

論文2002-39TC-4-7

차량용 DBS 수신을 위한 위성 추적 안테나 제어시스템의 성능 구현

(Performance of a Satellite Tracking Antenna Control System for Mobile DBS Reception)

金東哲*, 閔庚植**, 新井宏之***

(Dong-Chul Kim, Kyeong-Sik Min, and Hiroyuki Arai)

요약

본 논문은 이동하는 차량에서 DBS를 수신하기 위한 위성 추적 안테나 제어시스템의 성능을 기술하고 있다. 이 시스템의 안정도와 추적속도 개선을 위해, 방향센서의 기능이 종래의 좌우 추적 알고리즘에 추가되었다. DBS 수신을 위해 제작된 안테나 시스템의 위성 추적 실험이 고속도로와 도심지역에서 수행되었다. 고속도로에서 측정된 AGC 신호레벨은 TV 시청이 가능한 레벨 이상으로 관측되었다. 따라서 방향센서로 보상된 추적 알고리즘을 가진 하드웨어시스템의 우수한 성능이 확인되었다.

Abstract

This paper describes a performance of a satellite tracking antenna control system for mobile DBS reception. In order to improve the tracking speed and the stability of this system, a directional sensor function is added to a conventional left-right tracking algorithm. The satellite tracking experiments of the fabricated antenna system for the DBS reception were performed at a highway and an urban area. The measured AGC signal level on the highway was observed above the level to watch television. Therefore, an excellent performance of the hardware system with the tracking algorithm compensated for the directional sensor was confirmed.

Key Words : Mobile DBS reception, Satellite tracking antenna control system, Left-right tracking method, Directional sensor, AGC signal level

* 正會員, 韓國海洋大學校 工科大學 電子通信工學科
(Dept. of Electronics & Communication Engineering,
College of Sciences and Engineering, Korea Maritime
University)
** 正會員, 韓國海洋大學校 工科大學 電波工學科
(Department of Radio Sciences & Engineering, Korea
Maritime University)
*** 요코하마 國立大學 電子情報工學科
(Division of Electrical and Computer Engineering,
Yokohama National University)
接受日字:2001年11月8日, 수정완료일:2002年3月22日

I. 서론

고도 정보화 사회가 되면서 위성을 이용한 디지털 방송, 통신, 초고속 인터넷 등 각종 서비스의 다양화가 이루어지고 있으며, 특히, 우리나라 위성방송의 경우, 위성방송 컨소시엄 사업단이 조직되면서 프로그램의 다양화와 활성화가 이루어 질 것으로 기대되며, 더불어 경제적 파급효과도 급증할 것으로 기대된다. 지금까지는 위성방송을 가정 등에서 시청하는 고정용이 위주였으나, 국민 경제의 성장과 더불어 레저산업의 발달과 각 가정의 승용차 소유가 급속도로 늘고 있는 추세로, 이동을 하면서도 정보를 공유하려는 요구가 늘고 있는

