

# 실시간 영상의 이동 객체 데이터 변화율을 이용한 에러 필터링 기술

윤경호<sup>0</sup>, 김단희\*, 이원석\*

<sup>0</sup>연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail: swings57015736@gmail.com<sup>0</sup>, {sgoiboy, leewo2001}@gmail.com\*

## Error filtering technology using change rate of moving object data in real-time video

Kyoung-Ho Yoon<sup>0</sup>, Dhan-Hee Kim\*, Won-Suk Lee\*

<sup>0</sup>Dept. of Computer Science, Yonsei university

### ● 요약 ●

최근 지능형 CCTV 관제 시스템에 대한 수요가 증가하고 있다. CCTV 영상 데이터의 양이 폭발적으로 증가하고 있어 이를 분석하기 위한 기술의 발전이 필요한 실정이다. 대부분의 지능형 CCTV 관제 시스템은 영상 속 객체를 찾고 이 객체의 메타데이터를 통해 지능형 관제 시스템을 수행한다. 하지만 영상 속 객체의 로그가 항상 정확하지 않다. 현재의 객체 인식 기술로는 CCTV 영상의 밝기, 해상도 조건에 따라 성능의 차이가 심하고, 영상의 프레임 대비 빠르게 움직인 CCTV 영상 속 모든 객체를 사람이 인식하는 정도로 인식하기 어렵다. 이러한 이동 객체의 크기, 위치를 분석한 메타데이터에는 에러가 포함되기 쉽다. 본 논문에서는 지능형 CCTV 관제 시스템에서 분석한 영상 속 객체의 프레임 메타데이터 에러를 학습기반 실시간 에러 필터링 알고리즘을 통해 개선하여 에러가 필터링된 데이터를 사용하는 지능형 관제 시스템의 정확도 향상에 기여 할 것을 기대한다.

**키워드:** 실시간 영상 데이터, 빅데이터 에러, 객체 탐지 로그 필터링

## I. Introduction

지능형 CCTV 관제 시스템은 컴퓨터비전 기술을 이용하여 실시간 영상에서 객체를 탐지하고, 이 객체의 위치, 크기, 색상 등의 메타데이터를 이용하여 지능형 분석을 진행한다. CCTV 관제 시스템의 특성상, 적게는 수백개 많게는 수천개의 카메라 채널에서 발생하는 데이터를 관리 해야 하고, 이는 많은 컴퓨팅 파워를 요구하기 때문에 더욱 효율적인 메모리 사용과 연산량의 관리가 필요하다.[1] 또한 영상 데이터의 특성상 객체 탐지 데이터의 정확도가 영상의 해상도, 밝기에 의존적이기 때문에[2] CCTV의 설치 위치, 성능, 촬영 시간대 등에 영향을 받는다. 또한 실시간으로 분석할 수 있는 프레임의 수에 한계가 있기 때문에 프레임 대비 빠르게 이동하는 객체의 메타데이터에 에러가 포함되기 쉽다. 컴퓨터 비전 기술의 발전으로 이러한 점을 해결하려 많은 연구 및 개발이 이루어지고 있지만, 한정된 컴퓨팅 자원과 더불어 실시간 분석을 위해 연산이 빠르게 이루어져야 한다는 것을 고려하면 해결하기 어려운 문제로 남아있다.

이러한 이유로 본 연구는 1) 가능한 적은 메모리 사용으로 영상 메타데이터의 에러를 필터링할 수 있으며, 2) 각 카메라 환경에 의존적이지 않은 에러 필터링 알고리즘을 사용해야 할 것이며, 3) 가볍고 빠른 연산을 통해 실시간 에러 필터링이 가능 해야하며, 4) 객체가 빠르게 움직이거나, 낮은 해상도의 카메라 데이터 등 에러가 포함될 가능성이 높은 메타데이터에 대하여 높은 정확도의 에러 필터링이

필요하다는 요구를 전제로 진행되었다.

본 논문에서는 위 요구를 만족하기 위해 연구 및 개발된 에러 필터링 알고리즘의 제시와 함께 이 알고리즘을 통한 실제 지능형 CCTV 관제 시스템의 정확도 개선 효과를 기술한다.

## II. Preliminaries

### 2.1 Related works

영상의 객체 인식의 어려움을 해결하기 위해서 많은 연구가 이루어지고 있다. 객체의 생성점과 소멸점 분석을 통해 오경보율을 낮추는 연구[3], 이중 카메라를 이용하여 가려진 객체를 추적하는 시스템에 대한 연구[4] 등이 진행되고 있으며, 지능형 감시 시스템을 위한 객체 추출 및 추적 기술에 대한 연구[5] 등 CCTV 영상에서 객체를 추출하는 것에 대한 연구가 활발히 진행중이다.

