Graph Convolutional Tracking (GCT)

Kyuewang Lee

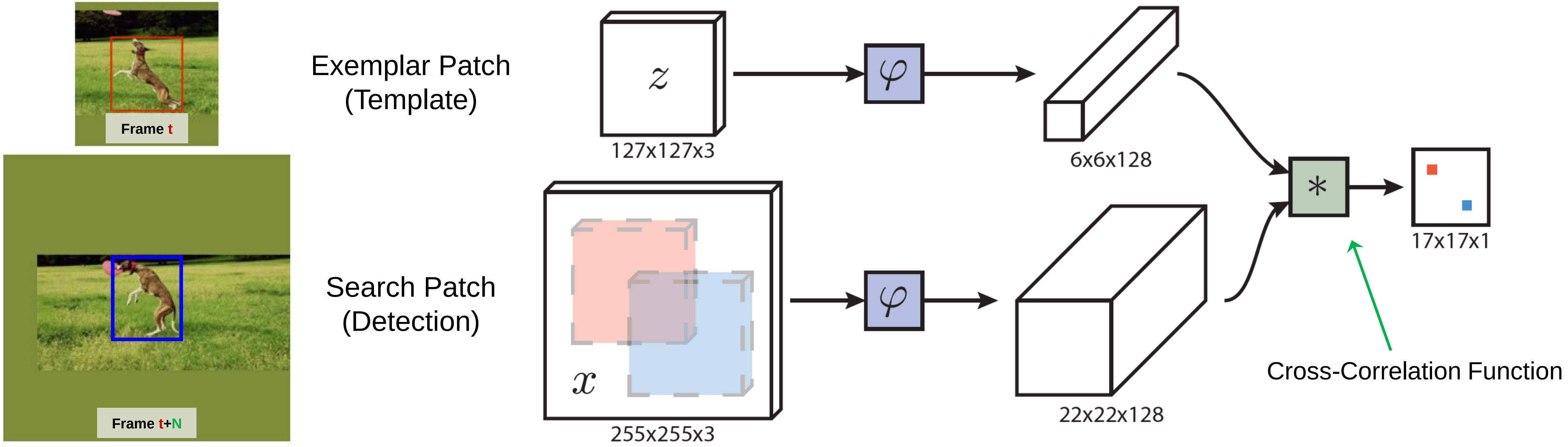
(2017-28945)

Dept. of ECE, SNU

*IEEE Conference on **C**omputer **V**ision and **P**attern **R**ecognition* (CVPR), **Oral**, 2019

Siamese Tracking (SiamFC)

- **SiamFC :** *Fully-Convolutional Siamese Networks for Object Tracking* **(ECCVw 2016)**



$$f(z,x) = g(\varphi(z),\varphi(x)) = \varphi(z) * \varphi(x) + \underbrace{b \cdot \vec{1}}_{\text{bias term}}$$

Graph Convolutional Tracking (GCT) Contributions

- The first work of an end-to-end Graph Convolutional Tracking algorithm

- Spatial-Temporal GCN (**ST-GCN**) and ConText GCN (**CT-GCN**)
  - ✓ ST-GCN learns *spatial-temporal feature* of the target, of previous frames
  - ✓ CT-GCN learns *context feature* of the target, in the current frame

- Performs favorably against state-of-the-art trackers, also runs in real-time (**50fps**)

Proposed Framework (GCT) : ST-GCN & CT-GCN

- **GCT :** *Graph Convolutional Tracking* **(CVPR 2019)**

Proposed Framework (GCT) : Formulation

- Siamese Tracking (SiamFC algorithm)

$$\begin{aligned} f(z, x) &= \phi(z) \star \phi(x) + b \\ &= \mathbf{Z} \star \mathbf{X} + b, \end{aligned}$$

- Graph Convolutional Tracking Formulation

$$f(z_{t-T:t-1}, x_t) = \psi_{GCN}(\mathbf{Z}_{t-T:t-1}, \mathbf{X}_t) \star \mathbf{X}_t + b,$$

