



미디어 필터를 적용한 모바일 폰용 자동초점조절 알고리즘에 관한 연구

Study on Autofocusing Algorithm with Median Filter for Mobile Phones

저자
(Authors) 박석휘, 김영철
SeokHwi Park, YoungChul Kim

출처
(Source) [한국멀티미디어학회 학술발표논문집](#), 2009.5, 20-23 (4 pages)

발행처
(Publisher) [한국멀티미디어학회](#)
Korea Multimedia Society

URL <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01621603>

APA Style 박석휘, 김영철 (2009). 미디어 필터를 적용한 모바일 폰용 자동초점조절 알고리즘에 관한 연구. 한국멀티미디어학회 학술발표논문집, 20-23.

이용정보
(Accessed) 경기과학고등학교
211.114.***.173
2018/10/22 17:23 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

미디어 필터를 적용한 모바일 폰용 자동초점조절 알고리즘에 관한 연구

박석휘, 김영철
전남대학교 전자컴퓨터공학과
e-mail : happy252525@yahoo.co.kr

Study on Autofocusing Algorithm with Median Filter for Mobile Phones

SeokHwi Park, YoungChul Kim
Dept. of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

요 약

본 논문에서는 모바일 폰 카메라를 위한 자동초점조절 알고리즘에서 초점조절 여부를 측정하기 위해 초점 값을 찾는 방식으로 미디어 필터를 적용한 SML(Sum of modified Laplacian)방식을 사용했으며 미디어 필터의 적용범위를 변화시키면서 수행속도 및 정확도를 측정하였다. 이상적인 자동초점조절 알고리즘은 최단시간에 최대의 정확도를 가지는 알고리즘이라고 할 수 있으며 이는 수행시간과 정확도가 서로 Trade-off 관계를 가지기 때문에 사실 상 불가능 한 알고리즘이라고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 Trade-off 관계를 가지는 수행속도와 정확도 둘 다 보통 수준으로 유지할 수 있는 알고리즘 구현에 집중하였으며 실험을 통해 검증하였다.

1. 서론

초기 비디오카메라의 자동초점조절(autofocusing)은 초음파나 적외선을 피사체에 쏘아서 피사체로부터 반사되어 되돌아오는 신호를 이용하여 비디오카메라와 피사체 사이의 거리를 계산함으로써 초점을 맞추는 방식을 사용하였다. 그러나 이러한 방식은 자동초점조절 거리에 제한이 있고, 거리 측정의 정밀도가 떨어지며 거리 측정을 위한 부가 장치가 있어야 한다는 문제점이 있다[1]. CMOS이미지 센서를 사용하는 휴대폰 카메라에 이와 같이 부가 장치가 필요한 자동초점조절 방식을 적용시키기는 어렵기 때문에 카메라로부터 얻은 영상의 분석을 통해 수행되는 자동초점조절 방식이 주류를 이루고 있다.

한 영상에서 초점이 맞는지 여부는 그 영상이 에지 성분을 얼마나 많이 포함하고 있는지 또는 고주파 성분을 얼마나 많이 포함하고 있는지 여부를 측정해봄으로써 알 수 있다. 이는 다양한 알고리즘을 통해 수행될 수 있으며 본 논문에서는 이러한 알고리즘 중 Tenengrad, SML(Sum of Modified Laplacian), 미디어 필터를 적용한 SML알고리즘을 다루었으며 각각의 수행 속도 및 정확도를 분석함으로써 성능을 측정하였다. 더불어 이러한 알고리즘들을 통해 실제 정초점위치를 찾는 과정을 global

searching과정과 hill climbing searching[3]과정으로 나누어서 각각의 성능을 측정하였으며 결론적으로 hill climbing searching방식에서 최적의 초점 값 측정알고리즘을 찾는데 주력하였다. 또한 초점 값 계산 영역을 화면 중앙의 일부영역, 즉 전체 화면의 1/9영역으로 제한시킴으로써 연산 양을 줄였으며 이는 자동초점조절 알고리즘의 전체 수행속도를 줄이기 위함이라고 할 수 있다.

