
안테나 추출 및 보정을 위한 영상처리 알고리즘

Image Procession Algorithm For Antenna Extraction And Correction

곽내정*, 유성필**, 송특섭*, 김성민***

목원대학교 컴퓨터공학과*, 충북대학교 정보통신공학과**, 전자통신연구소전파사업단***

Nae-Joung Kwak(njkwak@hanmail.net)*, Sung-Pil Ryu(cucus@chollian.net)**,
Teuk-Seob Song(teukseob@gmail.com)*, Sung-Min Kim(smkim97@etri.re.kr)***

요약

안테나의 다양한 응용과 더불어 안테나 제작에 필요한 안테나 특성 측정에 관한 관심이 증대됨으로 안테나 측정 시스템의 정밀도가 더욱 필요하게 되었다. 안테나 측정시 사용자의 수동작을 기반으로 하는 기존의 시스템은 사용자의 위치 보정 작업에 기반을 함으로 오차를 유발한다. 따라서 안테나 특성의 자동 측정 시스템 도입이 필요하다. 본 논문에서는 안테나 자동 측정 시스템을 위한 안테나 추출 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 안테나 측정 시스템에서 안테나에 대한 영상 정보 획득하고 획득된 영상 정보로부터 안테나 객체를 추출하여 안테나의 기울어짐과 위치 파라미터를 추출한다. 추출된 파라미터는 위치 및 기울어짐 각도를 보정하는데 사용되며 안테나의 자동 측정을 위해 사용된다. 제안한 알고리즘은 다양한 안테나 중 패치 안테나를 중심으로 적용되며 패치 안테나 객체가 효율적으로 추출되고 왜곡 보정을 위한 각도도 측정됨을 보여준다.

■ 중심어 : | 안테나 | 영상처리 | 객체인식 | 위치보정 | 기울어짐 보정 |

Abstract

There is increasingly interested in the measurement of antenna's characteristics for one's manufacture according to one's various application. Due to this, the antenna measurement system need be made with more and more great precision. On measuring of the antenna's characteristic, the conventional system handled by human generates the error due to controlling the position of the system by user. Therefore there need be introduced the automatic measurement system of antenna's characteristic. In this paper, we propose antenna extraction algorithm for the Antenna automatic measurement system of antenna's characteristic. The proposed algorithm gets the antenna image from antenna measurement system, extracts an antenna object from the image, and extracts the parameters for antenna's slant and antenna's location. The extracted parameters is used to correct location and distortions of the antenna and automatic measurement. The proposed algorithm is applied to the patch antenna. The results show that antenna's object is efficiently extracted and the angle for correcting the error is calculated well.

■ keyword : | Antenna | Image Processing | Object Recognition | Position Correction | Slant Correction |

1. 서론

안테나는 사용하는 목적에 따라 송신안테나의 경우 안테나에 공급되는 전기신호를 효율적으로 원하는 방향으로 원하는 특성을 갖고 전파를 방사하고, 수신안테나의 경우 공간으로 부터 유입되는 전파 중에서 원하는 특성을 갖고 원하는 방향에서 오는 전파를 효율적으로 수신하도록 설계·제작된다[1]. 이러한 안테나의 특성은 대개 안테나 이득, 방사패턴(지향성), 편파특성, 안테나 효율, G/T 등에 의해 결정된다. 안테나 특성측정 기본 기술의 많은 부분은 2차 세계대전 중까지 Bell Telephone Laboratories, R.C.A. Laboratories, M.I.T. Radiation Laboratory 등에서 주로 개발되었으며, 그 후 항공·방위산업으로부터 많은 안테나 방사패턴 측정요구에 따라 안테나 측정용 상용 장비들(안테나 패턴 recorder, 각종 positioner, 패턴 integrator, 수신기, 신호원 등)이 개발되었다[2].

1960년대 우주개발 계획의 시작과 더불어 전자파 관련시스템 설계에 있어 디자인 margin이 작아짐에 따라 정확한 측정의 필요성이 증대되어 안테나 특성측정을 위한 방법 및 장비개발에 관심이 모아졌고 1980년대 이후로 전자파의 이용 주파수대역이 점차 밀리미터파 영역으로 확장되고, 많은 고성능(이득, 지향성, 편파특성) 및 고기능 안테나들의 개발·사용이 요구됨에 따라 정확한 안테나 특성측정의 중요도가 날로 더해지고 있다. 따라서 안테나의 특성 중 안테나 절대이득, 방사패턴 및 편파특성에 대한 측정을 다양한 주파수 대역에서 수행하고 있다.

