



۱. (۱۵٪) [پژوهش: مدل های جدید] هدف این بخش، آشنایی با روش یادگیری YOLO می باشد.
الف) رویکرد و سازکار اصلی این روش را شرح دهید و تفاوت آن با روش های سنتی تر مانند R-CNN و مزیت ها و معایب روش یادگیری YOLO نسبت به روش های سنتی را بیان کنید.
ب) دو مثال از سناریوهای دنیای واقعی را که در آنها روش یادگیری YOLO می تواند مفید واقع شود را بیان کنید.
پ) فرض کنید مدل YOLO یک تصویر ورودی را با فرمت $[x, y, w, h, c, p1, p2]$ پیش بینی می کند که در آن $[x, y, w, h]$ جعبه محصور کننده (Bounding Box)، پارامتر c ضریب اطمینان و $[p1, p2]$ احتمال تعلق به کلاس ها هستند. اگر مدل پیش بینی $[0.45, 0.6, 0.2, 0.3, 0.8, 0.7, 0.3]$ را برای یک داده ارائه دهد و دو کلاس ممکن، زن و مرد باشند، این خروجی را تفسیر کنید.

۲. (۱۰٪) [پژوهش: روش های دیگر یادگیری] روش های یادگیری زیر را مرور کرده و علاوه بر بیان ایده آنها، روش کار و نمونه کاربردهایی از هر کدام را بیان کنید.

الف) Meta Learning

ب) Zero Shot Learning

پ) Self-Supervised Learning

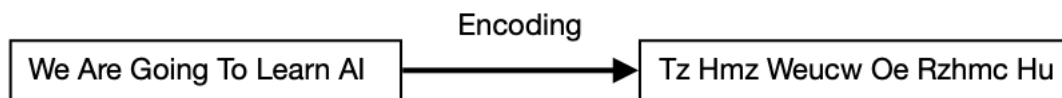
ت) Federated Learning

۳. (۷۵٪) [پیاده سازی: رمزگشایی و رمزگذاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک] هدف از رمزنگاری، تبدیل متن خام (پیام) به متن رمز شده است تا هیچکس جز گیرنده پیام، آن را نفهمد. هر چه بازگرداندن متن رمز شده به پیام اصلی از نظر زمانی، پیچیده تر باشد و بیشتر طول بکشد، رمزنگاری ارزشمندتر است. یکی از روش های مرسوم رمزنگاری، رمزنگار به روش جایگزینی است. در این روش، هر حرف به یک حرف دیگر نگاشت داده می شود و در پیام اصلی جایگزین آن قرار داده می شود تا رمز مورد نظر به دست آید. به این نگاشت ۲۶ حرفی کلید گفته می شود. جدول زیر نمونه ای از این کلید است.



Alphabet	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Key	h	i	j	a	z	d	w	v	u	p	q	r	b	c	e	g	f	m	n	o	k	l	t	s	x	y

هنگام رمزنگاری هر حرف ردیف بالا با حرف متناظر از ردیف پایین جایگزین می شود و در فرآیند رمزگشایی، برعکس این اتفاق می افتد. به عنوان مثال، عملیات رمزنگاری با استفاده از کلید بالا به صورت زیر است. در فرآیند رمزنگاری حروف بزرگ به حروف بزرگ متناظر خود می روند.



یکی از روش های برگرداندن پیام اصلی امتحان کردن تمام نگاشت های ممکن است. اما این کار ۲۶! حالت دارد و انجام آن به روش آزمون و خطا با کامپیوتر شخصی امکان پذیر نیست. در مسائلی به این شکل که فضای حالت بسیار بزرگی وجود دارد، استفاده از الگوریتم ژنتیک بسیار موثر است. با کمی دقت، می توان دید که این الگوریتم رمزنگاری آسیب پذیر است چراکه با داشتن لغت نامه ای از حروف می توان میزان مفید بودن یک کلید را سنجید و این کلید را آنقدر عوض کرد که به متن اصلی رسید. هنگامی که می خواهیم بررسی کنیم که رمزگشایی تا چه حد مفید بوده است، به دنبال کلمات آشنا و معنادار در آن می گردیم. هر چقدر طول یک کلمه معنادار بلندتر باشد، رمزگشایی ما مفیدتر بوده است. این یکی از روش های سنجش میزان مفید بودن رمزگشایی است و روش های دیگر نیز می تواند مفید باشد. در این پروژه یک پیام رمز شده به شما داده می شود و شما باید با استفاده از الگوریتم ژنتیک، کلید مورد نظر را پیدا کنید و پیام رمزگشایی شده را بازگردانید.

