<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2014.14.3.155>

IIBC 2014-3-22

이동차량 영상 안정화를 위한 효율적인 흔들림 보정 기법

An Efficient Shaking Correction Techniques for Image Stabilization of Moving Vehicles

홍성일*, 인치호**

Sung-IL Hong*, Chi-Ho Lin**

요 약 본 논문에서는 이동차량 영상 안정화를 위한 효율적인 흔들림 보정 기법을 제안한다. 제안된 흔들림 보정 기법은 입력으로 받은 영상 이미지 프레임의 색상 분리를 통한 변환 및 분리정보에 대한 누적 히스토그램을 계산하였고, 흔들리는 차량용 영상 이미지를 보정한 결과에서 색상 정보를 맞추기 위해 히스토그램 매칭을 하였다. 본 논문에서 제안된 흔들림 보정 기법은 기존 차량 영상 안정화 기술과 비교하였을 때, 휘도 및 컬러 레벨의 비교를 통해 노이즈가 가장 적고 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 복원 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 흔들림 보정 기법은 메모리를 사용하지 않고 실시간으로 처리를 통해 다른 방법과 비교하여 효율성을 입증하였다.

Abstract In this paper, we propose an efficient shaking correction techniques for a moving vehicle image stabilization. The proposed shaking correction techniques was calculated cumulative histogram for the conversion and the separating information via color separation of video image frame of the input received. And it were to matching the histogram for match the color information as compensation result of the shaking vehicle video imaging. In this paper, the proposed the shaking correction techniques was obtained to the restoration result when compared to the existing shaking correction techniques that the smallest noise and better the naturalness of image through stabilization of luminance level and color level. Also, the imaging stabilization method was demonstrated the efficiency compared to other methods through to the real-time processing without the use of the memory.

Key Words : Stabilization, Compensation, Histogram matching, Color Separation, Cumulative histogram

1. 서 론

차량 영상 안정화 기술은 바람이나 진동, 손 떨림 등의 외부 요인으로 인해 카메라가 흔들릴 때 영상보정을 통하여 선명하고 흔들림이 없는 영상을 얻을 수 있는 기술로서, 차량용 카메라의 필수 기능으로 각광받고 있다. 또한, 자동차의 자동 주행, 차선 감지, 보행자 및 자동차의

탐색과 추적과 같은 다양한 운전자 보조 시스템에 있어서 그 중요도가 증가하고 있다^[1-2].

이미지 안정화 관련 분야의 기술을 기반으로 자이로 센서를 사용하는 루카스-카나데 옵티컬 플로우(Lucas-Kanade Optical flow)는 이전 프레임과 이후 프레임 사이의 픽셀 이동량을 계산하고, 이동 방향의 역방

*준회원, 세명대학교 컴퓨터학부

**정회원, 세명대학교 컴퓨터학부

접수일 : 2014년 4월 8일, 수정완료일 : 2014년 5월 12일
게재확정일 : 2014년 6월 13일

Received : 8 April, 2014 / Revised : 12 May, 2014

Accepted : 13 June, 2014

**Corresponding Author : ich410@semyung.ac.kr
School of Computer, Semyung University, Korea

향으로 영상을 이동시켜 영상을 안정화 하는 방법이기 때문에 지속적으로 오차가 누적되어 회전 각도에 대한 정확도가 떨어지는 문제점이 있다. 그리고 차량에 적용할 경우, 영상 보정 시 카메라 움직임의 절대위치를 모르기 때문에 정확한 값을 구하기 어렵다. 문제를 해결하기 위하여 영상이 복합적으로 조합된 방식의 연구가 최근 진행되어 오고 있다^[3-7].

