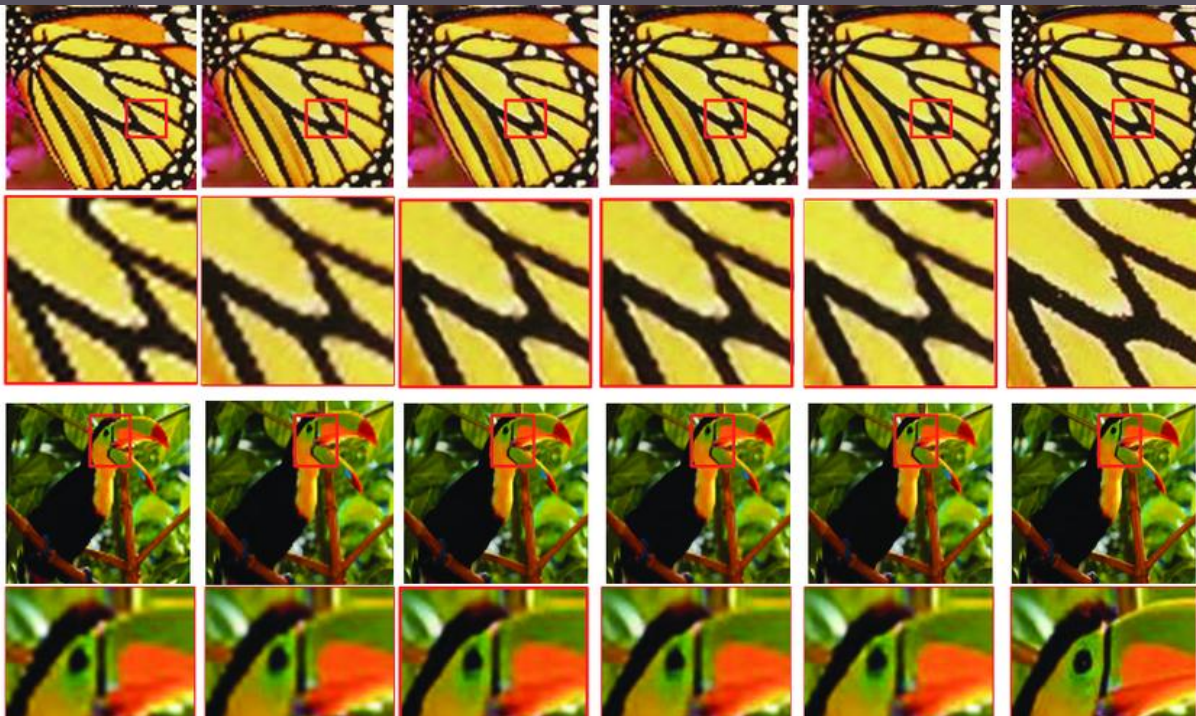
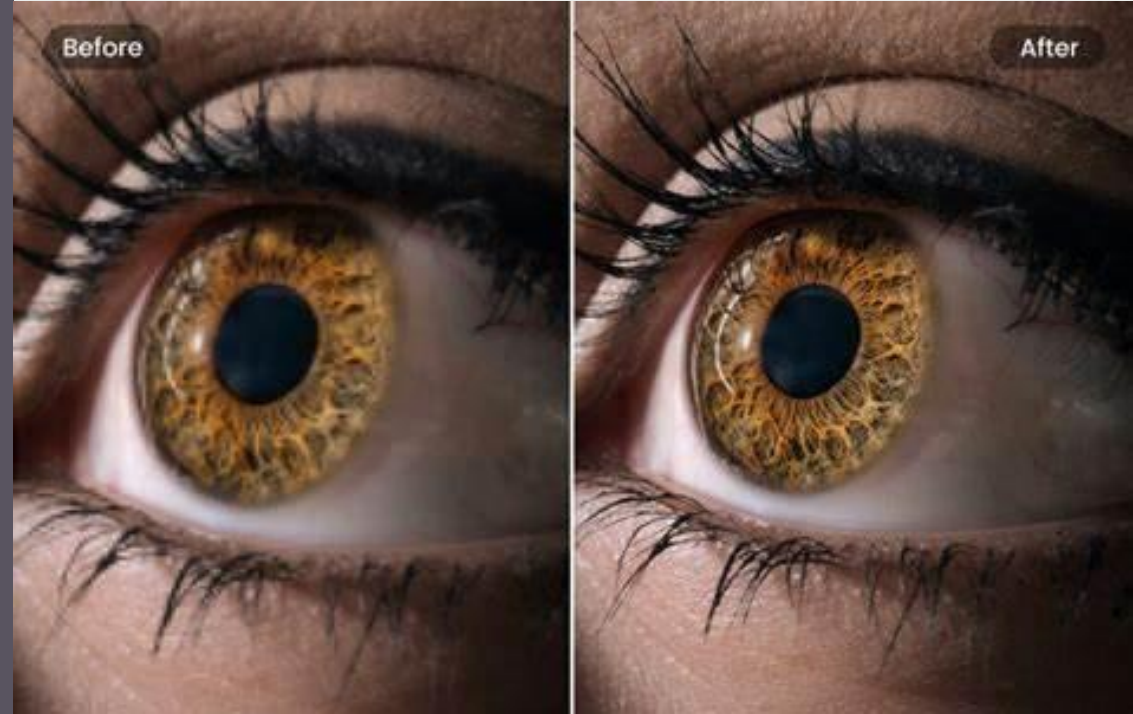




Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И
КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО

Алгоритми за промена на резолуција на слики



Добревска Сара

221125

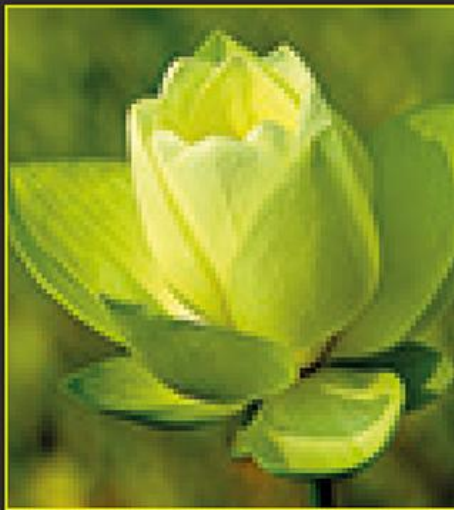
Вовед

- Промената на резолуција на слики, или image resampling, е процес на прилагодување на големината на дигиталните слики за подобрување на квалитетот или адаптирање за различни намени. Ова област во компјутерската визија значително напредува, овозможувајќи креирање слики со подобар квалитет и повеќе детали.
- Класичните методи за промена на резолуција, како најблиското соседство и биквадратната интерполација, се едноставни и брзи, но често резултираат во загуба на квалитет. Современите методи со машинско учење генерираат поквалитетни и реалистични резултати, но се поспори и покомплексни.
- Целта на оваа семинарска работа е да опише и имплементира најчесто користени алгоритми за промена на резолуција и да ги анализира нивните перформанси во однос на квалитет и брзина. Оваа анализа ќе помогне при изборот на најсоодветниот метод за различни апликации.





100 dpi – High Resolution



72 dpi – Low Resolution



Техники за зголемување на резолуција

Алгоритмите за промена на резолуцијата на сликите, кои често се нарекуваат скалирање на сликата или зголемување на резолуцијата на сликата, вклучуваат техники кои го зголемуваат или намалуваат бројот на пиксели на сликата.

Тука ќе ги спомнеме следните:

- Техники со супер резолуција (Super-Resolution Techniques), односно интерполација на најблискиот сосед (Nearest-Neighbor Interpolation), Билинеарна интерполација (Bilinear Interpolation), Бикубна интерполација (Bicubic Interpolation) и Ланцошева Интерполација (Lanczos Resampling);
- Сложување слики (Image Stacking);
- Модели за машинско учење (Machine learning models);
- Проучување на алгоритми за зголемување на резолуцијата (Study of Upscaling Algorithms);
- Зголемување на сликата со вештачка интелигенција (AI Image Upscaling).

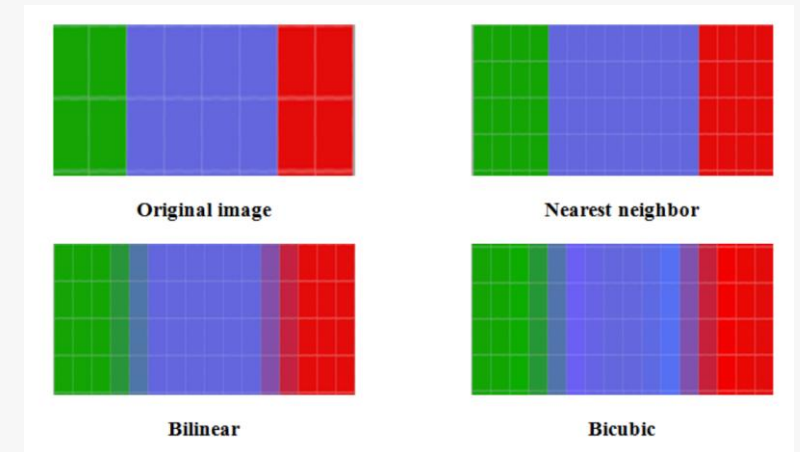
Техники со супер резолуција

Nearest-Neighbor Interpolation

- Ова е наједноставниот и најефикасниот метод кој избира најблискиот пиксел за пополнување на новите пиксели. Иако е брз, резултата со блокови и остри рабови кои можат да изгледаат неестетски.