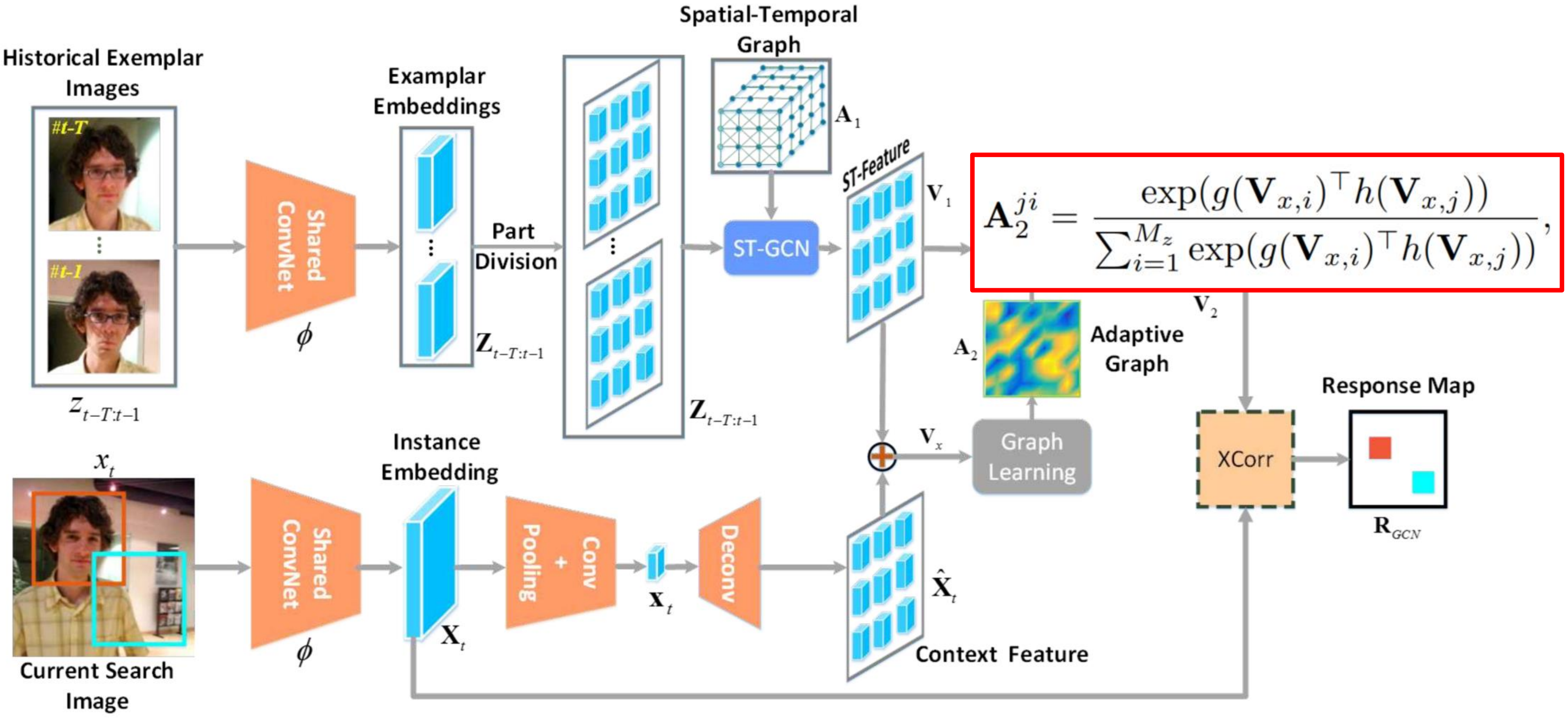
- Proposed Siamese Tracking Formulation (**GCT** algorithm)

$$f(z_{t-T:t-1}, x_t) = \psi_2(\psi_1(\mathbf{Z}_{t-T:t-1}), \mathbf{X}_t) \star \mathbf{X}_t + b,$$

where $\begin{cases} \psi_1 & \text{Spatial-Temporal GCN (}\textbf{ST-GCN}\text{)} \\ \psi_2 & \text{ConText GCN (}\textbf{CT-GCN}\text{)} \end{cases}$

