

## 엘리베이터 내의 신체적 접촉 장면 추출

신성윤\*

### Extraction of Physical Contact in Elevator

Seong-Yoon Shin\*

School of Computer Information & Communication Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

#### 요 약

엘리베이터 내에서의 폭행과 폭력은 가장 빈번히 발생하는 범죄이다. 특히 요즘엔 CCTV 카메라가 있다는 것을 알면서도 자주 발생하는 현상이다. 본 논문에서는 엘리베이터 내에서 사람사이의 접촉 현상을 추출하고자 한다. 엘리베이터에 사람이 많이 타는 경우에는 이러한 현상이 발생하지 않는다. 하지만 엘리베이터에 사람이 적게 타는 경우에 발생한다. 접촉의 추출 방법은 이진영상의 스켈레톤(골격)을 추출하여 접촉 여부를 판단한다. 따라서 엘리베이터 내에서 발생하는 폭행과 폭력을 바로 검출하여 경비실에 알려주도록 한다.

#### ABSTRACT

Assault and violence in the elevator is a crime that occurs most frequently. In particular, these days, is a phenomenon that occurs frequently, knowing that there is a CCTV camera. In this paper, we extract the phenomena of contact between people in the elevator. Many people ride the elevator does not cause these symptoms. However, this crime occurs when fewer people ride the elevator. Extraction method of contact is seeking the skeleton of binary image and extracts the contact status of each skeleton. Therefore, immediately detecting the violence and assaults that occur in the elevator and to notify the security office of the building.

**키워드** : 접촉, 엘리베이터, 스켈레톤, 폭행과 폭력, 이진영상

**Key word** : Contact, Elevator, Skeleton, Assault and Violence, Binary Image

Received 29 September 2015, Revised 02 October 2015, Accepted 16 October 2015

\* **Corresponding Author** Seong-Yoon Shin(E-mail:s3397220@kunsan.ac.kr Tel:+82-63-469-4860)

School of Computer Information & Communication Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.12.2852>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

최근 엘리베이터 내의 범죄는 매우 빈번히 발생하는 현상이다. 특히 영상 포렌식에서 범죄에 대한 증거자료로 활용하는 방법[1]과 장면 전환 검출 기법을 이용하여 엘리베이터 내에서의 흡연을 추출[2] 및 이를 추출하여 포렌식 증거자료[3]로 법원에 제출하기 위한 논문 등이 있었다. 이처럼 엘리베이터 내에서의 범죄는 흡연, 폭력, 폭행, 그리고 성추행 까지 그 범위가 매우 다양하다. 다음 그림 1은 구글 이미지에 등장하는 맨하탄 엘리베이터에서 흡연하는 사람을 나타내고 있다.



Fig. 1 Smoking Image in Elevator(in Google Image)

장면 전환 검출 방법을 이용한 방법들은 가장 많이 사용되지만 각 장면들의 비교가 너무 복잡하고 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 장면 전환 검출 방법을 쓰지 않고, 각 장면을 1초 단위로 자르고 각 장면에서 스켈레톤을 추출하여 비교하도록 한다. 2장에서는 관련연구를 간단히 살펴보고, 3장에서는 스켈레톤 방법을 살펴보고, 4장에서 실험을 수행하고 5장에서 결론을 맺도록 한다.

## II. 관련 연구

골격화(Skeletonization)에 관한 연구는 매우 다양하다. 가장 먼저 이미지에서 노이즈를 제거하고 지정된 이미지의 골격(Skeleton)을 추출하는 방법[4]이 있다. 이 방법은 원래의 좋은 이미지를 유지하면서 노이즈를

제거할 수 있고 잡음 제거 형태 연산자를 사용하여 화상의 골격을 추출하여 정밀한 이미지를 재구성하는데 효과적인 방법이다.

다음으로, 세선화(Thinning)라고도 알려진 골격화는 전처리 단계의 중요한 과정으로서 OCR과 필적 인식 등 많은 애플리케이션을 위한 중요한 과정이다[5]. 여기에 선 새로운 골격화 알고리즘을 제시하는데 이는 반복적인 접근 방식에 따라 분류된 병렬 및 순차 사이에 결합된 알고리즘이다.