실정이다. 좋은 예로 휴대전화의 소유가 급증하고 있고 위성을 이용한 이동중 초고속 인터넷이 각광을 받고 있다. 이러한 이유로 최근에는 차량이나 기차 그리고 배 등에서 이동을 하면서 위성을 이용한 방송 및 통신을 가능하게 하기 위한 연구도 활발히 진행되고 있다^[1~3]. 이동체에서 DBS(Direct Broadcasting from Satellite)를 수신하기 위한 시스템은 그림 1과 같이 크게 TV 수상기부, 안테나부, 신호추적부로 크게 나눌 수 있다. TV 수상기부는 위성방송을 수신할 수 있는 차량용이나 일반 수상기를 판매하고 있어서 이를 구입하여 사용하면 된다. 안테나부의 경우는 이동을 전제로 하므로 파라볼라형보다는 평면형 소자 어레이 안테나가 주류를 이루며, 그 중에서도 위성으로부터의 신호를 직접 평면 안테나에서 수신할 수 있는 빔 틸트 안테나가 주류를 이루고 있다^[4,5]. 위성방송 신호추적부는 위성으로부터 수신된 방송 신호를 신호처리하여 TV 수상기에 보내고, 이동을 하면서 위성의 위치가 변했을 때, 그 위치를 추적하여 연속적으로 TV를 시청할 수 있게 하는 역할을 한다^[6]. 본 논문에서는 차량에 탑재하여 국내의 DBS를 수신할 수 있는 위성 추적 알고리즘과 하드웨어 구성 및 필드 테스트의 결과를 기술한다. 그림 1과 같이 신호추적부의 앞단에 위치한 안테나는 무궁화 위성이 위치한 양각 47 도의 빔 틸트를 가지는 평면 도파관 어레이 안테나^[7]를 사용함으로써, 방위각 제어만 하는 것으로 한다. 또한 제안하는 위성추적안테나시스템에서는 위성추적 제어부에 있는 DBS튜너의 AGC(Automatic Gain Control)신호를 검출하여 위성을 추적하는 좌우 추적법에 전자식 제어 방식을 사용한 방향센서의 기능을 추가함으로써 추적시간을 단축시킬 수 있었고 시스템의 안정적인 구동효과를 얻을 수 있었다. 또한 위성추적을 위한 안테나의 회전에 있어서는 안테나와 제어 회로부 사이의 선로 꼬임을 방지하기 위해 모터로부터 회전각을 검출하여 $\pm 180^\circ$ 로 나누어 추적하던 종래의 방식과는 달리 마이크로스트립 커플러를 이용함으로써 모터를 무한 회전할 수 있도록 함으로써 선로의 꼬임 문제를 해결함과 동시에 안테나 회전의 자유도를 높임으로써 추적시간을 고속화할 수 있었다. 추적 알고리즘의 평가에 있어서 파라볼라 안테나와 평면 안테나를 이용한 AGC 신호의 수신 능력을 비교한 결과, 빠른 속도의 이동체에 대해서는 3 dB 빔폭의 양각이 큰 평면 안테나가 유리함을 알 수 있었다. 자체 제작한 안테나 시스템을 차량에 설치

하여 고속도로와 도심지역에서 위성 신호의 추적 실험을 행하였다. 도심지역에서의 실험에서는 건물 등 산란체에 의한 전파환경의 영향을 평가하였다. 또한 고속도로에서 수신된 AGC 신호레벨은 TV 시청 가능레벨을 유지함으로써 차량내에서 연속적인 TV 시청이 가능하였고, 구현한 시스템의 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

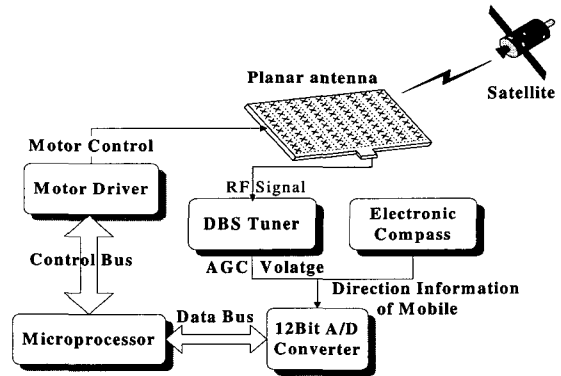


그림 1. 이동체 탑재형 DBS 수신 안테나 시스템의 블록도

Fig. 1. Block diagram of DBS reception antenna system for mobile vehicle.

II. 시스템의 구성

그림 2는 제작된 위성추적안테나 제어시스템의 사진이다. 안테나 제어시스템은 위성으로부터 위성신호를 수신하기 위한 안테나 수신부와 위성신호의 신호레벨을 측정하여 AGC신호를 A/D 컨버터에 제공하는 DBS 튜너부, 주 제어기에서 인식할 수 있도록 AGC신호를 디지털 값으로 변환하여 주는 A/D컨버터, 주어진 신호를 분석하고 추적 알고리즘을 구현하여 안테나의 동작을 제어하는 연산·제어부 그리고 위성신호 수신부의 지향각을 조정하는 모터 구동부와 방향 추적 속도를 향상시키기 위한 PRECISION NAVIGATION사의 Vector Electronic Module인 V2XG 방향센서로 구성되어 있다. 그림 2와 같이 회로를 구성하여 위성으로부터의 RF신호를 안테나에서 수신하여 DBS 튜너부를 거치면서 IF신호로 바꾸어 A/D 컨버터를 통과하면서 12 비트로 디지털화된 신호를 CPU에 전달하게 된다. 이 신호는 위성으로부터 수신된 신호의 세기를 연산·제어부인 CPU에서 판단하여 안테나가 위성을 지향하고 있는지에 대한 판단의 근거로 사용된다. 또한 이동체의 위치변화에 따른 위성추적 속도를 향상시키기 위해 방