Proposed Framework (GCT) : SiamFC-like Structure

- **GCT :** *Graph Convolutional Tracking* **(CVPR 2019)**



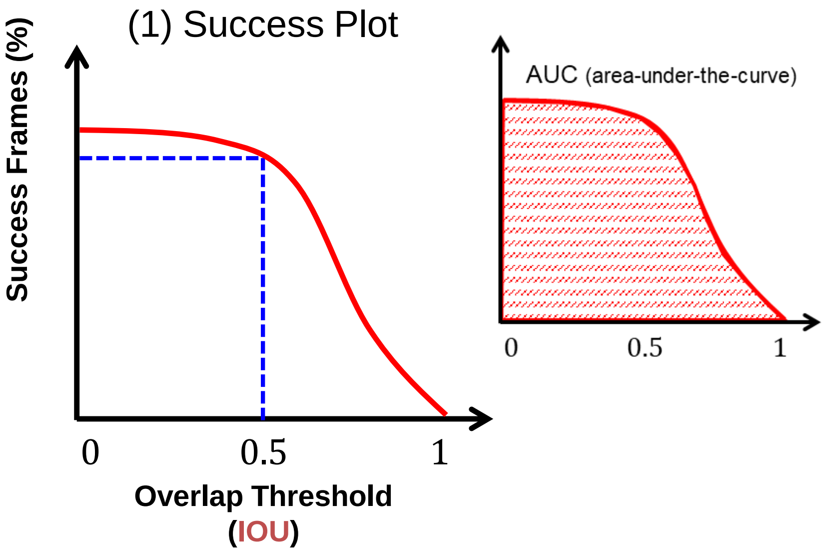
Experiment Settings and Datasets

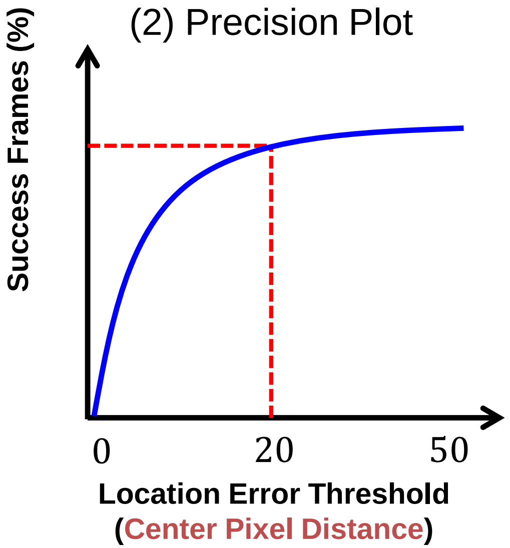
- HW / SW
  - ✓ Intel E5-2687 3.0GHz (CPU)
  - ✓ 256GB RAM
  - ✓ GeForce NVIDIA 1080Ti (GPU)
  - ✓ Python + TensorFlow

- Training Datasets
  - ✓ ImageNet
    - ➢ For pre-training shared Siamese Network (*modified AlexNet*)
  - ✓ ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2015 (*ILSVRC 2015*)
    - ➢ For offline training (end-to-end) GCT

- Tracking Benchmark Datasets (Test)
  - ✓ OTB-50
  - ✓ OTB-100
  - ✓ VOT 2017
  - ✓ UAV123

Evaluation Metrics (OTB metric)

