增厚或硬性渗出累及中心凹