향 센서를 추가하였다. 방향 센서 VECTOR2X electronic compass를 사용하여 이동체가 회전하는 각도를 12비트 디지털 신호로 변환하여 CPU에 전달하게 된다. 방향 센서를 사용하여 이동체의 위치변화 각도를 감시하게 된다. 위치변화에 따른 방향추적을 위해 자이로 센서도 많이 사용되고 있으나, 자이로 센서의 경우 가격 면에서 방향센서보다 매우 비싸기 때문에 본 연구에서는 자이로 센서 대신 방향 센서를 사용하였다. CPU에서는 위성으로부터의 RF신호와 방향 센서에 의한 이동체의 위치변환정보를 연산하여 위성추적을 위한 제어신호를 모터 구동부로 보내 안테나를 위성의 방향으로 회전시키면서 연속적인 추적이 가능하도록 하였다.

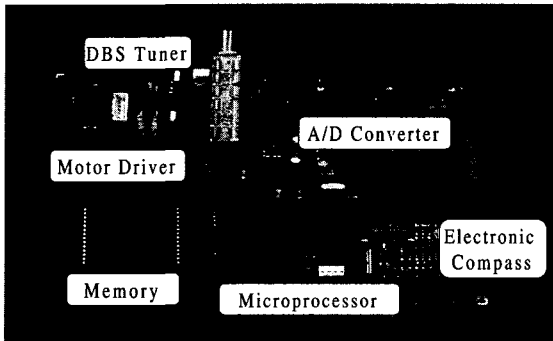


그림 2. 위성으로부터의 신호 추적을 위하여 제작한 안테나 제어시스템의 사진

Fig. 2. Photograph of the fabricated antenna control system for signal tracking from satellite.

1. DBS 튜너부

튜너부는 시리얼로 데이터를 전송하여 주파수를 선택하는 방식으로 위성신호의 원하는 주파수 대역에서 수신신호의 AGC 레벨을 구하기 위하여 Sharp사의 DBS 튜너를 사용하였다. DBS 튜너는 제어부에서 설정하는 주파수대의 이득을 AGC 신호레벨로 변환하여 A/D 컨버터에 제공하게 된다. 튜너를 통해 나오는 AGC 전압은 복조기에 인가되는 내부신호를 참조하여 신호레벨에 비례하는 DC전압이다. 튜너에서 제공되는 AGC 전압을 이용하여 위성추적안테나의 위성지향 여부를 판단하게 된다. 위성신호를 수신하여 위성방송을 볼 수 있는 AGC 신호레벨은 그 범위가 매우 좁기 때문에 데이터를 정확하게 검출하기 위한 A/D 컨버터는 높은 분해능을 가질 필요가 있다. 그림 3은 AGC 신호를 검출하는 과정을 도식화한 것으로 안테나를 통해

들어온 위성신호는 LNB를 통해 IF주파수로 바뀐다. 이 신호의 세기는 다시 튜너를 통해 0에서 5V에 이르는 AGC 전압으로 변환되고, AGC 전압은 다시 12bit의 고분해능을 가지는 A/D 컨버터를 통해 디지털화되고 마이크로프로세서는 이 값을 가지고 모터를 제어하게 된다. 본 연구에서는 12 Bit의 분해능과 8채널의 입력을 가지는 Maxim사의 MAX197 A/D 컨버터를 사용하였다.

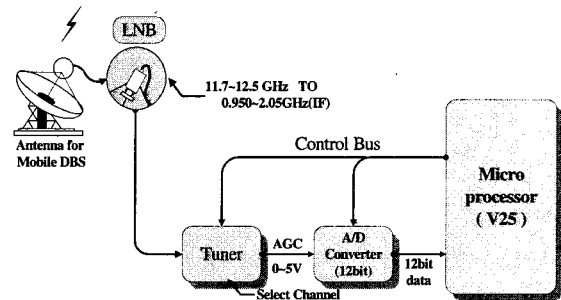


그림 3. AGC 신호 검출 과정

Fig. 3. Process of AGC signal detection.