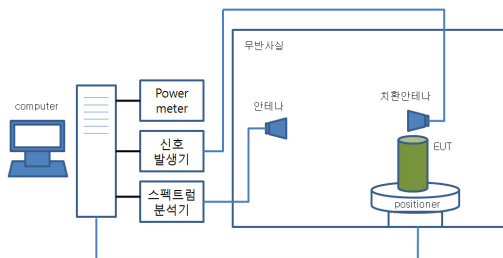


그림 1. 방사전력 측정기의 구성도

[그림 1]은 안테나의 특성 중 방사전력 측정기의 구성도로 무반사실 내에서 피시험기기가 안테나와 송신단을 모두 포함하고 있는 형태로 구성된다[3]. 또한 피시험기기는 안테나의 이용가능한 모든 조건에서 측정되어야 하며, 주파수 대역의 저, 중, 고의 세가지 주파수 채널을 선택하여 측정한다. 방사전력의 측정을 위해 치환 안테나의 위치를 조절하여 안테나와의 수신전력을 측정하게 된다. 이때 안테나와의 최대전력수신지점을 수작업으로 일치 시키면서 안테나의 위치를 조정해 주어야 한다. 따라서 계측자의 안테나 위치의 측정이 실제 계측에 영향을 미치게 된다. 즉, 계측을 위한 설정을 수작업으로 진행하는 과정에서 시험자의 숙련도가 안테나 측정에 미치는 영향이 매우 높고 오차를 유발할 수 있으며, 전체적인 안테나 측정시간이 과다히 소모될 수 있다. 따라서 안테나 특성의 측정을 위한 시스템의 자동화에 관한 관심이 대두되고 있으며 기술 개발이 필요하다.

[그림 1]의 측정장치에서 측정자가 수작업으로 동작해서 장착시키며 조정하는 안테나의 최대전력수신지점은 안테나의 중심인 경우가 많고 또한 중요한 특성 중 하나인 방사패턴도 최대전력수신지점을 중심으로 횡축과 종축으로 분포하는 경우가 많다. 따라서 치환안테나의 위치에 먼저 카메라를 장착하여 영상처리를 이용하여 안테나를 검출하고 안테나의 특성에 따른 최대전력수신지점을 검출하여 positioner와 EUT로 위치를 이동시킨 상태에서 카메라대신 치환 안테나로 장착한다면 오차 환경도 줄일 수 있고 측정자의 수고도 덜 수 있다.

본 논문에서는 안테나 특성 측정시 오차를 줄이기 위하여 영상처리 방법을 도입하여 카메라로 안테나를 입력받아 안테나를 추출하고 안테나의 중심점을 검출하여 안테나의 위치를 보정하는 알고리즘을 제안한다. 또한 안테나의 특성중 편파특성은 안테나의 기울어짐과도 관련이 있으므로 안테나의 기울어진 각도를 측정하여 보정하는 알고리즘을 제안한다.

본 제안방법에서는 다양한 안테나의 종류 중 far-field 계측의 표준이 되고 있는 패치 안테나 영상을 입력받아 안테나 영상을 인식하고, 인식된 안테나 영상을 이용하여 기울어짐과 왜곡의 정도를 측정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안한 방법의 성능을 분석하였고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. 안테나 인식 알고리즘

제안 알고리즘은 입력 영상을 전처리하여 영상을 이진화 하는 단계, 이진영상을 이용하여 안테나 객체를 추출하는 단계, 안테나 객체의 기울기와 중심점을 구하여 보정하는 단계로 나누어진다. [그림 2]는 제안 방법의 흐름도로 각 단계의 세부 내용을 보여준다.

1. 전처리에 의한 영상 이진화

본 알고리즘에서는 카메라로부터 입력되는 24bit의 RGB 칼라 영상을 YCbCr컬러공간으로 변환하여 안테나의 컬러특성을 이용한다. 이것은 처리의 고속성, 저비용을 위해 처리해야 할 정보량이 많은 영상을 적은 bit의 영상으로 변환하여 처리하기 위함이며, 또한 영상의

특징을 해석하기 위해 영상에서 대상물을 추출하여 대상과 배경을 분리한 이진 영상(Binary Image)으로 처리하기 위함이다[4]. 입력 영상의 각 R, B, G 채널의 값을 이용하여 다음과 같은 식에 의해 변환된다.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\
 Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\
 Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Y, Cb, Cr의 각 컬러값 중 Y는 휘도 성분이며 Cb와 Cr은 색차 성분이다. 패치 안테나는 Cb, Cr에서 각각 일정 범위의 값을 가지고 있다. 본 알고리즘에서는 안테나의 색상 특성 중 Cr의 값을 사용한다. 본 알고리즘 일정한 범위의 Cr 값을 갖는 영역을 안테나 객체의 후보영역으로 간주하여 이진화한다.

