

영상처리를 이용한 안테나 객체 추출에 관한 연구

A Study on Extraction of Antenna Object using Image Processing

유태근, 김양우, 객내정
목원대학교

Yu tae-keun, Kim yang-woo, Kwak nae-joung
Mokwon Univ.

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 영상 처리 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 측정실 내에서 표준이득 혼 안테나에 대한 영상 정보 획득하고 획득된 영상 정보로부터 안테나 객체를 추출하고 AUT(Antenna Under Test)와 Probe의 자동 정렬을 위한 파라미터를 추출한다. 또한 장착된 안테나의 무게로 인한 AUT 접합부의 기울어짐과 왜곡 보정을 위한 오차 값을 측정한다.

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 image processing algorithm for the automatic measurement system of antenna's characteristic. The proposed algorithm gets image of the standard gain horn antenna in the chamber room, extracts an antenna object from the image, and extracts the parameters for automatic alignment of AUT(Antenna Under Test) and Probe. Also the proposed algorithm gets the error for corrects of slope and distortion of AUT junction due to weight of fitted antenna.

I. 서론

최근 무선 통신 서비스의 증가로 다양한 안테나 모델의 개발이 이루어지고 있다. 이와 함께 안테나 성능 시험을 정확하고 합리적으로 평가할 수 있는 측정 기술에 대한 정량적인 연구의 필요성이 부각되고 있다. 특히 1980년대 이후로 전자파의 이용 주파수대역이 점차 밀리미터파 영역으로 확장되고, 많은 고성능(이득, 지향성, 편파특성) 및 고기능 안테나들의 개발·사용이 요구됨에 따라 정확한 안테나 특성 측정의 중요도가 날로 더해지고 있다.

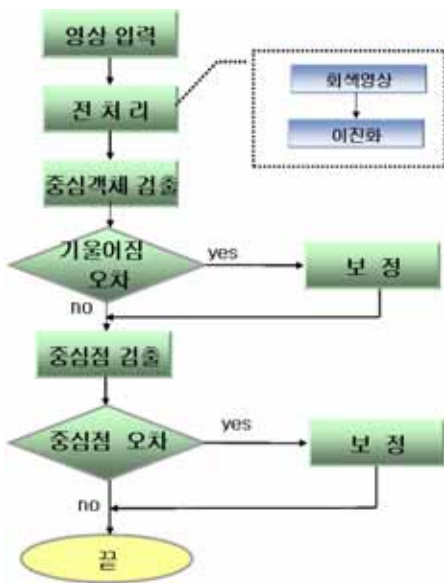
안테나 측정에서 시험자가 안테나의 기본 특성을 설정하기 위해 수작업으로 진행되는 과정이 매우 많다. 수작업으로 측정할 경우 전체적인 안테나 측정시간이 과도히 소모되며 시험자의 숙련도가 안테나 측정에 미치는 영향이 매우 높아 오차를 유발할 수 있다.

영상인식은 기술완성도가 높고 다양한 알고리즘이 존재하므

로 영상인식 기법을 다양한 안테나 측정 설비에 직접 융합되면 전체적인 안테나 측정 시간이 축소되고 시험자의 숙련도가 안테나 측정에 미치는 영향을 최소화할 수 있다. 또한 오차 환경도 줄일 수 있으며 안테나 개발 기간을 단축할 수 있다. 그러나 영상정보를 활용한 안테나 측정 시스템의 자동 설정 기술은 연구되지 않고 있다.



▶▶ 그림 1. 근역장 측정 시스템



▶▶ 그림 2. 안테나 객체 추출 알고리즘

그림 1은 안테나의 특성을 측정하는 근역장(near-field) 측정 시스템의 개략도이다. Probe에 안테나가 장착되어 AUT와 중심을 맞추고 신호를 보내어 그 특성을 측정하게 된다. 그런데 이때 AUT 및 Probe 장착시 사용자의 부주의로 AUT나 Probe가 기울어져 장착되어 수평이 맞지 않거나 AUT와 Probe가 서로 어긋나게 장착되어 안테나의 중심이 잘 맞지 않는 경우가 있다. 이와 같은 경우 안테나의 특성 측정을 위하여 안테나의 기울어진 정도를 측정하여 보정하고 AUT와 Probe의 중심을 맞추어 정렬하여야 안테나의 특성을 측정할 수 있다[1].

본 연구에서는 영상처리 방법을 도입하여 Probe 위치에 카메라를 장착하고 카메라로부터 AUT 영상을 입력받고 입력받은 영상을 이용하여 AUT와 Probe 사이의 중심을 정렬하고자 한다. 다양한 안테나의 종류가 존재하지만 본 연구의 대상은 표준 이득 혼 안테나로 제한하였다. 혼 안테나 영상에서 안테나 객체를 추출하여 객체의 윤곽선을 구하고 구해진 윤곽선을 이용하여 안테나의 기울어진 각도를 추출한다. 또한 안테나의 중심과 Probe의 중심을 정렬하기 위하여 안테나의 중심점을 추출하고 추출된 안테나의 중심점을 Probe의 중심에 일치하도록 보정값을 추출한다.

