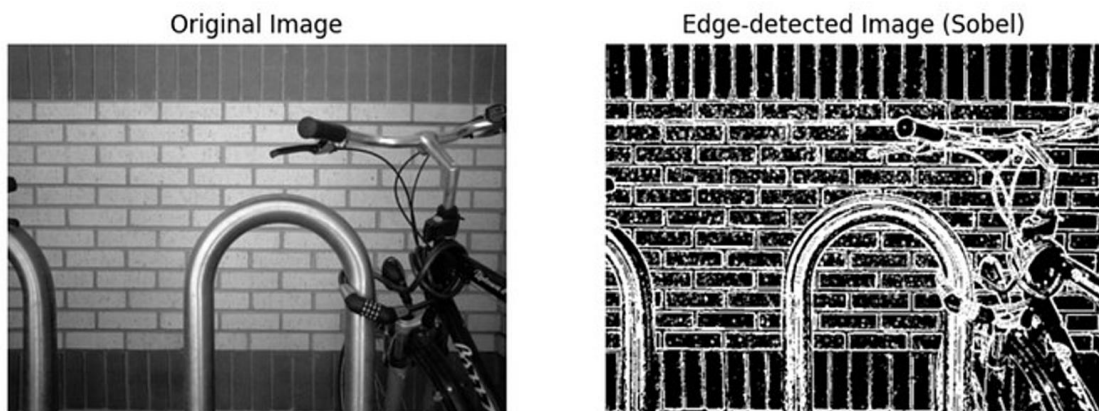
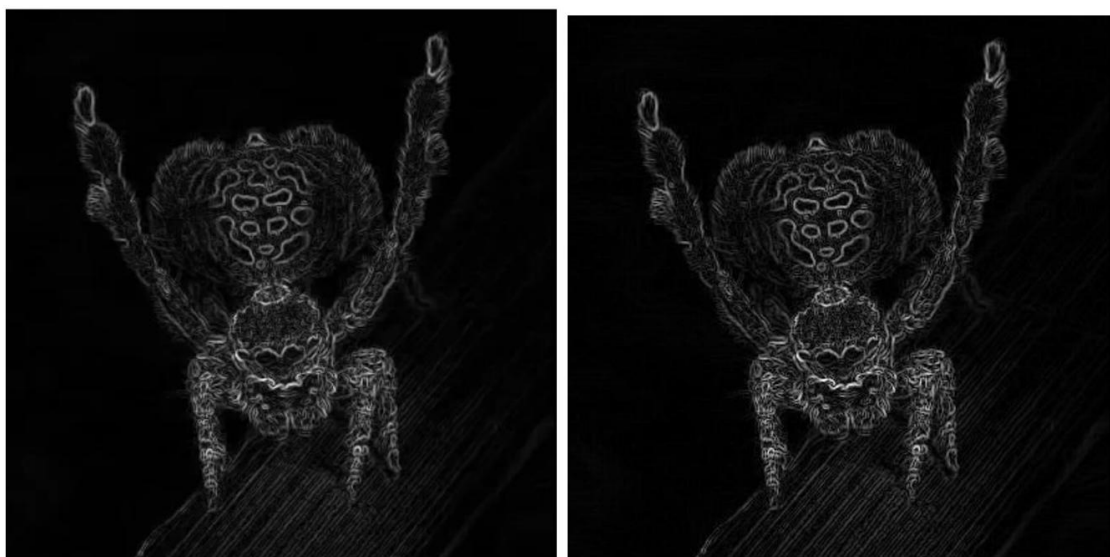


Оператор Собеля (Sobel operator): це метод на основі згортки, який використовується для виявлення країв на зображеннях. Він використовує згортку з ядрами Sobel для наближення градієнта інтенсивності зображення. Замість ядер 2×2 (воно використовується в крос-детекторі Робертса) Sobel використовує два ядра згортки 3×3 для виявлення змін інтенсивності в горизонтальному та вертикальному напрямках. Оператор Roberts Cross є більш чутливим до шуму та забезпечує тоншу реакцію країв, сприяючи кращій локалізації країв, тоді як оператор Sobel є більш стійким до шуму, пропонує плавніші результати та є універсальним у виявленні країв як у горизонтальній, так і у вертикальній орієнтації.



