

다중 CCTV 사물인터넷 환경에서의 객체 추적 기법

홍지훈¹, 이근호^{2*}

¹백석대학교 정보통신학부 학생, ²백석대학교 정보통신학부 교수

A Scheme on Object Tracking Techniques in Multiple CCTV IoT Environments

Ji-Hoon Hong¹, Keun-Ho Lee^{2*}

¹Student, Div. of Information Communication, BaekSeok University

²Professor, Div. of Information Communication, BaekSeok University

요약 본 연구는 최근 전국적으로 계속해서 사물인터넷 CCTV의 설치 대수가 증가함에 따라 CCTV의 활용범위를 넓히고자 CCTV를 통하여 범죄 의심자 또는 이상 행동자를 추적하는 방법을 제안한다. 이상 행동 구분은 기존에 나와 있던 연구들을 활용하여 범죄 의심자 또는 이상 행동자를 색출해내고 CNN을 활용하여 대상을 객체와 하여 추적을 하고 주변 CCTV를 서로 네트워크로 연결하여 객체화된 대상의 이동 경로를 예측해 해당 경로 근방의 CCTV들에 객체의 샘플 데이터를 공유하여 대상 관별 및 해당 대상을 추적하는 방식을 이용하였다. 해당 연구를 통하여 추적하기 힘든 범죄자의 위치를 추적하여 국가 치안에 기여하고 더욱 다양한 기술들이 CCTV에 접목될 수 있도록 지속적인 연구가 필요하다.

주제어 : 물리 보안, 인공지능, 씨엔앤알고리즘, 객체 검출, 씨씨티비

Abstract This study suggests a methodology to track crime suspects or anomalies through CCTV in order to expand the scope of CCTV use as the number of CCTV installations continues to increase nationwide in recent years. For the abnormal behavior classification, we use the existing studies to find out suspected criminals or abnormal actors, use CNN to track objects, and connect the surrounding CCTVs to each other to predict the movement path of objectified objects CCTVs in the vicinity of the path were used to share objects' sample data to track objects and to track objects. Through this research, we will keep track of criminals who can not be traced, contribute to the national security, and continue to study them so that more diverse technologies can be applied to CCTV.

Key Words : Physical security, artificial intelligence, CNN algorithm, object detection, CCTV

1. 서론

최근 개인 또는 사회를 위협하는 범죄들이 증가함에 따라 사회의 불안요인이 범죄로 자리 잡을 정도로 사람

들은 불안함을 느끼고 있다[1]. 이에 따라 범죄예방 및 범죄자 검거를 위해 방법용 CCTV(Closed Circuit Television)의 역할이 정보통신의 발전함에 따라 최근 몇 년간 CCTV의 역할이 중요해지고 있으며 설치대수는 계

본 논문은 2019년 백석대학교 학술연구에 의하여 지원되었음

*Corresponding Author : 이근호(root1004@bu.ac.kr)

접수일 2019년 2월 10일 수정일 2019년 03월 25일 심사완료일 2019년 03월 29일

속해서 늘어나고 있다[2,3]. 현대사회에서는 CCTV를 범죄 예방 및 안전사고 예방 등에 활용을 하고 있고 CCTV를 설치함에 따라 범죄 검거율 또한 증가한다는 것은 많은 통계자료 혹은 연구결과에서 확인할 수 있다. 이러한 이유로 CCTV는 범죄 검거에 영향을 끼친다는 것을 알 수 있었고 CCTV에 기능을 추가하면 더욱 좋은 효과를 불러올 수 있다는 생각을 가지고 CNN알고리즘을 가지고 적용하여 효과적 시스템을 고안을 해보려고 했다[4,5].

제안하고자 하는 이상 행위자 추적 시스템은 CCTV를 기존에 있는 이상행위 탐지 기법을 이용하여 범죄 의심되는 사람을 찾아내 CNN알고리즘을 통하여 대상을 객체화 하여 주변 CCTV와 데이터를 공유하여 주변 CCTV들은 대상이 포착될 경우 이동경로를 예측 및 최종 포착 위치 등을 고려하여 범죄자 추적에 기여할 수 있는 기법으로 본론에서는 기법에 대한 자세한 기술 및 흐름과 해당 시스템을 통하여 얻을 수 있는 기대효과를 살펴보고자 한다.

