

# گزارش بازسازی پیکسل‌های حذف‌شده با روش‌های رگرسیونی و آماری

سما مرادی

۲۳ آبان ۱۴۰۴

دکتر منصور رزقی  
دانشکده علوم ریاضی

یادگیری ماشین  
تمرین اول - بخش عملی

## مقدمه

در این تمرین هدف بررسی روش‌های مختلف بازسازی پیکسل‌های حذف‌شده در تصویر معروف man\_camera از کتابخانه skimage بود. این تصویر خاکستری با ابعاد  $512 \times 512$  است. به صورت تصادفی ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ 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

- جایگذاری با میانگین، نویز گاوسی و نویز یکنواخت
- رگرسیون خطی، Ridge و Lasso
- 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	SSIM آن	بهترین درجه چندجمله‌ای	SSIM آن
۱۰٪	Ridge	۶۷۰.۰	درجه ۸	۷۶۳.۰
۲۰٪	Ridge	۵۶۶.۰	درجه ۸	۶۶۵.۰
۳۰٪	Ridge	۵۰۷.۰	درجه ۸	۶۱۵.۰

## مشاهدات کلیدی

- روش‌های ساده (میانگین، نویز گاوسی، نویز یکنواخت) کاملاً ضعیف بودند و در ۱۰٪ حذف حتی به ۴۴.۰ هم نرسیدند.

- در میان مدل‌های خطی، Ridge بهترین بود و Lasso تقریباً هم‌سطح آن.
- رگرسیون چندجمله‌ای با افزایش درجه تا ۸ به‌طور 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) [۴] 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 موفقیت درجه ۸ این است که تصویر man\_camera دارای الگوهای فضایی نسبتاً پیچیده (خطوط مورب، صورت، دوربین و پس‌زمینه) 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 حذف‌شده زیاد می‌شود، کاملاً از کار می‌افتد.
۴. روش‌های Lasso و Ridge تقریباً یکسان عمل کردند، ولی Ridge در همه موارد کمی بهتر بود.
۵. روش‌های آماری ساده (میانگین و نوین) 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 حذف‌شده 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.