

ORB에 대한 이해

2016010873 박정욱

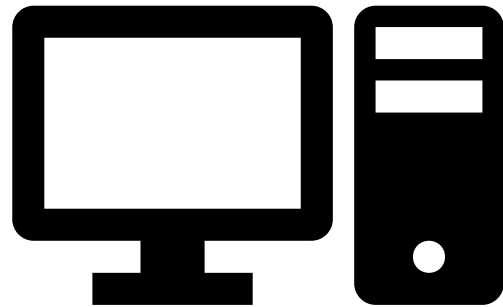
목차

1. 특징이란 무엇인가?
2. 특징 검출법
 - 스케일(Scale)
3. 특징 기술자
4. ORB – Oriented FAST and Rotated BRIEF
 - FAST – Features from Accelerated Segment Test
 - BRIEF – Binary Robust Independent Elementary Features

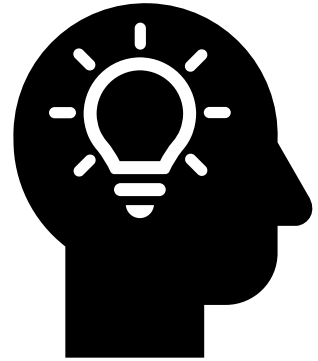
특징이란 무엇인가?



현실 세계의 문제



컴퓨터



해결

특징이란 무엇인가?