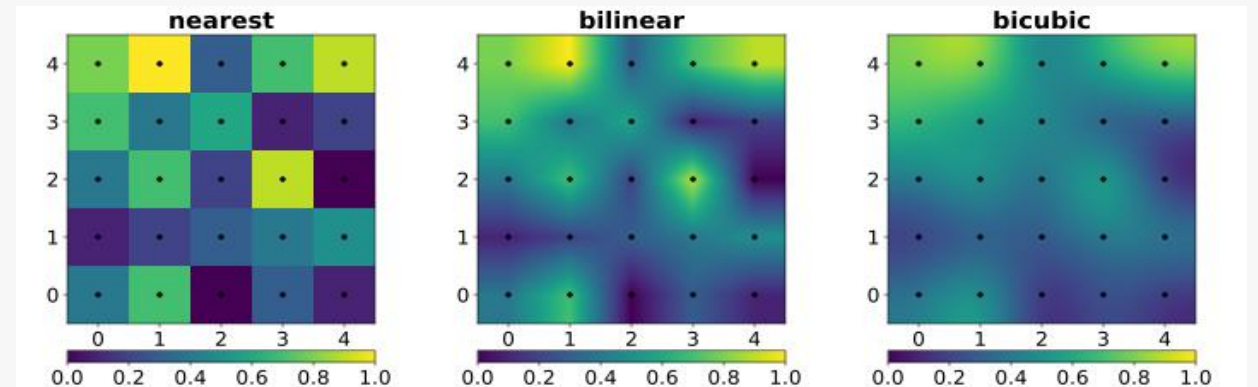
Bilinear Interpolation

- Овој метод користи линеарна интерполација за да пресмета нови пиксели врз основа на тежински просек на четири најблиски пиксели. Обезбедува попрецизна проценка на пикселите и помазни резултати од најблискиот сосед.



Bicubic Interpolation

- Напредна техника која користи кубична интерполација на 16 најблиски пиксели за да создаде нови пиксел вредности. Овој метод нуди подобра јасност и помазни резултати во споредба со билинеарната интерполација, правејќи ја сликата појасна и поприродна.



Примери

Nearest-Neighbor Interpolation



474x316



948x632

Bilinear Interpolation



474x711



948x1422

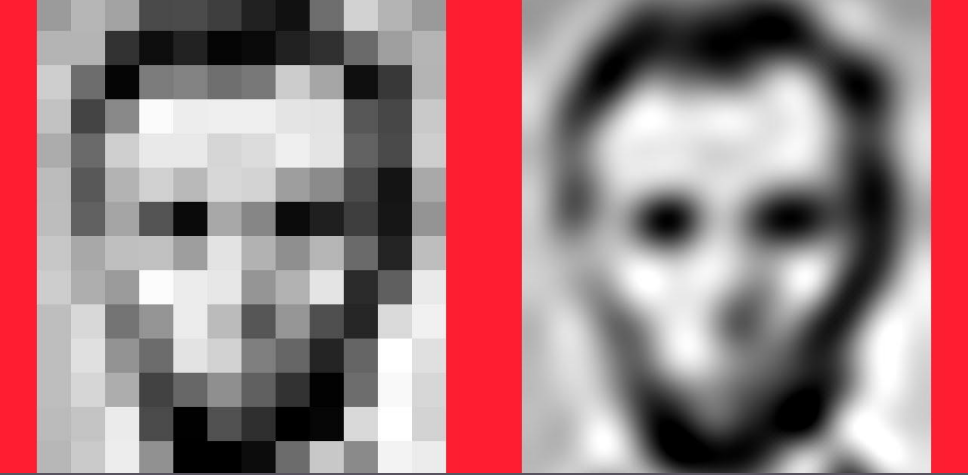
Bicubic Interpolation



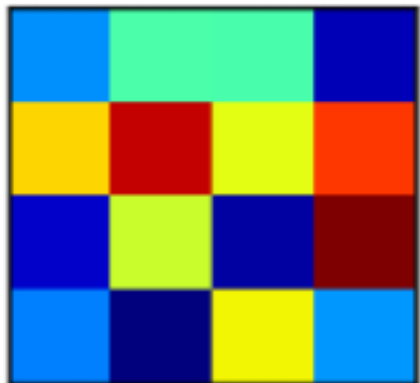
499x332



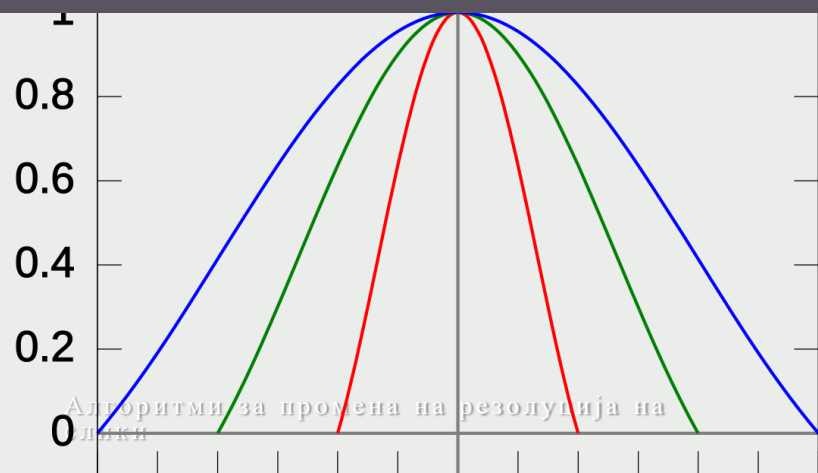
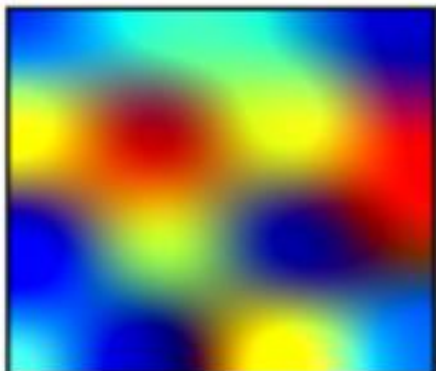
249x166