그러나 영상 획득 시 다양한 잡음과 안테나 객체와 유사한 컬러일 경우 배경이나 다른 객체가 안테나 객체로 인식되거나 안테나 객체와 분리되지 않을 수 있다. 또한 조명 등으로 인한 반사로 인해 색상값이 모호함으로 안테나 객체가 분리 되지 않는 경우가 발생한다. [그

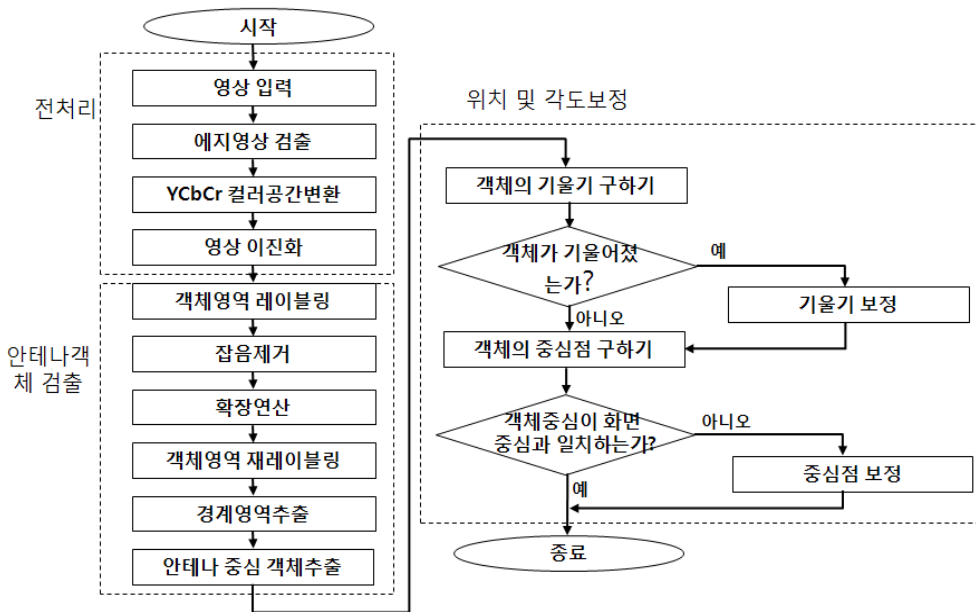
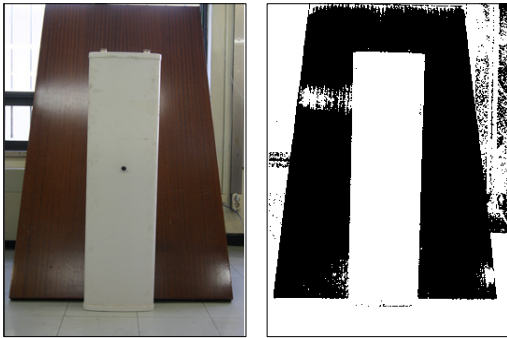


그림 2. 안테나 인식 및 보정 알고리즘

림 3은 Cr값을 이용하여 영상을 이진화한 결과이다. 따라서 안테나 객체를 분리하기 위하여 에지정보를 활용한다. 입력영상을 식 (1)에 의해 구해진 Y값의 에지를 소벨연산자[5]를 이용하여 구하고 에지 값이 낮은 영역 평탄 영역을 동일영역으로 분리한다. 다음과 같은 식으로 영상을 이진화한다.

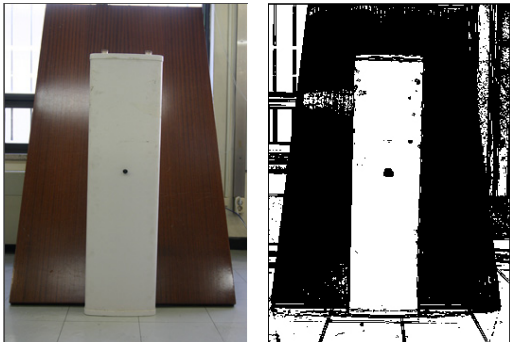


(a) 원영상 (b) Cr에 의한 이진영상

그림 3. Cr을 이용한 영상 이진화

$$B(x,y) = \begin{cases} 255, & Th_1 \leq Cr(x,y) \leq Th_2 \\ & \text{and } E(x,y) < Th_e \\ 0, & \text{Other} \end{cases} \quad (2)$$

여기서 $B(x,y)$, $Cr(x,y)$, $E(x,y)$ 는 (x,y) 위치에서의 이진화 값, Cr값, 에지값이다. 이진화 영상 $B(x,y)$ 는 255는 객체를 표시하며, 0은 객체 이외의 영역을 표시한다.



(a) 원영상 (b) 제안방법의 이진영상

그림 4. 제안방법을 이용한 영상 이진화

[그림 4]는 제안방법인 Cr의 임계값과 에지를 이용하여 이진화한 영상이다. Cr값으로만 이진화한 그림2의 결과와 비교할 때 분리되지 않던 경계영역이 잘 분리됨을 볼 수 있다.