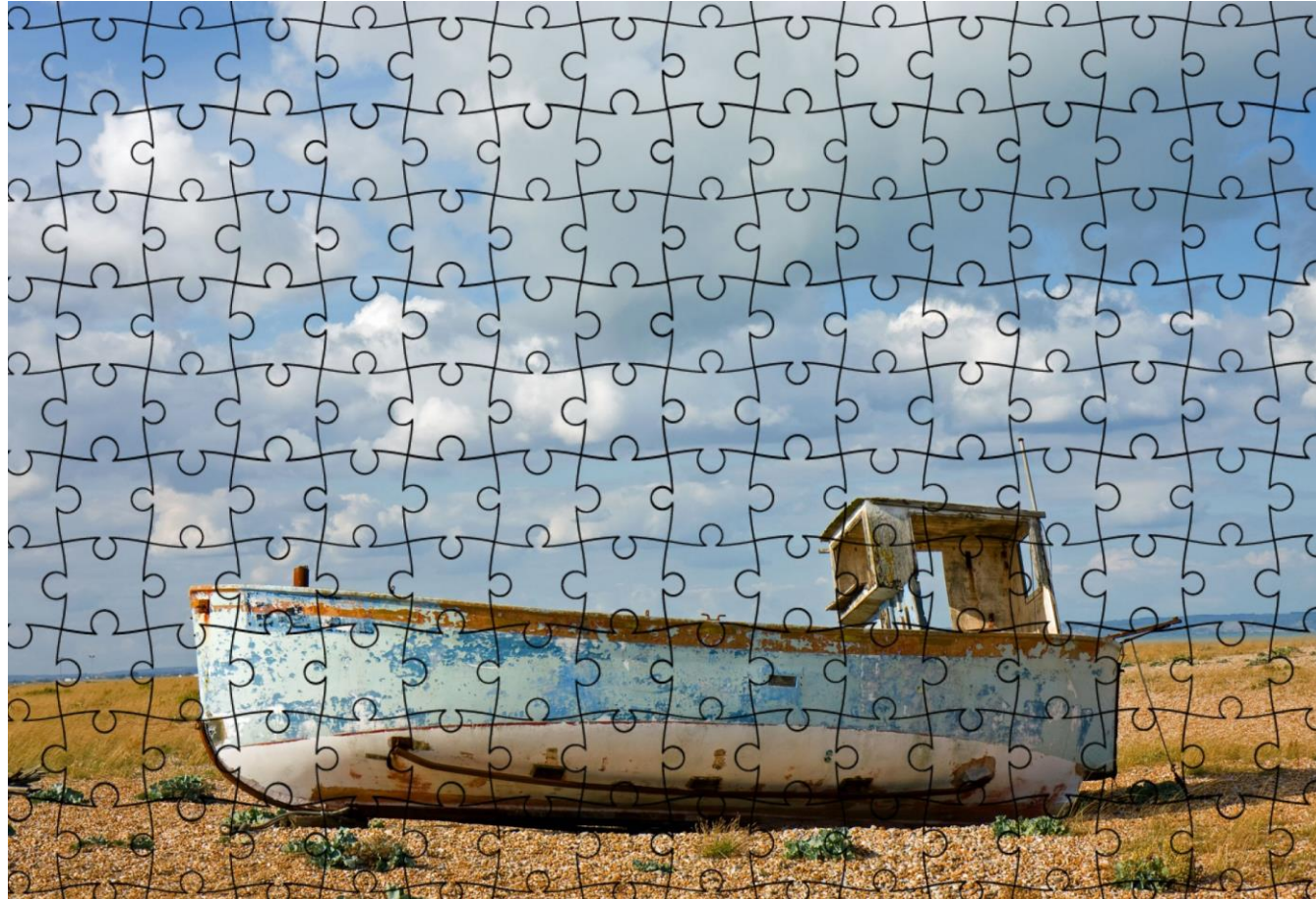


Fig. 1.

특징이란 무엇인가?



Fig. 2.

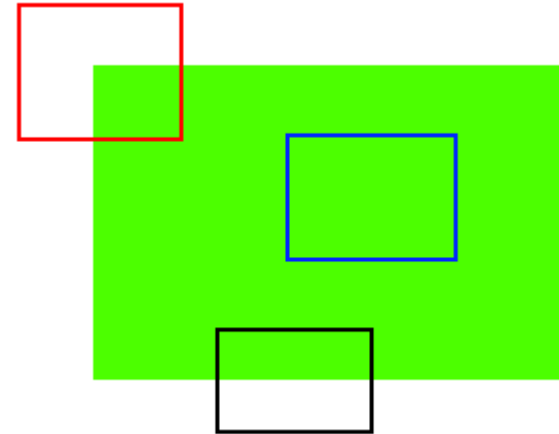


Fig. 3.

특징 검출법

- 인접한 화소간의 유사성 이용
 - **도함수**를 이용하는 방향으로 발전함
 - 잡음에 취약하며, 일반적으로 속도가 느림
 - Moravec(1980), **Harris**(1988), Shi-Tomasi(1994) 등

$$f(\Delta x, \Delta y) = \sum_{(x_k, y_k \in W)} (I(x_k, y_k) - I(x_k + \Delta x, y_k + \Delta y))^2$$

특징 검출법

- 지역적 특성 이용
 - 특징이 가지고 있는 고유한 특성을 **정량적인** 기준으로 제시
 - 사용하는 patch(window, kernel, etc.)의 **Scale**에 따라 성능이 좌우됨
 - Guiducci(1988), Smith – SUSAN(1995), Rosten – **FAST**(2006)

