

# 이미지 센서 모듈의 광학적 특성 테스트를 위한 표준화된 기술 방법

## Standardized Description Method of Optical Characteristics Tests for Image Sensor Modules

이 성 수\*\*

Seongsoo Lee\*\*

### Abstract

When image sensor and lens are fixed on the module, mechanical errors often induce tilt, rotation, or narrow field-of-view of the acquired image. Therefore, the optical characteristics of image sensor modules should be tested by test equipments. This paper explains how to test the optical characteristics of images sensors. It also proposes the standardized description methods of optical characteristics tests which are similar with those of image acquisition characteristics tests. The proposed method helps the test equipments to perform image acquisition characteristics tests and optical characteristics tests together.

### 요 약

이미지 센서와 렌즈를 모듈 상에 고정할 때, 기계적인 오차로 인해 취득된 영상의 기울임 또는 회전이 발생하기도 하고 화각이 좁아지기도 한다. 따라서 테스트 장비에서 이미지 센서 모듈의 광학적 특성을 테스트하여야 한다. 본 논문에서는 이미지 센서 모듈의 광학적 특성을 테스트하는 방법을 설명하고, 이를 영상 취득 특성과 유사한 방식으로 표준화한 기술 방법을 제안한다. 제안된 방법은 테스트 장비가 영상 취득 특성과 광학적 특성을 함께 테스트하는데 도움이 된다.

*Key words : standardization, description method, test, image sensor module, optical characteristics*

### 1. 서론

이미지 센서는 촬상 소자를 통해 영상을 전기적 신호로 바꾸는 장치로서, 일반적으로 렌즈와 이미지 센

서, 제어 회로를 결합한 모듈 형태로 스마트폰 등의 각종 기기에 장착된다. 렌즈를 모듈 상에 고정하는 과정에서 기계적인 오차로 인해 렌즈의 광학축과 촬상 소자의 수광면이 올바른 방향으로 고정되지 않는 경우가 발생하기도 하며, 모듈을 기기에 장착하는 과정에서도 비슷한 문제가 발생하기도 한다. 이로 인해 이미지 센서 모듈이 취득한 영상이 다소 기울어지거나 회전되기도 하고, 실제 사양에 비해 시야가 좁아지기도 한다. 따라서 이미지 센서 모듈의 광학적 특성을 테스트하여 결함 또는 불량을 판별하여야 한다.

이미지 센서 모듈의 영상 취득 특성을 확인하기 위해서는 이미지 센서 모듈의 생산이나 기기 장착 후에 전용 테스트 장비를 사용해서 전수 검사로 테스트를 수행한다. 이미지 센서 모듈의 광학적 특성 테스트도

\* School of Electronic Engineering, Soongsil University, sslee@ssu.ac.kr, 010-9182-3835

★ Corresponding author

※ Acknowledgment

"This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2010-0025041)."

Manuscript received Dec. 1, 2014; revised Dec. 13, 2014; accepted Dec. 15, 2014

## II. 광학적 특성 테스트

### 1. TR 차트 및 테스트 방법

이미지 센서 모듈의 광학적 특성 테스트에는 TR (tilt-rotate) 차트가 사용된다. TR 차트는 그림 1과 같이 네 귀퉁이와 가운데에 다섯 개의 십자 모양 패턴을 가지고 있는데, 광학적 특성 테스트에서는 이 TR 차트를 이미지 센서 모듈로 촬영하여 그림 2와 같은 취득 영상을 얻은 후, 이를 분석하여 십자 모양 패턴의 위치로부터 광학적 특성을 측정한다.

그림 1의 TR 차트에서 5개의 십자 모양 패턴은 각각 C0, C1, C2, C3, C4로 나타내고, 패턴 간의 실제 수평 거리와 수직 거리는 각각  $D_H$ ,  $D_V$ 로 나타낸다. 영상의 기울임도 (tilt), 회전도 (rotate), 화각 (field-of-view)을 계산하기 위해서는 이미지 센서 모듈로부터 TR 차트까지의 실제 거리가 필요하며, 이 표적 거리는  $D_T$ 로 나타낸다. 그림 1의 TR 차트는 실물이므로  $D_H$ ,  $D_V$ ,  $D_T$ 의 단위는 mm이다.