2. 안테나 객체 추출

이진화된 영상은 배경과 객체를 분리하여 객체를 레이블링하고 중심객체를 검출한다. 먼저 안테나 객체를 분리하기 위해서는 잡음을 제거하고 또한 객체 영역만을 레이블링 해야한다. 그림 4는 제안 방법으로 영상을 이진화한 결과로 [그림 3](b)의 영상과 비교할 때 안테나 객체가 배경과 분리가 되어지고 조명에 의한 영향도 줄었지만, 이진 영상 내에 안테나 객체뿐 아니라 다양한 객체와 잡음이 존재함을 보여준다. 따라서 잡음과 안테나 객체 이외의 다른 객체를 제거하는 과정이 필요하다.

2.1 레이블링 및 잡음제거

잡음을 제거하기 위해 먼저 이진영상의 객체 영역 즉, 흰색영역을 레이블링한다. 레이블링은 레이블링은 8-이웃픽셀을 사용하고 Grassfire 알고리즘[6]을 사용하여 분리된 영역들을 레이블링 하였다. Grassfire 알고리즘은 마른 잔디(grass)에서 불(fire)이 번져나가는 모양과 비슷하게 화소를 레이블링하기 때문에 붙여진 이름이다. 이 방법은 재귀호출(recursive call)을 이용하여 모든 인접요소가 레이블링 될 때까지 현재 대상픽셀의 주변 인접픽셀을 차례로 검사하면서 레이블링하는 방법이다.

레이블링 된 객체 영역은 잡음과 홀(hole)을 포함한 다양한 객체들이 존재한다. 그 중 잡음은 그 영역이 그다지 크지 않다. 따라서 영역의 크기가 작은 영역은 잡음으로 간주하여 잡음영역을 제거한다.

$$L_n(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } A(L(i)) \geq Th_a, i = 1, 2, \dots, n \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$A(x)$ 는 x 의 영역의 크기이고 $L(i)$ 는 i 번째 레이

블, n 은 전체 레이블의 개수, L_n 는 잡음과 홀(hole)등이 제거된 객체의 새로운 레이블이다.

영역의 크기를 이용하여 잡음영역을 제거 한 후 안테나 객체의 경계를 좀 더 명확히 하기 위해 모폴로지 연산 중 확장연산[7]을 이용하여 다시 한번 처리를 한다. 그 후 결과 영상을 이용하여 다시 레이블링 하여 객체를 추출한다.

2.2 레이블링 및 모서리 검출을 이용한 안테나 객체 추출

잡음처리가 된 영상에는 안테나 객체와 주변 영상이 존재한다. 따라서 안테나 객체를 분리하기 위해 주변객체를 제거하고 안테나 객체를 인식해야 한다. 본 논문에서는 패치 안테나의 모양이 사각형인 것을 특징으로 하여 검출된 객체를 중심으로 모서리를 추출한다. 만약 검출된 모서리가 4개이고 각 모서리에서의 각도가 90°와 유사한 값이라면 이 객체를 안테나 객체의 후보로 선정한다.

먼저 경계를 추적[6]하고 객체의 경계 정보를 저장한다. 이진 영상에는 다양한 객체가 존재하므로 경계정보도 객체마다 존재하게 된다. 따라서 레이블링된 다중 객체 중 먼저 처리해야 할 객체를 선정하고 저장된 경계정보의 값을 이용하여 모서리를 검출한다. 다양한 객체 중 영역이 큰 객체가 중심객체일 가능성이 크므로 영역의 크기가 큰 객체를 선정하여 먼저 처리를 한다.

제안 알고리즘의 모서리점 검출 알고리즘은 다음과 같다.

- 1) 경계영역의 세 점을 선택한다.
- 2) 선택된 세 점을 이용하여 두 개의 벡터를 만든다.

만약 1)에서 선택된 처음 점을 $A(x_1, y_1)$, 두 번째 점을 $B(x_2, y_2)$, 세 번째 점을 $C(x_3, y_3)$ 라 하면 벡터 \vec{BA} 와 벡터 \vec{BC} 를 구한다.

$$\begin{aligned} \vec{BA} &= (x_1 - x_2)\vec{x} + (y_1 - y_2)\vec{y} + (z_1 - z_2)\vec{z} \\ \vec{BC} &= (x_3 - x_2)\vec{x} + (y_3 - y_2)\vec{y} + (z_3 - z_2)\vec{z} \end{aligned} \quad (4)$$

- 3) 두 직선 사이의 사잇각을 구한다.

두 벡터의 사잇각은 벡터의 내적[8]으로 구할 수 있다.

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{BA} \cdot \vec{BC}}{|\vec{BA}| |\vec{BC}|} \right) \quad (5)$$

- 4) 구해진 사잇각이 90°내의 어떤 모서리점으로 인식한다.
- 5) (1)~(4)를 반복하여 객체의 경계영역에 대해 모서리점을 모두 구한다.

