

자동초점에 사용되는 두 가지 Liquid Lens제어에 관한 연구

김남우¹ · 허창우^{2*}

Study on 2 types of Liquid Lens control system used for the autofocus

Nam-Woo Kim¹ · Chang-Wu Hur^{2*}

¹Department of Electronic Engineering, Mokwon University, Daejeon 302-318, Korea

^{2*}Department of Electronic Engineering, Mokwon University, Daejeon 302-318, Korea

요 약

자동초점이란 영상을 획득하는 시스템에서 고정된 촬상면에 자동으로 초점이 맺히도록 렌즈를 구동시키는 방식으로 컴퓨터비전과 카메라 등에서 매우 중요하게 사용된다. 소형 카메라의 경우 자동초점에서 렌즈구동부인 actuator의 기술은 대량생산이 이용이하고, 위치센서가 불필요하며, 회로구성이 용이한 VCM방식이 널리 사용되고 있으며, 구동의 안정성에 비해 크기와 소음이 큰 스텝핑모터 방식, 크기는 가장 작지만 납 함유문제 및 습도 취약성을 갖는 피에조 방식이 있다. 그 외에 액체렌즈방식이 있는데, 소형 구조에 저전력의 장점이 있지만 화질 및 신뢰성 검증 그리고 고압이 필요한 특징을 가지는 구조도 있다. 본 논문에서 5Mpixel급 이미지 센서를 통해 획득한 영상의 선예도를 이용하여 VCM의 actuator처럼 액체렌즈를 제어할 수 있는 제어 시스템을 두 가지를 구현하여 자동으로 초점을 맞추는 기능을 구현 검증하였다.

ABSTRACT

The autofocus system is automatically to drive the focus. It is very important to computer vision system. In the case of a compact camera, the actuator technology is used for auto-focus in mass production. the position sensor is required, the circuit configuration and easy method is widely used in VCM, compared to the stability of the drive size and the noise is a big stepping motor type, size has a piezo system having a humidity problem and the small leaded vulnerability. In addition, there is a liquid lens system, the advantages of low power in a compact structure but also a structure with proven quality and reliability and features required pressure. In this paper, we implement two control systems that can control the actuator as a liquid range of VCM using a sharpness of the image acquired by the image sensor automatically initiates 5Mpixel class was the implementation verification of focusing.

키워드 : 액체렌즈, 자동초점, 디지털 카메라

Key word : Liquid Lens, automatic focusing, digital camera

Received 01 May 2015, Revised 30 May 2015, Accepted 08 June 2015

* Corresponding Author Chang-Wu Hur(E-mail:chang@mokwon.ac.kr, Tel:+82-42-829-7655)

Department of Electronic Engineering, Mokwon University, Daejeon 302-318, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.6.1493>

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. 서 론

최근 출시되고 있는 고성능 IT기기들은 여러 가지 멀티미디어 기능을 실장하여 출시되고 있다.

이 기능 중 Camera 기능은 화소수의 증가와 기술력의 향상으로 일반 디지털 카메라와 비교해도 손색없는 기능을 구현하게 되었으며 소비자 또한 다기능과 안정된 제품을 요구하게 되었다. 고성능 Camera가 실장된 대부분의 Hand-Phone에는 디지털 카메라와 동일한 Auto Focusing 기능이 실장되어 있으며 Auto Focusing 기능 구현을 위해 Actuator가 적용되어 있다. Actuator에는 구조와 구동방식에 따라 액체렌즈, PIEZO, ENCODER, VCM으로 나뉜다. 액체렌즈 방식은 소형 구조 및 저전력 소비의 장점을 가지고 있지만 화질 및 신뢰성 검증이 필요하고 30volt 이상의 고압이 필요한 단점도 가지고 있다.