2. 초점 값 계산 알고리즘

카메라 영상 분석을 통한 자동초점조절을 위해 사용되는 초점 값 계산 알고리즘에는 Tenengrad, SML(Sum of Modified Laplacian), SDM(Sum of Difference Modulus) 등 다양한 알고리즘이 존재하며 본 논문에서는 Tenengrad와 SML 방식, 미디어 필터를 적용한 SML 방식을 다루었다.

Tenengrad 방식은 영상의 초점 정도를 평가하기 위해 식 1과 같이 영상의 각 화소에서 그래디언트 크기를 누적하여 화면의 초점 값을 결정할 수 있다[1].

$$\sum |\nabla f(x,y)| = \sum \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (1)$$

여기서 $f(x, y)$ 는 원영상이고, f_x , f_y 는 각각 수직, 수평 방향에 대한 그래디언트를 의미한다. 이를 이산영역에서

* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

처리하기 위해 식 2와 같은 행렬을 사용하여 식 3과 같이 해당픽셀의 그래디언트를 구하고 그 값을 누적하여 식 4와 같이 초점 값 $F_{Tenengrad}$ 를 구한다.

$$i_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, i_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$S(x, y) = \sqrt{(i_x * f(x, y))^2 + (i_y * f(x, y))^2} \quad (3)$$

$$F_{Tenengrad} = \sum_x \sum_y S(x, y)^2 \quad (4)$$

Tenengrad 방식은 비교적 임펄스 성 잡음에 영향을 덜 받는 특성을 가지고 있으나 연산식이 복잡하여 연산 수행속도가 다소 느린 단점을 지니고 있다.

SML 방식은 고주파 통과필터인 Laplacian 필터의 2차 도함수 결과의 상쇄를 식 5와 같은 식으로 개선시킨 방법으로 이를 실제 영상의 이산 데이터에 적용시키기 위해 식 6과 같은 행렬을 이용한다. 식 6과 같은 행렬을 적용시킨 결과를 누적하여 합한 결과가 SML에서의 초점 값이라고 할 수 있고 이는 식 7에 나타나 있다[2].

$$\nabla^2 g(x, y) = \left| \frac{\partial^2 g(x, y)}{\partial x^2} \right| + \left| \frac{\partial^2 g(x, y)}{\partial y^2} \right| \quad (5)$$

$$i_x = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad i_y = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$F_{SML} = \sum_x \sum_y (|i_x * f(x, y)| + |i_y * f(x, y)|)^2 \quad (7)$$

이러한 SML 방식은 연산식이 Tenengrad에 비해 단순하여 연산 수행속도가 Tenengrad에 비해 약간 빠르지만 임펄스 성 잡음에 영향을 많이 받는 특성을 가지고 있다.

SML 방식의 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 SML 방식에 미디언 필터를 적용한 방식을 사용하였다. 미디언 필터는 영상의 고주파 성분 즉, 에지 성분을 더욱 뚜렷하게 나타나게 해주는 필터로써 임펄스 성 잡음을 제거해 주는 효과가 있다. 이는 대상 픽셀과 대상 픽셀의 주위 픽셀들에 정렬 알고리즘을 적용한 결과 값의 중간 값을 대상 픽셀에 할당해 주는 필터로써 본 논문에서는 그림 1과 같이 대상 픽셀을 포함하여 총 9개 픽셀에 미디언 필터를 적용하는 방식과 그림 2와 같이 대상 픽셀을 포함하여 총 5개 픽셀에 미디언 필터를 적용하는 방식을 사용하였다.

$f(x-1, y-1)$	$f(x-1, y)$	$f(x-1, y+1)$
$f(x, y-1)$	$f(x, y)$	$f(x, y+1)$
$f(x+1, y-1)$	$f(x+1, y)$	$f(x+1, y+1)$

(그림 1) 미디언 필터 적용 대상 픽셀(9개 픽셀)