(1)~(5)의 과정을 반복하여 모든 객체에 대하여 모서리점을 검출한 후 구해진 모서리점이 4점이면 안테나 객체 후보로 등록한다. 그러나 모서리 점이 네 점이라 하더라도 안테나 객체가 아닌 다른 객체일 수 있으므로 검출된 네 점을 이용하여 안테나의 가로와 세로의 길이를 구한다. 실제 실험에 사용한 패치 안테나의 경우 안테나의 가로와 세로의 비율은 5:21이다. 가로와 세로의 비율이 이와 동일한 비율인 객체를 안테나 객체로 인식한다. 이때 안테나가 위치한 평면과 영상 획득시 카메라 필름면이 평행하지 않을 경우 가로/세로 비율이 실제 안테나의 길이 비율 값과 정확히 일치하지 않을 수 있다. 따라서 다수의 기울어진 영상의 가로 세로 비율을 측정하여 가로 세로의 비율이 일치하지 않는 오차의 한계를 다수의 영상을 이용하여 구한 후 오차의 허용 범위를 결정하였다. 오차의 허용 범위는 세로 ± 0.23 , 가로 ± 0.11 이다. 만약 영상 획득시 안테나의 위치 평면이 너무 기울어진 경우는 본 논문의 제안한 자동측정에 큰 장애요소로 존재함으로 다른 조건에서 획득된 영상을 필요로 하며 이를 보정하기 위한 방법은 추후 연구를 필요로 한다.

3. 각도 및 중심점 보정

안테나 객체를 검출한 후 객체의 기울어진 각도를 측정한다. 만약 객체가 기울어지지 않았다면 중심점 검출 단계로 넘어간다.

3.1 기울어짐 보정

객체의 외곽정보는 주변의 잡음이나 다른 영향으로 인해 직선으로 되어 있지 않고 부정확한 직선으로 되어 있을 수 있으므로 이의 근사화된 직선의 방정식의 기울기와 y 절편을 선형 회귀 방정식으로 구한다. 여기서 a는 기울기, b는 y 절편을 의미하며 x_i, y_i 는 각각 사각형의 상하좌우 최외각 좌표들로서, n개의 좌표로 이루어진다.

$$y = ax + b \tag{6}$$

$$a = \frac{\bar{y} - b\bar{x}}$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \tag{7}$$

객체의 모서리점 네 개 중 인접한 두 점을 선택하여 식(6)~식(7)으로 직선의 기울기 a와 y절편 b를 구한다. 두 점의 선택은 장축을 중심으로 해야하므로 두점 사이의 거리를 구하여 더 큰 쪽을 선택한다. 직선의 식은 객체의 한 변으로 객체가 회전한 각도를 구하는 기준이 된다. 직선의 기울기 a를 이용하여 $\theta = \tan^{-1}(a)$ 와 같이 구한다.

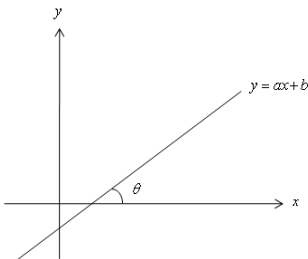
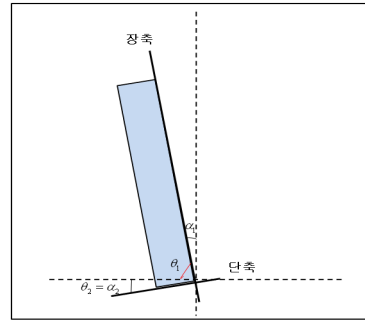


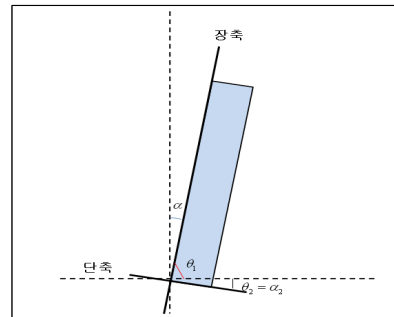
그림 5. 직선의 식과 각도

안테나 객체가 기울어진 경우는 [그림 6]의 (a)와 (b)가 있다. 객체가 왼쪽으로 회전하였을 때 장축의 기울기를 이용하여 각도를 구하면 수평축과의 각도(θ_1)를

구하게 되며 따라서 객체가 회전한 각도는 90°에서 θ_1 를 뺀 α_1 이 된다. 만약 단축의 기울기를 이용하여 수평축과의 각도(θ_2)를 구하게 된다면 θ_2 는 객체의 회전한 각도 α_2 와 일치하게 된다. 객체가 오른쪽으로 기울어진 경우도 왼쪽으로 기울어진 경우와 동일한 방법으로 회전각도를 구한다.



(a) 객체의 왼쪽 회전



(b) 객체의 오른쪽 회전
그림 6. 객체의 회전 예

3.2 중심점 검출 및 보정[9]

앞에서 추출된 객체의 중심점 검출은 먼저 네 모서리의 값을 이용해서 1차 모멘트를 이용하여 구한다. 모멘트란 어떤 축을 기준으로 한 값들의 분포의 척도로서 모멘트는 스칼라 양이고 패턴 인식이나 패턴 해석에서 대상 물체를 기술하는 우수한 특성이 되기도 한다. 영상 $f(x, y)$ 의 $(p+q)$ 차모멘트는

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y) \tag{8}$$

로 정의된다.