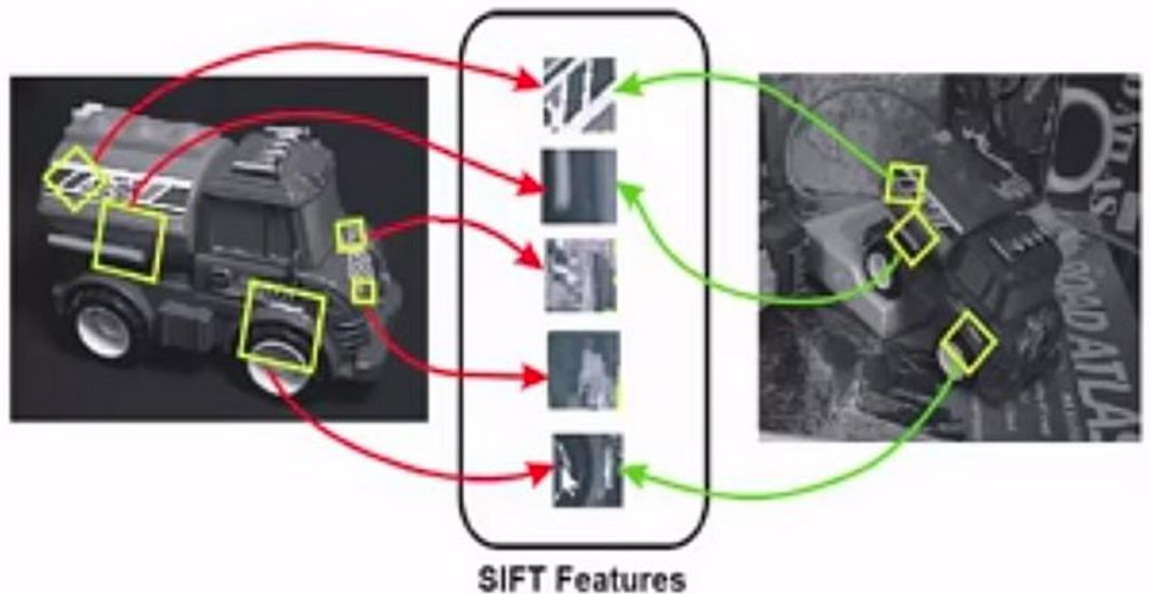
Оператор Прюїтта (Prewitt operator): Схожий на Собеля, але з дещо іншими ядрами для обчислення градієнтів.



1. Sobel

2. Прюїтта

Дескриптори зображень Дескриптори зображень — це набори характеристик або ознак, які описують ключові точки чи області на зображенні. Вони допомагають порівнювати зображення, визначати подібність та виконувати задачі, такі як розпізнавання об'єктів. SIFT (Scale-Invariant Feature Transform): Витягує ознаки, що інваріантні до масштабу та повороту, тобто ключові точки можна розпізнати незалежно від того, як змінилося зображення.



Основними перевагами SIFT є:

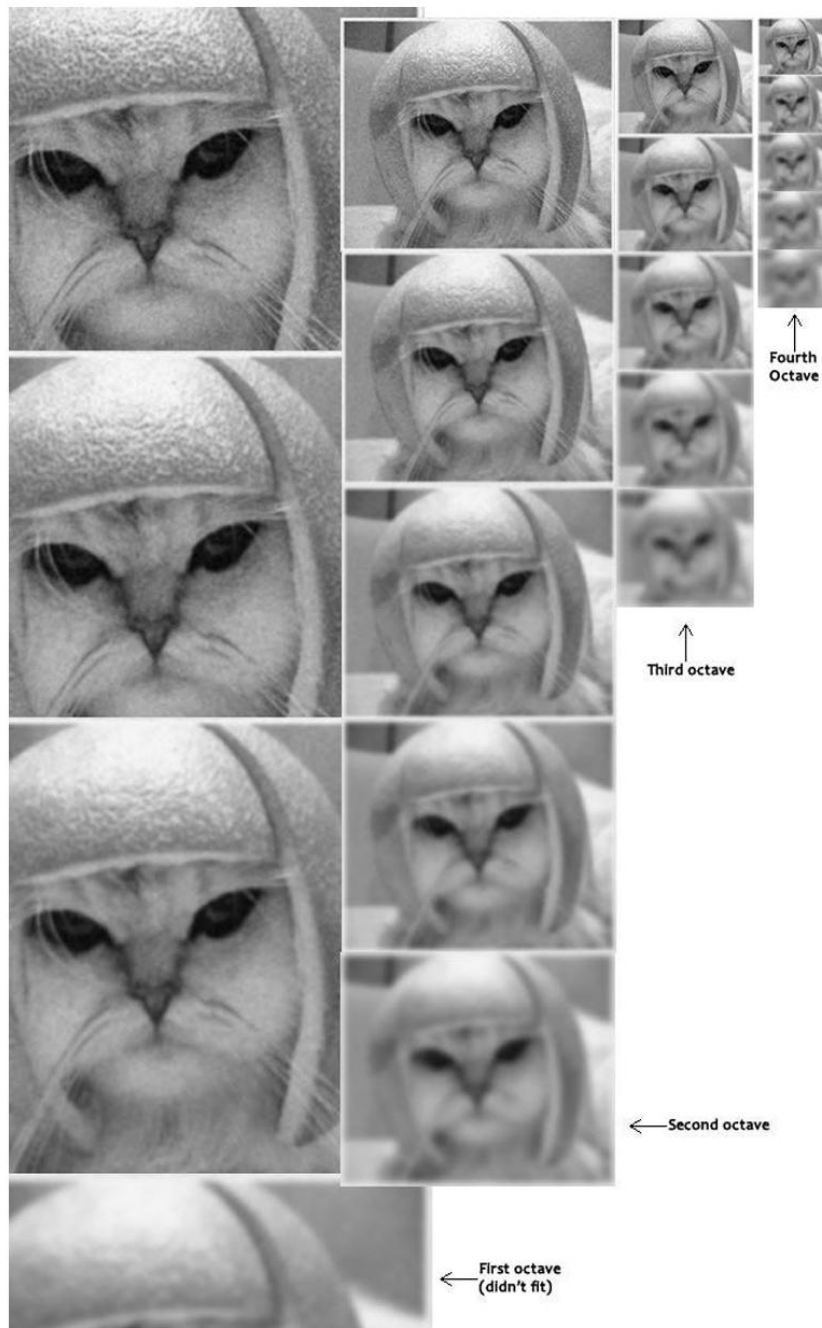
- Локальність: об'єкти локальні, настільки стійкі до оклюзії та безладу (без попередньої сегментації)
- Відмінність: окремі ознаки можна зіставити з великою базою даних об'єктів
- Кількість: навіть для невеликих об'єктів можна створити багато функцій
- Ефективність: близька до продуктивності в реальному часі
- Розширюваність: можна легко розширити до широкого діапазону різних типів функцій, кожна з яких додає надійність SIFT є досить складним алгоритмом.

