بسم الله الرحمن الرحیم

تحلیل هوشمند تصاویر زیست پزشکی

نیم‌سال اول ۰۴-۰۳

مدرس: محمدحسین رهبان

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

تمرین سوم

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت **۲۳:۵۹** روز مشخص‌شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر تمرین‌ها بدون کسر نمره تا سقف ۱۲ روز وجود دارد. محل بارگزاری جواب تمرین‌ها بعد از ۴ روز بسته خواهد شد و پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال‌شده پذیرفته نخواهند شد.
- توجه داشته‌باشید که نوت‌بوک‌های شما باید قابلیت بازاجرای ۱۰۰ درصد داشته باشند و در صورت نیاز به نصب یک کتابخانه یا دسترسی به یک فایل، مراحل نصب و دانلود (از یک محل عمومی) در نوت‌بوک وجود داشته باشد.
- هم‌فکری در انجام تمرین مانعی ندارد، فقط توجه داشته باشید که پاسخ تمرین حتما باید توسط خود شخص نوشته شده باشد. همچنین در صورت همفکری در هر تمرین، در ابتدای جواب تمرین نام افرادی که با آن‌ها هم‌فکری کرده اید را حتما ذکر کنید.
- برای پاسخ به سوالات نظری در صورتی که از برگه خود عکس تهیه می‌کنید، حتما توجه داشته باشید که تصویر کاملا واضح و خوانا باشد. درصورتی که خوانایی کافی را نداشته باشد، تصحیح نخواهد شد.
- محل بارگذاری سوالات نظری و عملی در هر تمرین مجزا خواهد بود. به منظور بارگذاری بایستی تمارین تئوری در یک فایل زیپ با نام IABI_Theo_hw3_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip و تمارین عملی نیز در یک فایل مجزای زیپ با نام IABI_Prac_hw3_[First-Name]_[Last-Name]_[Student-Id].zip بارگذاری شوند.
- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل، در کوئرای درس آن مشکل را بیان کنید و از پیغام دادن مستقیم به دستیاران آموزشی خودداری کنید.

بخش نظری (۶۰)

سوال اول (۱۰.۵ نمره)

Limit of resolution $= d = \frac{0.61\lambda}{NA} = \frac{0.61\lambda}{\mu \sin\alpha}$

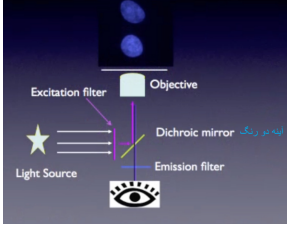
(الف) فرمول minimum-distance را بنویسید وتوضیح دهید ارتباط رزولوشن و مفهوم minimum-distance به چه صورت است. باتوجه به فرمول بیان شده بگویید چگونه می‌توان رزولوشن را افزایش داد.

(ب) از نوری با فرکانس ۳۰۰ تراهرتز برای تصویربرداری در محیط با ضریب شکست ۱.۴۶ استفاده شده است. نیم زاویه نور ورودی به لنز برابر ۳۷ درجه است. حداکثر فاصله دو نقطه نورانی قابل تمایز در تصویر ثبت شده این میکروسکوپ چقدر است؟

(ج) مبنای کار میکروسکوپ phase-contrast را توضیح دهید.

(د) میکروسکوپ های bright-field و dark-field را از منظر کاربرد مقایسه کنید.

Phase Contrast:
Uses
Annular Ring as
Condenser Stop
and Phase Ring
in Objective
Back Focal Plane



سوال دوم (۵.۵ نمره)

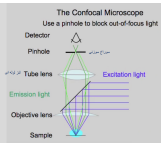
(الف) روش کار میکروسکوپ های فلورسنت را شرح دهید. از dichronic mirror در اینگونه میکروسکوپ ها چگونه استفاده می‌شود؟

(ب) ویژگی‌های مثبت تصویر برداری با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت چیست؟

(ج) پس از تصویربرداری فلورسنت از یک نمونه، مشاهده شده‌است که تصویر حالت تیره و رنگ پریده دارد. چه پدیده‌ای ممکن است رخ داده باشد؟ برای حل این مشکل ۳ راه حل ذکر کنید.

احتمالا پدیده‌ی Photo Bleaching رخ داده است. در این پدیده مواد فلئوروسنت پس از مدتی expose شدن به نور excitation، خاصیت خود را از دست می‌دهند.
راه‌های حل این مشکل عبارت‌اند از:
۱) در مسیر نوری میکروسکوپ مانعی قرار داده شود تا نور تنها در لحظه‌ی مورد نیاز بتابد. not always
۲) کاهش زمان exposure time تا حد امکان
۳) استفاده کردن از anti-fade compound ها
۴) استفاده کردن از ماده‌ی فلئوروسنت بیشتر
۵) استفاده از dye هایی که مقاومت بیشتری نسبت به fade شدن دارند.