2. 관련연구

2.1 기존 객체 탐지 및 추적 시스템

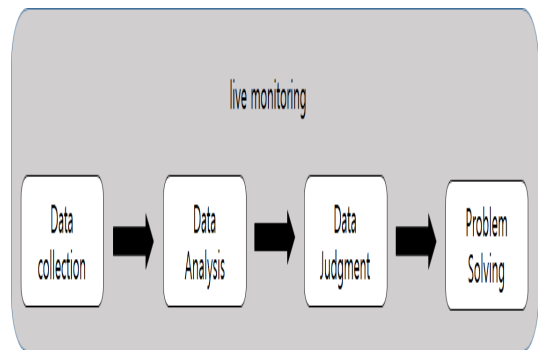
기존 추적 시스템에서는 움직이고 있는 객체를 추적하여 이미지에서 특징을 추출하여 인식하는 시스템으로 이루어져있다[6,7]. 객체가 영상에서 어떻게 움직이는지를 탐색하고 영상의 프레임으로 관측하여 구별하고 배경 분리를 통한 차이점을 가지고 영상을 얻고 있다. 영상의 값을 필터링하고 관찰하고 있는 영상의 값을 가지고 계산하여 움직이는 객체를 판단하고 추적하고 있다[8,9]. 또한 움직이는 물체를 추적하는 중에 카메라에 장애가 발생하여 문제가 생길 수 있기 때문에 객체의 추적하는 동안 카메라의 데이터를 DB로 저장해야 된다. 단순히 객체에서 검출하여 분류하는 것뿐만 아니라 객체의 정보까지 확인하여 추적하는 기술로 이루어져야 된다. 본 논문에서는 CNN 알고리즘을 이용한 객체 탐지 기법 중 처리 속도가 빠른 SSD알고리즘과 속도는 느리지만 정확성은 높은 Faster R-CNN알고리즘을 이용해보려고 한다[10].

감시시스템 분야에서 중요한 문제는 감시상황에서 어떻게 인식에 적합한 품질의 영상을 획득하여 그것을 가지고 추적 및 인식을 하는 것이다. 카메라를 통한 감시시스템에서 원거리에 위치한 대상의 경우 품질의 영상을 획득하기 어려운 경우가 많으며, 단점을 보완하기 위해

서 저해상도 카메라를 연동하여 보행자의 해상도 영상을 얻기 위한 연구가 진행되고 있다[11]. 감시시스템의 영상을 인식하고 추적하여 계산하는 방식으로 이루어져 있는데 탐지 및 인식이 제대로 되지 않을 때에는 추적하는데 문제가 생기게 된다[12].

2.2 이상행동 탐지 시스템

시스템에서 일반적으로 행동이 의심스럽거나 부자연스러운 행동 등을 가지고 분석하고 추적하여 값을 적용하는 탐지 시스템이다. 객체의 행동이 평균에서 벗어나 비정상적인 행동을 하게 되면 카메라에서는 탐지 및 분석을 시작하여 행동의 특정 패턴을 가지고 분석하는 기능이다[13]. 특히 이동하는 객체가 규칙적이지 않고 일정한 거리가 같으면 특정 행동과 사고가 지속적으로 반복되는 패턴이 발생 할 수 있기 때문에 이러한 특정 행동을 가지고 패턴을 분석하고 탐지해야 된다[14,15].



[Fig. 1] CCTV abnormal monitoring indications

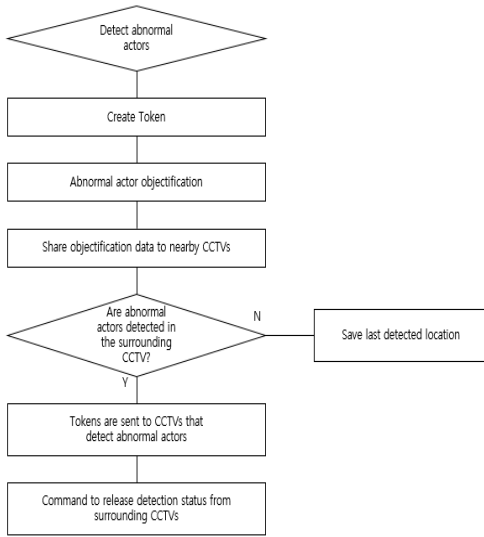
또한 Fig 1은 이상징후 탐지를 위해 여러 패턴의 데이터를 수집하고 객체의 행동이 부자연스러운 행동이라고 판단이 되었을 때 그 객체의 이상행동으로 판단하고 분석하여 주시하게 된다. 만약 객체가 주변을 서성거리고 주시를 한다면 범죄 가능성도 있기 때문에 상황을 판단하여 사전 범죄 예방을 할 수 있다.