본 논문에서는 문제점 해결을 위하여 운전자 상황인식을 위해 영상처리를 복합적으로 적용한 이동차량 안정화를 위한 흔들림 보정 기법을 제안한다. 제안된 흔들림 보정 기법은 객체와 배경의 흔들림을 제거하고, 영상 안정화 알고리즘을 차량 영상의 흔들림을 보정을 위한 IP에 적용하여 움직임 보정 기술 칩을 개발한다. 움직임 보정 기술 칩의 기능은 입력 영상의 이미지 프레임들 색상 분리를 통해 변환 및 정보를 이용한 누적 히스토그램 계산 및 차량 영상 이미지를 보정한 결과에서 색상 정보를 맞추기 위해 히스토그램 매칭 기능으로 구성한다. 또한, 실험을 통해 기존 차량 영상 안정화 기술과 휘도 레벨 및 컬러 레벨을 비교하고, 효율성 분석 및 성능 평가를 한다.

II. 흔들림 보정 기법

본 논문에서 제안하는 차량용 흔들림 보정 기법은 객체와 배경의 흔들림을 제거한 차량용 카메라의 영상 정보를 노이즈를 제거하여 영상의 자연스러움을 복원하는 시스템이다. 효율적인 차량 영상 안정화를 위해 사용하는 흔들림 제거 기법은 차량용 카메라에서 얻은 영상정보를 다수의 영역에서 움직임을 예측하도록 각 매크로 블록 영역에서 픽셀 값들을 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임을 비교하고, 어떠한 이동과 변화를 했는지 추정하여 차량용 영상 이미지의 흔들림을 보정하기 위해 4 방향으로 보정하는 알고리즘을 설계하였다. 그림 1은 움직임 보정 기술 칩에 적용하기 위해 설계한 차량 영상 흔들림 제거 알고리즘을 나타낸다.

그림 1. 차량 영상 흔들림 제거 알고리즘
Fig. 1. The vehicle image shake removal algorithm

그림 2는 고성능 차량 영상 정보 시스템 개발을 위한 영상 안정화 기술 칩 설계의 세부 사항을 나타낸다. 움직이는 자동차에서의 흔들림 없는 뚜렷한 영상을 실시간으로 인식하기 위해서 실시간 처리가 가능한 영상 이미지 흔들림 보정 기술이 필요하기 때문에 실시간 이미지 흔들림 노이즈 제거 알고리즘을 적용한 실시간 RGB to YCbCr 변환 및 룩업 테이블 기반 누적 히스토그램 매칭 과정을 거치는 실시간 영상 이미지 흔들림 보정을 위한 영상 안정화 기술을 개발하였다.

그림 2. 영상 안정화 기술 칩 설계 다이어그램
Fig. 2. The imaging stabilization technology chip design diagrams

그림 3은 실시간 이미지 흔들림 보정 기술의 파이프라인 단계를 나타낸다. RGB로 된 preview 이미지를 YCbCr로 변환 처리하는 동안 소요되는 시간이 preview 이미지 사이의 간격보다 길게 되면 실시간으로 이미지 흔들림 보정을 처리할 수 없게 된다. 이를 위해 이미지 데이터를 프레임 메모리에 저장할 경우 하드웨어의 규모가 커지게 되는 문제점이 발생된다. 문제점 해결을 위해 실시간으로 RGB2YCbCr 변환을 처리할 수 있는 이미지 흔들림 보정 기술을 사용하였다. RGB2YCbCr의 RGB는 YCbCr에 비해 색상 분리효과는 약하지만 적은 데이터로 보다 많은 색상을 표현 가능하여 하드웨어 IP에 더 용이하기 때문에, 입력으로 받은 영상 이미지 프레임들 YCbCr에서 RGB로 변환하였다. Y는 빛의 양인 휘도를 뜻하고, Cb와 Cr은 각각 blue와 red에 대한 색차 정보를 나타낸다. YCbCr에서 RGB로 변환하기 위해 식 (1)을 사용하였다.