이진 영상인 경우는 $f(x,y)$ 는 대상 물체 내에서 1, 배경에서는 0이 된다. 식(8)에서 이진 영상의 0차 모멘트 m_{00} 는 $f(x,y)$ 의 총합이 되므로 면적과 동일하다. 또 1차 모멘트 m_{01}, m_{10} 을 m_{00} 로 정규화하면 무게 중심 좌표를 얻을 수 있다.

$$x_t = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad y_t = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (9)$$

영상의 중심을 (x_c, y_c) 라 할 때 이 점은 카메라의 중심이다. 따라서 구해진 안테나의 중심 (x_t, y_t) 와 영상의 중심이 일치한다면 카메라의 중심과 안테나의 중심이 일치한 것으로 간주하고 그렇지 않을 경우는 x와 y의 각 차이 값을 구하여 안테나를 보정한다.

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_c - x_t \\ \Delta y &= y_c - y_t \end{aligned} \quad (10)$$

III. 실험 및 분석

제안방법의 성능을 비교하기 위해 카메라를 이용하여 얻은 표준 이득 패치 안테나 영상을 대상으로 실험하였다. 프로그램은 VC++6.0으로 작성하였고, 패치 안테나는 두 종류를 입력영상으로 사용하였다. 식(2)의 Cr의 임계값은 실험에 의해 $Th_1 = 118$, $Th_2 = 130$ 으로, 에지의 임계값은 $Th_e = 20$ 으로 정하였다.

[그림 7]은 패치 안테나에 대해 제안 방법을 적용한 결과를 보여준다. (a)는 안테나 원영상, (b)는 (a)를 이진 영상으로 변환한 영상, (c)는 객체추출 영상이다. (d)는 (c)의 경계영역 객체 추출 영상, (e)는 기울어진 안테나 영상 (d)의 기울기를 구하여 (d)의 영상을 회전시켜 표현한 영상이다. (f)는 영상의 중심을 보정한 영상이다. 이 영상은 0.4°를 회전하였고 중심에서는(1, 2)의 값으로 오차값이 보정되었다.

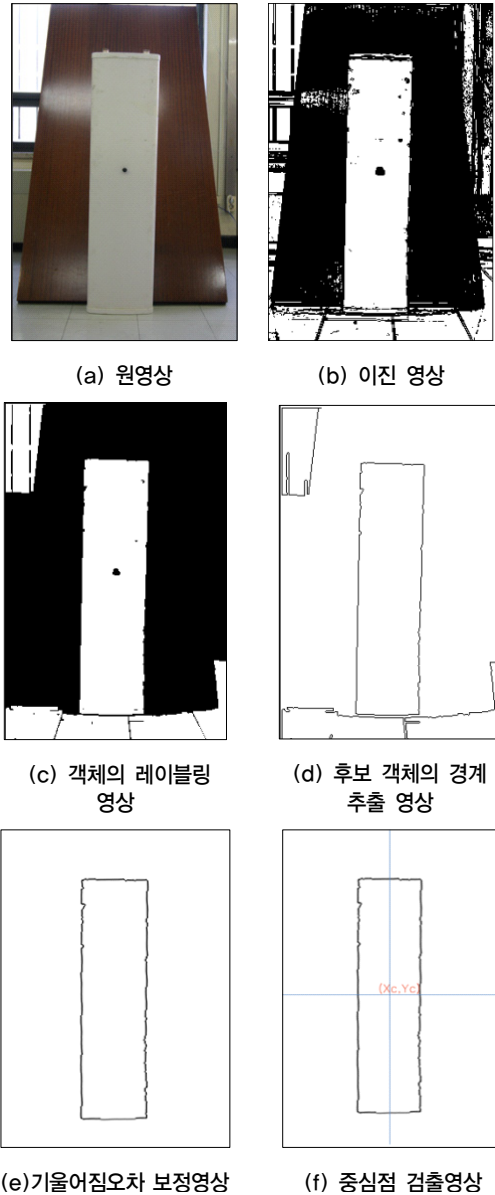


그림 7. 제안 알고리즘 적용 결과

[그림 8] (a)는 안테나 원영상, (b)는 (a)를 이진 영상으로 변환한 영상, (c)는 객체추출 영상이다. [그림 8]의 (d)는 (c)의 경계영역 객체 추출 영상, (e)는 기울어진 각도로 회전시켜 표현한 영상이다. 이 영상은 17°를 회전하였다. (f)는 영상의 중심을 보정한 영상으로 (2,1)를 이동하였다.