그림 1의 TR 차트를 이미지 센서 모듈로 촬영하면 그림 2와 같은 취득 영상을 얻는다. 취득 영상에서 C0, C1, C2, C3, C4의 위치는 모두 십자 모양 패턴의 중심에 있는 화소의 좌표이며, 각각  $C0(X0,Y0)$ ,  $C1(X1,Y1)$ ,  $C2(X2,Y2)$ ,  $C3(X3,Y3)$ ,  $C4(X4,Y4)$ 로 표시된다. mm 단위로 측정되는 그림 1과 화소 단위로 측정되는 그림 2를 연동하여 기울임도, 회전도, 화각을 계산하기 위해서는 이미지 센서 모듈이 취득하는 전체 영상의 크기가 필요한데, 취득 영상의 수평 크기와 수직 크기는 각각  $fr\_X$ ,  $fr\_Y$ 로 표시된다. 그림 2에서  $X0, X1, X2, X3, X4, fr\_X$ 와  $Y0, Y1, Y2, Y3, Y4, fr\_Y$ 는 모두 화소 단위이다.

테스트 장비는 그림 2와 같은 이미지 센서 모듈의 취득 영상을 읽어온 다음에 5개의 십자 모양 패턴의 중심 위치를 찾아내야 한다. 대부분의 경우 이 작업은 영상 인식을 통해 수행되는데, 이때 사용되는 영상 인식 방법은 별도로 규정되지 않고 테스트 장비마다 자유롭게 사용할 수 있다.

### 2. 기울임도 테스트

기울임도 (tilt)는 그림 3과 같이 이미지 센서 모듈의 중심부가 모듈이 부착될 기기의 이상적인 축으로부터 어긋난 각도를 말하며, 그림 4 (a)와 같이 수평 방향 기울임도  $\phi_x$ 와 수직 방향 기울임도  $\phi_y$ 로 나타낸다.

테스트 장비에서 기울임도를 측정할 때에는 TR 차트를 이미지 센서 모듈로 촬영하여 가운데 십자 모양

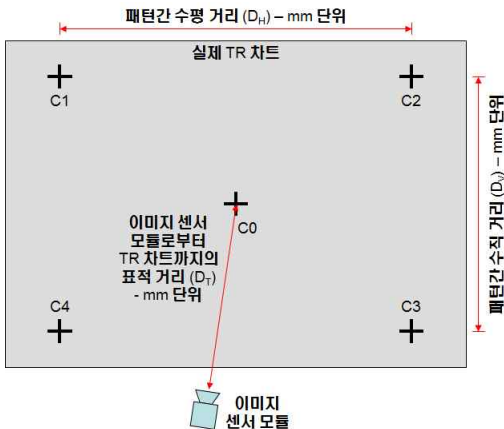


Fig. 1. TR chart.  
그림 1. TR 차트.

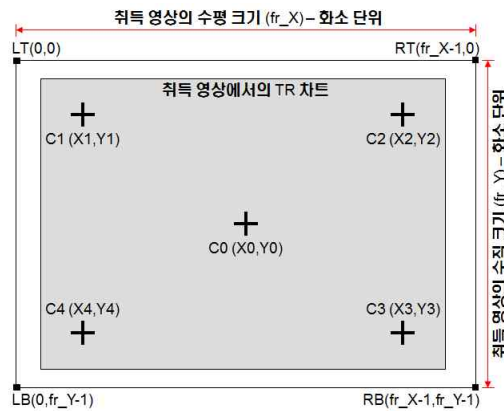


Fig. 2. Acquired image of TR chart in the image sensor module.  
그림 2. 이미지 센서 모듈이 취득한 TR 차트의 영상.

거의 비슷한 방법과 절차로 수행되기 때문에, 대체적으로 이미지 센서 모듈의 영상 취득 특성과 광학적 특성을 테스트 장비에서 함께 테스트한다. 최근에 이미지 센서 모듈의 영상 취득 특성 테스트가 표준화 [1]-[4] 되었으므로, 광학적 특성 테스트를 이와 유사한 방법으로 정의하고 표준화하는 것은 테스트 장비에서 영상 취득 특성과 광학적 특성을 함께 테스트하는 데 큰 도움이 된다.