	$f(x-1, y)$	
$f(x, y-1)$	$f(x, y)$	$f(x, y+1)$
	$f(x+1, y)$	

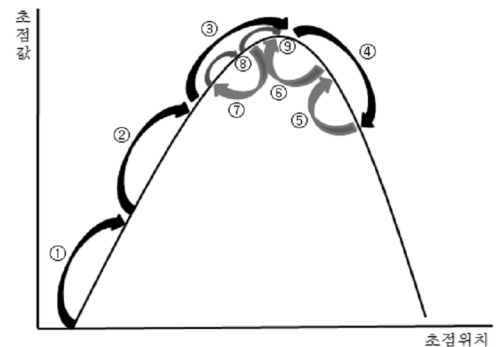
(그림 2) 미디언 필터 적용 대상 픽셀(5개 픽셀)

미디언 필터 구현 시 사용하는 정렬 방법으로는 버블 sorting 방법을 사용하였으며 이는 정렬 시 최솟값을 차례로 찾아내는 방법이다. 따라서 이러한 정렬 방법을 사용하여 중간 값을 찾은 즉시 정렬 알고리즘을 종료시킴으로써 연산 수행 속도를 좀 더 빠르게 하였다.

3. 초점위치 탐색 알고리즘

본 논문에서는 초점위치 탐색 알고리즘으로 global searching 방식과 hill climbing searching 방식을 사용하였다. global searching 방식은 초점위치의 시작점인 0값에서부터 일정한 값을 증가시켜 순차적으로 초점 값을 찾는 방식으로써 가장 정확한 정초점 위치를 찾아낼 수 있는 방식이다. 하지만 초점 값을 계산하는 영역이 많아지기 때문에 초점위치 탐색 알고리즘 중 가장 수행속도가 느린 방식이라고 할 수 있다.

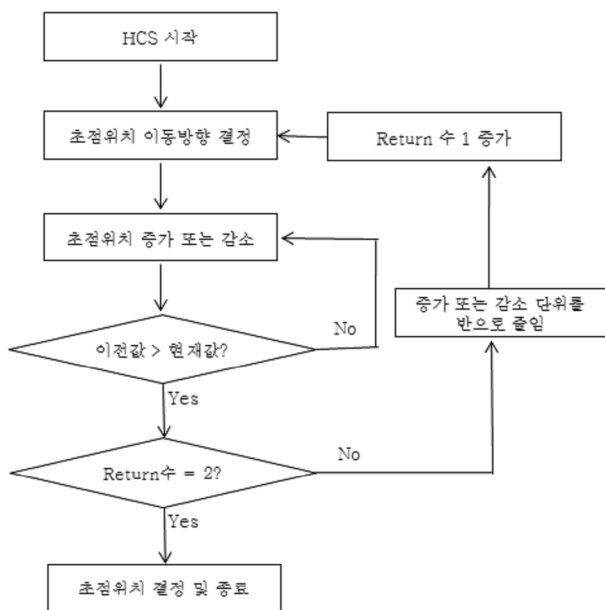
Hill climbing searching 방식은 그림 3과 같이 처음 단계에서는 탐색 구간을 크게 증가시켜 탐색한 후 이전의 초점 값이 현재의 초점 값 보다 큰 영역이 있을 시 반대 방향으로 이동 시키는 방법이다[3]. 반대방향으로 이동시에는 탐색 구간을 이전의 절반으로 감소시켜 좀 더 세밀한 탐색을 하도록 한다.



(그림 3) Hill climbing searching 방식

그림 3에서 보는 바와 같이 hill climbing searching 방식의 수행 순서는 ①에서부터 ⑨까지가 되겠으며 이는 global searching 방식에 비해 수행 속도가 두 배 이상 빠른 알고리즘임을 알 수 있다. 하지만 이러한 hill climbing searching 방식을 정확하게 처리하기 위해서는 초점 값 곡선이 최대한 잡음의 영향을 받지 않은 마치 산과 같은 모양을 유지해야 하고 정초점위치 부근에서는 협소한 곡선을 형성하여야 정초점 값을 찾는데 용이하다. 따라서 임펄스 성 잡음의 영향을 많이 받는 SML 방식은 hill climbing searching 방식에 적합하지 않은 알고리즘이지만 이런 SML 방식에 미디언 필터를 적용 하여 임펄스 성 잡음을 제거 해 줌으로써 Tenengrad 방식보다 좀 더 hill climbing searching 방식에 적합한 초점 값 곡선을 형성시킬 수 있다. 하지만 미디언 필터를 적용하면 수행 속도가 느려진다는 단점이 있으므로 본 논문에서는 기존의 9개 픽셀에 대해 수행하던 미디언 필터를 주위 4픽셀을 포함한 5개의 픽셀을 대상으로 적용하여 연산 수행 속도를 다소 줄일 수 있도록 하였다.