none



lanczos



Lanczos Resampling

Ланцошовата интерполација се базира на Ланцошовата функција, која е модифицирана синусна функција.

$$L(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x = 0, \\ \frac{a \sin(\pi x) \sin(\pi x/a)}{\pi^2 x^2} & \text{if } -a \leq x < a \text{ and } x \neq 0, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Параметарот a е позитивен цел број, обично 2 или 3, кој ја одредува големината на јадрото. Јадрото има $2a - 1$ лобуси: позитивен во центарот и -1 наизменични негативни и позитивни лобуси на секоја страна.

Ланцошовата интерполација работи со употреба на Ланцошовата функција за да ги пресмета вредностите на пикселите во околината на пикселот што се интерполира. Колку е поголем параметарот, толку повеќе соседни пиксели ќе бидат земени предвид во интерполацијата. Типично, се зема како 2 или 3.

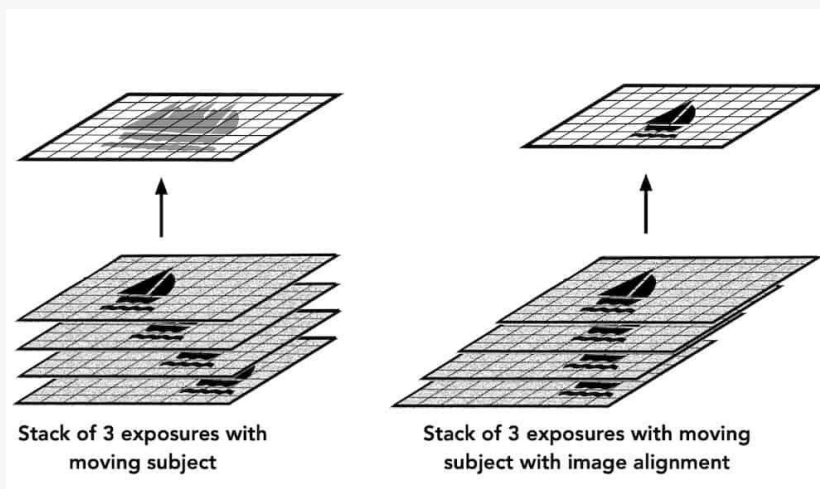
Предности: висок квалитет на сликите, намалени артефакти.

Недостатоци: комплексност и брзина, гранични ефекти.

Техника со сложување на слики

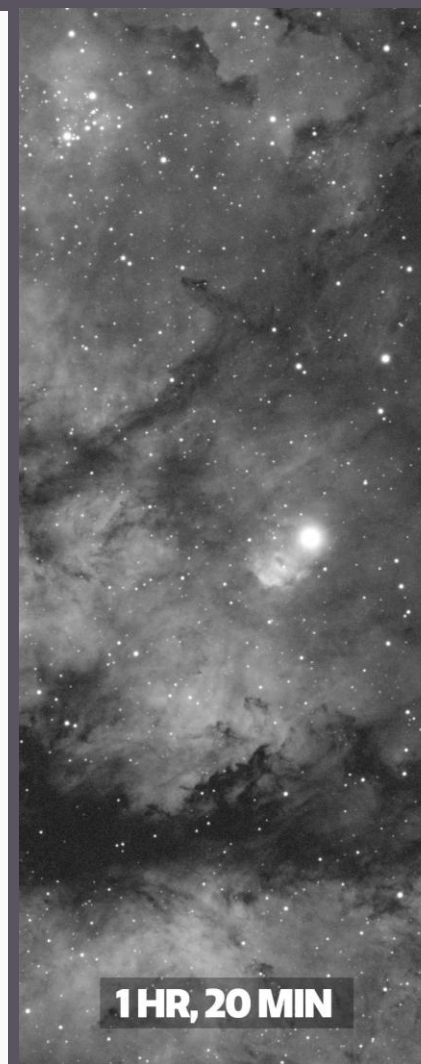
‘IMAGE STACKING’

- Техниката на "Image Stacking" или "стакнување/сложување на фотографии" се користи за да се зголеми резолуцијата, острината или да се намали шумот. Ова се прави со комбинирање повеќе слики од истата сцена, обично заснети со различни параметри како што се експозиција или фокус. Процесот на стакнување обично вклучува софтверска обработка за да се сливат информациите од секоја слика и да се креира една крајна слика со подобра квалитет и детали.
- Процесот на стакнување на слики обично вклучува следниве чекори: собирање на слики од иста сцена, подготовка на сликите, повикување алгоритми за стакнување, обработка на шум и добивање крајна слика.