3. 제안 시스템

3.1 추적 시스템 시나리오

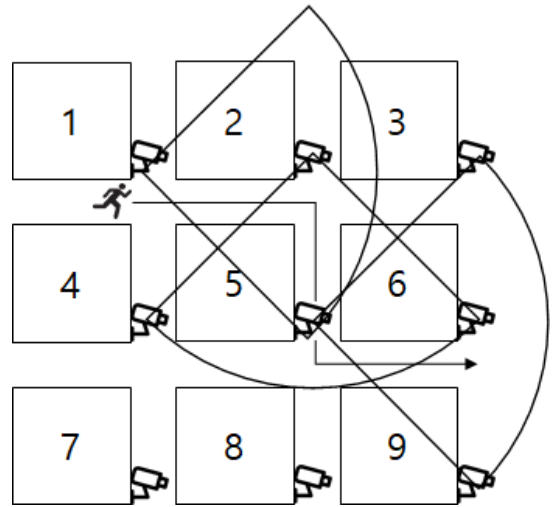
감시 카메라 구조는 일반적으로 카메라로 영상을 녹화하고 범죄가 일어날 경우 그 시간, 장소 녹화영상을 보

면서 분석하고 추적되는 카메라가 있어도 행동을 판별하기 힘들기 때문에 CNN알고리즘을 이용하여 카메라에서 이상행동을 분석하여 범죄가 일어나기 전에 사전 예방하고자 한다. 아래 Fig 2은 이상행동을 탐지하고 추적하는 전체적인 제안 흐름도이다. 기존 시스템에서 새로운 기술을 적용하여 범죄가 발생하기 전에 사전 예방하는 목적을 가지고 있다.



[Fig. 2] Abnormal behavior detection cctv

1. 실시간으로 감시카메라는 작동하고 있다.
2. 카메라는 비정상적으로 행위자를 감지하게 된다.
3. 감지를 하게 되면 토큰을 생성하게 된다.
4. 생성된 토큰을 가지고 비정상 행위자를 객체화 한다.
5. 객체화가 끝난 토큰을 가지고 범위안에 있는 CCTV에 데이터를 공유를 한다.
6. 공유를 받은 CCTV들중 비정상적인 행위자를 탐지한다.
7. CCTV 카메라가 행위자를 탐지하게 되면 위치를 저장하게 된다.
8. 탐지하지 못했다면 토큰은 비정상 행동자를 탐지하는 CCTV들에게 명령을 내린다.
9. 명령을 받은 CCTV들은 탐지 상태를 해제하고 정상적으로 돌아간다.



[Fig. 3] Example of target tracking

Fig 3은 대상을 추적하는 예시 그림이다.

1. 1번에서 최종 감지 위치에 따라 이동 방향을 확인하여 객체 데이터를 2,5로 전달하게 된다.
2. 2번에서 감지가 되면 토큰을 넘긴 후 이동 방향을 확인하여 객체 데이터를 4,5,6으로 전달하게 된다.
3. 5번에서는 감지되면 토큰을 넘긴 후 이동방향을 확인하고 객체 데이터를 3,6,9로 전달하게 된다.
4. 6번에서 최종 감지 이후 감지가 없다면 마지막 탐지 위치를 저장하고 확인한다.

3.2 CNN알고리즘을 이용한 객체화

이상 행동을 탐지하기 위해서는 대상을 객체화 하여 평균에서 벗어나는 특정행위를 할 경우 해당 객체의 대상을 비정상 행위자로 판단을 하는 것인데 대상을 객체화 하는 과정에 있어서 CNN 알고리즘을 이용한 객체 탐지 기법 중 처리 속도가 빠른 SSD알고리즘과 속도는 느리지만 정확성은 높은 Faster R-CNN알고리즘을 이용해 보려고 한다. 이 두 가지를 이용하고자 하는 이유는 이상 행동탐지 전, 후로 나뉜다. 이상행동이 탐지 되기 전에는 속도를 우선으로 하여 모든 객체들을 빠르게 잡아 각각의 객체들 중 이상행동을 하는지 확인을 하는게 중요하지만 이상행동이 탐지된 후에는 이상 행동자가 다른 CCTV의 화면에서 보였을 때 대상을 정확히 구분해 내는 능력이 필요하기 때문이다.