2. 연산·제어부

신호의 제어를 위한 CPU로써 μ PD70322 마이크로 프로세서를 사용하였다^[8]. μ PD70322는 통상 V25로 불리며 내부에 다양한 기능(PIO, SIO, 타이머, 인터럽트 컨트롤러, 클럭 제너레이터 등)을 내장하고 있다. 따라서 이를 이용할 경우 주변회로 구성이 간단하며 시스템의 소형화가 가능하고, 가격이 싸며 고속의 처리 속도를 가지기 때문에 가전제품에서부터 산업용 제어시스템에 이르기까지 다양하게 사용되고 있다.

3. 모터 구동부

연산·제어부에서 나온 신호로 안테나를 회전시키기 위한 구동모터는 복잡한 제어회로 없이 정확한 각도 제어가 가능한 스텝 모터를 사용하였다. 모터의 구동에는 고속특성 및 전력효율 면에서 우수한 정전류 구동 방식을 사용하였고, 구동소자는 L297과 LSA7024M을 이용하였다. 스텝 각이 0.9°/pulse 인 스텝 모터로 1:40의 비를 가지는 기어를 제작하여 이용하였고, 따라서 실제 안테나는 0.15°의 분해능을 가지게 하였고, 위성 추적을 위한 회전각을 정밀하게 제어할 수 있도록 하였다. 각 장치에 전원을 공급하기 위한 DC/DC Converter는 모터 전원 및 튜너입력전원을 위한 24V를 비롯하여 5V, 12V를 안정적으로 공급할 수 있게 제작하였다.

III. 추적 알고리즘

1. 추적 알고리즘의 구성

그림 4는 튜너를 통해 나오는 AGC 신호로 위성을 추적하기 위한 안테나의 알고리즘을 나타낸다. 그림에서 나타낸 바와 같이 위성추적 안테나시스템은 크게 4 단계의 상태를 가지며, 초기 시스템설정→위성탐색→추적상태→IDLE상태→위성탐색 혹은 추적상태의 흐름을 가진다. 초기 시스템설정 상태에서는 튜너의 주파수를 설정하고 모터 및 AGC 신호를 검출하기 위한 인터럽트 벡터를 지정한다. 위성탐색 상태에서는 위성추적안테나의 방위각을 변화시키면서 현재 안테나의 위치에 대한 위성의 추적범위를 설정하고 수신된 AGC 신호로부터 가상적인 기준신호를 지정한다. 가상 기준신호 이상의 AGC 값이 수신되는 경우에 IDLE상태를 유지하게 되며, 이 때 수신상태는 최적이다. IDLE상태에서 이동체가 급회전 등의 이유로 AGC 값이 기준신호 이하로 검출될 경우, 위성추적안테나의 상태는 탐색상태 혹은 추적상태로 전이되어 IDLE상태가 될 때까지 위성을 추적하게 된다. 실제 시스템에서는 TV 시청이 가능한 레벨 이상에서 임의의 기준신호레벨을 정하여 프로그램화하고 시청 가능 레벨 이상에서 추적이 이루어지게 함으로써 이동하면서 TV로 수신되는 영상 및 음성 신호가 연속적으로 지속될 수 있도록 설계하였다. 일반적으로 위성을 추적하는 알고리즘은 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 미분법으로 이동체의 이동 혹은 회전으로 인해 위성으로부터 수신된 신호의 AGC 값이 기준 레벨이하로 떨어질 경우, AGC 값을 미분하여 모터의 회전방향을 결정하게 된다. 이 방법은 대형선박과 같이 이동체의 진행속도나 회전이 느릴 경우에 사용된다. 따라서, 승용차나 버스, 기차 등 육상 이동체의 경우는 진행속도와 회전속도가 선박에 비해 매우 빠르므로 두 번째 방법인 좌우 추적법을 사용한다^[9,10]. 이 방법은 그림 4에서 보는 것처럼 수신된 신호의 AGC 값이 기준 레벨이하로 떨어지면, 모터를 좌우로 일정간격 회전시키며 방향을 추적한다. 일정시간동안 방향을 찾지 못하면 360도 회전하면서 기준 레벨이상의 신호를 찾게 된다. 이 경우 모터의 회전속도가 이동체의 회전 속도에 비해 충분히 빨라야 한다. 따라서 고가의 고속회전이 가능한 모터와 고속회전에 따른 기어의 마모 등의 문제가 생긴다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서