## III. Algorithm

본 알고리즘은 컴퓨터 비전 기술을 이용해 발생한 객체의 메타데이터를 받아 각 카메라 채널, 시간대, 부분 영역 별로 학습된 객체

데이터의 정상 변화율에 따라 에러를 필터링하고, 이 데이터를 자능형 관제 시스템에 보낸다. 본 알고리즘은 실시간으로 발생하는 객체 데이터의 정상 변화율에 대해 학습하는 부분과 객체의 정상 너비 및 높이를 학습하는 부분, 실시간에 발생한 데이터를 학습된 데이터와 비교하며 비정상 로그를 필터링하는 세 가지 파트로 나뉜다.

### 3.1 객체 데이터 변화율 학습

본 알고리즘에서는 영상에서 매 프레임 발생하는 객체 메타데이터를 이용하여 객체 로그의 정상적인 변화율에 대한 학습을 진행한다. 학습을 할 때, 영상의 원근 혹은 카메라 각도의 대응하기 위하여 영상을  $m \times n$  영역으로 나누고, 이러한 부분 영역에 대하여 각각 학습을 진행한다. 또한 객체 인식의 노이즈를 제거 하기 위해 부분 영역 별 객체의 너비 및 높이의 정상 범위 학습을 진행한다.

객체 데이터 변화율에 대한 학습은 객체의 프레임 당 크기 변화율, 방향 변화율에 대해 이루어진다. 각각의 학습은 객체 데이터가 발생한 채널, 부분 영역을 키로 진행된다. 실시간 학습 및 연산을 위해 각 키 별로 인메모리 상에서 학습을 진행하며, 가벼운 연산과 적은 메모리 사용을 위해 각 키 별로 크기 및 방향의 변화율에 대한 평균, 편차 정보만 메모리 상에 저장하고 사용한다. 이 값들은 인메모리 상에서 실시간으로 업데이트 되며, 각 학습을 통해 영상의 특정 영역에서는 특정 범위만이 수용 가능한 메타 데이터라는 것으로 판단하고, 변화율 범위를 벗어난 메타데이터는 객체 인식의 에러가 발생한 것이라고 판단 하여 자능형 CCTV 분석에 사용하지 않는다.

#### 3.1.1 객체의 크기 변화율 학습

컴퓨터 비전의 객체 인식 기술을 활용하여 영상의 객체에 대한 인식을 수행할 때, 특정 객체를 추적하다가 순간적으로 객체가 겹칠 경우 이를 합쳐서 하나의 객체로 인식하는 경우가 발생하는 등 객체 인식에 오류가 발생한다. [그림 1]은 한 사람을 하나의 객체로 판단하다가, 객체의 겹침이 발생하여 순간적으로 여러 사람을 하나의 객체로 인식하게 된 사례이다. 이러한 경우, 비정상적인 프레임 당 객체의 크기 변화가 발생한다. 이를 필터링 하기 위해 객체의 크기 변화율에 대한 학습을 진행한다. 객체의 크기 변화율에 대한 학습은 객체가 등장했을 때, 객체가 현재 속한 부분 영역 별로 객체의 크기를 계산하고, 이를 추적하며 객체가 영상에서 사라질 때 까지 매 프레임 마다 이전 프레임과의 크기 차이를 학습 데이터에 반영한다. 이 데이터를 이용해 영상의 부분 영역 별 정상 크기 변화율의 분포를 알 수 있다.



Fig. 1. 프레임 당 객체의 크기 변화가 큰 사례

#### 3.1.2 객체의 방향 변화율 학습

자능형 CCTV 관제 시스템에서는 객체의 이동 경로 혹은 매 프레임에서의 이동 방향 메타데이터를 이용하기 때문에 객체의 방향 데이터에 에러가 포함될 경우 전체 시스템의 오탐지를 야기할 수 있다. [그림 2]는 객체 메타 데이터에서 프레임 당 방향 변화가 작은 경우로, 붉은 선의 프레임 당 객체의 방향 데이터가 비교적 고른 반면, [그림 3]처럼 일정한 방향으로 이동하는 객체의 방향 변화가 크게 인식되는 경우가 존재한다. 이러한 에러의 필터링을 위해 부분 영역에서의 프레임 당 객체의 방향 변화율에 대한 데이터를 학습하고, 학습된 데이터를 이용하여 에러 필터링을 진행한다. 방향 변화율 학습도 객체가 등장했을 때, 각 부분 영역 별로 객체의 프레임 당 방향 변화율 데이터를 추적하며 학습 데이터에 반영 한다.