그림 3. 실시간 이미지 흔들림 보정 기술의 파이프라인 단계
Fig. 3. Pipeline stages of real-time image stabilizer technology

$$\begin{aligned} Y &= 0.29R + 0.589G + 0.114B \\ Cb &= 0.564(B - Y) \\ (B - Y &= -0.3R - 0.59G + 0.89B) \\ Cr &= 0.713(R - Y) \\ (R - Y &= 0.7R - 0.59G - 0.11B) \end{aligned} \quad (1)$$

차량용 영상에 생긴 흔들림과 노이즈로 인해 영상은 선명하지 않기 때문에, 노이즈를 제거하는 노이즈 제거 과정을 거쳐야 한다. 실시간으로 이미지프레임의 흔들림으로 발생하는 노이즈를 제거하기 위해 가우시안 모델로 모델링하였다. 그러나 가우시안 모델에서 노이즈 제거를 위해 널리 사용되는 Bilateral 필터는 계산량이 많고 하드웨어로 구현하기 어렵기 때문에 실시간 처리가 가능하면서 적은 계산 횟수로 가우시안 노이즈를 효율적으로 제거하는 방법이 필요하여 노이즈 제거 필터를 구현하였다. 그림 4는 실시간 이미지 흔들림 노이즈 제거를 위해 하드웨어 IP로 구현된 가우시안 노이즈 제거 필터를 나타낸다.

그림 4. 가우시안 노이즈 제거 필터
Fig. 4. Gaussian noise removing filter

영상 이미지의 전체 노이즈는 일정한 분산을 갖는 가우시안 모델로 가정하고, 식 (2)로 계산하였다. σ 은 노이즈의 표준 편차를 의미하고, μ 는 노이즈 분포의 평균값을 의미한다.

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

가우시안 모델은 계산횟수가 많고 하드웨어 IP에 적용하기 힘들기 때문에, 이와 유사한 형태를 가지지만 계산이 단순한 식 (3)을 사용하고, 식 (4)와 식 (5)을 이용하여 양측필터(적응 공간통 노이즈 제거)를 모델링하여 사용하였다^[8].

$$F(I_p) = \frac{\sum_{p \in N_s} g(|q-p|) f(|I_q - I_p|) I_p}{\sum_{p \in N_s} g(|q-p|) f(|I_q - I_p|)} \quad (3)$$

$$g = \frac{1}{\sum_{i=1}^9 g_i} \begin{bmatrix} g_1 & g_2 & g_3 \\ g_4 & g_5 & g_6 \\ g_7 & g_8 & g_9 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$f = \frac{1}{\sum_{i=1}^9 f_i} \begin{bmatrix} f_1 & f_2 & f_3 \\ f_4 & f_5 & f_6 \\ f_7 & f_8 & f_9 \end{bmatrix} \quad (5)$$

I_p 와 $F(I_p)$ 는 각각 입력 픽셀과 출력 픽셀, g 는 공간(spatial) 가우시안 마스크, f 는 색조(tonal) 가우시안 마스크, N_s 는 픽셀 p 의 공간적 이웃을 나타낸다. 공간 가우시안 마스크와 색조 가우시안 마스크는 식 (6)을 이용하여 계산하였다. d_i^s 와 d_i^t 는 각각 공간(spatial)과 색조(tonal) 거리, x_i 와 y_i 는 3*3 윈도우의 좌표, p_i 는 3*3 윈도우 사이에 픽셀 값을 나타낸다.

$$\begin{aligned} g_i &= 2^{(2-d_i^s)}, d_i^s = |x_i - x_5| \\ &\quad + |y_i - y_5|, x_i, y_i = -1, 0, 1 \\ f_i &= (255 - d_i^t)^q, d_i^t = |p_i - p_s| \end{aligned} \quad (6)$$

그림 5는 전체 노이즈 계산과 입출력 픽셀 계산, 공간 및 색조 가우시안 마스크 처리를 위해 하드웨어 IP로 구현된 적응필터를 나타낸다.