는 저가격 방향센서를 사용하여 문제점을 해결함과 동시에 추적시간의 단축효과를 얻을 수 있었다. 그림 4로부터 알 수 있는 것처럼, 알고리즘에는 위성 추적의 방향 변화가 생겼을 경우, 변화된 각도만큼을 보상하여 회전체의 반대방향으로 안테나를 회전시킴으로써 기준 신호레벨 이상의 방향을 찾고 만약 방향의 변화 없이 AGC 값이 기준신호레벨 이하로 내려오면 그 주변을 좌우 추적한다. 일정 범위를 추적한 후에도 신호가 수신되지 않을 경우, 안테나를 360 도 회전시키면서 위성 신호를 추적한다. 터널속과 같이 위성신호가 수신되지 않은 장소를 장시간 진행할 경우, 기준신호레벨 이하가 된 최초의 방향에서 정지하여 대기하게 된다. 기준신호의 레벨은 TV시청 가능 레벨보다 높게 잡아서 신호를 연속적으로 수신할 수 있도록 한다. 기준신호레벨의 값에 따라 안테나의 회전 횟수가 정해지며, 회전수를 줄이기 위해서는 값을 TV시청 가능 레벨 근처로 정하면 된다. 기준신호레벨은 DBS 튜너의 성능에 따라 다소 차이가 있으며, 실험을 통하여 얻은 결과에 의하면 일반적으로 2.6 V 이상에서 임의로 정하면 되나, 본 논문에서는 알고리즘 추적능력 평가를 위해 기준신호레벨을 3.2 V 이상으로 높게 하였다.

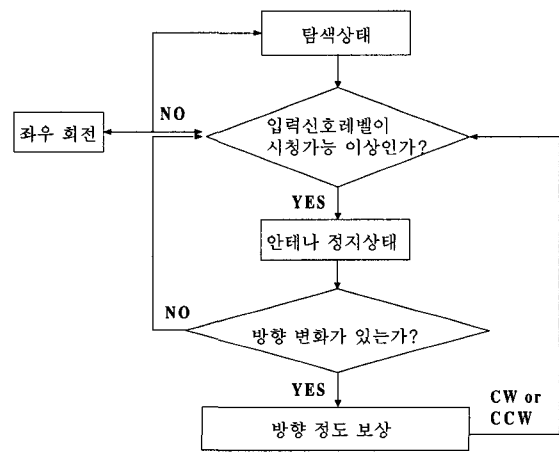


그림 4. 방향센서를 이용한 추적 알고리즘의 흐름도
Fig. 4. Flow chart of tracking algorithm with electronic compass.

2. 추적 알고리즘 평가를 위한 AGC 신호 측정

이동체의 방향변화로 인하여 안테나가 위성으로부터의 신호를 추적하려고 할 때, 모터를 구동하여 안테나를 회전시키게 된다. 이 때 모터의 회전 속도에 따라 수신되는 A/D 변환 데이터 수와 AGC 신호레벨과의

관계를 그림 2의 제어시스템을 이용하여 측정된 값을 그림 5에 나타낸다. 그림에서 보는 것처럼 모터의 회전 속도가 빠를수록 위성을 바라보면서 수신하는 AGC 신호의 범위가 좁아짐을 알 수 있다. 그러나 모터의 속도가 느리면 AGC 신호의 데이터는 늘어나서 안정적이 되지만, 위성을 추적하는 추적시간이 지연될 수 있으므로, 이를 고려한 적정수준의 모터 속도를 이용하여야 한다. 본 연구에서는 그림 5에서 중간 속도를 나타내는 Mid-speed를 선택했고, 약 300 μ s의 모터 인터럽터 시간을 사용하였다.

