

스마트 NUX용 고해상도 광각렌즈모듈 및 영상왜곡보정 설계

이재곤* · 강민구** · 김원규*** · 이경택****

Design of High-resolution Wide-angle Lenz Module, and Image Distortion Compensation for Smart NUX

Jae-Gon Lee* · Min-Goo Kang** · Won-Kyu Kim*** · Kyung-Taek Lee****

요약

본 논문에서는 광각렌즈기반의 WDR(Wide Dynamic Range)인 2M(Mega)급 CMOS 이미지 센서를 통해 왜곡영상을 보정하는 카메라 모듈의 설계와 렌즈영상의 성능을 분석한다. 또한, 설계한 광각렌즈모듈의 광각렌즈(176°) 특성으로 인한 왜곡영상의 보정된 결과를 분석하였으며, 카메라 모듈의 스마트 NUX(Natural User eXperience) 활용방안을 제안하였다.

ABSTRACT

In this paper, camera modules and lens's images were analyzed for the compensation of distortion image by wide angle lens based WDR(Wide Dynamic Range) with high resolution sensor(2-Mega CMOS Image sensor). Due to wide angle (176°) of designed wide angle camera modules, the compensation result of distorted image was analyzed, and the application of these modules was proposed for smart NUX(Natural User eXperience).

키워드

Lenz Design, High Resolution Sensor, Wide-Angle Lens Module, Image Distortion Compensation Module, Smart NUX Applications
렌즈설계, 고해상도센서, 광각렌즈모듈, 왜곡영상보정모듈, 스마트 NUX 활용

1. 고해상도/광각렌즈 모듈설계

최근 MS사의 X-Box360용 KINECT로 인한 스마트 UX에 관심과 차량용 후방카메라의 저해상도 등으로 인한 광각 왜곡보정 모듈의 개발이 요구되고 있다.

광각렌즈는 한 영역에 원하는 일정 각도의 피사체를 담을 수 있기 때문에 전 범위(Full View)기술이나 한 대의 360° 어안렌즈(Fish-eye Lens) 카메라가

다양한 영상시스템에 활용되어 왔다. 이때, 통형왜곡(Barrel distortion)으로 심한 영상차이를 보정할 필요가 있다[1]. 특히, 이미지 센서의 중앙과 가장자리의 왜곡영상의 보정으로 물체의 움직임 감지 기술과 파노라마 영상에서의 왜곡보정이 가능하다[2].

본 논문에서는 광각렌즈기반의 CMOS 이미지센서 데이터를 통해 광각 영상의 왜곡영상을 보정하는 카메라 모듈의 설계의 성능을 분석하고자 한다.

* 대구가톨릭대학교 디지털디자인학과

** 교신저자 : 한신대학교 정보통신학부

*** 해성테크놀로지

**** 전자부품연구원

접수일자 : 2012. 07. 23

심사(수정)일자 : 2012. 09. 10

게재확정일자 : 2012. 10. 05

1.1 광각렌즈의 분석

어안렌즈의 왜곡영상은 보통의 렌즈보다 초점이 짧은 광각(廣角)렌즈의 한 종류로서 빛이 물 속으로 입사(入射)시 굴절 물고기가 물 속에서 수면을 보면, 180°의 시야라 생각되는 데서 유래한다[3].

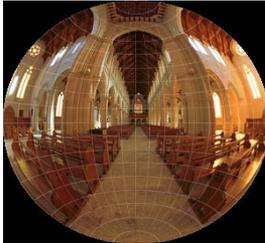


그림 1. 광각(180°)으로 인한 왜곡영상의 분석
Fig. 1 Analysis of distorted image due to 180°

그림 1은 광각렌즈의 이미지 왜곡을 줄여 식별성을 높이도록 광각렌즈를 고해상도로 변화하는 상황에서 왜곡보정으로 주변의 해상력 저하 현상을 보완하도록 표 1처럼 렌즈모듈의 규격을 분석하였다[4].

