



دانشکده مهندسی کامپیوتر

## تحلیل و طراحی الگوریتم

نیم‌سال دوم ۹۸-۹۹

### امتحان عملی شماره ۱

علیرضا مرادی

مرسده ایرانی

سید صالح اعتمادی

پنج‌شنبه ۴ اردیبهشت ماه

- در طول امتحان امکان هر گونه ارتباط با افرادی غیر از استاد درس و اساتید حل تمرین حاضر ندارید.
- تنها منابع قابل استفاده در طول امتحان اسلایدهای درس و کدهایی است که خود شما برای تمرینهای درس زده‌اید و در ریپازیتوری شما موجود است. استفاده از این کدها بلا مانع است.
- جستجو در اینترنت و دسترسی به صفحات وب جایز نیست. در صورت نیاز از اساتید سوال کنید.
- لازم است از ابتدا تا انتهای امتحان، صدا، تصاویر مانیتور و تصویر شما توسط نرم‌افزار FlashbackExpress یا ترکیبی از این نرم‌افزار به همراه Hyperlapse روی گوشی، ضبط شود.
- پس از کامل کردن پول ریکوست ۲ ساعت فرصت دارید که ویدیو(ها)ی بالا فشرده کرده و در قالب «یک» فایل به نام شماره دانشجویی و فرمت zip ذخیره کرده (حداکثر اندازه فایل قابل قبول ۲۰۰ مگابایت می‌باشد) و در آدرس زیر بارگذاری کنید (مثلا 97521231.zip). رمز عبور برای بارگذاری ad98@IUST می‌باشد. در این آدرس شما تنها قادر به بارگذاری فایل خود می‌باشید و توانایی دیدن فایل‌های دیگر را ندارید.
- <https://drive.iust.ac.ir/index.php/s/v88NKdj88oeezqm>
- با توجه به عدم ثبات نسبی سرورهای آژور، هنگام کامل کردن پول در صورت خطای تایم‌اوت، تایم‌اوت را با دقت ۱۰۰ میلی ثانیه به نحوی تغییر دهید که خطای تایم‌اوت رفع شود. به عنوان مثال چنانچه تست شما روی آژور با ۱۲۰۰ میلی ثانیه پاس می‌شود، می‌توانید برای اطمینان خاطر تایم‌اوت را ۱۳۰۰ میلی ثانیه بگذارید.

## نامگذاری‌ها

این تمرین باید:

- روی شاخه fb\_Exam1 پیاده سازی شود.
- در پوشه E1 در ریشه ریپازیتوری گیت پروژه AD98992
- نام E1: solution
- نام پروژه اصلی: E1
- نام پروژه تست: E1.Tests
- تمرین باید در این شاخه add/commit/push بشود و پول ریکوست برای بردن به مستر درست شود و بعد از بیلد موفقیت آمیز "کامل" شود. برای اطمینان از کامل شدن لازم است روی کامپیوتر خودتون روی شاخه مستر "پول" انجام دهید و از تکمیل پول ریکوست اطمینان پیدا کنید.
- تمام نام های کلاس ها، متدها، شاخه ها... باید عینا با رعایت حروف بزرگ و کوچک انجام شود.

## ساخت پول ریکوئست – x ۱

بعد از درست کردن پروژه ها و اضافه کردن فایلها قبل از اینکه هیچ کدی بزنید لازم است که فایل ها را به گیت add/commit/push کنید و در visualstudio.com برای بردن این شاخه به مستر یک پول ریکوست به نام Exam1 درست کنید. در صورت صحیح انجام ندادن این بخش نمره امتحان شما در صفر ضرب خواهد شد.

## سوال ۱ – جهش ژنتیکی (۲۵)

سازمان بهداشت جهانی در حال بررسی انواع مختلف ویروس COVID-19 است که جهش ژنتیکی پیدا کرده اند. به باور این سازمان اگر رشته‌ی DNA دو ویروس به صورت دایره ای چرخیده شده باشند، جهش‌یافته‌ی یکدیگرند. به عنوان مثال اگر DNA هایی با مقادیر ABCD و DABC داشته باشیم، این دو، دو نسخه ی مختلف از یک ویروس‌اند. برنامه‌ای بنویسید که به سازمان بهداشت جهانی در شناسایی این تغییرات ژنتیکی کمک کند.

**فرمت ورودی:**

ورودی به صورت دو رشته می‌باشد.