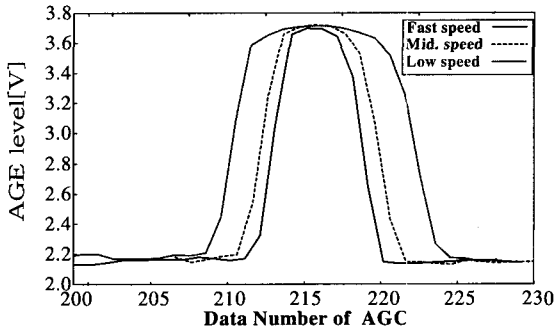
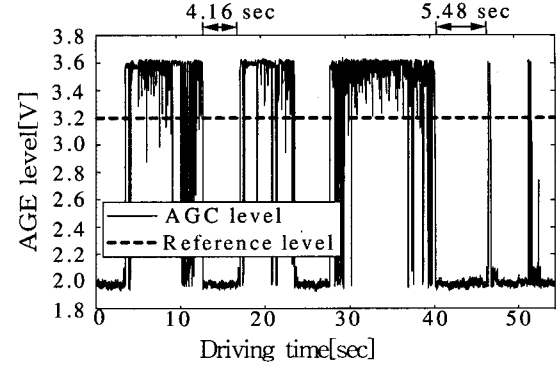


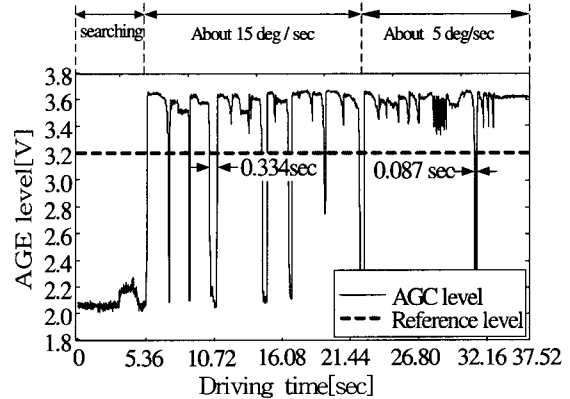
그림 5. 모터구동 속도에 따른 AGC 신호 데이터 수의 변화
Fig. 5. Change of the AGC signal data number by motor speed.

추적 방법에 따른 추적 알고리즘의 영향을 평가하기 위해 좌우 추적법과 방향센서로 추적 각도 및 속도를 보상한 경우에 대해 실험하였다. 또한 파라볼라 안테나를 사용한 경우와 평면 안테나를 사용한 경우의 AGC 값의 변화에 대해 실험하였다. 그림 6의 (a)와 (b)는 파라볼라 안테나를 이용하여 좌우 추적법만을 사용한 경우와 방향센서를 보상한 경우에 대해 실험한 AGC 레벨의 변화를 보여 주고 있다. 안테나의 회전은 5°/초와 15°/초 두 가지 경우에 대해 행하였다. 그림 6(a)로부터 알 수 있는 것처럼, 좌우 추적법만으로 알고리즘을 구성하였을 경우, AGC 신호의 변화가 심하여 안테나의 잦은 회전이 많아지고, 기준 신호레벨 이상을 찾는데 4 초 이상의 시간이 걸림을 알 수 있다. 이에 대해 그림 6(b)와 같이 방향센서로 보상을 시켜 주면, 약 0.35 초 이내에 기준신호레벨 이상의 AGC 신호를 찾고 안테나의 잦은 회전이 대폭 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한, 단위시간당 안테나의 회전 각도가 클수록 AGC 신호가 기준신호레벨 이하로 떨어지는 횟수가 많으며

추적시간이 많이 걸림을 알 수 있다.



(a) 좌우 추적법에 의한 AGC 신호레벨의 변화
(a) Change of AGC signal level by only left-right tracking method.

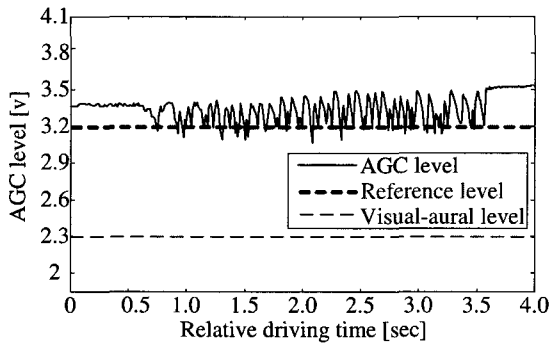


(b) 방향센서로 추적 각도 및 속도를 보상
(b) Compensation of tracking angle and speed by electronic compass.