그림 5. 적응필터의 하드웨어 구현

Fig. 5. The hardware implementation of an adaptive filter

누적 히스토그램에서는 YCbCr 각각의 정보에 대해 누적 히스토그램을 계산하였다^[8]. 히스토그램을 계산하는 식은 식 (7)과 같다. W 와 H 는 각각 영상 이미지 프레임의 너비(width)와 높이(height)이고, $I[i, j]$ 은 픽셀(i, j)의 밝기 값(I)을 의미한다. 누적 히스토그램을 계산하는 식은 식 (8)과 같다. C_{P_1} 은 영상 프레임 P_1 의 누적 히스토그램, L_k 는 밝기 신호 크기, h_{P_1} 은 히스토그램의 값을 의미한다. 누적 히스토그램의 향상을 위해 휘도와 집선(concentration), 분포(population) 세 가지 가중치의 제한을 통한 기울기 조절로 향상된 히스토그램을 만들었다. 이때, 하나의 영상을 서브 이미지들로 나누어 히스토그램을 향상시키며, 향상된 히스토그램을 병합할 때 생길 수 있는 경계의 인위적 생성(boundary artifact) 현상을 제거하기 위해 양측 가중 방식(Bilateral weighting scheme)을 사용하였다. 누적 히스토그램은 식 (9)를 이용하여 계산하였고, 향상된 결과 값을 얻을 수 있었다.

$$h_{P_1}[L_k] = \frac{1}{W \times H} \sum_{i=0}^{W-1} \sum_{j=0}^{H-1} \delta[L_k, I[i, j]], \quad (7)$$

$$\text{with } k = 0, 1, \dots, 255,$$

$$\delta[x, y] = \begin{cases} 1, & \text{if } x = y \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

$$C_{P_1}[L_k] = \sum_{k=0}^{L_k} h_{P_1}[k] \quad (8)$$

$$d(x, y) = \frac{\sum_{n=1}^N C_n[D[(x, y)] w_d(n)]}{\sum_{n=1}^N w_d(n)} \quad (9)$$

$$w_d = e^{-(d_n/\sigma_n)}$$

이미지 프레임이 흔들림으로써 번짐이 생긴 이미지는 기존의 정확한 색상을 판단하여 복원하는 기술이 필요하다. 기존의 히스토그램 매칭 방법을 사용할 경우, 각 색상들의 히스토그램 분포는 흔들림이 생긴 이미지 프레임마다 다르기 때문에 유사한 색상의 범위가 전체 히스토그램 빈 중 1~2% 미만에 불과하여 환경 변화나 빛에 의해서 영상이 전체적으로 밝아지거나 어두워지는 경우, 유사도가 낮게 나오는 단점이 있으며, 기존의 색상을 판단하고 복원하기 어렵다^[8-9]. 그러나 룩업 테이블 기반의 누적 히스토그램 매칭을 사용할 경우, 시각적인 정보가 같으면서 유사한 색상으로 구성된 영상들을 검색하는데 효과가 있고, 흔들림이 생긴 이미지 프레임의 색상 히스토그램 분포는 기존의 색상으로 복원하기 위한 매칭을 처리하기 쉽다.

룩업 테이블 기반의 누적 히스토그램 매칭에서는 흔들린 차량용 영상 이미지를 보정한 결과에서 색상 정보를 맞추기 위해 히스토그램을 매칭 하였다. 히스토그램 매칭은 계산 횟수가 많기 때문에, 그림 6과 같이 미리 룩업 테이블로 히스토그램 값들을 저장시켜 사용함으로써 하드웨어 IP의 계산량을 줄였다. 히스토그램 매칭 할 때에는 그림 6의 노란색 영역과 같이 하나의 누적 히스토그램 값이 두 개의 밝기 값을 가질 경우, 밝기 값들 중에서 최댓값을 선택하였다. 초록색 영역과 같이 하나의 누적 히스토그램 값이 두 개보다 많은 밝기 값을 가질 경우, 중간 값을 선택하여 차량용 영상 이미지의 밝기로 정하였다. 그림 7은 룩업 테이블 기반 누적 히스토그램 매칭 그래프를 나타낸다.