이렇게 알고리즘 전환을 구분시키기 위해 위의 시나리오에서 토큰 및 데이터 공유를 사용한 것이다. 우선 최

초 발견 CCTV가 토큰을 생성하고 주변에 객체화된 데이터를 인근 CCTV에게 전송을 하게 되는데 해당 과정에서 최초 CCTV와 데이터를 공유받은 인근 CCTV들은 속도 우선인 SSD 기법에서 Faster R-CNN 알고리즘으로 전환하는 과정을 통하여 평상시에는 이상행위자를 구분하는데 목표를 두고 작동이 되고 이상행위자가 발견될 경우 해당 객체의 이동 경로를 추적하는데 목표를 두고 작동하는 방식을 사용했다.

4. 기대효과

기존 시스템에서 CNN알고리즘을 도입하여 효율성과 실용성을 향상시키고 실시간으로 범죄가 발생하게 되더라도 그 객체의 분석을 하고 판단 및 판별하여 사전 예방을 할 수 있는 기대 효과를 가지고 있다. 또한 범죄 예방되면서 범죄율이 줄어들게 되고 CCTV 녹화 영상을 보러 안가고 카메라에서 데이터 값을 경찰서에 전송이 되어 사전 예방이 될 것이다. 만약 카메라에서 이상 행동을 탐지하고 객체화하여 다른 카메라들에게 전송하여 판별하는 과정 중에 문제가 생겨 사건이 발생하게 되면 사전 예방이 안될 수 있기 때문에 문제가 될 것이다. 이러한 문제점이 생길 수 있기 때문에 본 논문에서는 기존 시스템에서 새로운 시스템을 적용하여 문제점을 해결하고 추적하기 힘든 범죄자의 위치를 추적하여 국가 치안에 기여하고 범죄율을 낮추고자 한다.

Table 1은 시스템을 비교하였다. 새로운 시스템을 적용하여 범죄가 일어나기 전에 이상행동을 판단하고 추적하고 분석하여 더 효율적으로 사용될 수 있고, 사전예방이 되면서 범죄율이 적어 질 것이다. 또한 향후에 범죄뿐만 아니라 여러 분야에서 활용 할 수 있기 때문에 향후 발전도 기대할 수 있다.

〈Table 1〉 System performance comparison

system Component	Existing system	New system
Prevention	not good	good
Crimerate	not good	good
Tracking and analysis	usually	very good
Future development	usually	very good
Utilization	good	good

5. 결론

CCTV의 설치가 증가하면서 활용범위가 넓어지고 있는데 범죄에서는 CCTV활용도가 부족하여 추가한 기술적 방법론을 제안한다. 또한 기존 시스템과는 다르게 새로운 알고리즘과 기술을 적용하여 이상행동을 하게 되면 행동자를 추적하여 색출하고 데이터화하여 근처 카메라에 뿌려지게 된다. CNN 알고리즘을 적용하여 기존 범죄용 카메라에서 이상행동을 식별하고 추적을 하여 주변 CCTV를 서로 네트워크로 연결하여 객체화된 대상의 이동 경로를 탐지하여 경로 근방의 CCTV들에게 객체의 데이터를 공유하여 대상 판별 및 해당 대상을 추적하는 방식으로 범죄를 사전에 예방하고자 하는 하여 새로운 시스템으로 운영을 할 것이며 이러한 시스템으로 제안하였다. 또한 앞으로 더욱더 많은 기술과 여러 분야에 CCTV가 사용되고 필요성이 증가할 것이라고 생각하며 범죄율이 증가되면서 더 발전이 필요하다 생각한다. 범죄에서 사용할 수 있게 문제점을 고려해 본 논문에서 제안하고자 하는 논문이 적용하고 발전하여 CCTV의 연구에 많은 발전과 좋은 진행이 되고 이루어질 것이라 생각하며 더 좋은 기술과 알고리즘으로 많은 분야에서 기술을 구축하여 더 좋은 기술로 발전하여 좋은 연구가 이루어질 것으로 제안하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Y.K.Son and T.H.Kim, "Practical use plan of equipment security system for efficient crime prevention (CCTV system in priority)," KOREAN INSTITUTE OF FIRE SCIENCE & ENGINEERING, pp.393-399, 2003.
- [2] H.J.Kyung, "A Study on Establishment and Management of the Crime Prevention CCTV", The Korean Association for Public Society, Vol.8, No.4, pp.109-137, 2018.
- [3] H.S.Young and M.T.Heon, "An Analysis on the CCTV Location Appropriateness and Effectiveness for the Crime Prevention". The Korean Association Of Regional Geographers, Vol.21, No.4, pp.739-750, 2015.
- [4] D.W.Kim, B.J.Park and S.K.Oh, "The Implementation of the structure and algorithm of Fuzzy Self-organizing Neural Networks(FSONN) based on CNN" Korean Institute of Intelligent Systems, Vol.10, No.1, pp.114-117, 2000.
- [5] B.J.Park, S.K.Oh and H.K.Kim. "The Hybrid Multi-layer