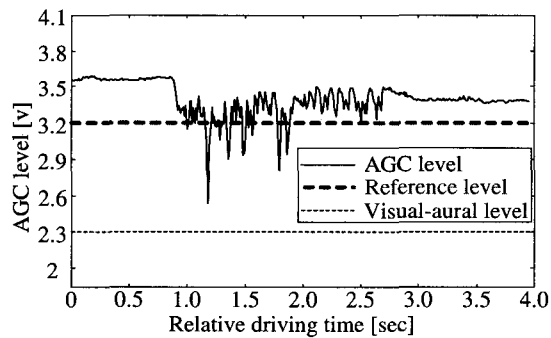
그림 6. 파라볼라 안테나를 이용한 추적 알고리즘의 평가
Fig. 6. Evaluation of tracking algorithm using parabolic antenna.

그림 7은 평면 도파관 어레이 안테나를 이용하여 좌우 추적법과 방향센서를 써서 안테나를 회전시키면서 수신되는 AGC 신호의 변화를 측정된 것이다. 평면 안테나 지향성의 3 dB 빔폭 양각은 약 16° 정도이며, 그림 6에서 사용된 파라볼라 안테나는 약 6° 정도이다. 추적 알고리즘은 그림 6 (b)의 경우와 같으며, 실험에서는 안테나만 교환하여 측정하였다. 그림 7 (a)의 주행시간은 상대적 주행시간을 의미하고 추적상태가 불량한 데이터를 사용하였으며, 안테나의 회전속도는 15°/초 일 때이다. 그림 7 (a)의 데이터를 그림 6 (b)의 회전속도 15°/초 인 구간과 비교하여 보면, 안테나의

양각이 클수록 AGC 신호는 안정적이며, 리플이 발생하기는 하나 기준신호레벨 이상을 유지하고 있으며, 추적 상태가 불량함에도 불구하고 TV 시청 가능 레벨을 상회하므로 연속적인 시청이 가능함을 알 수 있다. 따라서 빠른 속도의 이동체에는 3 dB 빔폭 양각이 큰 안테나가 유리하며, 펜슬 빔을 가지는 파라볼라 안테나보다는 평면 안테나가 유리함을 알 수 있다. 다음으로 안테나의 회전속도에 따른 AGC 신호레벨의 변화를 알아보기 위해 그림 7 (b)와 같이 안테나의 회전속도를 30% 초로 하여 측정하였다. 속도가 빠를수록 AGC 신호의 리플은 줄어들지만, 기준신호레벨 이하로 떨어진 AGC 신호의 시간이 길어져 추적시간이 길어지고 있음을 알 수 있다. 그림 6과 7의 결과로부터 알 수 있는 것처럼, AGC 신호레벨의 변화는 추적 알고리즘과 안테나의 성능에 크게 의존한다.



(a) 15°/sec 속도로 연속적으로 이동
(a) Continuous moving speed of 15°/sec.



(b) 30°/sec 속도로 연속적으로 이동
(b) Continuous moving speed of 30°/sec.

그림 7. 평면 도파관 어레이 안테나의 회전속도에 의한 AGC 신호레벨의 변화
Fig. 7. Variation of AGC signal level by turning speed of planar waveguide array antenna.

IV. Field 측정 결과 및 고찰

1. 실험 환경

그림 8은 차량에서 이동하면서 위성방송 수신을 실험하기 위한 안테나 시스템의 사진이다. 안테나는 DBS 대역에서 약 25 dBi 이상을 가지며 양각 47°의 빔틸트와 3 dB 빔폭이 약 16°인 좌현편파 슬롯 어레이 도파관 안테나를 설계·제작하였고, 안테나의 회전에 의한 선로의 꼬임 방지를 위해 마이크로스트립 커플러를 제작하여 사용하였고, 제어회로는 그림 2의 것을 사용하였다. 차량의 내부에 AGC 신호레벨을 측정하기 위한 컴퓨터와 TV 모니터를 설치하고, 차량의 지붕에 그림 8의 안테나 시스템을 설치하여 필드 테스트를 행하였다. 필드 테스트는 고속도로와 도심지역에서 행하였으며 고속도로는 경사굴곡과 곡선도로가 많은 부산 경주구간을 선택하였고, 도심지역은 도로가의 전선과 전신주, 건물, 가로수 및 산이 비교적 많은 전파환경이 열악한 부산 시내로 하였다.