Астрофотографија

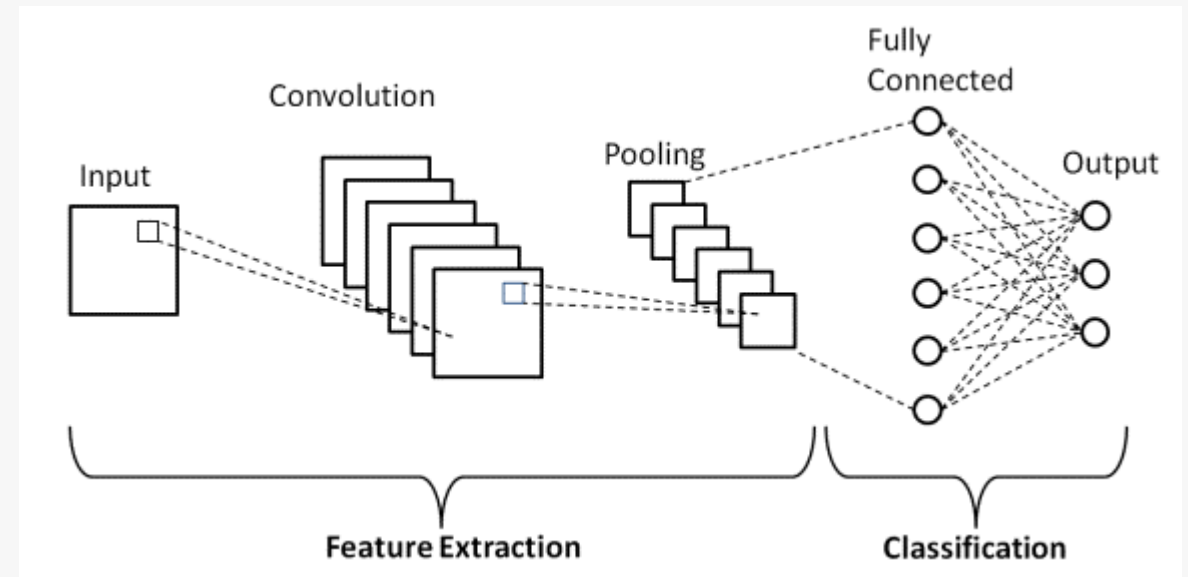
Постојат докажани начини за намалување на шумот во снимки при слаба осветленост и долга експозиција. Ова се прави преку оваа техника. Кога ќе се намали количината на шум на сликите, ќе има подобрен сооднос сигнал-шум. Наредената слика ќе има многу „помазна“ позадина и севкупно подобрен квалитет на сликата. Ова е важно при обработување на слики од астрофотографија бидејќи овозможува да се изврши агресивна крива и прилагодување на нивото без да ги уништува или исече податоците. Редување на поединечни експозиции на слики во вредност од многу часови може да има огромно влијание врз квалитетот на конечната слика. Целокупната интеграција е клучен фактор зад секоја одлична астрофотографија. На сликата десно, ја гледаме разликата помеѓу податоците за сликата кога вкупното време на интеграција е двојно зголемено.



Модели за машинско учење

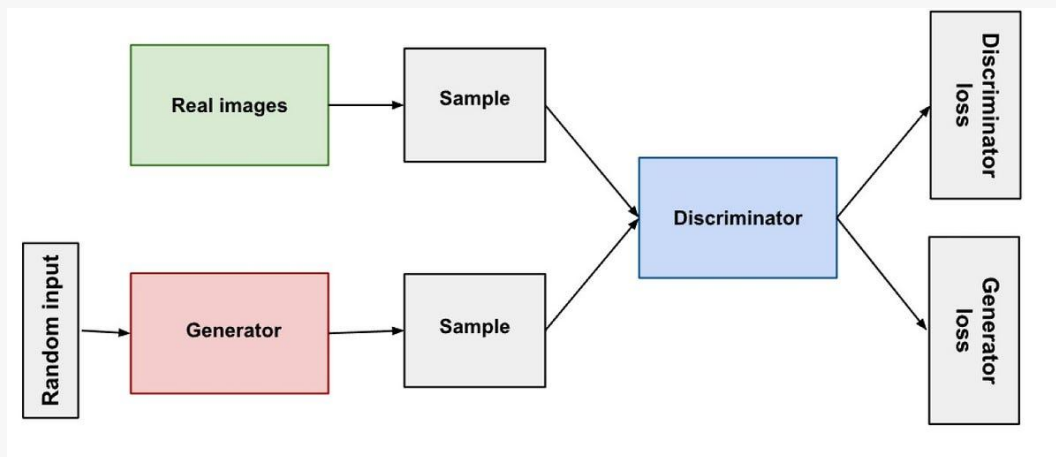
Конволуциони невронски мрежи (CNNs)