**فرمت خروجی:**

رشته‌ی 1 اگر دو ویروس جهش‌یافته‌ی یکدیگرند و 1- در صورتی که جهش‌یافته‌ی یکدیگر نیستند.

| نمونه خروجی: | نمونه ورودی:       |
|--------------|--------------------|
| 1            | rsomuyf<br>muyfrso |
| -1           | mnayfpv<br>aapyaap |

## سوال ۲ – شیوع (۲۵)

پس از حل مشکلات مرتبط با شناسایی جهش‌های ژنتیکی، سازمان بهداشت جهانی در حال کار روی یک پروتکل همگانی برای رعایت فاصله اجتماعی و جلوگیری از شیوع ویروس در شهرها و کشورهای دنیاست. هر فرد ناقل به کرونا در صورت قرارگیری در فاصله‌ای کمتر از  $R$  با شخص سالم می‌تواند ویروس را به او انتقال دهد. کمترین مقدار  $R$  که باعث میشود همه ی افراد جامعه مبتلا شوند را پیدا کنید. در ورودی مختصات دکارتی افراد جامعه را بگیرد و در خروجی کمینه مقدار  $R$  که به ازای آن همه افراد جامعه در معرض انتقال ویروس قرار میگیرند را نمایش دهد.

**فرمت ورودی:**

خط اول ورودی شامل دو عدد  $N$  و  $M$ ، تعداد افراد ناقل و افراد سالم است.

هریک از  $M+N$  خط بعدی به ترتیب شامل مختصات دکارتی افراد ناقل و سالم است.

**فرمت خروجی:**

در خروجی باید کوچکترین مقدار فاصله ایمن را برگردانید. خروجی خود را تا ۶ رقم اعشار رند کنید.

| نمونه خروجی: | نمونه ورودی:             |
|--------------|--------------------------|
| 1.414214     | 1 2<br>1 1<br>0 0<br>0 2 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 1 1<br>23 13<br>48 38            | 35.355339 |
| 1 3<br>0 1<br>0 0<br>0 2<br>22 1 | 22        |

### سوال ۳- درز گیری تصویری (۵+۲۰+۱۵+۲۵)

هدف از این سوال مواجهه شما با یک مساله الگوریتمی واقعی می باشد. اکثر دانشجوها از تست کیس ها می نالند. در صورتیکه در اختیار قرار دادن تست کیس، لطف طراح سوال است. در این مساله طراحی تست کیس ها بر عهده خود شما می باشد و ارزیابی کد شما بر اساس درستی تست کیس ها، پاس شدن آنها و ارزیابی کیفی نتیجه نهایی می باشد.

#### شرح مساله

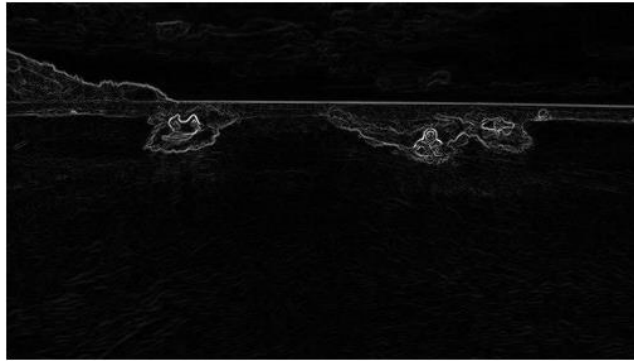
درز گیری تصویری یک الگوریتم تغییر در ابعاد تصاویر با آگاهی از داده های موجود در تصویر است. این تغییر سایز در جهت افقی یا عمودی یا هر دو می تواند باشد. تصویر پایین با ابعاد ۵۰۵ در ۲۸۷ پیکسل پس از حذف ۱۵۰ پیکسل بصورت عمودی نزدیک به ۳۰ درصد باریک تر شده است. همانطور که می بینید بیشتر جزئیات مهم تصویر در عین کاهش سایز حفظ شده است.



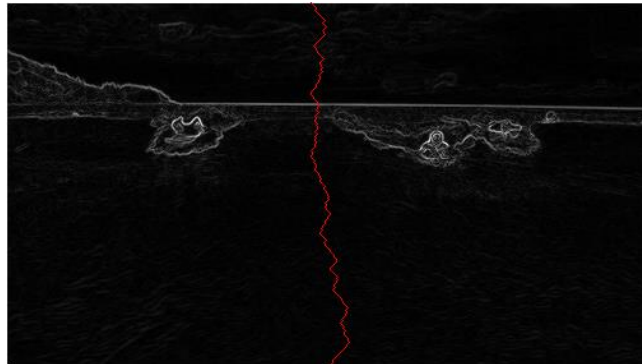
در این سوال شما باید این الگوریتم را پیاده سازی کنید به گونه ای که تعداد مشخصی پیکسل را در جهت افقی یا عمودی با حفظ جزئیات تصویر حذف کند.