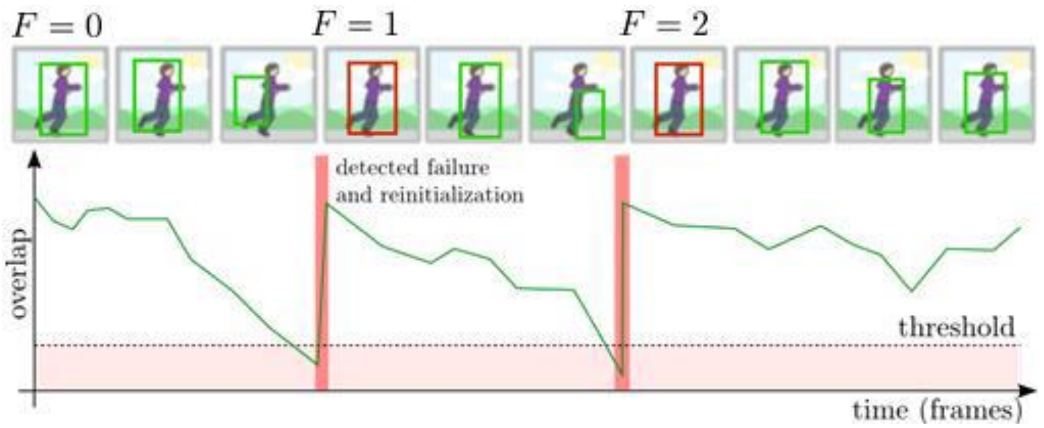


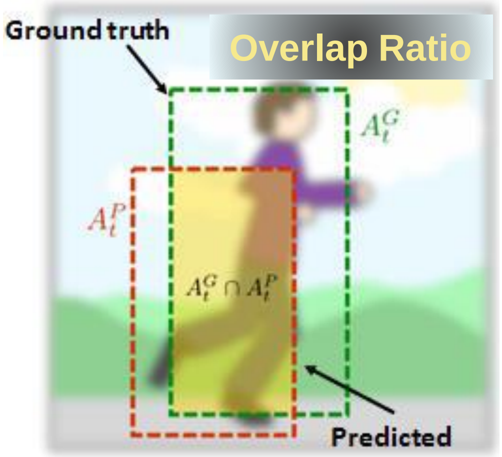


Evaluation Metrics (VOT metric)

- **Robustness (R, ↓)** *failure rate*

  How many times the tracking failed? (re-initialize to the ground-truth BBOX when failure is detected)





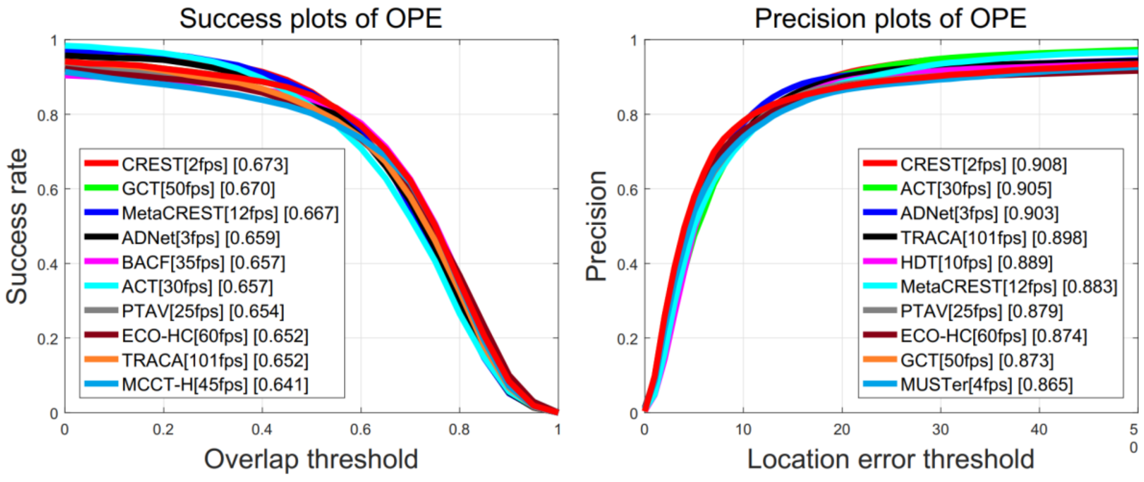
- **Accuracy (A, ↑)** *success rate*

  Average overlap ratio under successful tracking situation
  (re-initialize to the ground-truth BBOX when failure is detected)