표 1. 고해상도 광각용 렌즈모듈의 규격분석
Table 1. Spec. analysis of for high resolution and wide-angle lens module

1. 렌즈 화각	180이하	176°설계사레분석
2. 해상력	중심:110lp/mm40% 0.7F:70lp/mm 40	중심:110lp/mm40% 0.7F:70lp/mm 40
3. 전장길이 (Total Length)	15mm이하	12.40mm
4. BFL (Back Focal Length)	2.0mm이하	1.98mm
5. 렌즈 밝기	F2.0이하	F2.2
6. 왜곡보정오차	-5%이하	-0%
7. 센서 픽셀	2Mega이하	2Mega
8. 동작온도	-20° ~ +80°	-20° ~ +60°

1.1.1 Raytracing(광선추적) 결과분석

그림 2와 같이 광각렌즈의 공기층과 렌즈면을 통과

하는 광선다발의 경로를 추적하여 각 필드별로 결상된 상의 위치 및 광선의 이동경로를 파악한다.

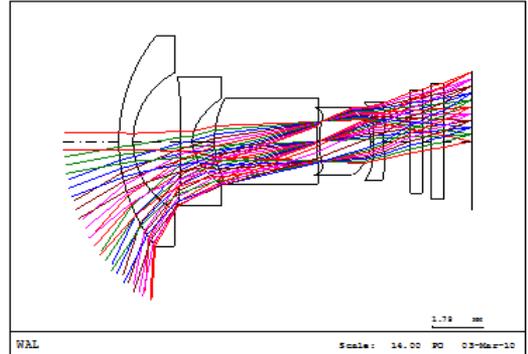


그림 2. Raytracing(광선추적) 측정 데이터 분석
Fig. 2 Data analysis of Raytracing measuring

1.1.2 MTF(Modulation Transfer Function) 분석

그림 3은 광각렌즈의 수평과 수직방향으로 위치한 사인과 물체가 광학계를 통과한 후 각각의 초점 위치 및 필드별로 공간 주파수가 계산된 값으로 광학계의 분해능을 나타내는 그래프를 분석한다.

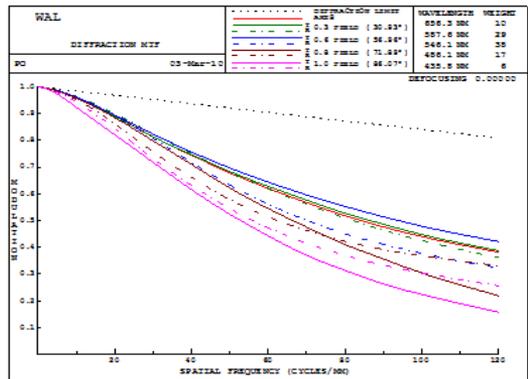


그림 3. MTF 측정 데이터 분석
Fig. 3 Data analysis of MTF measuring

1.1.3 Through Focus MTF(초점관통 MTF)분석

그림 4와 같이 광각렌즈의 기준상면으로 부터 ±Z 방향의 다양한 상면을 정의한 초점관통에 따른 MTF 성능을 나타내는 그래프를 분석한다.

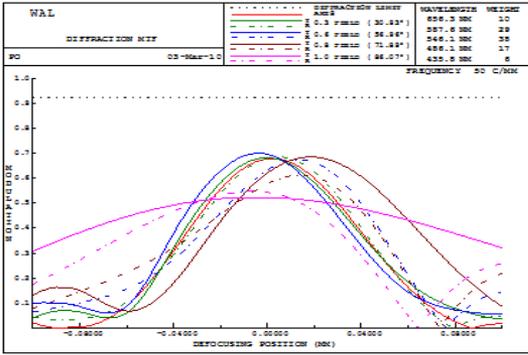


그림 4. Through Focus MTF 측정 데이터분석
Fig. 4 Data analysis of Through Focus MTF measuring

1.2 광각렌즈 기반의 왜곡보정 설계 및 분석

그림 6처럼 설계한 초 광각렌즈는 해상력의 경우 VGA급에서 고해상도로 변화시 왜곡보정으로 인한 주변부 해상력 저하 현상을 보완하였다[5].