پیدا و حذف کردن درز (seam) شامل سه مرحله است:

۱. محاسبه انرژی (۵ نمره): اولین مرحله محاسبه انرژی هر پیکسل است. انرژی میزان اهمیت یک پیکسل است. الگوریتم های مختلفی برای محاسبه انرژی وجود دارد. در این سوال شما الگوریتم dual-gradient را پیاده سازی خواهید کرد (جزئیات الگوریتم در ادامه آمده است). تصویر زیر انرژی عکس بالا با استفاده از الگوریتم dual-gradient را مشخص می کند (نقاط روشن تر دارای انرژی بیشتری هستند در نتیجه احتمال حذف شدن آنها کمتر است).



۲. شناسایی درز (۲۰ نمره): در این مرحله هدف شناسایی یک درز -افقی یا عمودی- با مینیمم انرژی است. حرکت عمودی از بالا به پایین و هر پیکسل به ۳ پیکسل پایین خود متصل است. حرکت افقی از چپ به راست و هر پیکسل به ۳ پیکسل سمت راست خود متصل است. در تصویر زیر درز عمودی شناسایی شده برای حذف شدن را مشاهده میکنید:



۳. حذف کردن درز (۱۵ نمره): در این مرحله باید تمام پیکسل‌های موجود در مسیر درز را حذف کنید. نکته: در پردازش تصویر،  $(x, y)$  به پیکسل موجود در ستون  $x$  و ردیف  $y$  اشاره می‌کند. (نقطه  $(0, 0)$  به بالا سمت چپ و نقطه  $(width-1, height-1)$  به نقطه پایین سمت راست تصویر اشاره می‌کند)

a 3x4 image

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| $(0, 0)$ | $(1, 0)$ | $(2, 0)$ |
| $(0, 1)$ | $(1, 1)$ | $(2, 1)$ |
| $(0, 2)$ | $(1, 2)$ | $(2, 2)$ |
| $(0, 3)$ | $(1, 3)$ | $(2, 3)$ |

تمامی محاسبات در محیط RGB است.

محاسبه انرژی: برای محاسبه انرژی هر پیکسل از فرمول زیر استفاده میکنیم. انرژی پیکسل در مختصات  $(x, y)$  با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

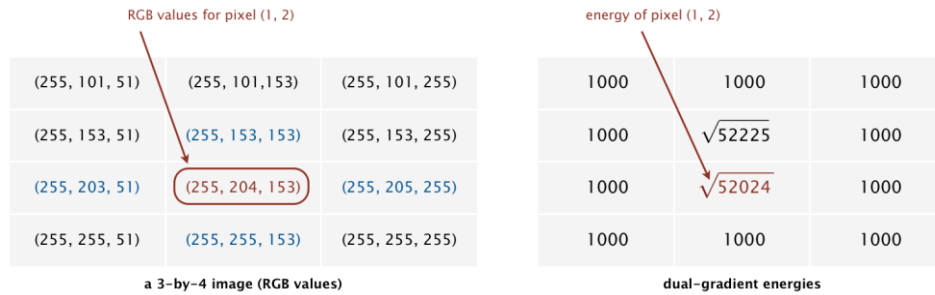
$$energy(x, y) = \sqrt{\Delta_x^2(x, y) + \Delta_y^2(x, y)}$$

$$\Delta_x^2(x, y) = R_x(x, y)^2 + G_x(x, y)^2 + B_x(x, y)^2$$

$$R_x(x, y) = R(x + 1, y) - R(x - 1, y)$$

$R(x, y)$ : Red value at pixel  $x, y$ .

و به همین ترتیب  $G_x(x, y)$  و  $B_x(x, y)$  نیز تعریف می‌شوند.



$$\begin{aligned}
 R_x(1,2) &= 255 - 255 = 0 \\
 G_x(1,2) &= 205 - 203 = 2 \\
 B_x(1,2) &= 255 - 51 = 204 \\
 \Delta_x^2(1,2) &= 0^2 + 2^2 + 204^2 = 41620 \\
 R_y(1,2) &= 255 - 255 = 0 \\
 G_y(1,2) &= 255 - 153 = 102 \\
 B_y(1,2) &= 153 - 153 = 0 \\
 \Delta_y^2(1,2) &= 0^2 + 102^2 + 0^2 = 10404 \\
 \text{energy}(1,2) &= \sqrt{41620 + 10404} = \sqrt{52024} \\
 \text{Vertical Seam:}
 \end{aligned}$$

$$\text{energy of seam} = 1000.00 + 107.89 + 133.07 + 174.01 + 1000.00 = 2414.97$$

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |
| 1000.00 | 237.35  | 151.02  | 234.09  | 107.89  | 1000.00 |
| 1000.00 | 138.69  | 228.10  | 133.07  | 211.51  | 1000.00 |
| 1000.00 | 153.88  | 174.01  | 284.01  | 194.50  | 1000.00 |
| 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |

a minimum energy vertical seam in a 6-by-5 image

Horizontal Seam:

$$\text{energy of seam} = 1000.00 + 138.69 + 151.02 + 133.07 + 107.89 + 1000.00 = 2530.68$$

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |
| 1000.00 | 237.35  | 151.02  | 234.09  | 107.89  | 1000.00 |
| 1000.00 | 138.69  | 228.10  | 133.07  | 211.51  | 1000.00 |
| 1000.00 | 153.88  | 174.01  | 284.01  | 194.50  | 1000.00 |
| 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |

a minimum energy horizontal seam in a 6-by-5 image

## ارزیابی و نمره دهی

بخش‌های ۱ الی ۳ طبق بارم بندی بالا و با توجه به تست‌هایی که شما نوشته‌اید و پاس شده‌اند ارزیابی خواهند شد.

