

2012

SoC

Conference



| 학술대회 |

- 일시: 2012년 4월 21일(토) 09:00 ~ 18:00
- 장소: 광운대학교 참빛관

| Reception 및 SoC설계연구회 포럼 |

- 일시: 2012년 4월 20일(금) 18:00 ~ 21:00
- 장소: 서울 종로구 관훈동 64번지, 한식당 "두대문집"
(인사동 문화의 거리 쌈지길 옆)

| 주최 |

- 대한전자공학회 SoC설계연구회

| 주관 |

- 광운대학교, ETRI SW-SoC융합R&BD센터

| 후원 |

- 동운아나텍, 리버트론, MIPS Tech, 지엠테스트,
키텍디자인, 한국멘토, 휴인스



대한전자공학회
The Institute of Electronics Engineers of Korea

세션번호	발표시간	발표장소	좌장
C2	14:15 – 15:45	103호	양병도(충북대)

C21 SURF 알고리즘 기반 서술자 생성기의 FPGA 구현 및 검증

나은수, 강철호, 정용진
(광운대학교)

C22 High Throughput parallel design of 2-D 8X8 interger transforms for H.264/AVC

Meeturani Sharma, Honey Durga Tiwari, Yong Beom Cho
(건국대학교)

C23 GPU-based real-time implementation and power estimation of Multi-view Video Decoder

Zhao XiangJun, Honey Durga Tiwari, Yong Beom Cho
(건국대학교)

C24 색도보정과 적응적 휘도 감소기법을 사용한 OLED 패널의 저전력 디스플레이 방법

강현중, 김창훈, 강봉순
(동아대학교)

C25 K-means 알고리즘 기반 실시간 객체 분류 하드웨어 구조

이정록, 배경렬, 손현식, 문병인
(경북대학교)

C26. Ultra High Definition(UHD) 동영상을 실시간 처리하기 위한 H.264/AVC 디코더용 화면 내 예측의 저전력 설계

이호준, 고병수, 공진홍
(광운대학교)

K-means 알고리즘 기반 실시간 객체 분류 하드웨어 구조

이정록¹, 배경렬¹, 손현식¹, 문병인²

¹경북대학교 전자전기컴퓨터학부, ²경북대학교 전자공학부

전화: (053)950-7580, E-mail: bihmoon@knu.ac.kr

A Hardware Architecture for Real-Time Object Classification Based on the K-means Algorithm

Jeong-Rok Lee¹, Kyeong-ryeol Bae¹, Hyeon-Sik Son¹, Byungin Moon²

¹School of Electrical Engineering & Computer Science, Kyungpook National University,

²School of Electronics Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문은 영상에서 검출된 객체를 컴포넌트 별로 분류하는 기술의 실시간 성능을 위한 하드웨어 구조를 제안한다. 제안된 구조는 K-means 알고리즘 기반 분류 기준을 변형하여 하드웨어 구현에 최적화된 방법을 사용한다. 이를 통해 영역 분류 결과에 영향을 주지 않으면서도 하드웨어 자원 사용을 최소화하였다. C 모델링을 통하여 제안 구조를 모델링하였으며, 실험을 통해 제안 구조가 객체 수와 이동에 상관없이 정확한 객체 분류를 수행함을 확인하였다.

Abstract

This paper proposes an hardware architecture to classify in real time the objects detected from image. The proposed architecture uses an classification method optimized for hardware implementation by modifying the component classification criteria based on K-means algorithm. This enables the proposed architecture to reduce the use of hardware resources without affecting the classification result. The proposed architecture was modeled using C language and verified to have correct object classification results regardless of the number and movement of objects by experiments.

Keywords : Surveillance, Classification, K-means, Real Time, Hardware Architecture

I. 서 론

최근, 개인 및 공공의 안전을 위하여 보안 시스템에 대한 관심이 증대되면서, 지능형 영상보안 기술에 대한 수요가 급증하고 있다. 영상에서 움직이는 객체를 검출하는 기술은 지능형 영상보안 기술의 핵심 기술로서, 관련 연구가 국내외에서 활발하게 진행 중이다^[1].

객체를 검출하는 기술은 배경과 객체를 구분하는 기술과 구분된 객체를 분류하는 기술로 구성된다. 배경과 객체를 구분하는 기술은 영상으로부터 배경 모델을 생성하고 배경 모델과 입력영상의 차이를 통해 객체와 배

경을 구분하는 기술(background subtraction)이며^[2], 구분된 객체를 분류하는 기술은 객체들을 컴포넌트(component) 별로 분할(segmentation) 및 재 군집(clustering)하는 기술이다^[3]. 구분된 객체를 분류하는 기술은 객체 검출 및 추적을 위한 필수 과정이며, 객체를 분류하는 방법으로는 K-means 방법이 널리 사용되고 있다^[4]. K-means 방법은 객체 분류를 위한 기준점을 설정하고 기준점과 객체와의 거리 값을 이용하여 객체를 분류하는 방법으로서, 다른 방법에 비해 단순하여 객체 검출 및 추적 시스템의 실시간 성능 구현에 적합하다.