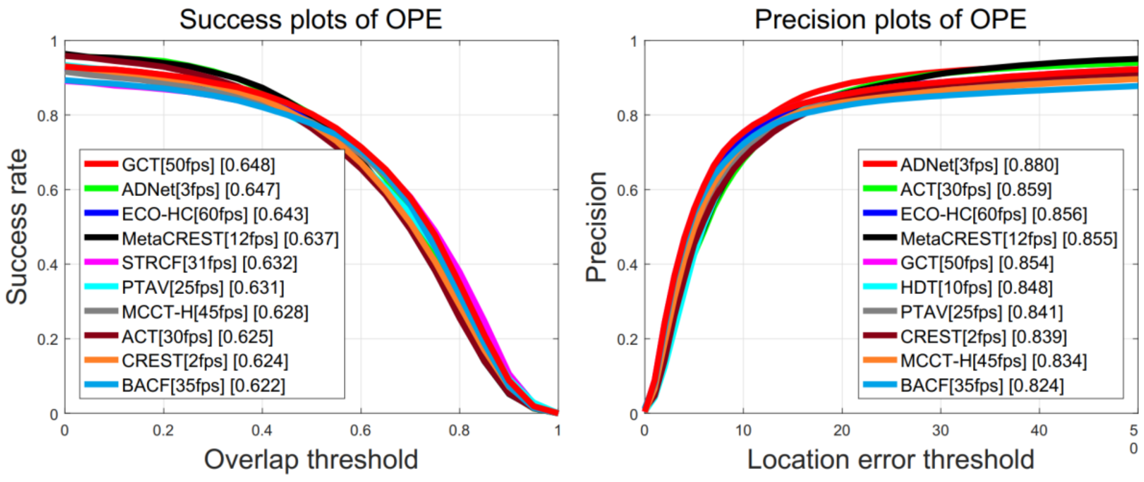
- **Expected Average Overlap (EAO, ↑)** *overall performance*

  Comprehensive performance of **Accuracy** (**A**) and **Robustness** (**R**)

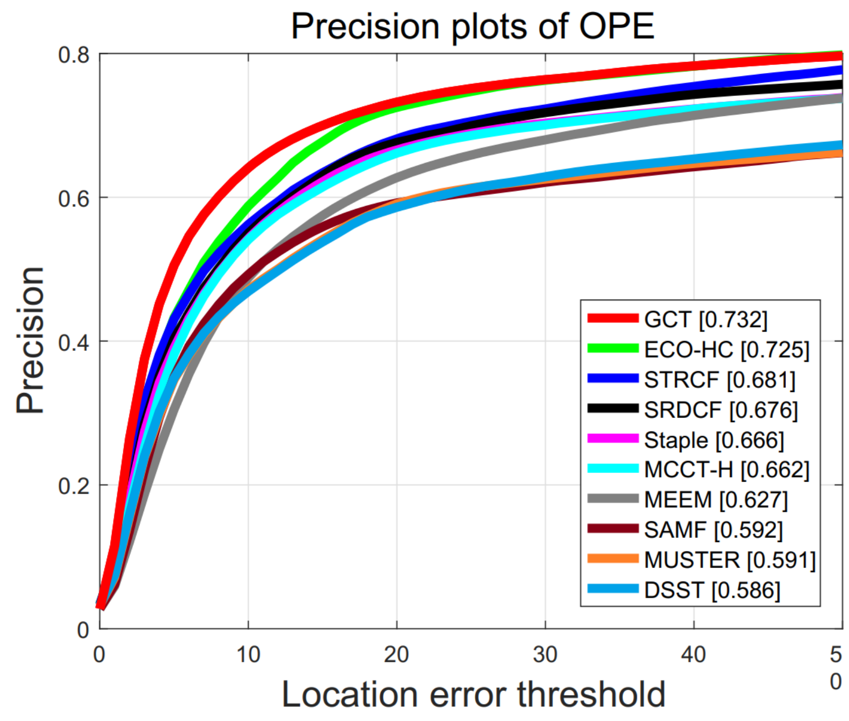
Experimental Results : Benchmark Results