Hill climbing searching 방식을 사용한 자동초점조절 과정은 그림 4와 같다.



(그림 4) Hill climbing searching 수행 과정

그림 4에서 볼 수 있듯이 hill climbing searching 방식에서 돌아오는 횟수를 2번으로 제한시켰음을 볼 수 있다. 돌아오는 횟수를 증가시킬수록 정확한 초점 값을 계산할 수 있고 처음 이동하는 단위를 감소시킬수록 정확한 초점 값을 계산할 수 있으나 수행속도가 느려지게 된다. 반대의 경우는 수행속도가 빨라지나 정확도가 떨어지는 단점을 가지게 된다.

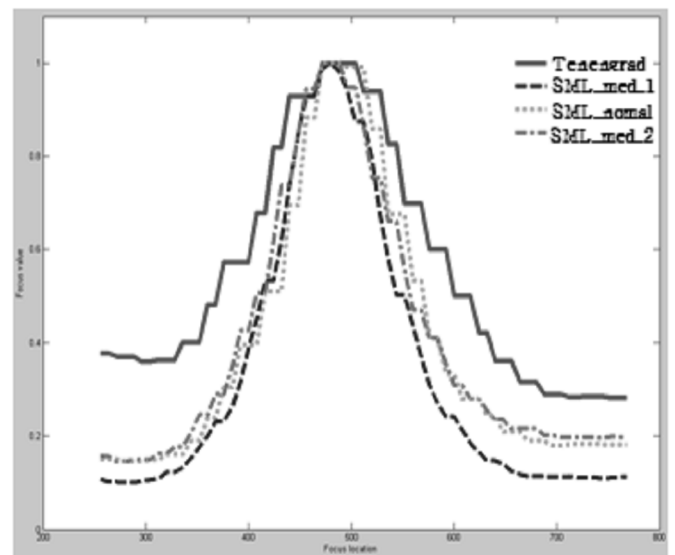
4. 초점 값 계산 영역

본 논문에서는 초점 값 계산의 대상이 되는 영역을 전

체화면의 중앙 부분으로 제한하였고 이는 전체 화면의 1/9를 차지하며 정확히 말하자면 총 341×256 픽셀을 대상으로 연산을 수행했다. 이렇게 초점 값 계산 영역을 화면 중앙 영역으로 제한하는 이유는 대부분의 카메라 촬영 시 화면의 중앙영역에 초점을 맞추고 촬영하기 때문이고, 또한 연산속도를 높이기 위함이다.

5. 구현

본 논문에서 사용된 카메라는 M246A arima이며 C언어를 바탕으로 한 구현을 진행 하였다. 본 논문에서 사용한 소프트웨어 tool은 MicroSoft Visual C++ 6.0, Matlab R2006a가 되겠으며 각각 알고리즘 구현과 시뮬레이션에 사용되었다.



(그림 5) 초점 탐색위치에 따른 초점 값 변화 그래프

그림 5는 초점 탐색위치 변화에 따른 초점 값 변화 그래프를 각 초점 값 계산 알고리즘에 적용한 결과이다. 이는 Global searching 방식으로 탐색한 결과이며 초점 탐색 위치 변화 범위를 256에서 768까지로 제한한 결과이다. 그림 5에서 직선은 Tenengrad 방식, 긴 점선은 9개 픽셀을 대상으로 미디언 필터를 적용한 SML 방식, 짧은 점선은 SML 방식, 반 점선은 5개 픽셀을 대상으로 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 되겠다. 그림에서 볼 수 있듯이 가장 협소한 곡선을 가지는 9개 픽셀을 대상으로 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 HCS(Hill climbing searching) 방식에 가장 적합하고, Tenengrad 방식이 가장 부적합함을 알 수 있다. 또한 5개 픽셀을 대상으로 미디언 필터를 적용한 SML 방식은 보통의 SML 방식이나 Tenengrad 방식 보다 협소하고 평탄한 그래프를 가지므로 HCS 방식에 보다 적합함을 알 수 있다.