L_{N-3} (Address)	C'_{P_2}	C'_{P_1}	L_{P_1}	C'_{P_1}	L'_{P_1} (Output)
0	1	0	0	0	0
1	5	0	1	0	1
...	...				
6	24	2	6	2	7
7	27	2	7	3	8
8	31	3	8	4	9
52	186	30	52	30	52
148	254	134	148	134	148
149	255	136	149	135	149
233	255	254	233	254	233
234	255	255	234	255	233
255	255	255	255	255	240

그림 6. 히스토그램 매칭 과정

Fig. 6. Histogram matching process

그림 7. 룩업 테이블 기반 히스토그램 매칭 그래프
Fig. 7. Histogram matching graph on lookup table

표 1은 본 논문에서 제안하는 효율적인 차량용 영상 안정화 IP의 세부 정보를 나타낸다. 차량 주행 중에 흔들리는 차량용 카메라의 흔들림을 보정하기 위한 IP의 개발공정은 디지털(0.18um)이고, 파운드리에는 TSMC를 통해 개발하였다. 검증은 DE2-70 FPGA Board를 이용하였다.

표 1. IP 세부 정보
Table 1. IP Details

Working voltage	1.8 V	Operation speed	(50)MHz
	27,812	Package type	144-LQFP-2020
Gate number	Workstation	Sun Blade 2000	
	HDL design	Model-sim	
Design environment (H/W & EDA Tool)	Front-end design	NC-verilog	
	Back-end design	Astro	

III. 실험 및 결과

제안된 흔들림 보정 기법은 성능 및 시간, 이미지의 차

이점을 사용하여 성능평가를 했다. 그림 8은 차량용 카메라에서 얻은 영상정보에 차량 영상 흔들림 제거 알고리즘을 적용하고, 본 논문에서 제안된 흔들림 보정 기법을 적용한 IP를 통해 얻어진 영상의 흔들림 제어 검증 결과를 나타낸다. 첫 번째 이미지와 두 번째 이미지를 비교하여 변화된 내용을 캡처하고, 캡처한 이미지를 4방향에 대해 흔들림을 제거하여 실제 차량용 카메라로부터 얻어진 영상에 적용하였으며, 그림 9와 같이 정상적으로 흔들림이 제거된 영상의 출력 결과를 얻었다.

그림 8. IP 검증 결과
Fig. 8. IP verification results

그림 9. 흔들림 제거 영상
Fig. 9. Removed image of shake

그림 10은 고성능 차량 영상 정보 시스템의 차량 영상 안정화 알고리즘의 출력 결과를 통해 얻어진 흔들림 제

그림 10. 칩 테스트 웨이브 폼
Fig. 10. Chip test waveform

거 영상을 흔들림 보정 기법에 적용하여 얻어진 실장 테스트 결과를 나타내었다. 입력인 영상 시퀀스가 들어오면 RGB2YCbCr 색상변환, 노이즈 제거, 히스토그램 계산, 룩업 테이블 기반의 히스토그램 매칭 단계를 거쳐 흔들림 보정결과가 RGB Bayer pattern의 구조로 출력되고 있음을 확인하였다. 결과적으로 모션 벡터를 구분하고 흔들림 영상이 보정된 결과 영상 시퀀스가 정상적으로 출력되는 것을 확인할 수 있었다.

차량용 영상 이미지 흔들림 보정 기술에서 히스토그램에 존재하는 대비를 개선하는 분야는 어떠한 정도와 같은 실측정보가 존재하지 않기 때문에 일반적으로 영상에서 통용되는 PSNR, SSM, AMBE 같은 기준이 적용되지 않고, 인식하는 사람에 따라 다른 결과가 나오기 때문에 객관적 비교를 할 수 없다. 그렇기 때문에 일반적으로 대비 향상 평가를 위해 사용되는 기준으로 이미지의 디테일이 얼마나 인식되는가에 대한 기준, 대비 시에 노이즈가 얼마나 증대 되는가에 대한 기준, 영상이 얼마나 자연스러우가에 대한 기준을 사용하였다.