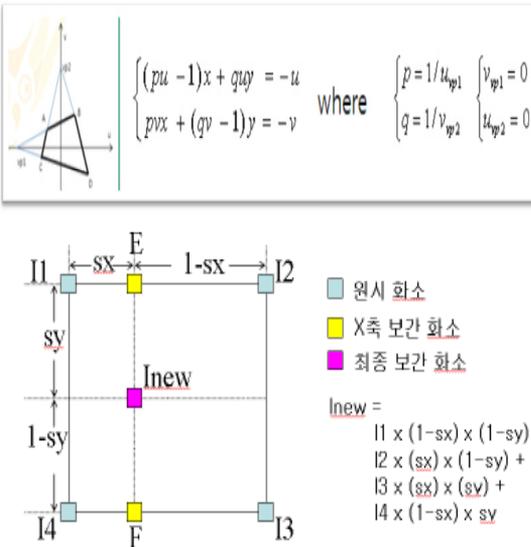


그림 5. 양선형보간법과 왜곡보정알고리즘 분석
Fig. 5 Analysis of bilinear interpolation, and distortion compensation algorithm

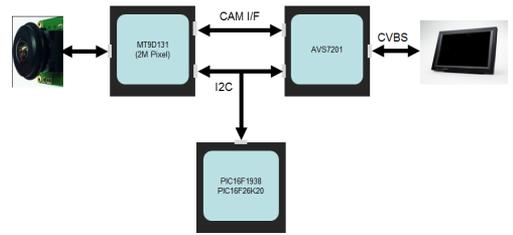


그림 6. 광각렌즈기반 고해상도 모듈 블록도
Fig. 6 Lenz module block diagram of wide-angle based high resolution

II. 고해상도 광각렌즈 모듈의 영상분석

본 논문에서는 Aptina센서기반 카메라 모듈 블록도로 광각 2 메가픽셀 렌즈 기반의 카메라모듈은 제한된 공간에 여러 대의 카메라를 설치하지 않고 넓은 범위의 공간을 관찰할 수 있는 특징이 있다[6].

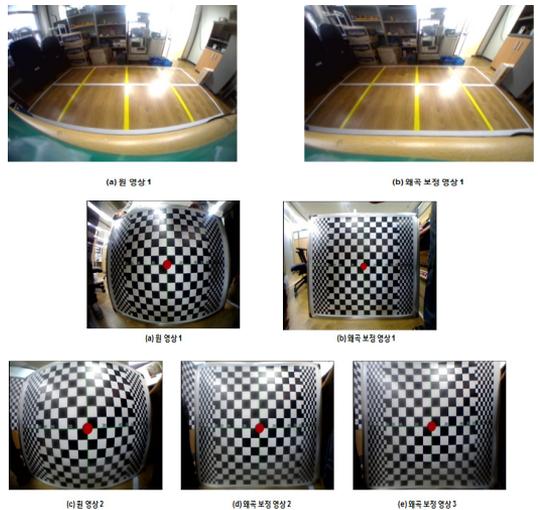


그림 7. 광각렌즈 기반의 고해상도 영상분석
Fig. 7 Analysis of wide-angle based high resolution images

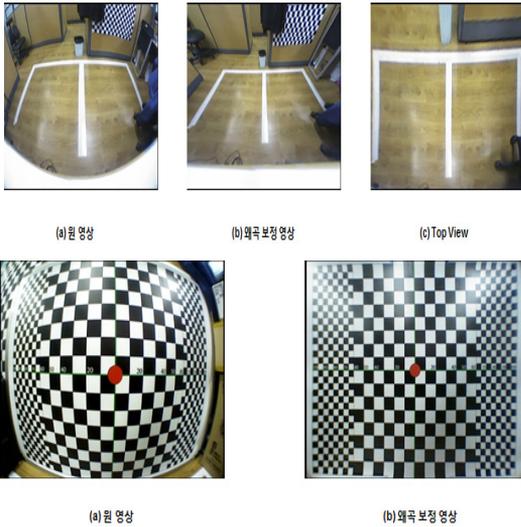


그림 8. 고해상도 광각카메라모듈의 영상비교
Fig. 8 Images comparison of high resolution/wide-angle based lens module

그림 7과 그림 8은 고해상도/광각렌즈의 왜곡보정 결과화면으로 기존 카메라들은 렌즈의 왜곡수차로 인하여 광각렌즈 및 초 광각렌즈를 활용하는데 있어서 제약이 있었으나, 활용한 초 광각렌즈를 보정할 수 있는 왜곡영상의 보정 모듈을 분석하였다[7].