برای این منظور، ابتدا باید مفهوم کروموزوم را در پروژه تعریف کنید. سپس، جمعیت^۱ اولیه ای از کروموزوم های خود تعریف کنید. سپس، میزان مفید بودن هر کروموزوم را بسنجید. در این مسئله نیاز به تابع تناسب^۲ دارید که بتواند به هر کروموزوم یک عدد به عنوان میزان مناسب بودن نسبت دهد.

¹ Population

² Fitting Function



برای محاسبه امتیاز تناسب کروموزوم، نیاز به یک لغت نامه^۳ داریم. یکی از کارهای اساسی و اولیه در پروژه‌ها فراهم کردن مجموعه‌ی داده^۴ است. لغت‌نامه در این پروژه مجموعه داده‌ی ماست. برای درست کردن آن متنی را که در پیوست آمده است، باید پردازش کنید. تضمین می‌شود که تمامی لغات پیام‌ها در متن پیوست آمده‌اند. (در پروژه‌های واقعی خودتان باید لغت‌نامه خود را ایجاد و گسترش دهید تا پوشش مناسب را ایجاد کنید.) یکی از مراحل جمع‌آوری مجموعه داده، تمیز کردن داده‌هاست. تمیز کردن در قالب این پروژه چگونه باید انجام شود؟ روند تولید لغت نامه از متن را توضیح دهید (به کاراکترهای غیر کارآمد و ایست واژه‌ها^۵ فکر کنید).

الف) پس از انتخاب کروموزوم‌های برتر، عملیات recombination و mutation انجام می‌شود تا جمعیت جدید به دست آید. روند ایجاد جمعیت جدید ادامه پیدا می‌کند تا با بهبود مرحله به مرحله کلید، کلید اصلی و متن خام اولیه حاصل شود. اگر تعداد جمعیتی را که در هر دوره نگه می‌داریم را افزایش دهیم، چه تاثیری بر روی سرعت و دقت می‌گذارد؟

ب) به نظر شما تاثیر mutation چیست؟ اگه فقط از recombination استفاده بشود، چه مشکلی پیش می‌آید؟ اگر فقط از mutation استفاده شود چگونه؟

پ) Mutation موثرتر است یا recombination؟ کدام باعث سریع‌تر بالا رفتن دقت می‌شود؟

ت) با استفاده از این روش، باز ممکن است کروموزوم‌هایتان بعد از چند مرحله دیگر تغییر نکنند. چرا این اتفاق رخ می‌دهد؟ این سوگیری کروموزوم‌ها چه مشکلی پیش می‌آورد؟ برای حل آن چه راه حلی پیشنهاد می‌دهید؟ راه‌حل‌های مختلف خود را بیان کنید و آن‌ها را امتحان کنید. بهترین آن‌ها را بر روی پروژه خود پیاده‌سازی کنید. (به میزان استفاده از انتخاب تصادفی فکر کنید)

³ Dictionary

⁴ Dataset

⁵ Stop Words



ث) آیا امکان حل این مسئله با روش‌های مبتنی بر هوش جمعی مانند PSO و ACO وجود دارد؟ ایده خود را بیان کنید. در این سناریوها، پارامترهای مدل کدگشا، کدام یک از اجزای این الگوریتم‌ها (مسیرها، مورچه‌ها، ذره‌ها و ...) خواهند بود.

ج) الگوریتم ژنتیک برای حل این مسئله مناسب‌تر است یا الگوریتم‌های مبتنی بر هوش جمعی؟ مزایا و معایب هر کدام را بیان کنید.

نکات:

- تمام مراحل کار خود (تعریف کروموزوم، تولید جمعیت اولیه، تابع تناسب، عملیات recombination، mutation و جلوگیری از سوگیری کروموزوم‌ها، پردازش داده اولیه و تولید لغت نامه) را در گزارش کار خود بیاورید.
- برخی از پرسش‌های مطرح شده در متن از جمله مشکلاتی هستند که باید راهکاری برای آنها ارائه دهید. این دست از مشکلات و راه‌حل پیشنهادی باید در گزارش کار تفسیر شوند. برخی دیگر سوالاتی هستند که فکر کردن به آنها در روند یادگیری و کیفیت پروژه شما تاثیرگذار است. بر روی آنها فکر کنید و مبنی بر پیاده‌سازی خود به آنها پاسخ دهید.
- Decoder خود را در قالب یک کلاس پیاده‌سازی کنید. این کلاس باید تمام ویژگی‌های لازم برای رمزگشایی را داشته باشد تا بتوان به راحتی آن را تست کرد. سازنده این کلاس باید صرفاً یک ورودی متن رمز شده را بگیرد. همچنین این کلاس، باید یک تابع decode داشته باشد که هیچ ورودی ندارد و خروجی آن متن رمزگشایی شده است.

