

적응적 이진화를 이용한 렌즈의 흠집 검출

안하준 · 박재우 · 김광백

신라대학교 컴퓨터공학과

A Crack Detection of Lens using Adaptive Binarization

Ha-jun Ahn · Jae-woo Park · Kwang Baek Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : hjurn@naver.com, er500rfv@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요약

본 논문에서는 적응적 이진화 기법을 적용하여 흠집 영역을 검출한다. 제안된 방법은 안경 렌즈 영상에서 명암 대비를 적용하여 렌즈의 명암을 강조한다. 명암이 강조된 영상에서 렌즈 밖의 배경 영역은 흠집 검출에 불필요하므로 개선된 평균 이진화 기법을 적용한 후에 렌즈의 윤곽선을 검출하여 렌즈 이외의 배경을 제거한다. 렌즈 이외의 배경이 제거된 렌즈 영상에서 렌즈 내부에 명암대비를 적용하여 렌즈 내부의 배경과 흠집의 명암을 강조한다. 명암이 강조된 렌즈 내부 영역에서 적응적 이진화 기법을 적용하여 흠집과 잡음을 검출한다. 잡음은 중간값 필터를 적용하여 제거한 후에 흠집 영역을 추출한다. 추출된 흠집 영역을 렌즈의 중심으로부터의 거리와 흠집의 크기를 퍼지 추론 규칙을 적용하여 눈에 미치는 영향 정도를 분석한다.

본 논문에서 제안된 방법의 성능을 분석하기 위해 CHEMI, MID, HL, HM과 같은 시력 보정용 렌즈 영상 6장을 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법이 기존 렌즈 흠집 추출 방법보다 흠집 영역이 정확하게 추출되었고 눈에 미치는 영향을 효과적으로 분석할 수 있는 가능성을 확인하였다.

키워드

적응적 이진화, 중간값 필터링, 배경 제거

I. 서론

을 제안한다.

현대인들은 일상생활 속에서 많은 종류의 전자 기기를 사용하고 있다. 그로 인해 많은 사람들이 눈에 대한 피로, 시력저하, 건조증을 가지고 생활하며 시력저하에 따른 불편함을 안경이나 콘택트 렌즈 착용 또는 눈 시술 등으로 해결하려 한다 [1]. 하지만 콘택트 렌즈 착용이나 눈 시술은 부작용을 동반하고 있어서 대부분의 사람들은 부작용이 적은 안경을 선호하고 있다. 그러나 안경 렌즈는 공정 과정 및 운반 과정에서 미세한 흠집들이 발생하며 흠집의 크기와 위치에 따라 눈에 직접적인 영향을 미쳐 시력저하가 발생한다 [2]. 그리고 안경 렌즈의 흠집 검사는 안경사의 육시검사로 이루어져 정확한 결과가 나오지 않는다. 따라서 본 논문에서 안경 렌즈 영상에 양방향 소벨 마스크를 적용하여 렌즈 영역을 검출한 후, 적응적 이진화 기법과 개선된 명암 대비 스트레칭 기법을 적용하여 흠집을 검출한다. 검출된 흠집을 퍼지 추론 규칙을 적용하여 렌즈 흠집이 눈에 미치는 영향정도를 그래프로 나타내는 방법

II. 적응적 이진화를 이용한 흠집의 검출

기존 연구에서는 히스토그램 스트레칭 및 평균 이진화 기법을 적용하여 흠집을 검출하였다. 하지만 기존 연구 방법은 일부 렌즈 영상에서 빛과 흠집의 명암 값이 유사하여 일부 렌즈 영상에서 흠집을 검출할 수 없다는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 개선된 평균 이진화 기법과 적응적 이진화 기법을 적용하여 흠집을 추출하는 방법을 제안한다. 렌즈 영상에서 흠집 검출 과정은 그림 1과 같다.