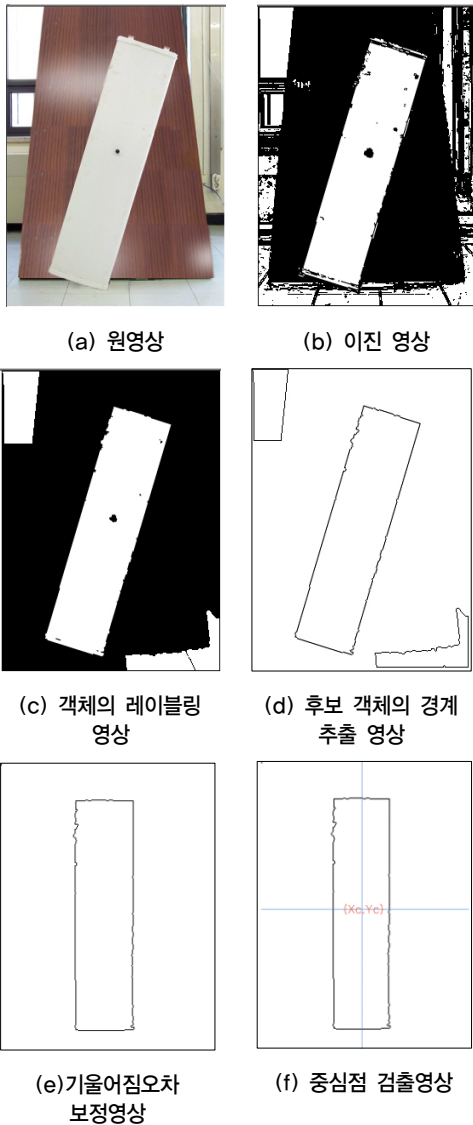


그림 8. 기울어진 영상의 보정 결과

제안한 알고리즘이 중심점 검출 및 기울어짐 각도를 정확히 검출했는지 성능을 분석하기 위해 50장의 영상에 대하여 다음과 같이 평가하였다. 먼저 중심점 검출의 정확도는 영상을 포토샵에서 읽어 안테나의 중심점을 검출하여 좌표값을 제안 알고리즘에 의해 구한 좌표값과 비교한 후 그 차이를 오차로 하였다. 이러한 방법으로 각 영상에 대하여 오차 화소의 범위를 검출하였

다. 영상의 기울어짐 검출의 정확도는 포토샵에서 안테나 영상의 네 모서리를 선택하고 직선을 그린 후 수평에 대하여 장축의 각도를 구하여 그 값과 제안 알고리즘에 의한 검출 값의 차이를 오차로 하여 측정하였다.

[표 1]은 제안방법에 의해 중심값을 검출한 결과와 포토샵에 의해 처리된 결과를 비교하여 중심값의 차이를 나타낸 것이다. 50장의 영상 중 46장의 영상에서 안테나 중심이 ± 1 화소 차이의 검출 정확도를 보이고 있다. 4장의 영상이 2화소 정도 벗어나 중심점을 검출하고 있다. 이것은 안테나 객체 검출 시 조명등의 영향으로 인하여 경계가 부정확하게 검출될 수 있으며, 또한 잡음 등의 영향으로 안테나의 외형에서 부정확한 경계가 검출되어 객체영역 추출에 영향을 미쳤기 때문이다.

표 1. 중심값 검출 정확도

오차의 범위	영상의 수
0	36
수평 ± 1	4
수직 ± 1	3
대각선 ± 1	3
수평 ± 2	2
수직 ± 2	1
대각선 ± 2	1

[표 2]는 제안방법에 의해 안테나의 기울어짐을 측정 한 결과와 포토샵에 의해 각도를 잰 결과를 비교하여 그 차이를 오차로 표시한 결과이다. 50장의 영상 중 42장의 영상에서 안테나의 기울어짐이 $\pm 0.5^\circ$ 보다 작은 오차로 검출 정확도를 보이고 있으며 8장의 영상이 그 이상의 오차를 보이고 있다. 이것은 경계선을 이용한 모서리 검출 시 경계선에서 매끄럽지 못하고 구불부불한 경계의 돌출되는 점 들 중 잘못된 점을 모서리로 검출하여 계산하였기 때문이다.

표 2. 기울어짐 검출 정확도

오차의 범위	영상의 수
0 ~ $\pm 0.5^\circ$	42
$\pm 0.5^\circ \sim \pm 1^\circ$	3
$\pm 1^\circ \sim \pm 1.5^\circ$	3
$\pm 1.5^\circ \sim \pm 2^\circ$	2

[표 1]과 [표 2]의 결과를 고찰할 때 중심점 및 기울어짐 각도의 보정에서 오차가 발생하지만 측정자가 수작업으로 안테나의 중심을 보정하거나 기울어짐을 보정할 경우의 오차를 고려하면 심각하지 않다. 또한 측정자가 수작업으로 측정에 안테나의 위치 보정 시 시간적인 측면을 고려하면 제안 알고리즘을 적용하여 안테나의 위치를 보정할 경우 효율적이다.