نمره بخش ۴ (۲۵ نمره) برای گرفتن نام فایل تصویر از ورودی به همراه تعداد درزهای عمودی و افقی برای حذف می‌باشد و

خروجی تصویر با حذف درزها می‌باشد. دستور:

Exam1.exe <image> <vertical\_seams\_to\_remove> <horizontal\_seams\_to\_remove>

ارزیابی خروجی این بخش به صورت کیفی خواهد بود و زمان ۱ ثانیه برای کامل شدن برنامه.

برای اینکه خروجی شما با خروجی تست کیس‌ها یکسان باشد نکات زیر را رعایت کنید:

۱. حرکت همواره از بالا سمت چپ (نقطه  $(0,0)$ ) و از بالا به پایین و چپ به راست خواهد بود.
  ۲. انرژی نقاط مرزی را همانند شکل‌های بالا برابر 1000 بگیرید.
  ۳. نقطه شروع درز را اولین نقطه مرزی که همسایه آن (نقطه پایینی یا راستی) مینیمم انرژی را دارد در نظر بگیرید.
  ۴. در صورتی که چند نقطه دارای مینیمم انرژی هستند اولین نقطه را انتخاب کنید.
- نکته: برای راحت تر شدن کار شما برخی توابع کمکی برای شما در کلاس Utilites پیاده سازی شده‌اند. برای مشاهده تصویر خروجی خود می‌توانید از متود SavePhoto در این کلاس استفاده کنید. پکیج System.Drawing.Common را برای این سوال بر روی پروژه خود نصب کنید.
- راهنمایی: تفاوت اصلی کد شما برای پیدا کردن Seam افقی و عمودی، مربوط به نحوه ساختن ماتریس RGB است.

## سوال ۴ – واکسن (۲۵)

پس از کمک‌های فراوان و شایان شما به سازمان بهداشت جهانی، این سازمان در مرحله ساخت واکسن ویروس COVID-19 تقاضای کمک دارد. هر نمونه واکسن دارای یک رشته الگوی DNA است که باید با رشته‌ی DNA ویروس اصلی با حداکثر یک خطا مطابقت داشته باشد.

### فرمت ورودی:

در خط اول ورودی رشته‌ی DNA ویروس اصلی و در خط دوم رشته الگوی DNA واکسن قرار دارند.

### فرمت خروجی:

در خروجی باید ایندکس شروع مکان‌هایی که الگو در آنها تکرار شده است را برگردانید. در صورتی که الگو در رشته DNA داده شده پیدا نشد "No Match!" را برگردانید.

| نمونه خروجی:                    | نمونه ورودی:           |
|---------------------------------|------------------------|
| 4 7                             | baaaaababbaa<br>abbab  |
| No Match!                       | aabaa<br>aaaab         |
| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 12 13 14 | aaaabaaaaabbaaaa<br>aa |

## نکات دیگر

- در صورت نیاز میتوانید متدها یا کلاس های جدید تعریف کنید.
- برای اینکه برای فرستادن امتحان در گیت دچار مشکل نشوید قبل از شروع هر کاری:  
`git checkout master`  
`git pull`
- مطمئن شوید که شاخه مستر شما هیچ تفاوتی با شاخه مستر سمت سرور ندارد. بعد شاخه جدید را درست کنید:  
`git checkout -b fb_Exam1`
- بعد از درست کردن پروژه اصلی و تست (مانند تمرین ها) فایل "GradedTests.cs" را به پروژه تست اضافه کرده، بقیه فایل های سی شارپ را به پروژه اصلی اضافه کنید. همچنین پوشه TestData را با تمام محتویات آن داخل پروژه تست کپی کرده و مثل تمرین ها تنظیمات زیر را به فایل E2b.Tests.csproj اضافه کنید.

```
1 <Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk">
2
3 <PropertyGroup>...</PropertyGroup>
4
8
9 <ItemGroup>...</ItemGroup>
10
14
15 <ItemGroup>...</ItemGroup>
16
19
20 <ItemGroup>
21 <Content Include="TestData\**">
22 <CopyToOutputDirectory>PreserveNewest</CopyToOutputDirectory>
23 </Content>
24 </ItemGroup>
25
26 </Project>
27
```