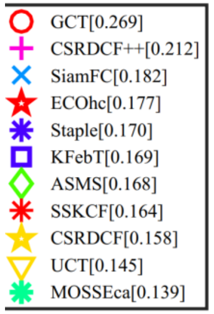


(a) Results for OTB-2013 benchmark [70]



(b) Results for OTB-2015 benchmark [71]





periment on

the UAV123 benchmark [40]. Our

s favorably.

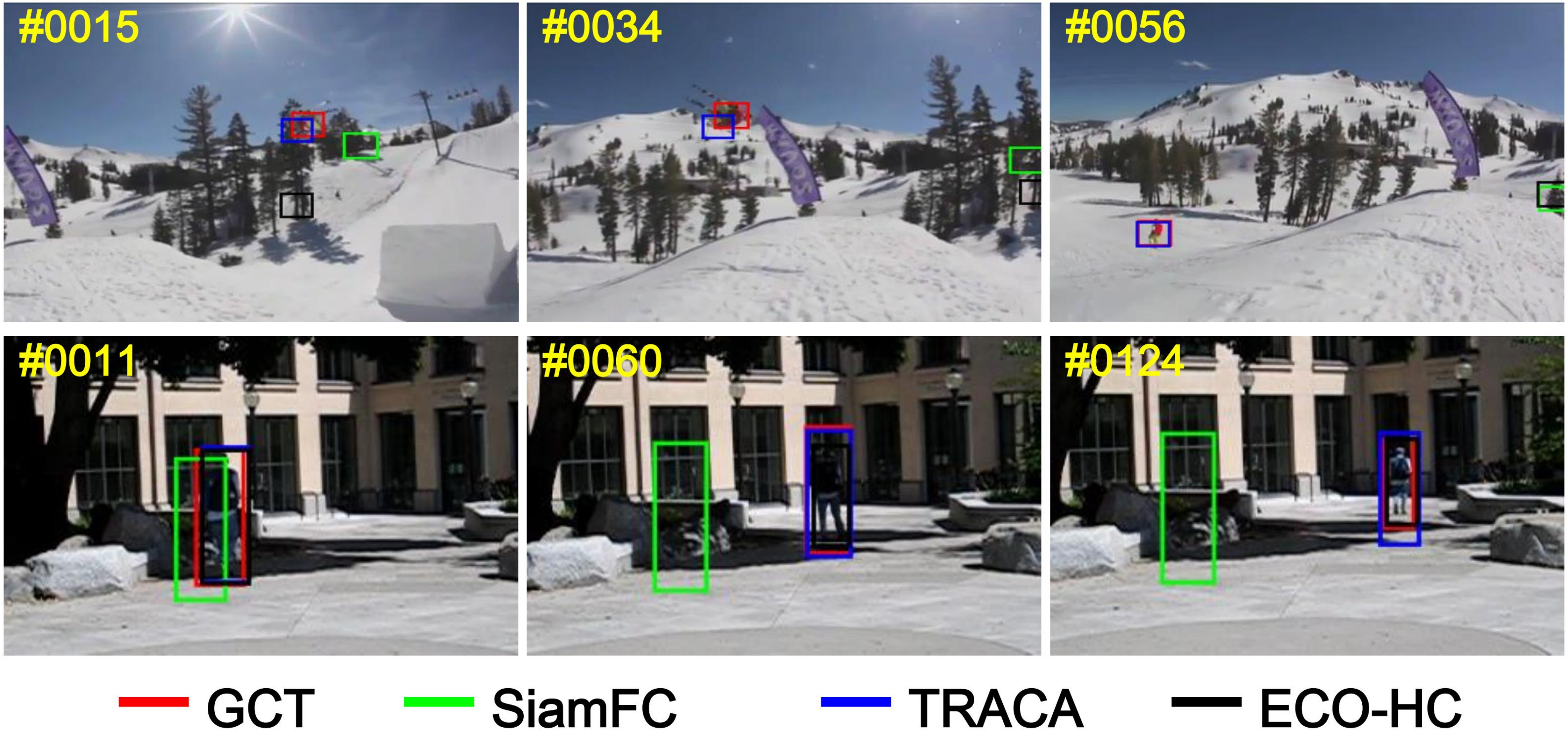
Experimental Results : Ablation Studies

Table 2. Analysis of our approach on the OTB-2013 and OTB-2015. The impact of progressively integrating one component at the time, from left to right, is displayed.

AUC

	SiamFC	$\Longrightarrow$ S-GCN	$\Longrightarrow$ ST-GCN	$\Longrightarrow$ CT-GCN
OTB-2013(%)	60.7	62.5	64.9	67.0
OTB-2015(%)	57.7	60.2	63.5	64.8
FPS(OTB-2015)	76.1	66.7	58.6	49.8