본 논문에서는 이미지 센서 모듈의 광학적 특성을 테스트하는 방법을 설명하고, 이를 영상 취득 특성과 유사한 방식으로 표준화한 기술 (description) 방법을 제안한다. 이 테스트 방법 및 기술 방법은 부분적으로 한국반도체산업협회의 표준 [5]-[7]을 참고하였다.

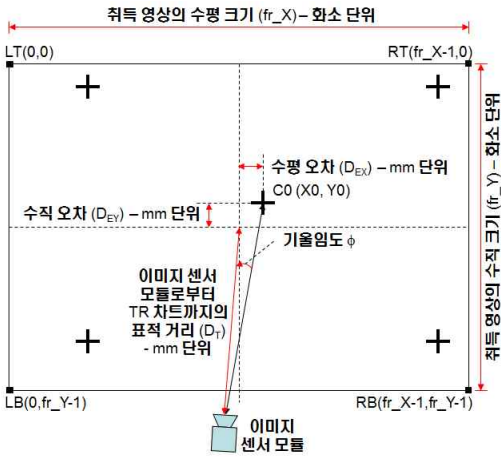


Fig. 3. Tilt test.  
그림 3. 기울임도 테스트.

패턴 C0의 화소 단위 좌표인 (X0, Y0)를 얻는다. 따라서 화소 단위의 수평 오차 EX와 수직 오차 EY는 식 (1)과 같이 구해진다.

$$EX = \frac{fr\_X}{2} - X0, EY = \frac{fr\_Y}{2} - Y0 \quad (1)$$

그림 4 (b)에서 알 수 있듯이 한 화소에 해당하는 이미지 센서 상의 거리인  $D_{PI}$ 와 한 화소에 해당하는 TR 차트 상의 거리인  $D_{PT}$ 는 식 (2)와 같은 관계가 성립하며, 이때의 비율 M은 렌즈의 배율에 해당한다.

$$M = \frac{D_{PI}}{D_{PT}} = \frac{D_{FL}}{D_T - D_{FL}} \quad (2)$$

mm 단위의 수평 오차  $D_{EX}$ 와 수직 오차  $D_{EY}$ 는 각각 EX와 EY에 한 화소에 해당하는 TR 차트 상의 거리인  $D_{PT}$ 를 곱하여 식 (3)과 같이 얻어진다.

$$D_{EX} = D_{PT} \times EX = \frac{D_{PI} \times EX}{M}, \quad D_{EY} = D_{PT} \times EY = \frac{D_{PI} \times EY}{M} \quad (3)$$

수평 방향 기울임도  $\phi_X$ 와 수직 방향 기울임도  $\phi_Y$ 는 식 (4)와 같이 구할 수 있다.

$$\phi_X = \tan^{-1} \frac{D_{EX}}{D_T}, \quad \phi_Y = \tan^{-1} \frac{D_{EY}}{D_T} \quad (4)$$

기울임도 테스트에서는  $\phi_X$ 와  $\phi_Y$  각각에 대해  $\phi_{X+}$ ,  $\phi_{X-}$ ,  $\phi_{Y+}$ ,  $\phi_{Y-}$ 의 판별 기준치를 사용한다. 이때,  $\phi_X$ 와  $\phi_Y$  모두  $\phi_X < \phi_{X-} < \phi_{X+}$ ,  $\phi_Y < \phi_{Y-} < \phi_{Y+}$ 인 경우에만 정상으로 판별하고 나머지는 불량으로 판별한다.

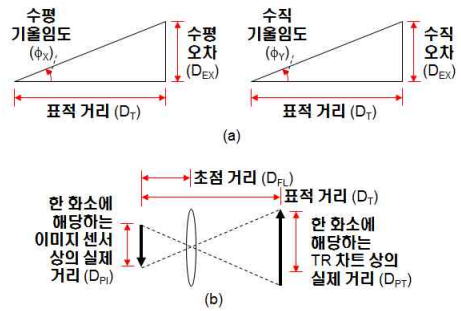


Fig. 4. Calculation of tilt. (a) Horizontal and vertical tilt. (b) Conversion of pixel unit and mm unit.  
그림 4. 기울임도의 계산. (a) 수평 및 수직 기울임도. (b) 화소 단위와 mm 단위의 변환.