IV. 결론

본 논문에서는 안테나의 특성 측정을 위해 영상처리 알고리즘을 적용하여 안테나의 중심객체를 추출하고 안테나의 기울어짐과 중심점을 보정하는 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 카메라를 통해 입력된 RGB 컬러공간의 안테나 영상을 YCbCr 컬러공간으로 변환한 후 안테나 영상의 Cr 값을 특징으로 하여 배경과 분리하였다. 이때 다른 객체 및 배경과의 분리를 위해 에지 정보를 추출하여 에지 값이 큰 경우에 대하여는 처리에 제한을 두었다. 이진화된 영상을 레이블링 한 후 레이블 영역의 크기와 모폴로지컬 필터를 이용하여 객체의 경계 정보 및 제거되지 않은 잡음을 제거하였다. 그 후 레이블링된 영역의 경계와 경계영역의 모서리점을 검출하고 검출된 모서리를 이용하여 객체의 안테나 유무를 판별한다. 또한 안테나 객체로 검출된 객체의 모서리점과 윤곽정보를 이용하여 직선의 식을 구하여 그 중 한 직선의 식을 이용하여 안테나의 기울어진 왜곡각도를 구한 후 보정한다. 그리고 추출된 객체의 모멘트를 이용하여 중심점을 추출한 후 구해진 중심과 카메라의 중심을 일치시켜 오차가 있을 경우 그 오차값을 이용하여 안테나의 중심을 보정한다.

제안 알고리즘은 안테나의 객체를 추출하여 기울어진 각도를 구하고 중심점 오차를 구하여 보정하는 것에 좋은 성능을 나타낸다. 또한 조명의 영향으로 인하여 배경과 분리되지 않는 부분도 이진영상 처리시 Cr과 에지의 값을 이용함으로 개선하였다. 그러나 반사가 심할 경우 조명의 영향으로 인한 잡음처리에 대한 연구가 필요하다. 또한 만약 안테나 영상의 획득시 안테나의 위

치하는 평면과 필름이 평행하지 않다면 그 기울어짐으로 인하여 실제 안테나의 비율과 획득된 안테나 영상의 비율이 일치하지 않을 수 있으며 안테나의 중심과 카메라의 중심을 일치시키는 것도 오차가 커질 수 있다. 따라서 이 부분에 대한 연구가 필요하다. 그리고 이와 같은 연구결과를 토대로 다양한 종류의 안테나에 적용하기 위한 연구 및 본 논문의 방법을 안테나 측정시스템에 적용하여 안테나 측정시스템의 자동화에 관한 연구 또한 필요하다.

참고 문헌

- [1] 윤영중, *안테나이론과설계2/E*, 교보문고
- [2] 이범선, “무선기기 출력관리 제도개선에 관한 연구,” KORPA연구 2006-20, 한국전파진흥원
- [3] <http://www.antenna.or.kr/>
- [4] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [5] G. A. Baxes, *Digital Image Processing :Principles and Application*, John Wiley & Sons, 1994.
- [6] 강동중, 하중은, *Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미디어*, 2003.
- [7] R. Crane, *A simplified approach to Image Processing*, Prentice Hall, 1997.
- [8] 이장우, *알기쉬운 선형대수*, 범한서적
- [9] 권준식, *디지털 영상처리 이론 및 응용*, 에드텍, 2000.

저자 소개

곽내정(Nae-Joung Kwak)

중신회원



- 1993년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 1995년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

- 2005년 3월 ~ 2006년 2월 : 목원대학교 정보통신공학과 프로그래밍 전문강사
- 2006년 3월 ~ 2009년 2월 : 목원대학교 정보통신공학과 전임강사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 목원대학교, 한밭대학교 시간강사

<관심분야> : 멀티미디어 정보처리, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전

유성필(Sung-Pil Ryu)

정회원



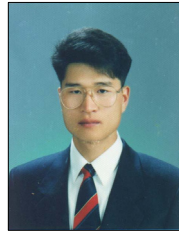
- 2001년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2003년 3월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2003년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사 재학

- 2004년 2월 ~ 2006년 2월 : LG 전자 단말연구소 주임연구원
- 2006년 9월 ~ 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 누리 초빙 전임강사

<관심분야> : 멀티미디어 정보처리, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전

송특섭(Teuk-Seob Song)

정회원



- 2001년 2월 : 연세대학교 수학과(이학박사)
- 2006년 2월 : 연세대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 웹환경 어노테이션, 가상환경, 사이버클래스, 스케치기반 인터페이스, 시맨틱 웹

김성민(Sung-Min Kim)

정회원



- 2000년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 전자공학과 박사과정 재학
- 2001년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 재직

<관심분야> : 이동통신 RF시스템 설계 및 개발, 안테나 측정시스템 개발, 프레즈넬 존 측정 시스템 개발