객체 검출 기술은 영상보안 기술의 핵심 기술로서 여러 시스템에 적용되고 있지만, 저가형 소형 IP 카메라 등과 같이 소형 임베디드 시스템에 적용하기 위해서는 실시간 성능 만족을 위한 전용 칩의 설계가 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 소형 IP 카메라 등에 응용되어 검출된 객체를 분류하고 객체의 위치를 추정하는 K-means 알고리즘 기반의 하드웨어 구조를 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 K-means 알고리즘과 제안하는 하드웨어 구조를 설명하고, 3장에서는 실험환경과 실험결과를 제시하고, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 객체 분류

1. K-means 알고리즘

영상으로부터 검출된 객체를 컴포넌트 별로 분류하는 K-means 알고리즘은 검출된 객체의 픽셀 위치와 K 개의 컴포넌트 영역들과의 근접도를 비교해 가장 근접한 컴포넌트 영역에 근접시켜 영역을 확장함으로써 객체를 분류하는 기법이다. 일반적인 K-means 알고리즘에서는 수식 1 과 같이 유클리디안 거리를 통해 근접도를 구한다. 변수 p_i 는 검출된 개체의 픽셀 좌표 값이고 변수 q_i 는 컴포넌트 영역의 중심 좌표 값이다.

$$\sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

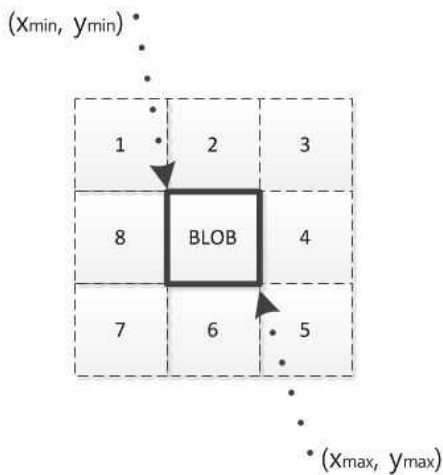


그림 1. 객체와 컴포넌트 영역과의 위치관계
Fig. 1. The positional relationship between an object and a component area.

표 1. 객체와 컴포넌트 영역과의 위치관계에 따른 근접도

Table1. The degree of proximity for the positional relationship between an object and a component area.

근접도	위치
$\min(x - x_{\max} , x - x_{\min})$	4, 8
$\min(y - y_{\max} , y - y_{\min})$	2, 6
$\min(x - x_{\max} + y - y_{\min} , x - x_{\max} + y - y_{\min})$	1, 3, 5, 7

본 논문에서는 효율적인 하드웨어 구현을 위하여 그림 1 과 같이 컴포넌트 영역(BLOB)과 새로이 검출된 객체사이의 위치 관계를 분류하고 표 1 의 수식과 같이 컴포넌트 영역과 객체 사이의 근접도를 구한다. x, y는 검출된 픽셀의 위치 값이며 $(x_{\min}, y_{\min}), (x_{\max}, y_{\max})$ 은 분류된 컴포넌트 영역의 모서리 좌표 값이다. 객체와 컴포넌트 영역의 위치 관계에 따라 근접도를 달리 계산함으로써 연산을 단순화할 수 있다.

2. 객체 분류 하드웨어 구조 제안

그림 2 는 제안하는 K-means 알고리즘 하드웨어 구조의 블록다이어그램을 나타낸다. 제안하는 하드웨어 구조는 근접도를 연산하는 Matching 모듈과 컴포넌트 영역을 분류하는 Comparator로 구성된다. 검출된 객체의 픽셀 좌표를 입력으로 하여, 최종적으로 K개의 분류된 컴포넌트 영역 좌표 값을 출력한다.

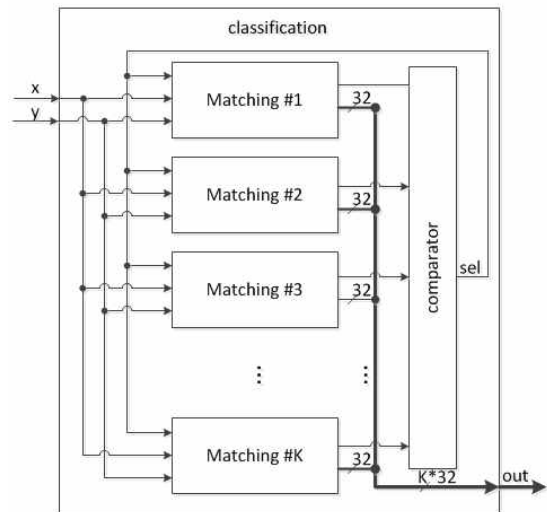


그림 2. 컴포넌트 영역 분류를 위한 제안된 하드웨어 구조
Fig. 2. The proposed hardware architecture for the classification of the area.