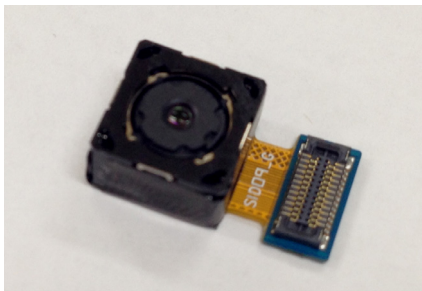


그림 1. 일반적인 VCM 카메라
Fig. 1 VCM actuator compact camera

초창기 제품들의 경우 화질 및 신뢰성에 대한 문제들도 있었지만 성능개선이 되면서 대량생산 및 가격경쟁이 필요한 분야보다 고성능 분야의 머신비전, 스마트 카메라, 바코드 리더기, 안과 장비, 의료영상, Military 등의 용도로 사용되고 있다[5-7].

본 논문에서는 액체렌즈를 제어하여 자동으로 초점을 맞추는 제어방식을 구현하고 검증하였다.

II. 본 론

최근 출시되고 있는 고성능 IT기기들은 여러 가지 멀티미디어 기능을 실장하여 출시되고 있다.

이 기능 중 Camera 기능은 화소수의 증가와 기술력의 향상으로 일반 디지털 카메라와 비교해도 손색없는 기능을 구현하게 되었으며 소비자 또한 다기능과 안정된 제품을 요구하게 되었다. 고성능 Camera가 실장된 대부분의 Hand- Phone에는 디지털 카메라와 동일한 Auto Focusing 기능이 실장되어 있으며 Auto Focusing 기능구현을 위해 Actuator가 적용되어 있다. Actuator에는 구조와 구동방식에 따라 액체렌즈, PIEZO, ENCODER, VCM으로 나뉜다. 액체렌즈 방식은 소형 구조 및 저전력 소비의 장점을 가지고 있지만 화질 및 신뢰성 검증이 필요하고 30volt 이상의 고압이 필요한 단점도 가지고 있다.

초창기 제품들의 경우 화질 및 신뢰성에 대한 문제들도 있었지만 성능개선이 되면서 대량생산 및 가격경쟁이 필요한 분야보다 고성능 분야의 머신비전, 스마트 카메라, 바코드 리더기, 안과 장비, 의료영상, Military 등의 용도로 사용되고 있다.

본 논문에서는 액체렌즈를 제어하는 두 가지 방식을 구현하고 검증하였다.



그림 2. Liquid Lens 와 신호전달 PCB
Fig. 2 Liquid Lens and Flexible PCB

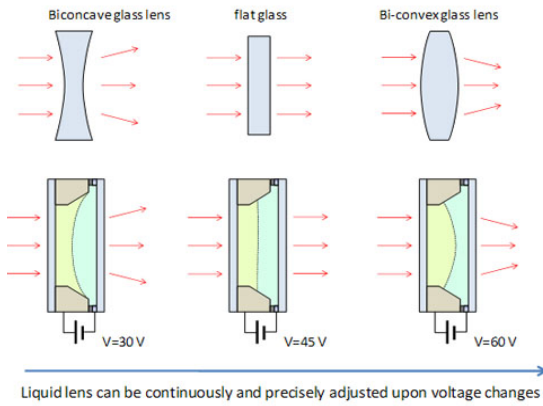


그림 3. Liquid Lens의 곡률변화
Fig. 3 Curvature control of Liquid Lens

2.1. 액체렌즈 제어 방법

전압 변화를 통해 액체-액체 사이의 곡률을 변형시키고 이에 따라, 설치된 광학 렌즈의 초점 길이를 제어할 수 있다. 액체 렌즈의 저변이 많지 않다보니 관련하여 제어 시스템에 사용할 수 있는 방법 또한 그 가지수가 많지 않다. 본 논문에서는 두 가지 다른방식을 비교하는 시험을 위해서 아래와 같은 보드를 이용하여 검증하였다.