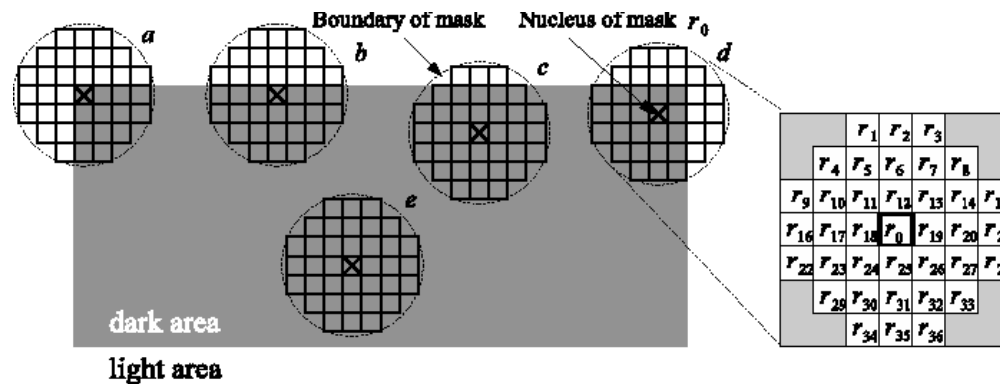
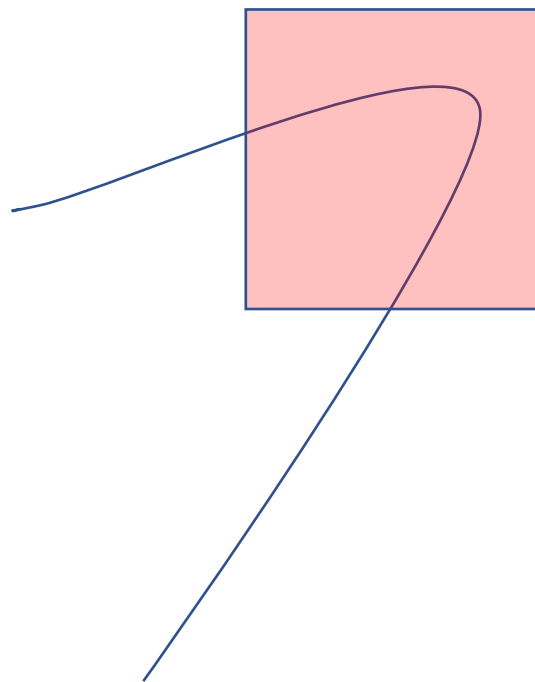
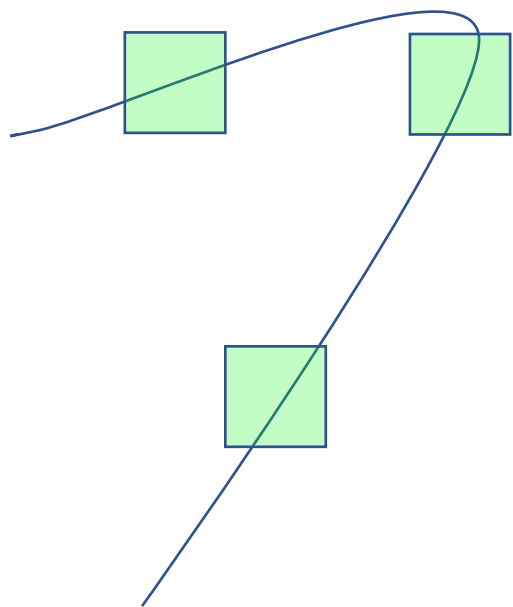


Fig. 4.

스케일(Scale)



특징 기술자

- 영상 내 정보들의 **시각적 특징에 대한 “기술(description)”**과 이를 생산하는 알고리즘을 통칭함

분류	일반 정보	특정 분야 정보
다루는 범위	신호 처리 등으로 생성되는 기본/기초적 특징	쉽게 추출해내기 힘든 장면 내 물체 및 사건에 대한 특징
주요 영역	색상, 질감, 모양, 동작, 위치 등	신체 인식, 글자 인식 등

Oriented FAST and Rotated BRIEF

- SIFT: **S**cale-**I**nvariant **F**eature **T**ransform(1999)
 - 계산량이 방대하여 실시간으로 구동되는 시스템에 부적합
- SURF: **S**peeded **U**p **R**obust **F**eatures(2008)
 - SIFT의 계산량을 줄이기 위한 연구
- 더 빠르고 성능이 괜찮은 기술자를 만들 수는 없을까?

Features from Accelerated Segment Test

기본 아이디어 — 모든 화소에 대해 다음의 검사를 수행한다:

1. 관심 영역 내 임의의 **화소 p 의 세기**를 I_p 라 하고, 임계값 t 를 설정한다.
2. 화소 p 를 중심으로 하는 반지름 3의 Bresenham 원을 그린다.
3. 그려진 원 위의 화소 p_x 에 대해 다음 식을 만족하는지 검사한다:

$$I_p - t \leq I_{p_x} \leq I_p + t$$

4. 주어진 식을 만족하는 n 개 이상의 화소가 **연속으로** 존재할 경우, p 를 corner로 판단한다.