Fig. 2. 프레임 당 객체의 방향 변화가 작은 사례



Fig. 3. 프레임 당 객체의 방향 변화가 큰 사례

### 3.2 객체의 너비 및 높이 학습

컴퓨터 비전 기술을 통해 영상에서 객체를 인식하면 빛 혹은 그림자와 같은 원하지 않는 객체를 인식하는 경우가 발생한다. 이러한 데이터를 필터링하기 위하여 영상의 부분 영역에 대한 객체의 너비 및 높이 학습을 진행한다. CCTV 영상의 특성 상, 영상의 각 부분 영역마다 자주 출현 하는 객체의 종류가 다르고, 원근에 차이가 있기 때문에 각 부분 영역에서의 평균적인 너비와 높이가 다르다. 이러한 정보를 학습하여 잘못 인식된 객체 혹은 자능형 CCTV 관제 시스템에서 추적하기를 원하지 않는 객체 데이터를 필터링 할 수 있다. 너비와 높이는 부분 영역 별로 매 프레임 데이터가 발생할 때마다 학습 데이터를 업데이트 한다.



Fig. 4. 창문에 비친 빛을 객체로 인식한 사례

### 3.3 비정상 로그 필터링

3.1과 3.2에서 학습된 부분 영역별 정상 데이터를 이용하여 실시간에 발생하는 객체 로그 메타데이터를 필터링한다. 본 연구에서는 정상 데이터의 평균과 편차를 이용하여 비정상 로그를 판단 하였으며, 정상 객체 데이터는 지능형 CCTV 관제 시스템에 전송을 하고, 비정상 객체 데이터의 경우 필터링 원인과 비정상 정도를 보관하여 필터링 정확도의 검증에 사용한다.

## IV. Experiment

### 4.1 실험 환경

본 실험은 Intel E3-1279 V6 CPU 3.8GHz, 16G RAM에서 본 연구를 위해 자체 개발한 Java 에러 필터링 프로그램을 통해 진행 되었고, 영상데이터의 객체 인식을 위해 협력 기관인 Intellivix사의 실시간 영상 객체 인식 프로그램을 사용하여 진행했다. 실험 데이터는 오산시 스마트 관제 시스템의 CCTV 영상을 사용했으며 각 영상은 30 FPS와 960\*540과 1920\*1080 두 해상도 환경에서 실험되었다.

### 4.2 실험 결과

#### 4.2.1 부분 영역 별 학습 데이터 차이

본 실험은 영상의 영역 별로 본 연구에서 학습하는 데이터들의 차이가 있는지를 검증하기 위해 실험되었다. [표 1]은 [그림 5]처럼 영역을 총 9개(3\*3)의 부분 영역으로 나누어 각 영역 별 학습 결과를 나타낸 것이다.

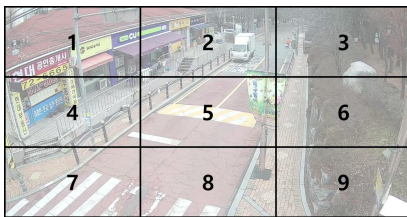


Fig. 5. 학습이 진행된 부분 영역(3\*3)

표 1. 영역 별 학습 결과

영역 번호	평균 크기 변화율	평균 방향 변화율	평균 너비	평균 높이	필터링 수
1	0.043	0.023	127.1	138.3	13
2	0.053	0.043	99.1	87.1	341
3	0.048	0.081	39.3	54.7	73
4	0.075	0.128	464.5	358.6	855
5	0.116	0.149	308.5	243.9	783
6	0.087	0.014	57.19	107.1	118
7	0.094	0.081	483.7	416.5	381
8	0.068	0.043	504.5	476.1	58
9	0.050	0.018	122.4	236.1	189

[표 1]의 부분 영역 별 학습 결과에서 확인할 수 있듯이 학습된 크기 변화율, 방향 변화율의 평균이 영역 별로 차이를 보인다. 카메라와 객체의 거리, 객체를 인식할 때 가리고 있는 장애물 등에 따라 객체 인식의 정확도가 달라지고 영역 별로 객체의 평균적인 너비와 높이 또한 상이하기 때문에 객체의 정상적인 크기, 방향 변화율 혹은 너비와 높이를 이용해 객체 데이터를 필터링 할 때 영역 별 필터링이 효과적임을 알 수 있다. 본 실험에서는 영역 4, 5에서 많은 수의 필터링이 발생했다. 필터링 데이터를 확인한 결과 영역 4의 이동하는 사람 객체 간의 겹침이 발생하거나, 전봇대 혹은 철제 구조물로 인해 객체 인식에서의 에러 빈도가 높음을 확인할 수 있었다. 영역 5의 경우 움직이던 객체가 깃발에 가려지거나 두 차량을 한 객체로 잡는 등의 객체 인식 에러가 발생했다.