III. 광각렌즈의 성능분석과 영상인식 활용제한

본 논문에서는 스마트 NUX의 활용 이외 기기에서 제스처와 모션 기반의 센서모듈과 차별화된 고해상도 광각왜곡보정용 렌즈와 렌즈모듈을 설계하였다.

3.1 설계한 광각렌즈의 성능 분석

본 연구의 결과로 기존 1.5mm 광각렌즈의 경우, 해상력이 VGA급, 화각 165도의 광각렌즈 였지만[8], 신규 모델로서 해상력 Mega급에 176도 광각렌즈를 개발하였다.

표 2. 1.5mm광각렌즈/1.3mm광각렌즈의 특성비교
Table 2. Comparison of wide-angle(1.5/1.3mm)

구분	해상력	화각	유리 렌즈	플라스틱 렌즈
1.5mm 광각렌즈	VGA	165°	5장	1장
1.3mm 광각렌즈	Mega	176°	2장	3장

이로서 기존 1.5mm 광각렌즈는 구면유리렌즈 5장, 비구면플라스틱렌즈 1장으로 만들어져 대량 생산에 시간이 많이 소요되었으나, 1.3mm 광각렌즈는 구면유리렌즈 2장, 비구면플라스틱 렌즈 3장 구성되어, 구면유리 연마 공정을 줄이고 비구면플라스틱렌즈 사출공정의 비중을 높임으로써 대량 생산하는데 있어 더욱 효율적이게 되었다[8][9].

3.2 손가락 영상인식과 제스처 활용방안 연구

광각렌즈모듈에서 입력되는 왜곡보정 영상을 스마트 NUX로 활용하기 위해 (그림 9)와 같은 손가락 영상의 제스처를 인식함으로써 인터넷 탐색기와 연동하는 스마트 인터페이스(UX) 방안을 제안한다.

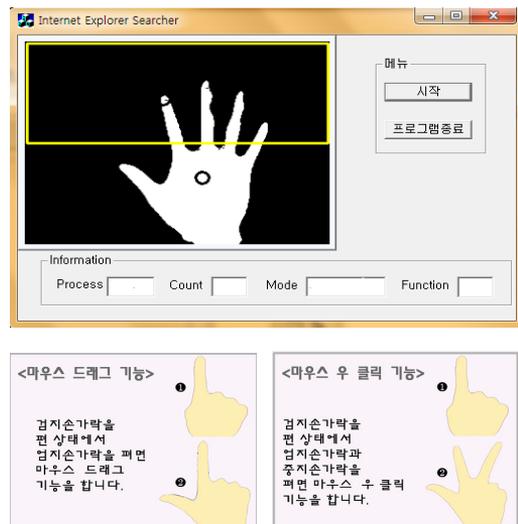


그림 9. 제스처기반 UX위한 손가락영상인식 결과
Fig. 9 Finger recognition for gesture applications

IV. 스마트 NUX활용 연구 및 결론

본 논문에서는 광각 (176°) 특성과 2Mega급 CMOS 이미지 센서를 기반으로 광각왜곡영상의 보정영상의 성능을 분석하였다. 또한, 광각 카메라 모듈을 기반으로 스마트 NUX로 활용하기 위한 손동작 인식방안을 제안하였다. 이러한 스마트 NUX 플랫폼은 스마트 디바이스와 연동될 수 있다.

본 연구의 결과로 클릭부터 여러 개의 손가락을 움직이는 다양한 제스처 인식을 활용할 수 있다. 향후, 마우스 동작이나 버튼 대신 광각렌즈 모듈기반의 손가락 영상인식과 음성을 이용한 명령, 텍스트입력, 검색할 수 있도록 스마트 NUX를 활용한 다양한 스마트 인터페이스를 위한 표준 UX의 정의가 필요하다.