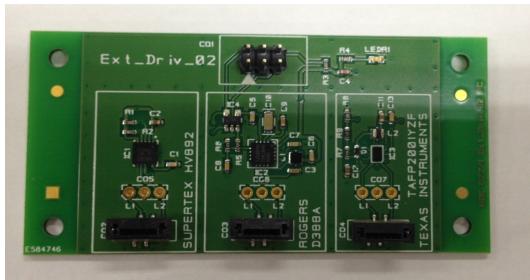


그림 4. Liquid Lens의 곡률변화
Fig. 4 Curvature control of Liquid Lens

두 가지 방법모두 전압 제어를 위한 하드웨어는 아래와 같은 하드웨어를 이용하고 I2C를 통해서 값을 제어할 수 있다.

2.2. 액체렌즈 제어 방법 1

첫 번째 방식은 inductive-based boost converter 와 다중 출력을 위한 H-bridges를 사용하는 방식이다[3].

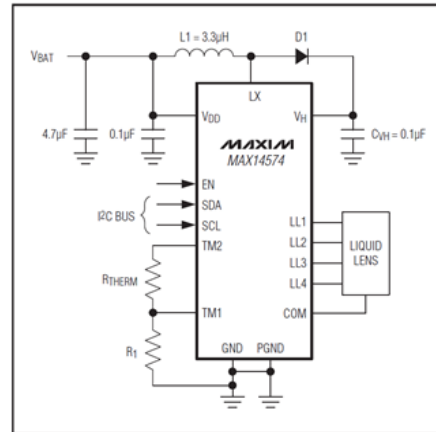


그림 5. MAX14574 렌즈 드라이버
Fig. 5 MAX14574 Lens Driver

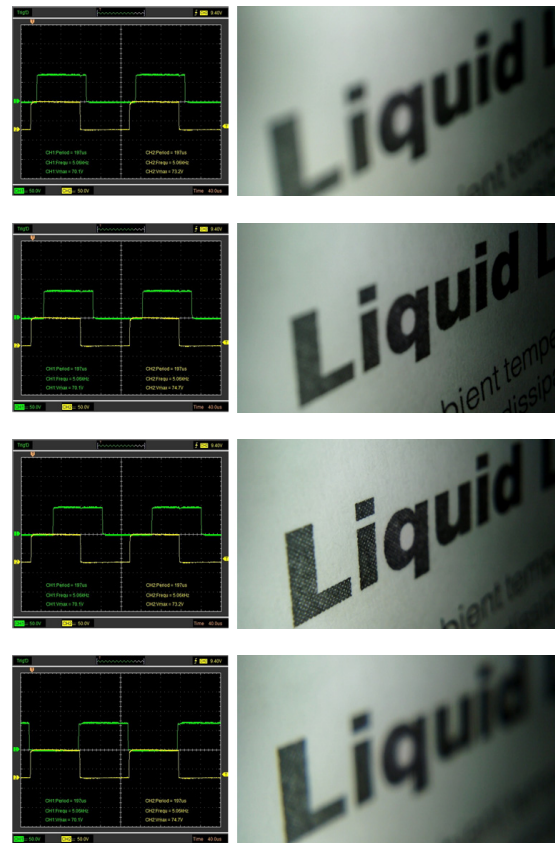


그림 6. MAX14574 렌즈 제어 범위(0~1023)
Fig. 6 MAX14574 Lens Control(0~1023)

2.3. 액체렌즈 제어 방법 2

두 번째 방식은 charge pump boost converter를 사용하여 액체 렌즈에 드라이브 하는 방식으로 외부에 인덕터나 다이오드가 필요 없는 방식이다[4].

또한 H-bridge 출력을 통해서 렌즈에 AC를 인가하여, 렌즈에 교차하는 극성이 인가되는 동안 high boot converter를 사용 가능하도록 해 준다. 상승과 하강 에지를 컨트롤 하면서 EMI를 감소시키는 효과도 있다.