그림 11은 휘도 레벨의 비교를 나타낸다. 다른 알고리즘과 비교하여 영상 전체의 디테일, 노이즈, 자연스러움을 판단하였을 때, 그림의 사각형 안에 존재하는 모자는 제안한 방법의 결과에서 모자 자체의 디테일이 원본에 가장 가깝게 복원되어 있으며 노이즈가 가장 적고 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 결과를 얻을 수 있었다.

그림 12는 컬러 레벨의 비교를 나타낸다. 컬러 레벨에서도 다른 알고리즘과 비교하여 영상 전체의 디테일, 노이즈, 자연스러움이 더 뛰어나게 복원되는 결과를 얻을 수 있었다. 그림 13은 복원 결과의 객관성을 증명하기 위한 다른 영상의 컬러 레벨을 결과 비교를 나타낸다.

그림 11. 휘도레벨의 비교

Fig. 11. Comparison of luminance level

그림 12. 컬러 레벨의 비교

Fig. 12. Comparison of color level

그림 13. 다른 이미지에 대한 컬러 레벨의 비교

Fig. 13. Comparison of color level for different image

표 2는 기존의 방법들과 제안한 방법의 메모리 사용량 및 시스템 요구사항을 비교하여 나타내었다[11-14]. 기존의 방법들과 비교한 제안한 알고리즘은 H/W 방식으로 구현하여 FPGA방식의 시스템이 요구되었고, 영상 이미지 흔들림 보정은 실시간으로 이루어 졌으며, 메모리를 사용하지 않는 결과를 얻을 수 있었다.

표 2. 메모리 사용량 비교

Table 2. Memory usage comparison

Algorithm	[10]	[11]	[12]	[13]	Propose
Implemented by	S/W	S/W	S/W	S/W	H/W
System requirement	PC	PC	PC	PC	FPGA
Time consumption	Not real-time	Not real-time	1.47sec	Not real-time	Real time
Memory usage	≥ 2 frame	1 frame	1 frame	1 frame	No frame

IV. 결 론

본 논문에서는 운전자 상황인식을 위해 기존의 차량용 흔들림 보정 기법이 가지는 문제점을 보완하고, 영상

처리를 복합적으로 적용하여 차량 영상의 흔들림을 보정하는 흔들림 보정 기법을 제안하였다. 제안된 흔들림 보정 기법을 적용한 움직임 보정 기술 칩은 입력으로 받은 영상 이미지 프레임의 색상 분리를 통한 변환 및 분리정보에 대한 누적 히스토그램을 계산, 흔들린 차량용 영상 이미지를 보정한 결과에서 색상 정보를 맞추기 위해 히스토그램을 매칭하는 기능으로 구성하였다. 또한, 실험을 통해 기존 차량 영상 안정화 기술과 비교하고, 효율성 분석 및 성능평가를 하였다.

운전자의 상황인식을 고려한 차량 영상 정보 시스템에 움직임 보정 기술 칩을 실장 테스트 결과, 움직임 보정 알고리즘을 통해 모션 벡터를 구분하고 흔들림 영상이 보정된 결과 영상 시퀀스가 정상적으로 출력되는 것을 확인할 수 있었고, 기존의 알고리즘과 휘도레벨과 컬러 레벨을 비교하였을 때, 노이즈가 가장 적고 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 복원 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 움직이는 물체에 대한 흔들림 보정을 하면서 메모리를 사용하지 않고 실시간으로 처리하였기 때문에 다른 방법과 비교하여 효율성을 입증하였다.