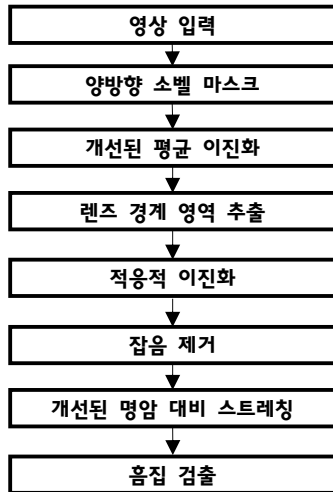
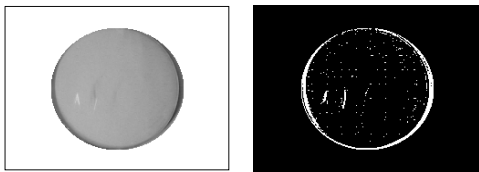


그림 1. 렌즈 영상 흠집 검출 과정

추출된 렌즈의 내부 영역은 히스토그램 분포가 불균등하게 분포되어 있다. 따라서 불균등하게 분포되어 있는 렌즈의 내부 영역에 적응적 이진화 기법을 적용한다[3]. 적응적 이진화의 식은 식 (1)과 같다. 식(3)에서 $m(x)$ 과 $s(x)$ 는 각각 관심화소를 중심으로 한 전방향 참조영역인 $m \times n$ 크기의 블록 내 화소들의 평균과 표준편차이고, k 와 r 은 지역 영상의 평균과 표준 편차를 고려하는 상수들로 본 논문에서 각각 0.5와 128로 설정하였다[4].

$$T(x) = m(x) \left[1 + \kappa \left(\frac{s(x)}{R} - 1 \right) \right] \quad (1)$$

그림 2(a)는 추출된 렌즈 내부 영역이고 그림 2(b)는 추출된 렌즈 내부 영역에 적응적 이진화 기법이 적용된 결과이다.



(a) 원 영역 외부 배경 제거 (b) 적응적 이진화 적용 결과

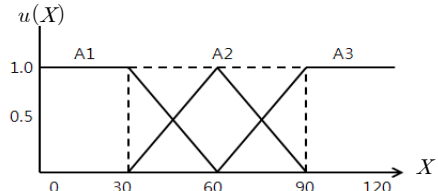
적응적 이진화 기법이 적용된 렌즈 내부 영역에서 미세 잡음을 제거하기 위해 중간값 필터를 적용한다. 중간값 필터를 적용하여 미세 잡음이 제거된 렌즈 내부 영역에서 경계 영역을 제거하기 위해 원 영상 영역에 개선된 명암 대비 스트레칭을 적용한다. 흠집 검출의 정확성을 개선하기 위하여 중간값 필터가 적용된 렌즈의 내부 영역의 명암도 값과 개선된 명암 대비 스트레칭이 적용된 렌즈의 내부 영역의 명암도 값의 차이를

이용하여 렌즈의 윤곽선을 제거한 후에 흠집을 검출한다. 중간값 필터가 적용된 그림 3(a)에서 윤곽선을 제거한 결과는 그림 3(b)와 같다.

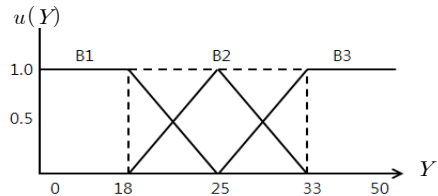


(a) 중간값 필터 (b) 윤곽선 제거
그림 3. 윤곽선 제거 적용 결과

제안된 흠집 검출 과정에서 획득한 흠집의 크기 정보와 렌즈의 중심으로부터 흠집 사이의 거리 정보를 퍼지 추론 규칙에 적용한다. 따라서 그림 4(a)와 같은 흠집 크기의 소속 함수와 그림 4(b)와 같은 렌즈의 중심에서 흠집의 거리에 대한 소속 함수를 적용하여 소속도를 구한 후, 퍼지 추론 규칙에 적용한다.



(a) 흠집 크기에 대한 소속함수



(b) 중심과 흠집의 거리에 대한 소속함수
그림 4. 퍼지 소속 함수

눈에 미치는 영향에 대한 특징을 그림 4(a)와 (b)를 적용하여 소속도를 구한다. 구한 소속도를 표 1과 같은 퍼지 추론 규칙에 적용한다. 퍼지 추론 규칙에서 추론 방법은 Max-Min 추론 방식으로 추론하여 최종 소속도를 구한다[4].

