

گزارش بازسازی پیکسل‌های حذف شده با روش‌های رگرسیونی و آماری

سما مرادی

۱۴۰۴ آبان ۲۳

دکتر منصور رزقی
دانشکده علوم ریاضی

یادگیری ماشین
تمرین اول - بخش عملی

مقدمه

در این تمرین هدف بررسی روش‌های مختلف بازسازی پیکسل‌های حذف شده در تصویر معروف `man_camera` از کتابخانه `skimage` بود. این تصویر خاکستری با ابعاد 512×512 است. به صورت تصادفی 10% ، 20% و 30% از پیکسل‌ها حذف شدند و ما سعی کردیم با روش‌های آماری و رگرسیونی آن‌ها را بازسازی کنیم. معیار ارزیابی ما SSIM بود.

روش‌های پیاده‌سازی شده

- جایگزینی با میانگین، نویز گاوی و نویز یکنواخت
- رگرسیون خطی، `Lasso` و `Ridge`
- رگرسیون چندجمله‌ای با درجات ۱ تا ۱۰ (با استفاده از مختصات x و y به عنوان ویژگی)

نتایج واقعی (از اجرای کد)

جدول ۱: بهترین عملکرد در هر درصد حذف پیکسل

درصد حذف	بهترین روش غیرچندجمله‌ای	بهترین درجه چندجمله‌ای	SSIM آن	درصد حذف
۷۶۳.۰	درجه ۸	۶۷۰.۰	Ridge	۱۰%
۶۶۵.۰	درجه ۸	۵۶۶.۰	Ridge	۲۰%
۶۱۵.۰	درجه ۸	۵۰۷.۰	Ridge	۳۰%

مشاهدات کلیدی

- روش‌های ساده (میانگین، نویز گاوی، نویز یکنواخت) کاملاً ضعیف بودند و در 10% حذف حتی به 44.0% هم نرسیدند.

- در میان مدل‌های خطی، Ridge بهترین بود و Lasso تقریباً هم سطح آن.
- رگرسیون چندجمله‌ای با افزایش درجه تا ۸ به طور مداوم بهتر شد و در هر سه سطح حذف، درجه ۸ بالاترین SSIM را گرفت.
- درجه ۹ کمی افت کرد و درجه ۱۰ در ۳۰٪ حذف فاجعه‌بار بود (از ۶۱۵.۰ به ۴۴۹.۰ افت کرد) ۹ یعنی کاملاً overfit شد.

تحلیل و بحث

۱. بهترین روش کلی در این تمرین، رگرسیون چندجمله‌ای با درجه ۸ بود که در هر سه سطح حذف بالاترین امتیاز SSIM را کسب کرد.
۲. دلیل موقیت درجه ۸ این است که تصویر man_camera دارای الگوهای فضایی نسبتاً پیچیده (خطوط مورب، صورت، دوربین و پس زمینه) است که با مدل غیرخطی تا درجه ۸ بهتر مدل‌سازی می‌شود.
۳. با این حال، درجه ۱۰ نشان داد که اگر بیش از حد پیچیدگی اضافه کنیم، مدل روی نویزهای تصادفی داده‌های آموزشی بیش‌برازش می‌کند و وقتی تعداد پیکسل‌های حذف شده زیاد می‌شود، کاملاً از کار می‌افتد.
۴. روش‌های Ridge و Lasso تقریباً یکسان عمل کردند، ولی Ridge در همه موارد کمی بهتر بود.
۵. روش‌های آماری ساده (میانگین و نویز) عملاً هیچ ارزشی نداشتند چون هیچ اطلاعاتی از موقعیت مکانی پیکسل‌ها استفاده نکردند.

نتیجه‌گیری

اجرای واقعی کد نشان داد که بهترین روش برای بازسازی پیکسل‌های حذف شده در این تصویر، رگرسیون چندجمله‌ای با درجه ۸ است. این روش در هر سه سطح حذف ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ بالاترین SSIM را به دست آورد. این نتیجه به ما یادآوری می‌کند که:

- استفاده از مختصات (x, y) و ساخت ویژگی‌های غیرخطی از آن‌ها می‌تواند نتایج بسیار خوبی بدهد.
- انتخاب درجه مناسب چندجمله‌ای بسیار مهم است: درجه کم باعث مدل ضعیف، درجه زیاد باعث بیش‌برازش می‌شود.
- حتی با مدل‌های بسیار ساده رگرسیون هم می‌توان عملکردی خیلی بهتر از روش‌های آماری سنتی داشت.