References

- [1] H. S. Kim, S. H. Kim, W.K Go, and S.B Cho, "FPGA Implementation of Stereoscopic Image Processing Architecture base on the Gray-Scale Projection", IIEEK, SoC Design Conference, pp 509-512, Nov. 2012.
- [2] L. Luo, J. Chong, "Real-Time Digital Image Stabilization for Cell Phone Cameras in Low-Light Environments without Frame Memory", ETRI Journal, Vol. 34, No. 1, pp138-141, Feb. 2012.
- [3] B. Lucas, T. Kanade, "An iterative image registration technique with an application to stereo vision", Proceeding DARPA Image Understanding Workshop, pp121-130, Apr. 1981.
- [4] A. Karpenko, D. Jacobs, J. Baek, and M. Levoy, "Digital Video Stabilization and Rolling Shutter Correction using Gyroscopes", Stanford Tech Report CTSR 2011-03, pp1-7, Mar. 2011.
- [5] A. Amanatiadis, A. Gasteratos, S. Papadakis, and V. Kaburlasos, "Image Stabilization in Active Robot Vision", INTECH, Robot Vision, pp261-274, Mar. 2010.
- [6] M. Drahanský, F. Orság, and P. Hanáček, "Accelerometer Based Digital Video Stabilization for General Security Surveillance Systems", International Journal of Security and Its Applications, Vol. 4, No. 1, pp1-10, Jan. 2010.
- [7] T. Kondo, W. Kongprawechnon, "A matching technique using gradient orientation patterns", Thammasat Int. J. Sc. Tech., Vol. 14, No. 3, pp41-55, Sept. 2009.
- [8] Lu, J. Phillips, "Using Perceptually Weighted Histograms for Color-based Image Retrieval", IEEE Int. Cnf. on Signal Processing, 1998.
- [9] W. Jia, H. Zhang, X. He, and Q Wu, "Gaussian Weighted Histogram Intersection for License Plate Classification," 18th Int. Cnf. on Pattern Recognition(ICPR'06), pp574-577, 2006.
- [10] W. Cho, D. Kim, and K. Hong, "CMOS digital image stabilization," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 53, No. 3, pp. 979 - 986, Aug. 2007.
- [11] C. W. Chiu, P. C. P. Chao, and D. Y. Wu, "Optimal design of magnetically actuated optical image stabilizer mechanism for cameras in mobile phones via genetic algorithm," IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 6, No. 43, pp. 2582-2584, Jun. 2007.
- [12] W. Cho, K. Hong, "Affine motion based CMOS distortion analysis and CMOS digital image stabilization," IEEE Trans. Consum. Electron., Vol. 53, No. 3, pp. 833 - 841, Aug. 2007.
- [13] A. Amanatiadis, I. Andreadis, "An integrated dynamic image stabilizer applied to zooming systems," in Proc. of the IEEE Instr. Meas. Technol. Conf., pp. 1 - 5, May. 2007.
- [14] Y. G. Jung, G. S. Choi, and G. E. Heo, "Decision of Gaussian Function Threshold for Image Segmentation", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, VOL. 9, No. 5, pp.163-168, October 2009.

- [15] Y. M. Kwon, M. J. Lim, and B. H. Oh, "Fast Video Stabilization Method Using Integral Image", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, VOL. 10, No. 5, pp.13-20, October 2010.
- [16] S. Y. Yi, J. H. Ryu, and C. G. Lee, "Development of Embedded Lane Detection Image Processing Algorithm for Car Black Box", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, v.11 no.8, pp.2942-2950, August 2010.

저자 소개

홍 성 일(준회원)

- 2007년 : 세명대학교 컴퓨터학부 학사
- 2009년 : 세명대학교 교육대학원 석사
- 2009년~현재 : 세명대학교 대학원 박사과정
- 관심분야 : SOC CAD, ASIC 설계, CAD 알고리즘, SOC 설계, RTOS 및 내장형 시스템

인 치 호(정회원)

- 2012년 : 제12권 제6호 참조

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 시스템반도체 설계인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.(NIPA-2014-H0601-14-1001)