سوال سوم (۹ نمره)



(الف) میکروسکوپی کانفوکال مزایای متعددی نسبت به میکروسکوپی فلورسنت دارد. دو مزیت کلیدی میکروسکوپی کانفوکال را توضیح دهید. در توضیح خود، مکانیسم‌های اساسی که به میکروسکوپی کانفوکال اجازه می‌دهند به این مزایا دست یابد را به طور خلاصه شرح دهید.

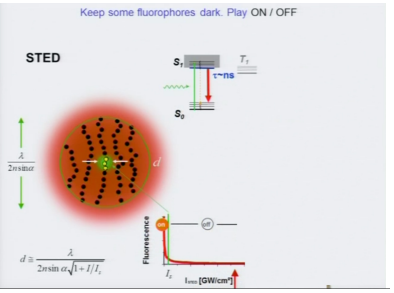
(ب) فرآیند تولید یک تصویر سه‌بعدی در میکروسکوپی کانفوکال را شرح دهید. نقش مؤلفه‌های زیر را توضیح دهید: لیزر، آینه دیکروئیک، پین‌هول و آشکارساز.

raster scanning

سوال چهارم (۹ نمره)

(الف) theorical limit نور در تصویربرداری میکروسکوپی را توضیح دهید. میکروسکوپ های resolution super چگونه به آن غلبه می‌کنند؟

(ب) تحقیق کنید که در هر کدام از موارد زیر استفاده از چه میکروسکوپی مناسب‌تر است. دلیل خود را توضیح دهید.



(آ) مطالعه ساختاری نورون‌های هرمی مغز ← STED

(ب) شمارش سلول های گلبول سفید خون ← نوری

(ج) تصویربرداری سه بعدی سلول های یک نمونه زنده و نازک ← Confocal

(د) مطالعه پروتئین های غشایی سلول ← الکترون

سوال پنجم (۱۴ نمره)

(الف) کدام نوع میکروسکوپ الکترونی (SEM یا TEM) برای تصویربرداری از سطح نمونه مناسب‌تر است؟ استدلال خود را بر اساس اصول کار میکروسکوپ انتخابی توضیح دهید. SEM

(ب) کدام نوع میکروسکوپ الکترونی برای تصویربرداری از ساختارهای داخلی نمونه مناسب است؟ انتخاب خود را با توضیح نحوه تولید تصویر توسط این میکروسکوپ توجیه کنید. TEM

(ج) تفاوت عملیاتی اولیه بین SEM و TEM را از نظر نحوه‌ی تولید تصویر توضیح دهید. این تفاوت بر نوع تصویری که هر میکروسکوپ تولید می‌کند، چه تأثیری می‌گذارد؟

(د) برای میکروسکوپ انتخاب شده در مرحله (الف)، نحوه آماده‌سازی نمونه را برای به دست آوردن تصویر سطحی با بالاترین کیفیت توضیح دهید. عواملی مانند پوشش و خلا را در نظر بگیرید. SEM

TEM

(ر) برای میکروسکوپ انتخاب شده در مرحله (ب)، نحوه آماده‌سازی نمونه را برای مشاهده ساختارهای داخلی توضیح دهید. جزئیات مربوط به ضخامت نمونه، رنگ آمیزی یا هر مورد ضروری دیگر را درج کنید.

(ز) مزایا و محدودیت‌های SEM در مقایسه با TEM در تصویربرداری بافت شناسی چیست؟

(و) در چه سناریوهایی هر دو تکنیک SEM و TEM را ترکیب می‌کنید؟ یک مثال تحقیقاتی ارائه دهید .

سوال ششم (۱۲ نمره)

با توجه به این مقاله به پرسشهای زیر پاسخ دهید:

(الف) چالش‌های تقسیم‌بندی میتوکندری در تصاویر میکروسکوپ الکترونی (EM) چیست، و این مطالعه چگونه به این چالش‌ها می‌پردازد؟

(ب) نقش مدل یادگیری عمیق MitoNet را در بهبود بخش‌بندی نمونه میتوکندری توضیح دهید. چرا استفاده از یک مدل کلی در این زمینه قابل توجه است؟

(ج) Panoptic-DeepLab چیست و چه تفاوتی با سایر مدل‌های تقسیم‌بندی نمونه مانند R-CNN Mask دارد؟

بخش عملی (۴۰ نمره)

CellProfiler

در این قسمت برای آشنایی با نحوه کار نرم افزار وCellProfiler اندازه‌گیری‌های مورفولوژیکی توسط آن، باید یک پایپ‌لاین طراحی کنید. بدین منظور به پوشه Pract مراجعه کنید و مطابق راهنمای تمرین عملی، پایپ‌لاین را پیاده‌سازی کنید.