II. 안테나 객체추출 및 오차보정 알고리즘

안테나 객체를 추출하고 중심정렬을 위한 오차를 보정하기 위한 제안 알고리즘은 그림 2와 같다. 먼저 입력 영상을 전처리하여 이진화하고 영역별 레이블링을 한다. 레이블링 과정에서 객체를 검출하고 검출된 객체를 이용하여 기울어짐 오차를

보정하며 중심점의 차이를 검출한다.

1. 전처리

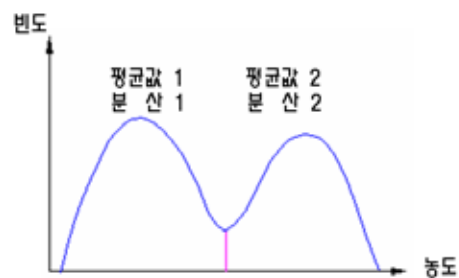
1.1 회색 영상

그림 1의 Probe에 장착된 카메라로부터 입력되는 영상은 24bit의 RGB 영상이다. 제안 알고리즘은 입력된 칼라 영상을 먼저 R, B, G 라 할 경우 회색 영상으로 변환한다. 입력 영상의 각 채널의 값을 R, B, G, 변환된 회색 영상을 L이라 할 경우 다음과 같은 식에 의해 변환된다[2].

$$L = 0.3 * R + 0.59 * G + 0.11 * B \quad (1)$$

1.2 이진화 영상

RGB 칼라 영상에서 구해진 회색 영상은 관심있는 중심 객체를 검출하기 위하여 이진화한다. 디지털 영상 처리에서 이진 영상 처리는 중요한 부분을 차지하고 있다. 특히, 실용적인 영상 처리 시스템은 이진 영상 처리를 중심으로 구성되어 있다. 실용적인 시스템에서는 처리의 고속성, 저비용이 요구되므로 처리해야할 정보량이 많은 2bit 이상의 영상은 명암 영상 처리에 적합하지 않다. 또한 영상의 특징을 해석하기 위해서는 영상에서 대상물을 추출하여 대상과 배경을 분리한 이진 영상(Binary Image)으로 취급하는 경우가 많다. 제안 알고리즘에서는 Otsu가 제안한 동적 이진화 알고리즘을 사용한다[3]. Otsu의 방법은 2 점점의 히스토그램을 어떤 임계값으로써 2 부분으로 나누었을 때, 2 부분으로 나누어진 영역사이의 분산이 최대 되도록 임계값을 정하여 히스토그램 2 분할하는 방법이다. 이 방식은 2개의 영역으로 분리하였을 경우 양쪽 영역의 정리가 쉽고 영역 사이의 분리가 우수하다.



▶▶ 그림 3. 분산최대에 의한 2분할법

2. 중심객체 검출

본 연구는 다음과 같은 과정을 수행하여 중심 객체를 추출한다.

1. 중심 객체 레이블링

혼 안테나 객체를 분리하기 위해서는 잡음을 제거하고 또한 객체 영역만을 레이블링 해야한다. 하나의 연결성분을 이루는 픽셀에 동일한 고유의 레이블(번호 정수값)을 설정하는 방법을 레이블링이라고 하며 본 연구에서는 8-이웃픽셀을 사용하고 Grassfire 알고리즘을 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 레이블링될 때까지 현재 대상픽셀의 주변 인접픽셀을 차례로 검사하면서 레이블링하는 방법이다[4].

본 연구의 대상이 되는 표준 이득 안테나는 직사각형의 모양으로 화면의 중앙을 중심으로 위치하는 경우가 대부분이다. 따라서 화면의 중앙부분을 객체가 위치하는 영역으로 선택하며 화면의 중심(X_c, Y_c)의 화소부터 중심 객체 영역으로 레이블링한다.

2. 배경 영역 레이블링

중심 객체를 레이블링 한 후 레이블링 된 영역 외의 영역은 모두 배경으로 간주하여 동일한 레이블값을 부여한다.

3. 중심 객체 내의 구멍(hole) 메우기

중심 객체 내에 존재하는 hole은 중심 객체와 다른 레이블로 부여되어 있으므로 객체와 동일 레이블로 부여하여 중심 객체로 변환한다.

3. 기울어짐 오차 보정

중심 객체를 검출한 후 안테나 객체의 기울어진 각도를 추정한다. 객체의 기울어짐 오차 보정 과정은 다음과 같다.

1. 객체의 외곽선을 추정한다[4].
2. 외곽선을 이용하여 직사각형의 모서리 부분의 좌표를 검출한다.
3. 검출된 좌표를 이용하여 기울기를 구한다.
4. 회전 각도를 계산한다.