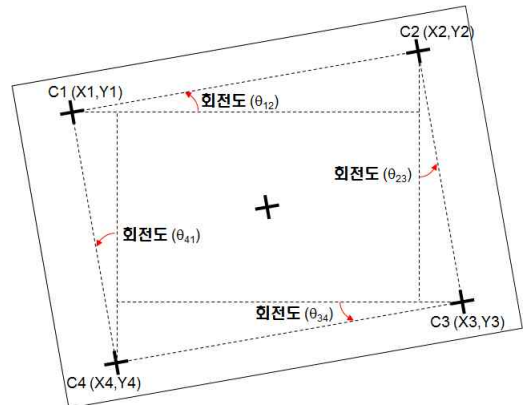


Fig. 5. Rotate test.  
그림 5. 회전도 테스트.

### 3. 회전도 테스트

회전도 (rotate)는 그림 5와 같이 이미지 센서 모듈이 모듈 자신의 이상적인 축을 중심으로 회전하여 어긋난 각도를 말하며, 반시계 방향의 회전은 (+), 시계 방향의 회전은 (-)의 회전도를 가진다.

테스트 장비에서 회전도를 측정할 때에는 TR 차트를 이미지 센서 모듈로 촬영하여 TR 차트의 외곽에 있는 네 개의 십자 모양 패턴 C1, C2, C3, C4의 화소 단위 좌표인 (X1, Y1), (X2, Y2), (X3, Y3), (X4, Y4)를 사용한다. 테스트 장비에서 이미지 센서 모듈이 취득한 영상에는 다소의 왜곡이 있을 수 있으므로, 영상의 각 부분마다 회전도가 다소 다를 수 있다. 따라서 회전도 측정에서는 식 (5)에 의해  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{23}$ ,  $\theta_{34}$ ,  $\theta_{41}$ 를 구하고, 회전도  $\theta$ 는 식 (6)과 같이 이들 네 개 값의 평균을 사용한다.  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{34}$ 에 비해  $\theta_{23}$ ,  $\theta_{41}$ 은 분자의 부호가 반대인데, 이는 반시계 방향은 (+), 시계

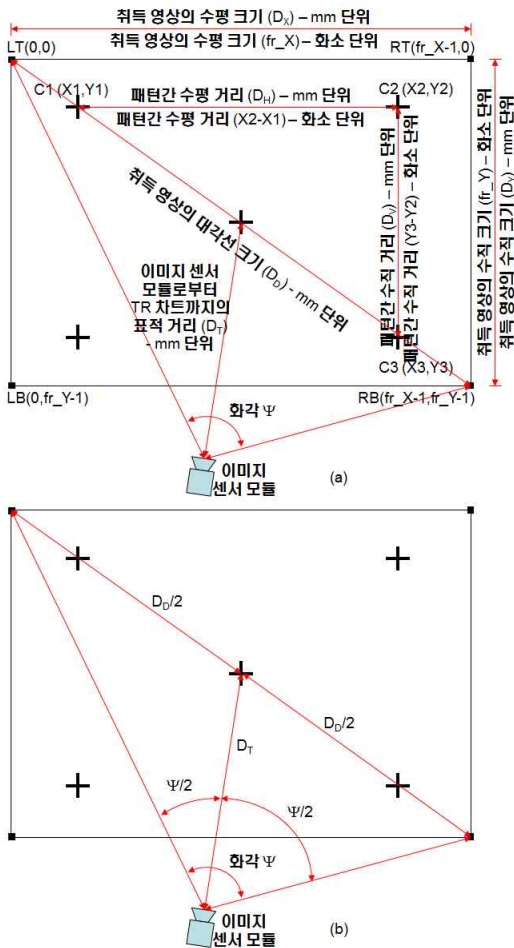


Fig. 6. Field-of-view test. (a) Inter-pattern distance and acquired image size. (b) Calculation of field-of-view.

