**Raport tehnic**

**Object Tracking utilizând algoritmul Discriminative Correlation Filter with Chanel and Spatial Reliability ( CSR - DCF )**

**1. Membrii echipei:** Brătfălean Dragoș, Goia Călin Daniel

**2. Abstract**

Acest proiect realizează implementarea unui program de urmărire a unui obiect dintr-un videoclip folosind algoritmul Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability ( CSR – DCF ) în limbajul de programare Python,cu ajutorul librariei OpenCV. Importanța acestei teme este evidențiată de aplicabilitatea sa într-o varietate de domenii, inclusiv supraveghere video, vehicule autonome și monotorizarea traficului. Modul de abordare al acestui proiect presupune utilizarea bibliotecii OpenCV din Python, care oferă instrumente puternice pentru prelucrarea imaginilor și urmărirea obiectelor. Proiectul își propune să ofere o soluție eficientă și în timp real pentru monitorizarea și identificarea obiectelor în mișcare într-un flux video. Implementarea algoritmului CSRT oferă o soluție robustă pentru urmărirea obiectelor, iar rezultatele sunt evidențiate prin intermediul unui output video în care obiectul este urmărit cu succes.

**Cuvinte cheie**: Object Tracking , CSRT, OpenCV, Python.

**Date de intrare**: Fișier video cu obiectul de interes.

**Date de ieșire**: Fișier video cu obiectul urmărit.

**3. Introducere**

Urmărirea obiectelor reprezintă o ramura importantă în domeniul Computer Vision, cu aplicații extinse într-o varietate de domenii. Importanța acestei teme derivă din nevoia de a dezvolta sisteme inteligente capabile să localizeze și să urmărească obiecte specifice în medii video dinamice. Proiectul propus abordează această problemă utilizând algoritmul Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability (CSRT).

Aplicațiile practice ale acestui proiect acoperă o gamă largă de domenii, inclusiv securitate și supraveghere, industria vehiculelor autonome, industria robotica si realitatea augmentată (VR). Capacitatea de a urmări obiecte în timp real și într-un mod precis are implicații semnificative în îmbunătățirea securității, optimizarea proceselor industriale și furnizarea de experiențe interactive în aplicații de realitate augmentată.

**4. Fundamentare Teoretica**

Explicare termeni ai algoritmului Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability (CSRT):

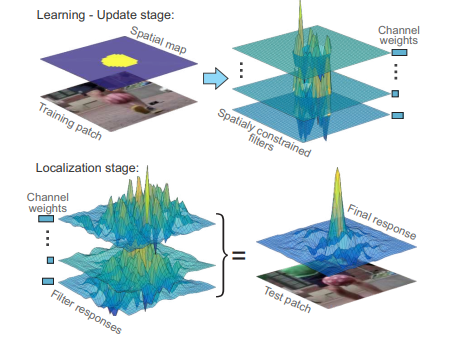
**Channel Reliability**: Algoritmul CSRT utilizează informațiile canalelelor de culoare pentru a gestiona modificările cauzate de variațiile de iluminare. Acesta modelează obiectul țintă folosind caracteristici de culoare pentru a îmbunătăți precizia urmăririi.

**Spatial Reliability**: Fiabilitatea spațială este folosită pentru deformații non-rigide. Se ia în considerare atât coerența spațială, cât și cea temporală a mișcării obiectului, permițând performanțe robuste de urmărire.

**Discriminative Correlation Filter (DCF)**: Algoritmul CSRT utilizează un filtru de corelație discriminativă pentru a estima locația și aspectul obiectului. Acest filtru învață aspectul obiectului folosind training samples pozitive și negative și este actualizat iterativ în timpul urmăririi.

**Pași de implementare a algoritmului:**

1. Sample generation
2. Training
3. Learning the Filter
4. Tracking



1. **Implementarea soluției adoptate**

Pentru implementarea aplicației de Object Tracking, am ales să folosim limbajul de programare Python, împreună cu câteva librării cheie pentru manipularea imaginilor. Librăriile principale folosite sunt:

* NumPy: Pentru manipularea eficientă a datelor și operații de algebra liniară.
* OpenCV: Pentru lucrul cu imagini și aplicarea algoritmului CSRT.
* Matplotlib: Pentru realizarea graficelor.

Pași pentru implementarea proiectului:

A screenshot of a computer program

Description automatically generated1. Citirea sursei video originale si extragerea primelor 15 secunde din videoclip.

A screen shot of a computer

Description automatically generated2. Desenare bounding-box cu ajutorul librariei OpenCV.

3. Implementarea algoritimului CSRT.

A screen shot of a computer program

Description automatically generatedA screenshot of a computer

Description automatically generated Se instantiaza tracker-ul cu ajutorul functiei TrackerCSRT\_create() din libraria OpenCV.

1. **Rezultate experimentale**

Primul frame al videoclipului:

A person standing next to a car covered in a white cover

Description automatically generated

Aplicarea bounding box-ului:

A person standing next to a car covered in a white cover

Description automatically generated

Aplicarea CSRT la diferite momente de timp din videoclip

A person walking on the street with a car covered in a white cover

Description automatically generated

A white car parked on the side of a road

Description automatically generated

A person standing on a white car

Description automatically generated

1. **Concluzii**

Acest proiect a abordat provocările complexe ale monitorizării și urmăririi unui obiect într-un videoclip. Prin implementarea algoritmului CSRT (Discriminative Correlation Filter cu Channel și Spatial Reliability), am reușit să dezvoltăm o soluție eficientă pentru urmărirea obiectelor în condiții variate, precum schimbări de iluminare sau mișcare rapidă a obiectului sau camerei.

Implementarea algoritmului CSRT-DCF a oferit rezultate promițătoare în ceea ce privește urmărirea precisă a obiectelor în videoclipuri. Rezultatele au fost evidențiate prin intermediul videoclipului de ieșire (output\_video\_tracked.mp4), în care bounding box-ul asociat obiectului a fost urmărit cu acuratețe.

Pentru a îmbunătăți rezultatele curente și pentru a extinde funcționalitățile algoritmului, există câteva direcții posibile:

* Optimizări de Performanță: O analiză aprofundată a performanței și identificarea posibilelor optimizări pentru a îmbunătăți viteza și eficiența algoritmului.
* Adaptare la Scene Mai Complexe: Extinderea algoritmului pentru a gestiona scenarii mai complexe, cum ar fi urmărirea mai multor obiecte simultan sau adaptarea la condiții de iluminare extremă.

Implementarea continuă și evoluția acestui algoritm ar putea contribui la progresul în domeniul viziunii artificiale și al monitorizării, având aplicații extinse în securitate, monitorizare industrială și multe altele.

1. **Bibliografie**

[1] A. Lukezi , T. Voj, L. C. Zajc, J. Matas and M. Kristan. Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability

[2] Object Tracking using OpenCV (C++/Python) <https://learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/>

[3] <https://medium.com/@khwabkalra1/object-tracking-2fe4127e58bf>

[4] <https://docs.opencv.org/4.8.0/>

[5] https://numpy.org/doc/stable/