Алгоритм SIFT складається з чотирьох кроків. Ми побачимо їх по черзі.

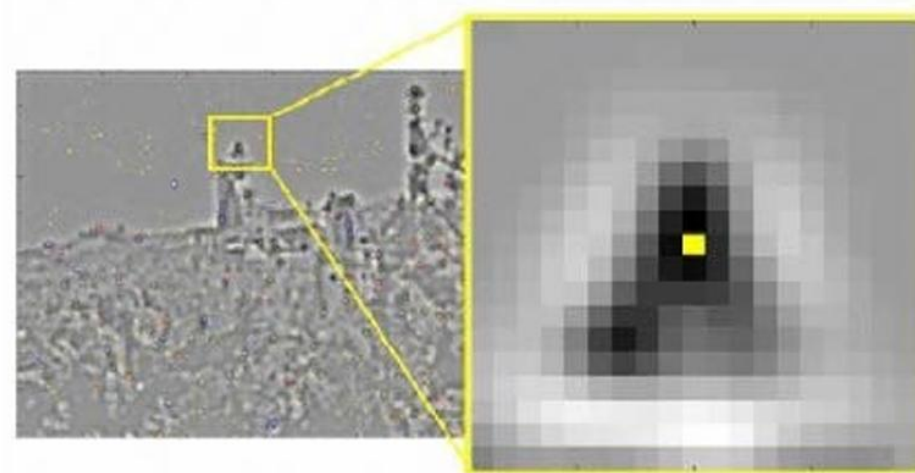
- Вибір масштабно-просторового піку: потенційне розташування для пошуку функцій.
- Локалізація ключових точок: точне визначення місцезнаходження ключових точок функції.
- Призначення орієнтації: призначення орієнтації ключовим точкам.
- Дескриптор ключових точок: Опис ключових точок як багатовимірний вектор.
- Зіставлення ключових точок зі Масштабний простір зображення – це функція $L(x, y, \sigma)$, яка утворюється згортки ядра Гауса (розмивання) у різних масштабах із вхідним зображенням.

Масштабний простір розділений на октави, а кількість октав і масштаб залежить від розміру вихідного зображення. Таким чином ми генеруємо кілька октав вихідного зображення. Розмір зображення кожної октави вдвічі менший за попередній.

Пошук ключових точок відбувається за допомогою фільтру Гауса та інших. Згенерований масштабний простір використовується для обчислення різниці Гаусса, потім для обчислення лапласіана гауссових наближень, які є незмінними для масштабу. Один піксель на зображенні порівнюється з 8 сусідами, а також з 9 пікселями в наступному масштабі та 9 пікселями в попередньому масштабі. Таким чином, загалом проводиться 26 перевірок. Якщо це локальний екстремум, це потенційна ключова точка. По суті, це означає, що ключова точка найкраще представлена в цій шкалі.



Локалізація ключових точок KeyPoints, створені на попередньому кроці, створюють багато ключових точок. Деякі з них лежать уздовж краю. Тут також обов'язковим є проведення фільтрацій від залишкових (неважливих) точок. Підхід подібний до підходу, який використовується в детекторі кутів Harris видалення крайових елементів. Для елементів із низьким контрастом ми просто перевіряємо їх інтенсивність. Отриманий набір ключових точок передається на обробку, де необхідно призначити орієнтацію кожній ключовій точці, щоб зробити її незмінною щодо обертання.



A keypoint

Визначена 1 ключова точка для встановлення масштабу

Навколо розташування ключової точки береться околиця залежно від масштабу, і в цій області обчислюється величина та напрям градієнта. Створюється орієнтаційна гістограма з 36 відсіками, що охоплюють 360 градусів.