그림 6. 화각 테스트. (a) 패턴간 거리와 취득 영상 크기. (b) 화각의 계산.

방향은 (-)의 회전도가 되도록 맞추기 위함이다.

회전도 테스트에서는  $\theta_+$ ,  $\theta_-$ 의 판별 기준치를 사용한다. 이때,  $\theta_- < \theta < \theta_+$ 인 경우에만 정상으로 판별하고, 나머지는 불량으로 판별한다.

$$\theta_{12} = \tan^{-1} \frac{Y1 - Y2}{X1 - X2}, \theta_{23} = \tan^{-1} \frac{Y3 - Y2}{X2 - X3}, \quad (5)$$

$$\theta_{34} = \tan^{-1} \frac{Y3 - Y4}{X3 - X4}, \theta_{41} = \tan^{-1} \frac{Y1 - Y4}{X4 - X1}$$

$$\theta = \frac{\theta_{12} + \theta_{23} + \theta_{34} + \theta_{41}}{4} \quad (6)$$

#### 4. 화각 테스트

화각 (field-of-view)은 그림 6과 같이 이미지 센서 모듈이 렌즈를 통해 이미지를 담을 수 있는 각도를 말한다.

테스트 장비에서 화각을 측정할 때에는 TR 차트를 이미지 센서 모듈로 촬영하여 TR 차트의 외곽에 있는 세 개의 십자 모양 패턴 C1, C2, C3의 화소 단위 좌표인 (X1, Y1), (X2, Y2), (X3, Y3)를 사용한다.

그림 6 (a)는 패턴간 거리와 취득 영상 크기를 각각 mm 단위로 화소 단위로 나타낸 것이다. TR 차트 상에서 C1, C2의 수평 방향 거리는 mm 단위로 D<sub>H</sub>이며 화소 단위로 X2-X1이다. 마찬가지로 C2, C3의 수직 방향 거리는 mm 단위로 D<sub>V</sub>이며 화소 단위로 Y3-Y2이다. 따라서 이미지 센서 모듈이 취득한 영상의 mm 단위 수평 크기 D<sub>X</sub>와 수직 크기 D<sub>Y</sub>는 식 (7)과 같이 계산되며, 취득 영상의 mm 단위 대각선 크기 D<sub>D</sub>는 식 (8)과 같이 계산된다. 그림 6 (b)로부터 화각 ψ를 구하면 식 (9)와 같이 계산된다.

$$D_X = D_H \times \frac{fr\_X}{X2 - X1}, D_Y = D_V \times \frac{fr\_Y}{Y3 - Y2} \quad (7)$$

$$D_D = \sqrt{D_X^2 + D_Y^2} \quad (8)$$

$$\psi = \frac{\psi}{2} + \frac{\psi}{2} = 2 \times \tan^{-1} \frac{D_D}{2 \times D_T} \quad (9)$$

화각 테스트에서는 ψ<sub>1</sub>, ψ<sub>2</sub>의 판별 기준치를 사용한다. 이때, ψ<sub>1</sub> < ψ < ψ<sub>2</sub>인 경우에만 정상으로 판별하고, 나머지는 불량으로 판별한다.

### III. 광학적 특성 테스트를 위한 표준화된 기술 방법

#### 1. 광학적 특성 테스트의 기술 방법

테스트 장비에서 영상 취득 특성과 광학적 특성을 함께 테스트하기 위해서는 광학적 특성 테스트를 기술하는 방법을 영상 취득 특성의 기술 방법 [1],[3]에 유사하게 맞추는 것이 바람직하다. 본 논문에서는 광학적 특성 테스트를 위한 기술 방법을 표 1의 시험 사양과 같이 제안한다. 이 시험 사양의 세부적인 내용 중 본 논문에서 설명되지 않은 부분은 [1],[3]과 동일하다.

표 1의 시험 사양 중에서 센서 정보와 광원 정보는 프레임 크기인 fr\_X, fr\_Y를 제외하고는 실제로 광학적 특성 테스트에 사용되지는 않으나, 영상 취득 특성 테스트와의 호환성을 위해 남겨두었다.