Experimental Results : Qualitative Results



Source Code Explanation

- PyTorch Training version for GCT Algorithm
  [https://github.com/kyuewang17/GCT-KYLE] : Private Repository로 생성하여서, **접근 권한**이 필요합니다
  (접근 권한은 메일로 GitHub ID를 주시면 부여해 드리도록 하겠습니다. E-mail : kyuewang5056@gmail.com)
  (혹은 이메일을 주시면 zip파일로 압축하여서 소스 코드 보내 드릴 수도 있습니다)

  ✓ Dependencies

    ➢ GitHub README.md 파일에 표시되어 있습니다.

  ✓ Source Code Referenced from: [Link]

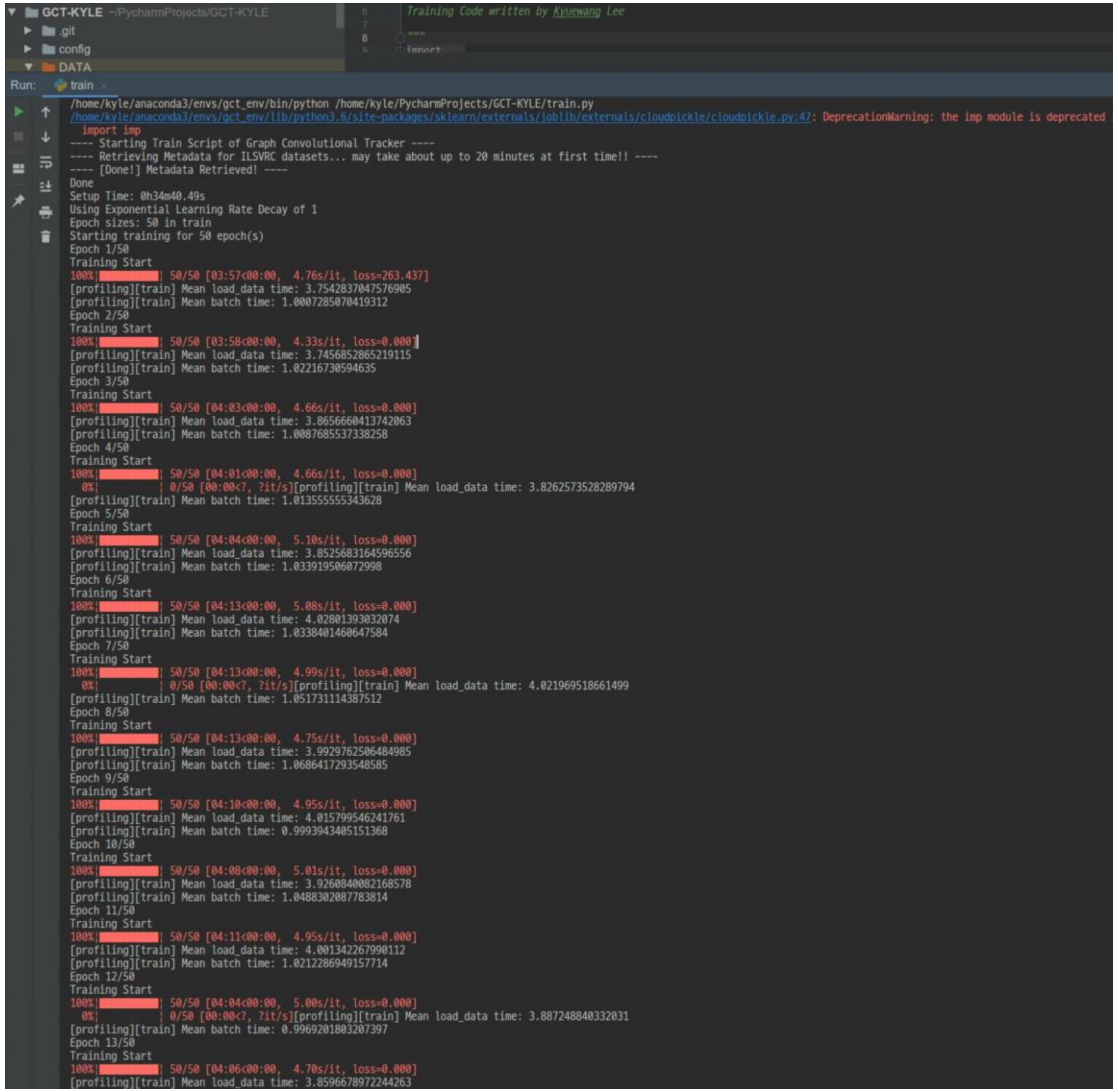
    ➢ 제가 참조한 해당 코드는 미완성 입니다. 해당 코드는 학습 코드와 test 코드가 누락되어 있고, 데이터를 load하는 핵심적인 부분이 누락되어 있습니다. (원 저자들은 코드를 아직까지 공개하지 않은 상태입니다)