کد شما باید بتواند به صورت زیر تست شود.

```
encoded_text = open("encoded_text.txt").read()
```



```
from code import Decoder
d = Decoder(encoded_text)
decoded_text = d.decode()

print(decoded_text)
```

۴. (۳۰٪ اختیاری - نمره اضافی) [پیاده سازی: تحلیل احساس در متن با شبکه LSTM] در این سوال قرار است با استفاده از شبکه‌ی حافظه‌ی کوتاه مدت ماندگار (LSTM) مدلی را آموزش دهیم که بتواند احساس مثبت یا منفی مربوط به هر نظر در داده‌های IMDB را تشخیص دهد. بدین منظور در ابتدا نیاز به آماده سازی داده و سپس طراحی مدل و آموزش و ارزیابی می‌باشد. مجموعه داده نقد فیلم که معمولاً با نام مجموعه داده IMDB شناخته می‌شود، شامل ۲۵۰۰۰ نقد مثبت و منفی برای آموزش شبکه و تعدادی مشابه برای ارزیابی می‌باشد. مسئله طراحی شده تشخیص حس مثبت و منفی در هر نظر نوشته شده است. داده مورد نظر از لینک زیر قابل دسترس است.

[/http://ai.stanford.edu/~amaas/data/sentiment](http://ai.stanford.edu/~amaas/data/sentiment)

قبل از شروع کار بر روی و طراحی مدل نیاز به آماده سازی و آنالیز داده می‌باشد. بدین منظور لازم است تمام داده به حروف کوچک تبدیل شوند. علائم نگارشی را حذف کنید. لیستی از نظرات را بسازید. لازم است متن را به واحدهای مجزا تجزیه کنید (واحدسازی) که برای این کار می‌توانید از کاراکتر فاصله و علائم سجاوندی به عنوان مرز بین کلمات استفاده کنید. لازم است هر واحد (کلمه) را به یک بردار عددی تبدیل کنید. برای این کار از مدل‌ها و بردارهای آماده موجود مانند Word2Vec، FastText، و یا Bert استفاده کنید. در این کار از بردارهای Bert استفاده کنید. مثلاً در لینک زیر دریافت کنید:

<https://github.com/google-research/bert>

حال نوبت به آموزش شبکه می‌رسد. برای این کار از شبکه‌ی LSTM استفاده کنید و مدلی بسازید که ورودی آن یک نظر باشد و خروجی آن، بیانگر موافق یا مخالف بودن باشد. برای این منظور لازم است الگوریتم LSTM را به صورت کلی (با امکان تغییر تعداد لایه‌های مخفی، تعداد نرون‌های هر لایه،



تنظیم تابع فعالساز، تغییر اندازه دسته (Batch) و... پیاده‌سازی کنید. برای این تمرین می‌توانید از کتابخانه‌ها و ابزارهای موجود مانند تنسورفلو استفاده کنید.

الف) یک شبکه LSTM یک طرفه با $batch\ size = 50$ ، یک لایه مخفی با ۶۴ واحد حافظه و تابع فعال‌ساز سیگموئید ایجاد کنید و یادگیری آن را با نرخ ۰.۰۱ انجام دهید. شبکه را با بخش Train دادگان آموزش داده و نموداری از روند تغییرات خطای MSE شبکه بر روی این داده‌ها رسم کنید. درستی (Accuracy) مدل آموزش یافته را روی داده آزمون گزارش کنید.

ب) شبکه بخش الف را دوطرفه کنید و نتایج را در این حالت بدست آورد و با حالت یک طرفه مقایسه کنید.

ج) در شبکه قسمت ب، تعداد لایه‌ها را به دو لایه افزایش داده و تعداد واحدهای حافظه هر لایه را با انجام چند آزمایش برای مقادیر مختلف بدست آورید تا بر اساس آن ساختار بهتر شناسایی شود. برای هر کدام از مقادیر بررسی شده، تعداد تکرار آموزش و مقدار درستی را روی دادگان آزمون گزارش کنید.