Table 1. Test specification

표 1. 시험 사양

시험 사양			종류	값	
상위	중위	하위		X	Y
시험명					
센서 정보	센서 종류				
	색 취득 종류				
	색 취득 형태				
	밝기 변환 방법				
	색 보간 방법				
	프레임 크기		fr_X fr_Y		
TR 차트	표적 거리				
	십자 모양 패턴 위치 (tc_N의 값에 따라 다수의 tc_X, tc_Y를 가질 수 있음)		tc_N tc_X tc_Y		
판별 변수	판별 변수명				
	판별 변수 계산 방법				
판별 규칙	판별 형태				
	판별 기준치		하한값		
			상한값		
		특정값			
광원 정보	색온도 종류				
	조도 종류				
	조사 종류				

TR 차트의 경우, 일반적으로 십자 모양 패턴은 5 개를 사용하지만 더 많은 십자 모양 패턴을 사용하여 더 자세한 테스트를 수행할 수 있도록 십자 모양 패턴의 수를 tc\_N으로 지정할 수 있도록 하였다.

십자 모양 패턴은 TR 차트 중앙의 패턴이 C0 (tc0\_X, tc0\_Y)로 지정되고, 나머지가 C1 (tc1\_X, tc1\_Y), C2 (tc2\_X, tc2\_Y) ... 와 같이 차례로 지정된다. Cn (tcn\_X, tcn\_Y)는 각각 C0 (tc0\_X, tc0\_Y)으로부터의 상대적인 거리를 mm 단위로 나타낸 값이다. Cn이 C0보다 왼쪽, 오른쪽에 있으면 tcn\_X는 각각 (-), (+)의 값을 가지게 되고, C0보다 위쪽, 아래쪽에 있으면 tcn\_Y는 각각 (-), (+)의 값을 가지게 된다. 예를 들어 그림 1의 TR 차트에서는 5개의 십자 모양 패턴을 사용하기 때문에 tc\_N은 5가 되고, tc0\_X=0, tc0\_Y=0, tc1\_X=-D<sub>H</sub>/2, tc1\_Y=-D<sub>V</sub>/2, tc2\_X=D<sub>H</sub>/2, tc2\_Y=-D<sub>V</sub>/2, tc3\_X=D<sub>H</sub>/2, tc3\_Y=D<sub>V</sub>/2, tc4\_X=-D<sub>H</sub>/2, tc4\_Y=D<sub>V</sub>/2이 된다.

판별 변수와 판별 규칙의 표기법은 영상 취득 특성 테스트와 동일하나, 광학적 특성 테스트의 특성 상 X, Y 방향에 대해 각각 판별 변수와 판별 규칙을 적용하는 경우가 종종 있기 때문에 시험 사양에서도 X, Y 방향을 구분하여 표기할 수 있도록 하였다.

**2. 표준 광학적 특성 테스트의 시험 사양**

본 논문에서 제안된 기술 방법을 검증하기 위해, II장에서 설명한 기울임도 테스트, 회전도 테스트, 화각 테스트의 시험 사양을 표 2, 3, 4와 같이 기술하였다. 세 테스트 모두 TR 차트는 십자 모양 패턴 5개를 가진다. 표 2의 기울임도 테스트는 판별 변수와 판별 규칙은 X, Y 방향을 구분하여 표기하였으며, 표 3의 회전도 테스트와 표 4의 화각 테스트는 X, Y 방향을 구분하지 않고 표기하였다.