#### 4.2.2 에러 필터링 효과

본 연구의 영상 객체 인식 로그 에러 필터링을 지능형 CCTV 관제 시스템에서 활용한 결과 [그림 6]과 같이 960\*540 해상도 영상에서는 17.5%의 정확도 향상을 보였고, 1920\*1080 해상도 영상에서는 12.5%의 정확도 향상을 보였다. 낮은 해상도의 영상에서 객체 인식 정확도가 낮기 때문에 에러 필터링의 효과가 더 크게 나타난 것으로 보인다. 정확도 향상의 요인은 [표 2]에서 확인할 수 있듯이, 객체의 움직임에 대해 심한 노이즈가 발생한 것을 필터링한 경우가 가장 많았고, 빛과 그림자(객체가 아닌 것)를 필터링 한 것도 큰 요인 중 하나였다. 객체의 빠른 가속으로 인해 발생한 정확하지 않은 객체 메타데이터를 필터링하였고, 객체의 겹침 현상으로 인한 객체 인식 에러도 필터링 하였다. 본 논문에는 포함되지 않았으나, 영상 상에서 객체의 체류 시간에 따른 필터링 등의 추가 로직을 통한 정확도 향상도 있었다.

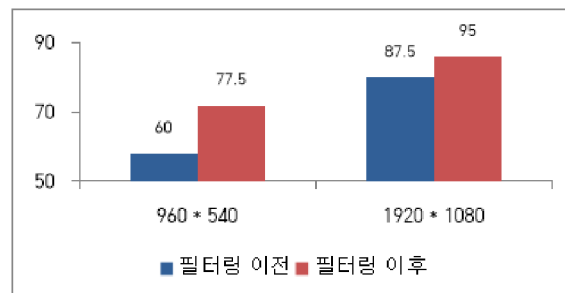


Fig. 6. CCTV 관제 시스템에서의 에러 필터링 효과

표 2. 필터링으로 인한 정확도 향상 요인

요인	비율(%)
객체의 움직임에 대한 심한 노이즈 필터링	43
빛, 그림자(객체가 아닌 것) 필터링	19
빠른 가속으로 인한 객체 인식 에러 필터링	15
객체 여러개를 하나의 객체로 인식한 것 필터링	6
기타	17
계	100

## V. Conclusions

본 논문에서는 부분 영역 별로 크기 및 방향의 변화율과 너비, 높이의 학습을 통해 실시간 객체 인식 메타데이터의 에러를 필터링하는 방법을 제안하였다. 실험 결과 본 알고리즘이 관제 시스템의 정확도 향상에 기여했음을 보였고, 특히 실시간으로 대용량의 영상 메타데이터를 처리해야하는 관제 시스템에서 적은 연산량의 인 메모리 상 가벼운 알고리즘을 통해 객체 인식 에러 로그를 필터링 할 수 있음을 보였다. 컴퓨터 비전 기술의 발전으로 객체 인식의 정확도가 증가하고 있으나 실제 환경에서의 낮은 영상 해상도, 객체를 가릴 수 있는 물체 등으로 인한 정확한 객체 인식의 어려움, 실시간으로 이루어져야 하는 에러 필터링 등이 요구 되는 실제 지능형 관제 시스템을 위해서는 객체 인식 에러 보정 기술의 발전이 요구된다.

## ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2018년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017R1A2B4005344).

## REFERENCES

- [1] Chi Yoon Jeong, Jong-wook Han, Jong-Soo Jang, 영상 감시 기술에서의 빅데이터 이슈, Korea Institute of Information Technology Magazine, 3, 10, 31-37, 9, 2012
- [2] Jang, Jung-Hwa, A Study of Object Extraction and Trace at Real Time Images, 한국산학기술학회 학술대회논문집, 475-478, 05, 2010
- [3] Taewoo Kim, Hyungheon Kim, Pyungkang Kim, The Design of Object-of-Interest Extraction System Utilizing Metadata Filtering from Moving Object, 한국정보과학회 학술발표논문집, 845-847, June, 2016
- [4] Lee, Kwang-Hyoung, Jung, Young-Hun, Implementation of Real-Time Security System by using Dual Camera, 한국산학기술학회 논문지, 1, 10, 158-164, 01, 2009
- [5] Tae-woo Jang, Yong-tae Shin, Jong-bae Kim. (2013). A Study on the Object Extraction and Tracking System for Intelligent Surveillance. The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, 38(7), 589-595.