초점 값 계산 알고리즘	평균탐색시간	Global searching 결과 값과의 편차
Tenengrad	2598ms	121
SML	1768ms	113
SML_median(9)	2840ms	49
SML_median(5)	2659ms	54

<표 1> 각 초점 값 계산 알고리즘의 성능비교

표 1은 HCS 방식에서 각 초점 값 계산 알고리즘에 따른 평균탐색시간 및 global searching 방식에서 찾은 정초점위치와의 평균 차이를 보여주고 있다. 표에서 볼 수 있듯이 평균탐색시간이 가장 빠른 방법은 SML 방식이 되겠으며 9개의 픽셀에 대해서 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 가장 느린 것을 확인할 수 있다.

한편 정확도 부분에서는 9개의 픽셀에 대해서 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 가장 높았으며 그 다음으로는 5개의 픽셀에 대해서 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 높다는 것을 볼 수 있는데 그 둘의 정확도 차이는 아주 적음을 볼 수 있다. 이는 탐색시간의 차이에 비해 정확도에서의 차이가 비교적 적음을 나타내고 탐색시간과 정확도를 모두 고려한다면 HCS 방식에 적합한 초점 값 계산 방식은 5개의 픽셀에 대해 미디언 필터를 적용한 SML 방식이라고 볼 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 자동초점조절 과정의 hill climbing searching 탐색방식에 가장 적합한 초점 값 계산 알고리즘을 찾는데 주력했으며 실험 결과 5개의 픽셀에 대해 미디언 필터를 적용한 SML 방식이 hill climbing searching 탐색방식에 가장 적합함을 알 수 있었다. 이는 평균탐색시간과 정확도를 모두 고려한 결과이고 정확도의 비중이 높은 자동초점조절 방식에서는 9개의 픽셀에 대해 미디언 필터를 적용한 SML 방식을 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 모바일 폰 카메라에 적합한 자동초점조절 알고리즘에 대해 다루었기 때문에 최대한 간단하고 연산량이 적으며 적당한 정확도를 가지는 알고리즘에 관하여 연구하였고 그에 따라 비교적 간단한 초점위치탐색 알고리즘인 hill climbing searching 방식에 적합한 초점 값 계산 알고리즘을 찾고자 하였다. 본 논문에서 제안한 5개의 픽셀에 대해 미디언 필터를 적용한 SML 방식은 수행속도가 빠른 SML 방식에 임펄스 성 노이즈를 제거해 주는 효과를 가진 미디언 필터를 주위 4개 픽셀을 포함한 5개의 픽셀에 적용한 방식으로써 초점 탐색위치 변화에 따른 초점 값 변화 곡선이 비교적 정초점위치에서 협소하고 전체적으로 부드러운 초점곡선의 특성을 가지고 있음을 보았다. 이는 hill climbing searching 탐색방식뿐만 아니라 다른 탐색방법에서도 적용 가능한 방식이고 따라서 다양한 탐색알고리즘에 5개의 픽셀에 미디언 필터를 적용한 SML 초점 값 계산 방식을 적용시킨다면 최적의 모바일 폰용 자동초점조절 알고리즘을 구현할 수 있을 것이라 예

상한다.

참고문헌

- [1] 이성화, 김주현, 최병태, 고성제, “미디언 필터의 차이를 이용한 비디오 카메라의 자동초점조절 알고리즘,” 한국통신학회논문지, 제23권, 1호, pp. 41-51, 1998.
- [2] 이상용, 오승훈, 김수원, “목적물 인식 및 자동 선택이 가능한 모바일 폰 용 자동초점 알고리즘,” 전자공학회 논문지, 제44권, 3호, pp. 239-246, 2007.
- [3] Kang-Sun Choi, Jun-Suk Lee, Sung-Jae Ko, “New AutoFocusing Technique Using the Frequency Selective Weighted Median Filter For Video Camera,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.45, No.3, pp. 820-827, August 1999.