감사의 글

본 논문은 한신대학교의 학술연구비 지원과 중소기업청의 미래선도 기술혁신과제, 및 한국, 이스라엘 재단의 지원으로 이루어졌습니다.

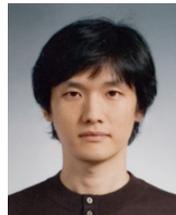
참고 문헌

- [1] 강민구, 손승일, 홍승철, 이재선, "스마트 NUX용 2M 고해상도 광각렌즈 분석," 2012년 한국전자통신학회 춘계학술대회 논문발표집, pp. 71-74, 06, 2012.
- [2] 강민구, 백중호, 이경택, 이재선, "제스처인식과 스마트 NUX 동향분석," 한국인터넷정보학회 13권, 4호, pp. 45-50, 2011.
- [3] 김형일, "청소로봇을 위한 속성기반 자동 청소 기법," 한국정보기술학회지, 8권, 10호, pp. 9-16 2010.
- [4] 이승우, 김남, 송영준, 박태형, 권오욱, "양선형보간법을 이용한 입체영상의 키스톤 왜곡보정," 한국광학회 동계학술발표회 논문집 pp. 245-246, 01, 2007.
- [5] 이승우, 송영준, 김 남, "3차원 입체영상에서 양선형 보간법을 이용한 키스톤 왜곡 보정," 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 4권, 2호, pp. 524-527, 2006.
- [6] 인텔 코오퍼레이션, "디지털 카메라에서 이미지 왜곡을 소프트웨어적으로 보정하는 장치 및 그

방법," 특허등록번호 100425751, 03, 2004.

- [7] 강민구, 이성민, 이동훈, 홍승철, 이재선, "웹캠 기반의 손가락 제스처인식과 인터넷탐색기 설계," 한국인터넷정보학회학술대회논문집, pp. 251-252, 06, 2012.
- [8] 광성우, 최홍, 양정민, "HSDPA 기반 실시간 영상 전송 및 위치 인식 시스템," 한국전자통신학회논문지, 7권, 1호, pp. 21-26, 2012.
- [9] 서한석, 임화영, "뉴로-피지 추론시스템을 이용한 입체 영상 카메라의 왜곡 영상 보정," 한국전자통신학회논문지, 5권, 3호, pp. 262-268, 2010.

저자 소개



이재곤(Jae-Gon Lee)

1998년 서울대학교산업디자인학과 (학사)

2005년 서울대학교 공예디자인학부(석사)

2011년 서울대학교 디자인학부(박사수료)

2012년 서울전자(주) 디자인그룹 멤버

2007~10 국민대학교시각디자인학과(전임강사)

2011~현재 대구가톨릭대학교 디지털디자인과(전임강사)

※ 관심분야 : 스마트UX 디자인 및 설계



강민구(Min-Goo Kang)

1986년 연세대학교 전자공학과(공학사)

1989년 연세대학교 전자공학과(공학석사)

1994년 연세대학교 전자공학과(공학박사)

1985~1987년 삼성전자(연구원)

2000~현재 한신대학교 정보통신학부(교수/학과장/기획처장)

2006~2007 국무총리실 방송통신융합추진위 전문위원

※ 관심분야 : 방송통신시스템, 임베디드통신



김원규(Won-Kyu Kim)

1983 경희대학교 기계공학(공학사)
1985 중앙대학원 기계공학(공학석사)
1987~2003 (주)LG전자 생산기술원
(책임연구원)

2011~현재 (주)해성옵틱스/해성테크놀로지(연구소장)

※ 관심분야 : 임베디드모듈설계, 영상통신



이경택(Kyung-Taek Lee)

1994 인하대학교 전자재료공학과
(학사)
1996 인하대학교 전자재료공학과
(석사)

2008 연세대학교 전기전자공학과(박사)

1996~1998년 해태전자 통신기술연구소

2002년~현재 전자부품연구원 모바일융합플랫폼 연구센터장

※ 관심분야 : 모바일통신시스템, 방송통신단말/UX