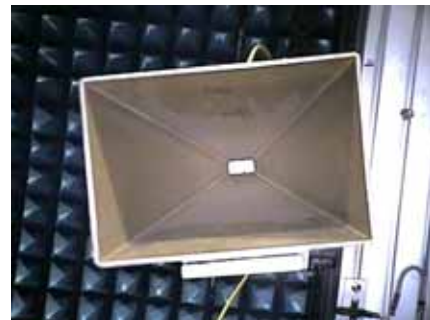
4. 중심점 검출 및 보정

추출된 객체의 중심점 검출은 1차 모멘트[5]를 이용하여 구한다. 구해진 중심과 영상의 중심이 일치한다면 Probe와 AUT의 중심이 일치한 것으로 간주하고 그렇지 않을 경우는 x와 y의 각 차이값을 구하여 AUT를 보정한다.

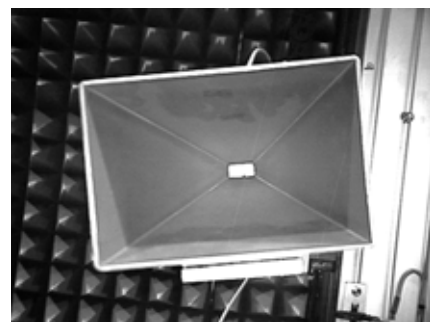
III. 실험 및 성능 평가

제안방법의 성능을 비교하기 위해 측정실 내에서 640×480 해상도의 카메라를 이용하여 얻은 표준 이득 혼 안테나 영상을 대상으로 실험하였다.

그림 4의 (a)는 안테나 원영상, (b)는 (a)를 회색 영상으로 변환한 영상, (c)는 (b)의 이진 영상이다. (d)는 (c)의 안테나 객체 추출 영상 (e)는 (d)의 경계선 검출영상이다. 검출된 영상은 왜곡의 보정이 필요하며 이를 위해 기울어진 각도를 산출하고 그 각도를 이용하여 영상을 회전한 것이 (f)이다. (g)는 영상의 중심 (X_c, Y_c)와 제안 알고리즘에 의해 구한 객체 중심 (X_b, Y_b)를 표시한 영상으로 서로 일치하지 않음을 보여준다. 따라서 제안 알고리즘을 그 오차값을 구하여 영상을 보정한다. 이 영상에서는 (5, 4)의 값으로 오차값이 구해졌다.



(a) 원영상



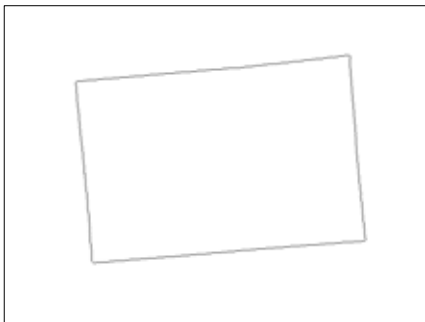
(b) 회색 영상



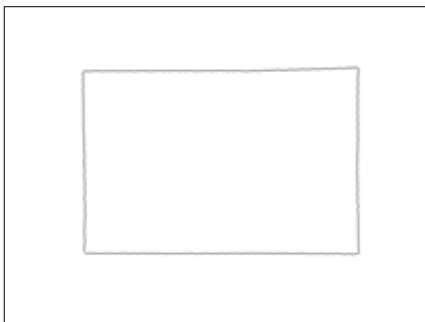
(c) 이진영상



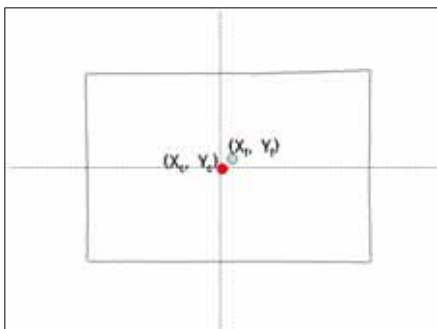
(d) 객체 추출 영상



(e) 중심객체의 경계 영상



(f) 기울어짐 오차 보정 영상



(g) (f)의 중심점 검출영상

▶▶ 그림 4. 제안 알고리즘 적용 결과

고리즘을 적용한다. 중심정렬을 위해 먼저 AUT의 안테나 영상이 수평과의 기울어진 각도를 추정하고 보정하며 그 후 객체의 중심을 찾아 객체의 중심과 영상의 중심점 사이의 오차를 구하고 그 값을 이용하여 AUT와 Probe의 중심을 정렬한다. 본 연구는 표준 이득 혼 안테나를 대상으로 하였고 제안 알고리즘을 적용하여 안테나의 기울어짐과 중심점이 효율적으로 보정이 가능함을 입증하였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] <http://www.antenna.or.kr/support/library.jsp>
- [2] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, pp. 458-465, 1992.
- [3] N. Otsu, "A threshold selection method from gray level histogram," IEEE SMC-9, no. 1, pp. 62-66, 1979.
- [4] 강동중, 하중은, Visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍 미디어, 2003
- [5] Hu. M. K, "Visual Pattern Recognition by Moment Invariants," IRE Trans. Information Theory 8, pp.179-187, 1962.

IV. 결 론

본 연구에서는 안테나의 특성을 측정하기 위한 측정 시스템에서 안테나와 Probe 사이의 중심정렬을 위하여 영상처리 알