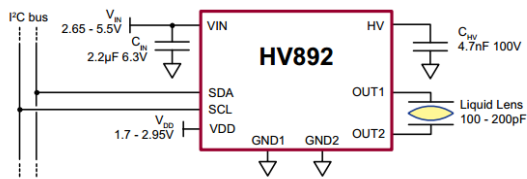


그림 7. HV892 렌즈 드라이버
Fig. 7 HV892 Lens Driver

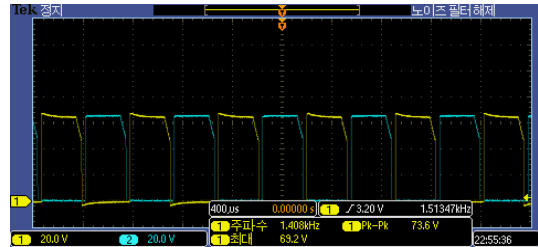


그림 8. HV892 렌즈 드라이버(1~255, 0 : OFF)
Fig. 8 HV892 Lens Driver(1~255, 0 : OFF)

2.4. 자동초점 검증 방식

자동 초점 방식은 크게 능동 방식(Active System)과 수동 방식(Passive System)으로 나뉜다[1]. 능동 방식은 거리 측정을 위해 카메라가 초음파나 적외선을 방출하기 때문에 ‘능동’이라고 불리고 수동 방식은 물체로부터 자연적으로 반사된 빛을 이용하여 초점을 맞춘다[2]. 일반적으로 수동방식은 능동방식에 비해 외부 센서를 사용하지 않기 때문에 가격이 저렴하여 대부분의 소비자 용 디지털 카메라에 사용된다.

수동 초점 방식 시스템은 일반적으로 초점 영역 선택, 선예도 측정 그리고 피크 검색 세 가지 구성 요소가 포함한다[1]. 수동초점 방식은 일반적으로 그림 9처럼 반복방식으로 동작 한다.

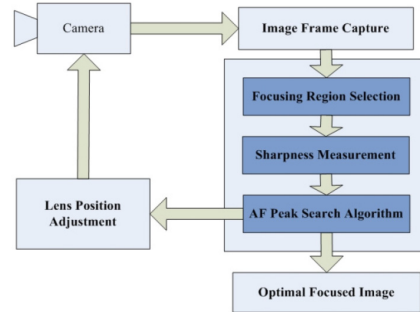
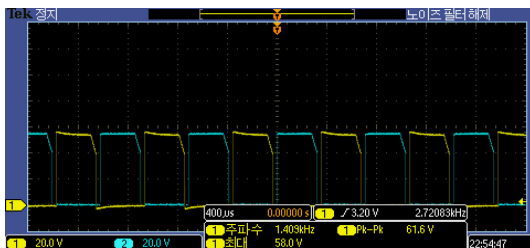
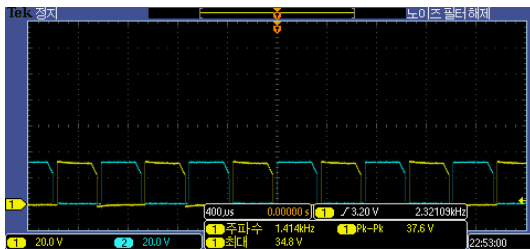
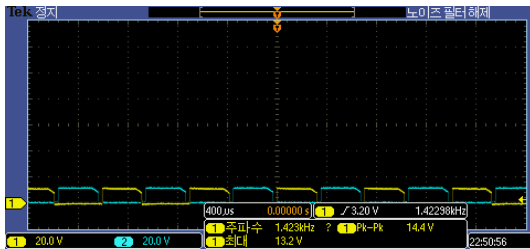


그림 9. 수동초점의 일반적인 방식
Fig. 9 Manual focusing method

먼저, 이미지를 현재 렌즈 위치 또는 초점 거리에서 카메라에 의해 획득한다. 다음에, 초점 영역 선택 과정에서는 선예도를 계산할 획득영상의 부분을 결정하고, 선예도 측정은 초점 영역에 적합도를 계산한다. 마지막으로, 피크 탐색 단계에서는 적합도 후보로부터 최대

선명도 또는 최상 렌즈 위치를 획득한다.