Features from Accelerated Segment Test

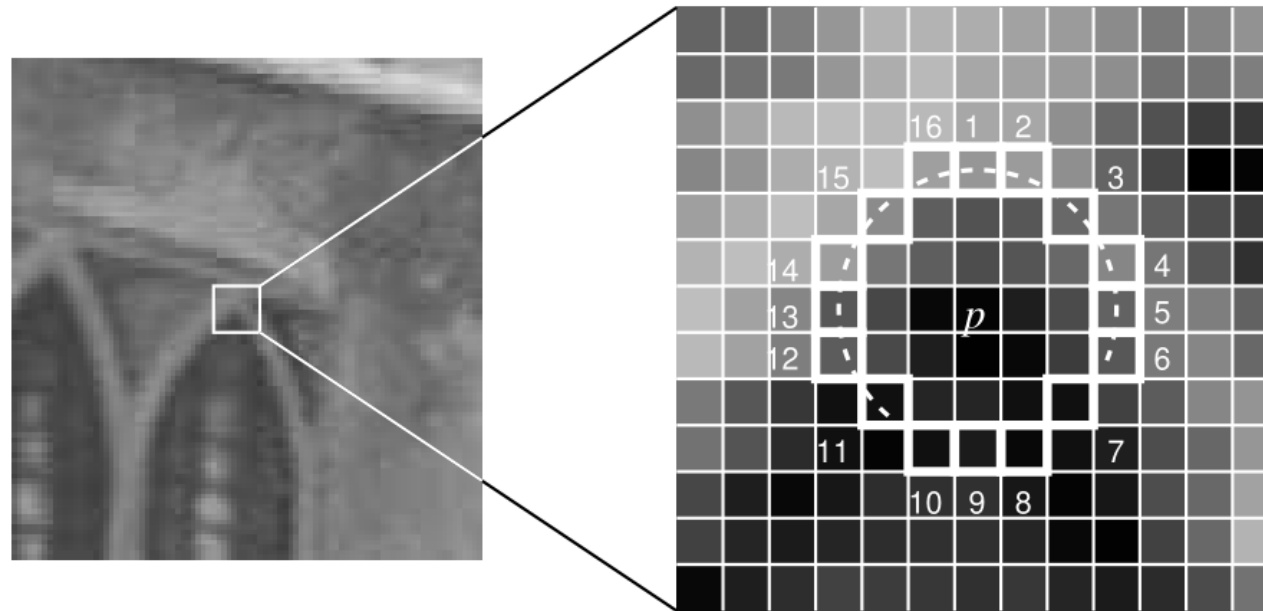


Fig. 5.

oFAST: FAST Keypoint Orientation

- ORB는 FAST의 다음과 같은 단점을 보완한다:

1. Orientation(방향) 요소가 존재하지 않음
 - Intensity centroid(세기 도심) 개념 도입
2. Corner 외에 edge에 반응하는 정도가 높음
 - 목표치 N 이상의 corner값을 찾도록 임계값 조정
 - 이후 Harris corner filter를 도입하여 가장 크게 반응하는 N개의 corner 검출
3. Scale을 고려하지 않음
 - Image pyramid 도입

Intensity Centroid(세기 도심)

$$m_{pq} = \sum_{x,y} x^p y^q I(x, y)$$
$$C = \left(\frac{m_{10}}{m_{00}}, \frac{m_{01}}{m_{00}} \right)$$
$$\theta = \text{atan2}(m_{01}, m_{10})$$

차수	대략적 의미
0차	전체
1차	평균

Image moment and centroid, orientation

Image pyramid



Fig. 6.