- Inference Architectures and Algorithms of FPNN Based on CNN and PNN.” The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.49, No.7, pp.378-388. 2000.
- [6] J.H.Kim, W.C.Gyun, K.H.Park and Y.H.Kim, “Shadow Detection for the Accuracy of Object Detection in CCTV Image”, Korean Institute of Information Technology, pp.191-193, 2018.
- [7] S.H.Lee and M.S.Kang, “Design of Efficient Object Detection System Using Object Recognition Technology”. The Institute of Electronics and Information Engineers, pp.829-831. 2018.
- [8] S.K.Kim, E.Dinesh, M.S.Sung and Y.H.Joo. “Connectivity Based Object Tracking Model for Intelligent Video Surveillance”, The Korean Institute of Electrical Engineers, pp.1131-1132. 2018.
- [9] T.Y.Nam and D.W.Jung, “Design of KLT Tracker for Real-time Object Detection and Tracking using System-on-Chip”, The Korean Society for Aeronautical & Space Sciences, pp.805-807, 2016.
- [10] Jonathan. Hui. “Object detection: speed and accuracy comparison (Faster R-CNN, R-FCN, SSD, FPN, RetinaNet and YOLOv3)”, https://medium.com/@jonathan_hui/object-detection-speed-and-accuracy-comparison-faster-r-cnn-r-fcn-ssd-and-yolo-5425656ae359. 2018.
- [11] J.H.Elder, J.D.Prince, Y.Hou, M.Sizintsev and E.Olevskiy, “Pre-Attentive and Attentive Detection of Humans in Wide-Filed Scene”, Internatinal Journal of Computer, Vol.72, No.1, pp.47-66. 2007.
- [12] W.J.Lee and B.H.Lee, “Multiple Object Detection and Tracking System robust to various Environment”. The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol.46 No.6, pp.88-94, 2009.
- [13] J.W.Park and S.Y.Kwak. “Crowed abnormal behaviors detection for video surveillance systems”. Korea Institute Of Communication Sciences, pp.376-377, 2014.
- [14] Y.J.Jung and Y.g.Yoon., “A Study on Abnormal Behavior Analysis and Pattern Prediction using Multi-object”. The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp.440-441. 2014.
- [15] S.W.Lee and T.Y.Kim, J.H.Yoo, J.K.Paik. “Abnormal Behavior Detection Based on Adaptive Background Generation for Intelligent Video Analysis”. The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol.48. No.1, pp.111-121. 2011.

홍 지 훈(Hong, Ji Hun)

[학생회원]



- 2014년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 ICT학부

<관심분야>

영상처리, 개인정보보호,

이 근 호(Lee, Keun Ho)

[정회원]



- 2006년 8월 : 고려대학교 컴퓨터학과(이학박사)
- 2006년 9월 ~ 2010년 2월 : 삼성 전자 DMC연구소 책임연구원
- 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 ICT학부 부교수

<관심분야>

이동통신 보안, 융합보안, 개인정보보호