선명도 함수는 수학적으로 이미지 선명도의 양적인 설명이며, 포커스 아웃 영상에 대한 초점의 정도를 나타내는 값은 수치 척도를 제공한다[2,4].

선명도가 화상의 contrast에 관련되어 있기 때문에 선명도 함수로서 contrast 측정값을 사용할 수 있다. 그림 10에서 보는바와 같이, 콘트라스트의 변화와 함께 렌즈 위치도 변하게 된다. 콘트라스트가 가장 집중된 이미지에 대한 최대값에 도달하고 이미지가 흐리게함에 따라 감소한다.

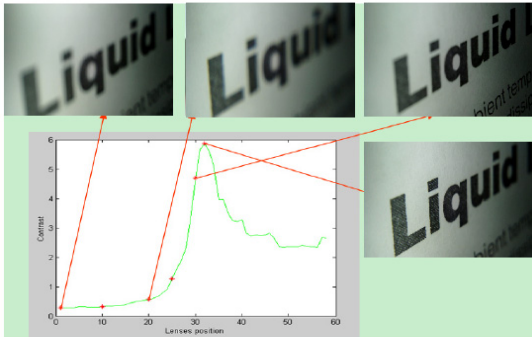


그림 10. 렌즈 위치에 따른 이미지 contrast
Fig. 10 Contrast of each lens position

다양한 contrast 측정 방법이 오래동안 수동 방식의 AF에 사용되어 왔다. 여러가지 AF 알고리즘을 비교해 보면, 여러 장의 장면들중에서 상대적으로 장점이 있는 화면을 찾는 방식이다. 결과적으로 Tenengrad, Prewitt 에지 검출, 그리고 라플라스 등의 2 차원 공간 측정 방법이 정확성 관점에서 최적의 성능을 얻을 수 있다[1,2].

III. 결 론

본 논문에서 액체 렌즈를 사용하는데 있어서 반드시 필요한 두 가지 다른 드라이버 방식을 5Mpixel급 이미지 센서와 액체 렌즈 및 PC와 연결을 위한 하드웨어를 구성하고 이를 통해 PC에서 획득한 영상의 선명도를 이용하여 자동초점 방식으로 초점을 맞추는 제어 방식을 구현하여 제어범위 안에서 동작함을 검증하였다.

REFERENCES

- [1] Comaniciu, D., "Kernel-Based Object Tracking", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*. vol. 25, No. 5 2003, pp. 564-575
- [2] Comaniciu, D. and Meer, P., "Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*. vol. 24, No.5 2002. 5
- [3] MAXIM, www.maxim-ic.com, "4-Channel, High-Voltage, Liquid Lens Driver for OIS/AF Systems", Technical Report 19-5724 : Rev 0; 12/10.
- [4] Supertex inc. www.supertex.com, "Inductorless Liquid Lens Driver" Technical Report Doc.#DSFP-HV892
- [5] Camera Module lecture. [Internet]. Available: http://www.krx.co.kr/por_kor/coreboard/...04/download.jspx?type...
- [6] The camera module components industry trends and forecasts. [Internet]. Available: http://img.shinhan.com/cib/ko/data/FSB_0805_06.pdf
- [7] http://ko.wikipedia.org/wiki/HSV_%EC%83%89_%EA%B3%B5%EA%B0%84



김남우(Nam-Woo Kim)

1998년~1999년 한국전자통신연구원 위촉연구원
2000년 목원대학교 공학석사
1999년~2004년 (주)에스엠아이티 과장
2004년~2006년 (주)힘스코리아 전임연구원
2006년~2008년 (주)휴인스 선임연구원
2009년~현재 (주)파인텔레콤 책임연구원

※관심분야 : SoC설계 및 검증, 임베디드 시스템, 통신용 반도체



허창우(Chang-Wu Hur)

1991년 연세대학교 전자통신공학과 공학박사
1994년 ~ 현재 목원대학교 전자공학과 교수
※관심분야 : 반도체공학 및 VLSI설계