또 다른 방법은, 골격화의 설계 및 구현[6]에 관한 논문으로서, 화상처리의 초기 처리의 한 가지는 이미지분할이고 사용되는 방법 중의 하나가 골격화라는 것이다. 골격화는 개별 지역 대칭을 이용하고 프로세스는 화상의 윤곽 활성을 설정함으로써 시작된다. 여기서 삼각 형상 처리가 수행되고 대칭 포인트가 정의되며 골격화 프로세스는 점대칭을 이용하여 수행된다는 것이다.

골격화는 많은 디지털 영상 처리 분야에서 사용되는 가장 중요한 전처리 단계 중 하나이다. 이 단위 픽셀 폭 골격을 만드는 과정이다. 그러한 문자 인식, 의료 영상, 생체 인증 등 현재 용지 골격 화를 수행하기 위해 사용되는 신경망 뿐만 아니라 화상 처리 애플리케이션에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다[7].

이처럼 골격화 관련 연구는 무수히 많으며, 각 기법들마다 서로 다른 세부 방법들을 사용하고 있다. 하지만 요약하면, 골격화는 이진 영상에서 물체의 크기와 모양을 요약하는 선과 곡선의 집합으로 만드는 과정을 말한다. 골격을 정의하는 방법이 매우 다양하므로 주어진 객체나 물체에서 서로 다른 모양의 골격도 있을 수 있다. 골격화는 객체의 크기를 일정하게 줄여주는 침식연산을 이용해 수행된다. 서로 다른 방향성이 여러 개 있는 침식 마스크를 이용하여 영상내의 물체를 점차적으로 깎아 내거가 다듬는 침식을 반복하여 객체의 하부구조를 일정한 크기로 표현할 수 있게 하는 것을 말한다.

## III. 골격화

이진 영상에서 골격화를 수행할 때 가장 기본적인 골격화의 기준은 그림 2와 같이 서서 양팔과 다리를 벌리

고 있는 사람으로서 특징점은 머리 끝과 양 팔 끝, 그리고 양다리 끝의 5개가 된다.

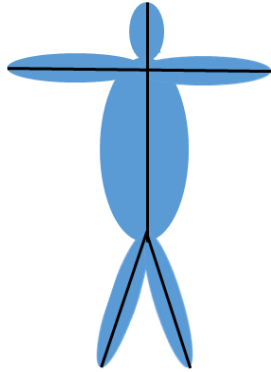


Fig. 2 A feature point of the basis for the skeletonization

양팔을 모으고 가만히 서있는 영상의 골격화는 그림 3과 같이 일자로 나온다. 이는 양팔을 몸통에 붙이고 양다리의 거리가 15pixel 이하인 경우에 해당된다. 특징점은 머리 끝과 발 끝의 2개가 된다. 또한 받드시 걷는 경우도 일자로 나올 수 밖에 없다.

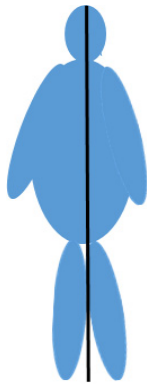


Fig. 3 A feature point of standing

사람이 좌우 옆으로 서서 걷는 경우에 나올 수 있는 골격화의 특징점들은 그림 4와 같이 머리 끝과 양 다리 끝, 그리고 양 팔 끝의 5개가 나올 수 있다.

본 논문에서는 기본적인 특징점을 바탕으로 이 특징점 외의 다양한 특징점들은 [4]에서 제시한 방법 중 일부를 이용하여 추출하도록 한다. 다음과 같이 골격화의 부분집합  $SSi(X)$ 는 다음 식으로 정의한다.

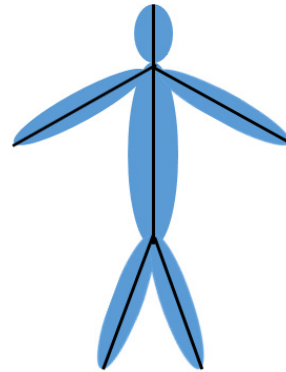


Fig. 4 A feature point of walking, standing sideways

$$SSi(X) = E(X, iY) - [E(X, iB) \circ Y] \quad \text{식 (1)}$$

$$i = 0, 1, \dots, I$$

$$E(A, B) = A \ominus (-B) = \bigcup_{\beta \in B} (X - \beta)$$

$$A \circ B = D(E(A, B), B)$$

$$D(A, B) = A \oplus B = \bigcup_{\beta \in B} (A + \beta)$$

이처럼 골격화의 부분집합은 침식연산과 팽창연산, 그리고 오프연산으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