    ➢ 그래서 저는 해당 code 부분에서 end-to-end GCT 네트워크를 논문을 참조하여 완성하였고, 나머지 부분은 PyTorch로 구현된 SiamFC source를 참조하여 학습(train) 코드 부분만 완성하였습니다.

    ➢ 또한 해당 코드에서는 Shared Convnet (Siamese Network backbone)으로 AlexNet을 사용하였다고 하는데, 원래의 모델이 아닌 layer의 dimension이 수정된 버전을 ImageNet에서 미리 학습(pre-train)하여, 학습시에는 ILSVRC 2017 데이터셋으로 backbone 부분을 fine-tuning 하는 형태로 수정된 AlexNet을 이용하였다고 합니다.

    ➢ 따라서, 본 기말 프로젝트에서는 제가 구현한 학습 코드가 실제로 학습이 문제 없이 되는지 까지만 나름대로의 scope를 정하여서 프로젝트를 수행하였습니다.

Training Python Message (Screen-Capture)



- 학습 결과 설명
  - ✓ 이전 슬라이드에서 언급한대로, 학습 코드가 에러 없이 구동되는지 여부를 목표로 하였습니다.
  - ✓ 기존 알고리즘은 shared conv-net을 ImageNet 이미지 데이터셋에 미리 학습을 시키고, ILSVRC 2017 데이터셋에 대하여 학습을 시키는 반면, 해당 코드에서는 pre-training 과정 없이 학습을 진행하였습니다.
  - ✓ Pre-training 과정이 없이 학습한 결과, loss 자체는 1 epoch만에 0으로 완전 수렴하였으나, 이는 학습 데이터셋에 대하여 weight가 과도하게 over-fitting되었을 것입니다.
  - ✓ 추후에 해당 코드를 발전시켜서 완전한 pre-training이 가능하고, visual tracking benchmark 데이터셋에서도 test 가능한 코드를 계속 만들 계획입니다.
- 코드 구성 설명
  - ✓ GitHub Repository에 < **README.md** > 파일로 주요 코드에 대한 설명이 나와 있습니다.

Thank You!