Binary Robust Independent Elementary Features

1. patch(window, kernel, etc.) 평활화

2. 이진 검사 공간 배치

$$\tau(p; x, y) := \begin{cases} 1 & p(x) < p(y) \\ 0 & p(x) \geq p(y) \end{cases}$$

$$f_{n_d}(p) := \sum_{1 \leq i \leq n_d} 2^{i-1} \tau(p; x, y)$$

$$(n_d = 128, 256, 512)$$

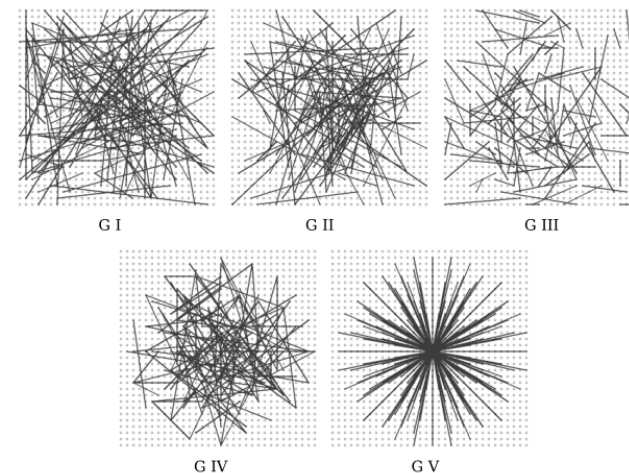


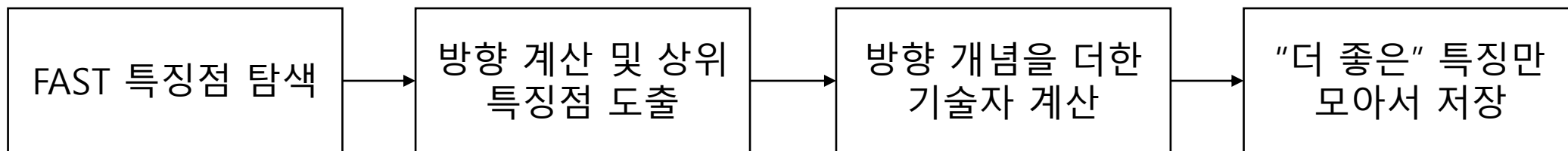
Fig. 7.

rBRIEF: Rotation-Aware BRIEF

- ORB는 BRIEF의 다음과 같은 단점을 보완한다:
 1. 이미지의 회전에 대한 고려를 하지 않음
 - patch의 각도 θ 만큼 회전시켜 방향을 조정
 2. 방향을 조정하여 분산값이 저하됨
 - **탐욕 알고리즘**을 이용하여 결과값이 $N(= 256)$ 개가 될 때까지 걸러냄
 - 걸러내는 기준은 상관계수의 절대값이 임계값보다 크냐 작냐

Oriented FAST and Rotated BRIEF

- SIFT, SURF에 비해 단연 빠르고, 인식 성능도 나쁘지 않음
- BSD 허가서에 의해 소스코드가 공개되어있음
 - SIFT의 경우 2020년 3월 7일에 저작권이 만료됨



Todo

- ORB-SLAM 논문 읽기
- ORB-SLAM 실제 코드 읽기

출처

- **Fig. 1.** A picture containing jigsaw puzzle from: PublicDomainPictures.net. "Fishing Boat Jigsaw Puzzle"
- **Fig. 2.** image with six patches from: OpenCV 3.4.15 OpenCV-Python Documentation. "Understanding Features"
- **Fig. 3.** image explaining features from: OpenCV 3.4.15 OpenCV-Python Documentation. "Understanding Features"
- **Fig. 4.** Five circular masks on different places of an image (left) and the pixels used for USAN calculation (right) from: Optimizing the SUSAN corner detection algorithm for a high speed FPGA implementation, C. Claus, Robert Huitl, Joachim Rausch, W. Stechele. "USAN area calculation"
- **Fig. 5.** image explaining segment test in FAST from: Machine Learning for High-Speed Corner Detection, E. Rosten, T. Drummond. "High-speed corner detection"
- **Fig. 6.** image pyramid using image of Lionel Messi from: OpenCV 3.4.15 OpenCV-Python Documentation. "Image Pyramids"
- **Fig. 7.** image explaining how to choose test location for BRIEF from: BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features. "Spatial Arrangement of the Binary Tests"

주요 참고 문헌

- [ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF](#)
 - E. Rublee et al., 2011
- [Machine Learning for High-Speed Corner Detection](#)
 - E. Rosten, T. Drummond, 2006
- [BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features](#)
 - M. Calonder et al., 2010