$I$ 는 부분집합  $SSi(X)$ 가 공백이 되기 전에  $i$ 의 최대값을 말한다. 구성요소  $Y$ 는 블록하고 한계가 있으며 대칭이 원형에 근사하여 선택된다. 골격은 그 후 식 (2)에서 주어진 골격 부분집합의 결합(union)이 된다.

$$SS(X) = \bigcup_{i=0}^I SSi(X) \quad \text{식 (2)}$$

원래의 객체는 다음 식 (3)에서 주어진 골격화의 부분집합  $SSi(X)$ , 구성요소  $Y$ , 그리고  $I$ 에 의해서 재구성될 수 있다.

$$X = \bigcup_{i=0}^I (SSi(X) \oplus iY) \quad \text{식 (3)}$$

이와 같은 방법은 사람의 특징점들이 최소 2개에서 그림 5와 같이 최대 11개의 특징점들이 존재할 수 있다.

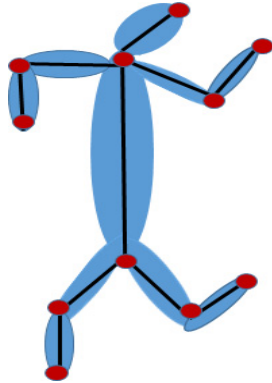


Fig. 5 Human's Maximum Feature Point

#### IV. 실험

본 논문의 실험을 위하여 Window 7에서 Visual C++ 2013으로 구현하였고, 비디오는 엘리베이터에서 찍은 영상 10개를 실험 데이터로 이용하였다. 그리고 비디오 데이터는 정확히 10초로 제한하였으며 엘리베이터를 같이 타고 올라가는 경우로 제한하였다. 이는 엘리베이터에 자주 사람이 타고 내리면 범죄의 발생 확률이 적으므로 이를 배제하기 위함이다.

다음은 엘리베이터를 타는데 제한 요소들을 나열하였다. 이와 같은 경우는 범죄의 확률이 거의 없으므로 제외하도록 하였으며, 순수하게 엘리베이터 내에서의 신체의 접촉을 통한 범죄만을 추추하도록 한다.

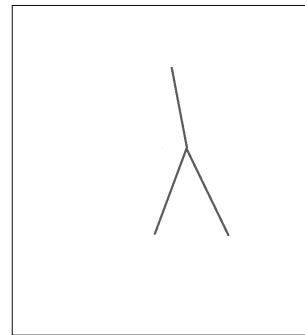
Table. 1 Video Exclusion and Reasons

Exclusion Image	Reason for Exclusion
Boarding 4 or more	Many people have no crime has occurred
If adults and children to ride together	Very high probability to go with their parents
If the elevator stops repeatedly	Probability of prank or delivery is high
If the elevator stopped for a long time	Probability of failure is very high

먼저 그림 6은 초기에 한 사람이 엘리베이터에 탄 경우와 특징점 추출 영상이다. 특징점은 (a)와 같은 영상에서 (b)와 같은 3개의 특징점을 갖는 골격 영상이 되었다.



(a)



(b)

Fig. 6 Riding Alone in Elevator

다음은 엘리베이터 내에 (a)와 같이 한사람이 더 탄 경우의 골격 영상은 (b)와 같이 나타났다.



(a)

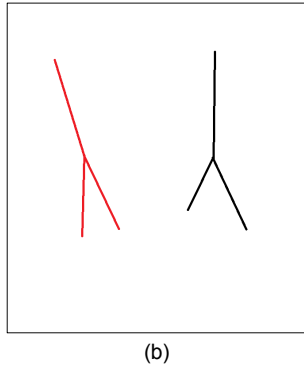


Fig. 7 Riding One More People in Elevator

다음 그림 8은 엘리베이터 내에서 한사람이 다른 사람의 머리채를 잡아서 거의 반을 주저앉히고 구타를 하려 하는 영상(a)이다. 골격 영상(b) 또한 머리 부분이 겹치는 것을 볼 수 있으며, 두 사람의 높이가 상당히 낮아졌음을 알 수 있다.