- Конволуционите невронски мрежи (CNNs) се специјализирани видови на машинско учење кои се често користат за задачи што вклучуваат анализа на слика и препознавање на објекти. Основните карактеристики на CNNs вклучуваат конволуциони слоеви, пулсни слоеви, потполно поврзани слоеви.
- Основните предности на CNNs вклучуваат способноста за автоматско изучување на карактеристики од слики, како и способноста за локално и просторно распределување на параметрите. Ова ги прави одлични за задачи како што се класификација на слики, детекција на објекти, сегментација на слики и др. Соодветната конфигурација на овие слоеви зависи од конкретната задача и карактеристиките на податоците.



Модели за машинско учење

Генеративни Адверзаријални Мрежи (GANs)

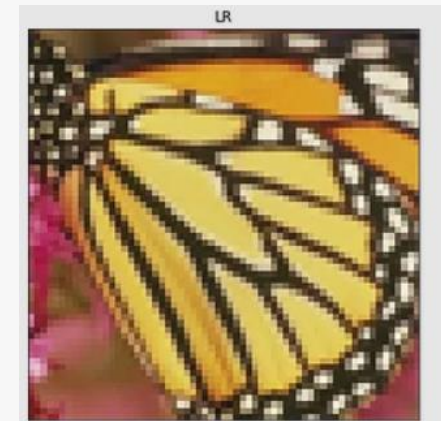


- Генеративни адверзарни мрежи (GANs) се модели во областа на машинското учење кои се користат за генерирање на нови инстанци од податоци, како што се слики, звуци, текст и други видови податоци. Оваа техника на учење е особено популарна поради способноста да создава реалистични излези што се тешки за разлика од реалните податоци.
- Принципот на работа на GANs вклучува два главни модела - генератор и дискриминатор. Процесот на тренирање на GANs се одвива како натпревар помеѓу генераторот и дискриминаторот преку фаза на генерација и фаза на дискриминација. Целта е генераторот со текот на тренирање да научи да создава слики или други податоци кои се толку слични на реалните, што дискриминаторот не може да ги разликува.

Проучување на понапредни алгоритми за зголемување на резолуцијата

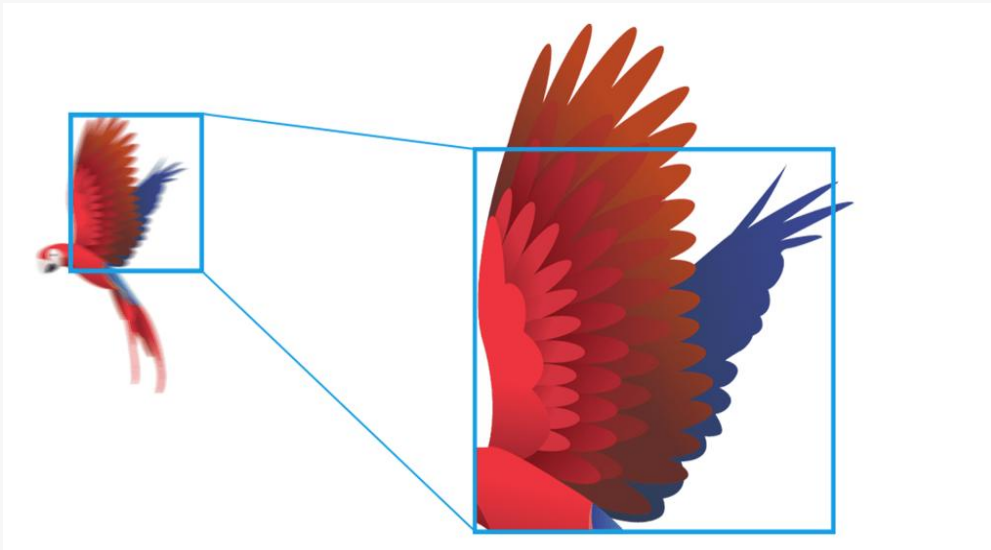
EDSR (Enhanced Deep Super Resolution)

- Enhanced Deep Super-Resolution (EDSR) е техника за зголемување на резолуцијата на слики, базирана на длабоки невронски мрежи. Оваа метода користи подобрена верзија на ResNet (Residual Network) архитектурата, отстранувајќи непотребни операции како batch normalization, што ја подобрува перформансата и квалитетот на зголемените слики.
- EDSR е особено ефикасен за задачи каде што е потребна висока резолуција и квалитет на сликите. Овој модел успева да постигне извонредни резултати со минимални загуби на квалитет, благодарение на неговата способност да учи комплексни мапирања од ниска до висока резолуција.
- На сликата десно гледаме три различни верзии на една иста слика на крило од пеперутка, кои демонстрираат различни техники за зголемување на резолуцијата. Првата слика е ниско-квалитетна верзија на сликата со мала резолуција, оригиналната слика, сликата во средина е зголемена верзија на сликата со користење на традиционална интерполација, додека пак кај сликата најдолу е користен EDSR (Enhanced Deep Super-Resolution) модел. Деталите на крилото на пеперутката се многу појасни и краевите се остри. Ова покажува како EDSR моделот може значително да го подобри квалитетот на зголемената слика во споредба со традиционалните методи. Сликата добро го илустрира напредокот во технологијата за зголемување на резолуцијата и колку може да се подобри квалитетот на сликите со користење на длабоки невронски мрежи како што е EDSR.