세 테스트를 본 논문에서 제안한 방법을 기술해본

Table 2. Test specification of tilt test  
 표 2. 기울임도 테스트의 시험 사양

시험 사양			종류	값	
상위	중위	하위		X	Y
시험명			지정값	기울임도 테스트	
센서 정보	센서 종류		사용자값	-	
	색 취득 종류		권장값	베이어 취득	
	색 취득 형태		사용자값	-	
	밝기 변환 방법		사용자값	-	
	색 보간 방법		사용자값	-	
	프레임 크기	fr_X	사용자값	-	
fr_Y		사용자값	-		
TR 차트	표적 거리		사용자값	-	
	십자 모양 패턴 위치	tc_N	지정값	5	
		tc0_X	사용자값	-	
		tc0_Y	사용자값	-	
		tc1_X	사용자값	-	
		tc1_Y	사용자값	-	
		tc2_X	사용자값	-	
		tc2_Y	사용자값	-	
		tc3_X	사용자값	-	
		tc3_Y	사용자값	-	
		tc4_X	사용자값	-	
tc4_Y	사용자값	-			
판별 변수	판별 변수명		지정값	$\Phi_X$	$\Phi_Y$
	판별 변수 계산 방법		지정값	$EX = \frac{fr\_X}{2} - X0$ $\phi_X = \tan^{-1} \frac{D_{PI} \times (D_T - D_{FL}) \times EX}{D_T \times D_{FL}}$	$EY = \frac{fr\_Y}{2} - Y0$ $\phi_Y = \tan^{-1} \frac{D_{PI} \times (D_T - D_{FL}) \times EY}{D_T \times D_{FL}}$
판별 규칙	판별 형태		지정값	범위외	범위외
	판별 기준치	하한값	사용자값	-	-
		상한값	사용자값	-	-
특정값	사용불가	-	-		
광원 정보	색온도 종류		권장값	D65 또는 F11(TL84)	
	조도 종류		권장값	W1 또는 W2	
	조사 종류		권장값	투과형	

결과, 이들 테스트를 모두 명확하고 간결하게 시험 사양을 기술할 수 있었으며, 향후 사용하게 될 지도 모를 다양한 테스트도 본 논문에서 제안된 기술 방법으로 문제없이 기술할 수 있을 것으로 생각된다.

#### IV. 결론

이미지 센서 모듈에서 영상 취득 특성 테스트와 광학적 특성 테스트는 거의 비슷한 방법과 절차로 수행

Table 3. Test specification of rotate test

표 3. 회전도 테스트의 시험 사양

시험 사양			종류	값
상위	중위	하위		
시험명			지정값	회전도 테스트
센서 정보	센서 종류		사용자값	-
	색 취득 종류		권장값	베이어 취득
	색 취득 형태		사용자값	-
	밝기 변환 방법		사용자값	-
	색 보간 방법		사용자값	-
	프레임 크기	fr_X	사용자값	-
fr_Y		사용자값	-	
TR 차트	표적 거리		사용자값	-
	십자 모양 패턴 위치	tc_N	지정값	5
		tc0_X	사용자값	-
		tc0_Y	사용자값	-
		tc1_X	사용자값	-
		tc1_Y	사용자값	-
		tc2_X	사용자값	-
		tc2_Y	사용자값	-
		tc3_X	사용자값	-
		tc3_Y	사용자값	-
		tc4_X	사용자값	-
	tc4_Y	사용자값	-	
판별 변수	판별 변수명		지정값	$\Theta$
	판별 변수 계산 방법		지정값	$\theta_{12} = \tan^{-1} \frac{Y1 - Y2}{X1 - X2}, \theta_{23} = \tan^{-1} \frac{Y3 - Y2}{X2 - X3},$ $\theta_{34} = \tan^{-1} \frac{Y3 - Y4}{X3 - X4}, \theta_{41} = \tan^{-1} \frac{Y1 - Y4}{X4 - X1}$ $\theta = \frac{\theta_{12} + \theta_{23} + \theta_{34} + \theta_{41}}{4}$
판별 규칙	판별 형태		지정값	범위외
	판별 기준치	하한값	사용자값	-
		상한값	사용자값	-
	특정값	사용불가	-	
광원 정보	색온도 종류		권장값	D65 또는 F11(TL84)
	조도 종류		권장값	W1 또는 W2
	조사 종류		권장값	투과형

되기 때문에 테스트 장비에서는 대체적으로 영상 취득 특성과 광학적 특성을 함께 테스트한다. 이에 따라 본 논문에서는 광학적 특성 테스트를 영상 취득 특성 테스트와 유사한 방법으로 정의할 수 있도록 표