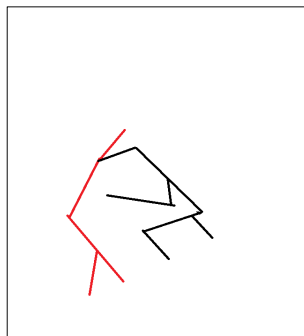


Fig. 8 Physical Contact Scene(Assault)

이 밖에도 힘에서 강자인 사람이 약자인 사람을 마구 잡기로 때리고 짓밟는 영상의 장면들이 많았다. 각 장면들의 특징은 골격 영상에서 겹치는 부분이 반드시 존재한다는 것이다. 그리고 두 사람의 높낮이가 서로 다르다는 것도 큰 특징 중의 하나이다. 다음 표 2는 10개 영상 중 겹치는 개수와 두 사람의 높낮이가 다른 장면의 개수이다. 10초로 제한하여 초당 1프레임이 나오는데 영상당 프레임 10개와 총 100개의 프레임이 나온다.

Table. 2 Comparison of The Scene Frame

Image	Overlapped Frame	Frame of Different Height
1	3	3
2	6	6
3	5	6
4	7	5
5	4	5
6	3	3
7	4	4
8	6	5
9	5	4
10	5	6

## V. 결 론

요즈음엔 거의 대부분의 엘리베이터 내에는 CCTV가 설치되어 있어서 엘리베이터 내에서 발생하는 범죄 및 각종 폭력 및 절도 행위들을 감시하고 있다. 하지만 엘리베이터 내에서 발생하는 범죄를 막을 방법이 없고, 범죄가 발생했다 하더라도 추격하기 힘들다.

흔히 엘리베이터 내에서의 범죄는 사람과 사람 사이의 접촉에 의해 발생하며 반드시 사람 사이의 높이가 다르게 나타나는 특징이 있다. 본 논문에서는 이러한 특징들이 나타나는 엘리베이터 내에서 사람들 사이의 접촉 현상을 추출하였다. 많은 사람이 엘리베이터에 타거나 자주 오르내리는 경우에는 이러한 현상이 거의 발생하지 않고 사람이 적게 타는 경우에 자주 발생한다. 접촉의 추출 방법은 이진영상의 골격을 추출하고 그들이 갖는 특징점의 접촉 여부를 판단하여 추출한다. 본 연구는 엘리베이터 내에서 발생하는 각종 범죄 행위를 빠르게 검출하여 바로바로 건물의 경비실에 알려주어 보다 큰 사고를 방지하는데 목적이 있다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This paper was supported by research funds of Kunsan National University

## REFERENCES

- [1] K.-S. Shin, S.-Y. Shin, "Implementation of Video-Forensic System for Extraction of Violent Scene in Elevator," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 18, No. 10, pp. 2427-2432, Oct. 2014.
- [2] K.-H. Lee, S.-Y. Shin, Y.-W. Rhee, "Extraction of Smocking in Elevator Using Robust Scene Change Detection Method," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 18, No. 10, pp. 89-95, Oct. 2013.
- [3] S.-Y. Shin, "A Detection of Smoking in Elevator," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 17, No. 7, pp. 89-94, 2012.
- [4] M Ashok , J SreeDevi and M Rama Bai , "An Approach to Noisy Image Skeletonization using Morphological Methods," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 3, Issue 9, pp. 1-8, Sep. 2012.
- [5] Waleed Abu-Ain, Siti Norul Huda Sheikh Abdullah, Bilal Bataineh, Tarik Abu-Ain, Khairuddin Omar, "Skeletonization Algorithm for Binary Images," *4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics, ICEEI 2013*, Vol. 11, pp. 704 - 709, 2013.
- [6] Kartika Gunadi, Liliana, Gideon Simon, "Design and Implementation of Skeletonization," *Intelligence in the Era of Big Data, Vol. 516 of the series Communications in Computer and Information Science*, pp. 314-322, 2015.
- [7] Gulshan Goyal, Ritika Luthra, "Neural network Based approach for Image skeletonization on Gurumukhi Characters," *International Journal of Engineering Development and Research*, Vol. 3, Issue 2, pp. 1325-1329, 2015.



신성윤(Seong-Yoon Shin)

군산대학교 컴퓨터정보공학과 박사  
한국정보통신학회 국문지부회장  
군산대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수  
※관심분야: 멀티미디어 시스템 및 응용, 가상현실, 텔레메틱스