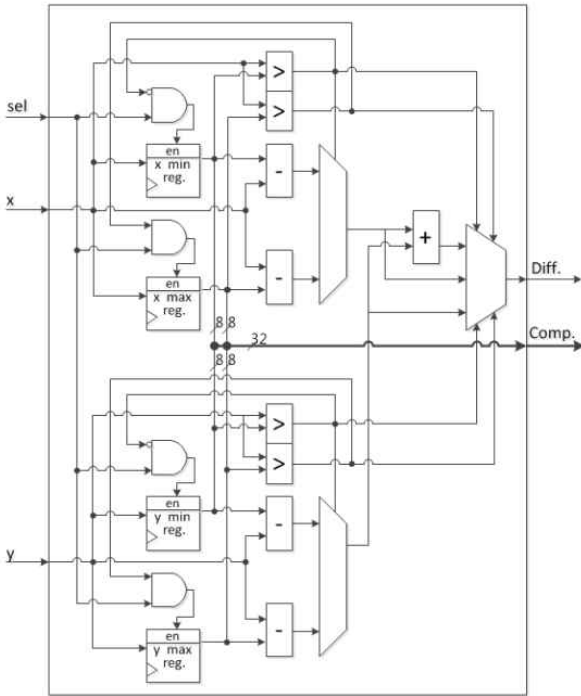


그림 3. Matching 모듈의 제안된 하드웨어 구조
Fig. 3. The proposed Hardware architecture for the Matching module.

그림 3 은 K-means 알고리즘의 핵심인 근접도 판별 값을 연산하는 Matching 모듈의 하드웨어 구조이다. 새로이 검출된 객체의 좌표 x, y 를 받아 표 1 과 같은 연산 과정을 통해 컴포넌트 영역과의 근접도를 계산하고, 근접도 Diff.와 컴포넌트 영역의 좌표 값 Comp.를 출력한다. 본 논문에서는 검출 객체의 실시간 영역 분류를 위하여 하드웨어 사용량을 줄이고 연산 속도를 높일 수 있는 방안으로 근접도 판별기준을 수식 1 의 유클리디안 거리 대신 표 1 의 방법을 사용하여 불필요한 곱셈과 제곱근 연산을 생략한다. 또한 객체와 각 컴포넌트 영역들과의 위치관계를 우선 검출하고, 이를 유효한 근접도 판별 값 선택과 모서리 좌표 값 갱신에 사용함으로써 하드웨어 사용량을 최소화 한다.

III. 실험

본 논문에서 제안하는 객체 분류를 위한 K-means 알고리즘 기반 하드웨어 구조가 컴포넌트별 영역 분류에 어느 정도의 정확성을 가지는지 분석하기 위해 C로 모델링 하여 성능을 검증하였다.

표 1 은 배경 영상과 객체의 이동에 따른 컴포넌트 영역 분류 결과 및 객체 수에 따른 컴포넌트 영역 분류

결과를 나타낸 표이다. 실험에 사용된 입력 영상은 1280x720 크기의 HD 영상을 사용했으며 실내의 실험 환경을 고려하여 최대 컴포넌트 영역 개수 K 는 16으로 설정 하였다. 분류된 컴포넌트 영역은 흰색 박스로 표시하였다. 실험 결과에 따르면 각 영상에서 검출된 객체를 컴포넌트 별로 오류 없이 분류하였으며 객체의 수와 이동이 컴포넌트 영역 분류 결과에 미치는 영향이 없음을 확인하였다.

제안된 구조는 전체 시스템이 파이프라인화 되어있어 매 클럭마다 픽셀 단위의 분류 결과가 연산되므로 실시간 성능을 만족한다.

표 2. 객체 수와 이동에 따른 컴포넌트 영역 분류 결과

Table2. A results of classification based on the number of objects and the movement of objects.

	객체의 수 1	객체의 수 2
배경 영상		
영상 1		
영상 2		

IV. 결론

본 논문에서는 지능형 영상보안 기술의 실시간 성능 구현을 위한 컴포넌트 영역 분류의 효율적인 하드웨어 구조를 제안하였다. K-means 알고리즘 기반의 영역 분류 방법을 하드웨어 구조에 최적화시키기 위해 객체와 각 컴포넌트 영역들과의 위치관계에 따른 근접도 연산을 단순화함으로써 하드웨어 사용량을 최소화 하였다. 또한 C 모델링을 통한 성능평가 결과 검출된 객체의 수와 이동에 따른 오류 없이 정확한 영역 분류의 결과를 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0401-12-1006).

참 고 문 헌

- [1] 유장희, 문기영, 조현숙, “지능형 영상보안 기술 현황 및 동향,” *전자통신동향분석*, 제23권, 제4호, 2008년 8월
- [2] Z. Zivkovic, "Improved adaptive gaussian mixture model for background subtraction," *In Proc. of Int. Conf. on Pattern Recognition*, Vol. 2, pp. 28-31, Aug. 2004.
- [3] A. Rosenfeld and J. L. Pfaltz, "Sequential operations in digital picture processing," *J. Assoc. Comp. Mach.*, Vol. 13, no. 4, pp. 471-494, Oct. 1966.
- [4] J. A. Hartigan and M. A. Wong, "Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm," *Journal of the Royal Statistical Society. Series C*, Vol. 28, no. 1, pp. 100-108, Jan. 1979.