준화한 기술 방법을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 기술 방법을 기울임도 테스트, 회전도 테스트, 화각 테스트에 적용하여 시험 사양을 표기해본 결과, 제안된 표기 방법으로 이들 테스트를

Table 4. Test specification of field-of-view test

표 4. 화각 테스트의 시험 사양

시험 사양			종류	값
상위	중위	하위		
시험명			지정값	화각 테스트
센서 정보	센서 종류		사용자값	-
	색 취득 종류		권장값	베이어 취득
	색 취득 형태		사용자값	-
	밝기 변환 방법		사용자값	-
	색 보간 방법		사용자값	-
	프레임 크기	fr_X	사용자값	-
fr_Y		사용자값	-	
TR 차트	표적 거리		사용자값	-
	십자 모양 패턴 위치	tc_N	지정값	5
		tc0_X	사용자값	-
		tc0_Y	사용자값	-
		tc1_X	사용자값	-
		tc1_Y	사용자값	-
		tc2_X	사용자값	-
		tc2_Y	사용자값	-
		tc3_X	사용자값	-
		tc3_Y	사용자값	-
		tc4_X	사용자값	-
	tc4_Y	사용자값	-	
판별 변수	판별 변수명		지정값	$\psi$
	판별 변수 계산 방법		지정값	$D_X = D_H \times \frac{fr\_X}{X2 - X1}, D_Y = D_V \times \frac{fr\_Y}{Y3 - Y2}, D_D = \sqrt{D_X^2 + D_Y^2}$ $\psi = 2 \times \tan^{-1} \frac{D_D}{2 \times D_T}$
판별 규칙	판별 형태		지정값	범위의
	판별 기준치	하한값	사용자값	-
		상한값	사용자값	-
	특정값	사용불가	-	
광원 정보	색온도 종류		권장값	D65 또는 F11(TL84)
	조도 종류		권장값	W1 또는 W2
	조사 종류		권장값	투과형

성공적으로 표기할 수 있었으며, 다른 광학적 특성 테스트에도 쉽게 이 표기 방법을 적용할 수 있음을 확인하였다.

제안하는 기술 방법은 이미지 센서 모듈의 설계자, 테스트 프로그램 개발자, 테스트 장비 운용자 모두에

게 효율적인 설계 및 테스트를 수행할 수 있도록 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.



## References

- [1] S. Lee, "Standardized Description Method of Image Acquisition Characteristics Tests for Image Sensors and Modules, Journal of IKEEE, vol. 18, no. 1, pp. 64-76, Mar. 2014.
- [2] S. Lee, "Standard Image Acquisition Characteristics Tests for Image Sensors and Modules", Journal of IKEEE, vol. 18, no. 1, pp. 77-95, Mar. 2014.
- [3] Telecommunications Technology Association, TTAK.KO-10.0746, "Evaluation of Image Sensors and Modules Using Acquired Images - Part 1: Generic Description", 2014.
- [4] Telecommunications Technology Association, TTAK.KO-10.0745, "Evaluation of Image Sensors and Modules Using Acquired Images - Part 2: Essential Evaluation Specifications", 2014.
- [5] Korea Semiconductor Industry Association, KSIA-2010.0007, "Test of Image Acquisition Characteristics for Image Sensors", 2010.
- [6] Korea Semiconductor Industry Association, KSIA-2010.0008, "Standard Image Test for CMOS Image Sensors", 2010.
- [7] Korea Semiconductor Industry Association, KSIA-2010.0010, "Test of Optical Characteristics for Image Sensor Modules", 2010.

## BIOGRAPHY

### Seongsoo Lee (Life Member)



1991 : BS degree in Electronic Engineering, Seoul National University.

1993 : MS degree in Electronic Engineering, Seoul National University.

1998 : PhD degree in Electrical Engineering, Seoul National University.

1998~2000 : Research Associate, University of Tokyo

2000~2002 : Research Professor, Ewha Womans University

2002~Now : Associate Professor in School of Electronic Engineering, Soongsil University

<Main Interest> HEVC, Low-Power SoC Design, Multimedia SoC Design, Battery Management