표 1. 퍼지 추론 규칙

규칙1	If X is A1 and Y is B1 Then W is BM
규칙2	If X is A1 and Y is B2 Then W is B
규칙3	If X is A1 and Y is B3 Then W is B
규칙4	If X is A2 and Y is B1 Then W is SM
규칙5	If X is A2 and Y is B2 Then W is M
규칙6	If X is A2 and Y is B3 Then W is BM
규칙7	If X is A3 and Y is B1 Then W is S
규칙8	If X is A3 and Y is B2 Then W is S
규칙9	If X is A3 and Y is B3 Then W is SM

추론 규칙을 통해 구한 최종 소속도를 식 (2)와 같이 무게중심법을 적용하여 비퍼지화 한다[5]. 비퍼지화 된 값을 정규화하여 결과값을 구한 후 그림 5와 같은 흠집이 눈에 미치는 영향에 대한 소속 함수에 적용하여 흠집이 눈에 미치는 정도를 분석한다.

$$p^* = \frac{\sum u(W)W}{\sum u(W)} \quad (2)$$

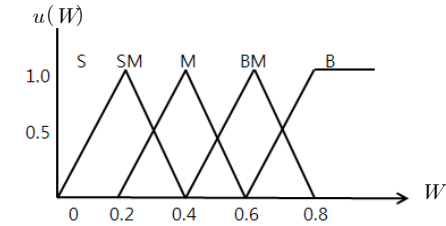
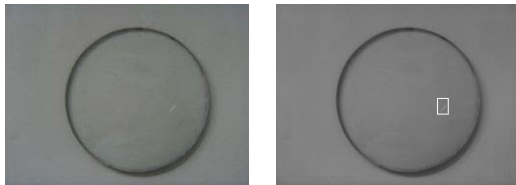


그림 5. 흠집이 눈에 미치는 영향에 대한 소속 함수

III. 실험 및 결과분석

본 논문에서 제안한 방법을 Intel i5-6600 3.3GHz CPU와 16GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC 상에서 Visual Studio .NET 2015 C# 으로 구현하여 실험하였다. 실험에 적용된 영상은 안경사가 촬영한 CHEMI MID HL HM 시력 보정용 렌즈 영상 6장을 대상으로 실험하였다. 본 논문에서 제안된 흠집 검출에 대한 결과는 그림 6과 같다.



원본 영상 흠집 검출 결과
그림 6. 흠집 추출 결과

IV. 결 론

본 논문에서는 렌즈 영상의 흠집 정보를 이용하여 시력을 분석하기 위해 적응적 이진화 기법을 이용하여 흠집을 자동으로 검출하고 눈에 미치는 영향을 퍼지 추론 기법을 적용하여 눈에 미치는 영향 정도를 분석하는 방법을 제안하였다.

향후 연구 과제는 공정 렌즈의 흠집 크기의 정밀도를 높이기 위해 개선된 명암 대비를 이용하여 정확한 크기의 흠집을 검출하는 기법을 연구하여 안경 전문의와 함께 안경 렌즈의 흠집이 눈에 미치는 정도를 정확히 분석하기 위해 임상적

인 실험과 통계학적 분석 방법으로 확장할 것이다.

참고문헌

- [1] 김정희, 홍진석, 이학준, “노안의 직업과 굴절상태에 따른 누진다초점 안경 착용 실태 조사, “ 대한시과학회지, Vol.11, No.2, pp. 93-104, 2009.
- [2] 이원진, “안경렌즈(CR-39)에의 DLC HARD 코팅에 관한 연구, ” 한국안광학회지, Vol. 6, No.1, pp.87-91, 2001.
- [3] 김대현, 오정수, “저화질 문서영상들을 위한 적응적 이진화 알고리즘, ” 한국통신학회, 한국 통신학회논문지, Vol.37, No.7, pp.581-585, 2012.
- [4] A. Kandel, G. Langholz, Fuzzy Control Systems, CRC Press, Inc., 1994.
- [5] W. Pedrycz, Fuzzy Control and Fuzzy Systems, Research Studies Press Ltd, 1989.