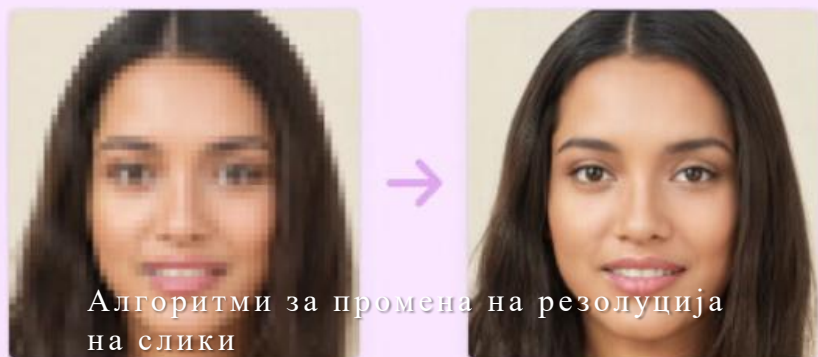
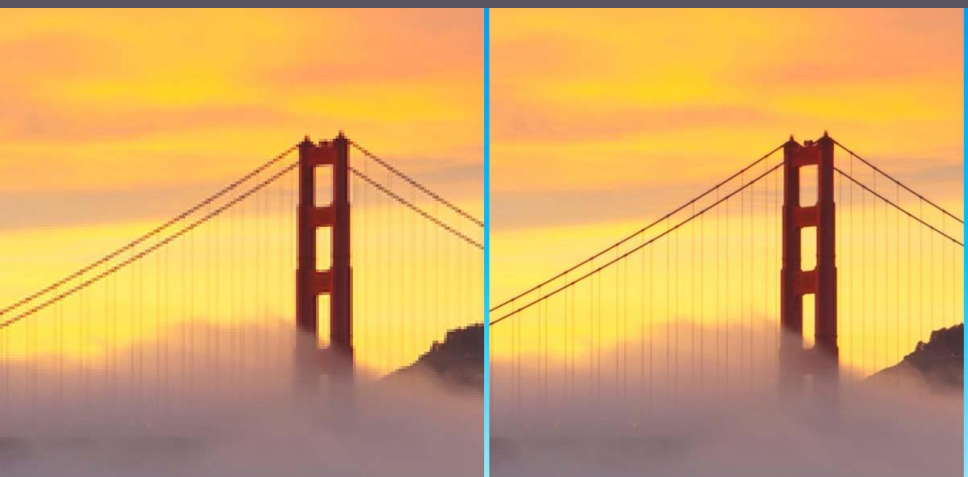


Проучување на понапредни алгоритми за зголемување на резолуцијата

ESRGAN (Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Network)



- ESRGAN (Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Network) е значаен метод во областа на супер-резолуција на слики. Дизајниран е да ги зголемува сликите со ниска резолуција до поголема резолуција, зголемувајќи ги деталите и произведувајќи визуелно апелативни резултати. Има за цел подобрување на квалитетот на сликите со супер-резолуција со зголемување на текстурните детали и одржување на веродостојноста.
- Се базира на рамнотежниот генеративно-аналитички модел SRGAN, но воведува неколку подобрувања. Клучни Подобрувања во споредба со SRGAN се подобрување на капацитетот на мрежата да научи попрецизни детали со употреба на резидуални денс блокови без слоеви за нормализација на батерија. Ова овозможува подобро задржување и подобрување на карактеристиките на сликата. На сликата лево се прикажани две слики од папагал, каде што втората е зголемена и прикажува многу повеќе детали, што илустрира подобрената резолуција која ESRGAN ја обезбедува.

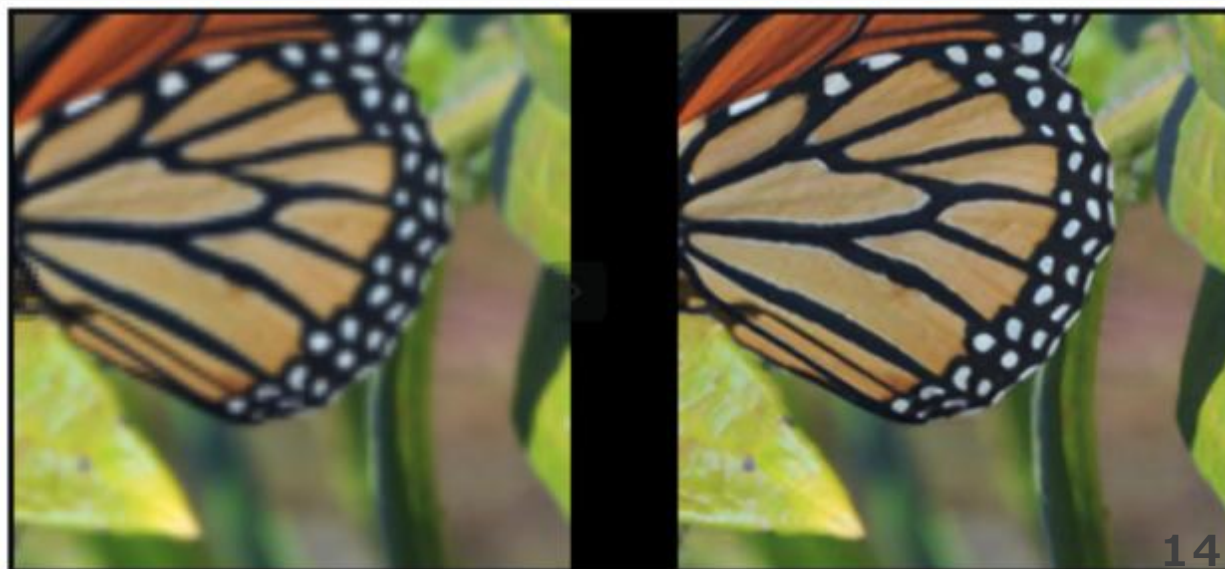
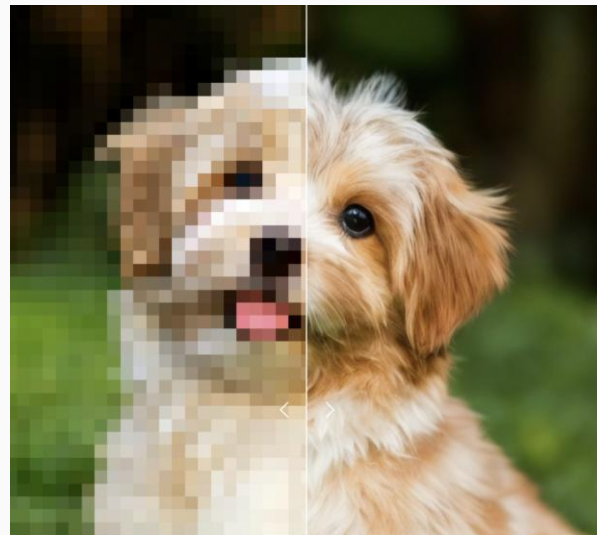


Алгоритми за промена на резолуција на слики

Вештачка интелигенција

- За да се надминат недостатоците кои ги предизвикуваат традиционалните техники за промена на резолуција, вештачката интелигенција (AI) и длабокото учење (deep learning) нудат напредни решенија кои можат значително да го подобрат квалитетот на зголемените слики, таков процес е AI Image. Овие алгоритми се обучуваат на големи бази на податоци со парови на слики со ниска и висока резолуција, што им овозможува да учат како да генерираат нови детали кои не постојат во оригиналните слики. Со примена на овие алгоритми, можеме да добиеме значително подобрување на визуелниот квалитет на зголемените слики.
- Во денешницата веќе постојат готови софтверски апликации со вештачка интелигенција кои го имаат зголемувањето на резолуција за цел. Некои од најпопуларните апликации и алатки вклучуваат: Topaz Gigapixel AI, Adobe Photoshop (Super Resolution), Let's Enhance, Waifu2x, Deep Image, AI Image Enlarger. Овие апликации користат различни алгоритми и техники за да го зголемат квалитетот на сликите, а некои од нив нудат бесплатни верзии или пробни периоди за да може да се тестира нивната функционалност.

Уште неколку примери



Заклучок

- Овој документ истражува и споредува различни алгоритми за промена на резолуција на слики, вклучувајќи традиционални методи како билеарна и бикубична интерполација и напредни техники базирани на вештачка интелигенција (AI).
- Традиционалните методи се познати по својата едноставност и брзина, но имаат ограничувања во однос на зачувување на детали и квалитет при значително зголемување на резолуцијата.
- Наспроти тоа, AI-базираните алгоритми како SRCNN и ESRGAN користат длабоко учење за да реконструираат фини детали во сликите, што резултира со појасни и реалистични резултати. AI-базираните методи се особено ефикасни за апликации каде што е критично зачувувањето на детали и квалитет.
- Со брзиот напредок во областа на машинското учење и вештачката интелигенција, овие техники се очекува да продолжат да се подобруваат и да најдат поширока примена во различни индустрии како фотографија, видеографија, медицински слики и безбедност. Изборот на соодветен алгоритам зависи од специфичните потреби на апликацијата, ресурсите за обработка и посакуваниот квалитет на резултатот.

Ви благодарам!



Алгоритми за промена на резолуција на слики

Сара Добревска

221125