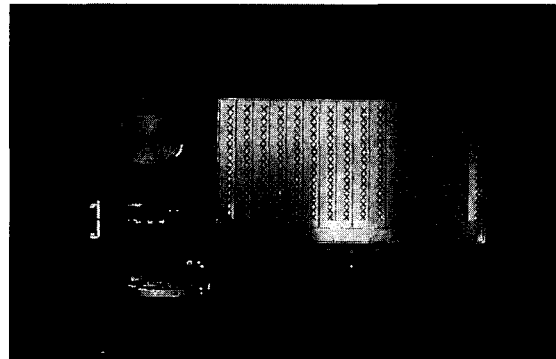


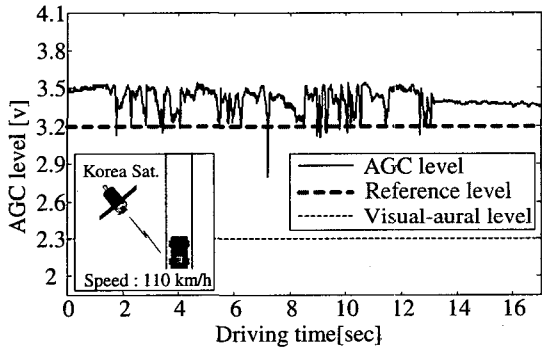
그림 8. 필드 테스트 측정에 이용된 DBS 수신 안테나 시스템
Fig. 8. DBS reception antenna system for field test measurement.

2. 고속도로에서의 측정결과

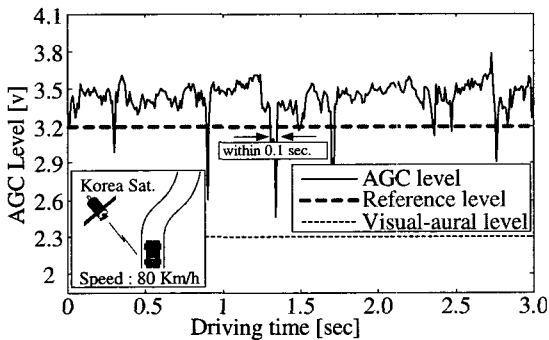
그림 9 (a)는 고속도로상에서 시속 110 Km의 속도로 직선도로를 주행할 경우의 추적시간과 수신된 AGC 신호레벨을 나타내고 있다. 측정된 많은 시간의 데이터 중 수신 상태가 좋지 않은 곳의 데이터를 제시하고 있으며, 3.2 V의 기준신호레벨 이하로 떨어지는 구간에서 안테나는 회전을 하나, 기준신호레벨 이하로 떨어지는 시간이 매우 짧아서 안테나의 회전을 느낄 수 없었다.

또한 항상 시청 가능 레벨 이상을 유지함으로써 차내에서 연속적인 TV 시청이 가능하였다. AGC 신호레벨에 잔 리플이 생기는 것은 고속도로의 표면이 고르지 못해서 AGC 신호레벨이 미세하게 변동하면서 생기는 것으로 위성으로부터의 신호를 추적하는 데는 지장이 없었다.

그림 9 (b)는 고속도로에서 시속 80 Km의 속도로 약 40 도 정도의 커브 길을 회전할 때의 추적시간과 수신된 AGC 신호레벨을 나타내고 있다. 그림 9 (a)의 직선도로와 비교하여 기준신호레벨 이하로 떨어지는 구간이 많으며, 시간도 0.1초 정도로 길었으나, 전체적으로 시청 가능 레벨 이상을 유지하고 있어서 TV 시청에는 전혀 지장이 없었다. 또한 안테나의 회전도 매우 미세하여 피부로는 느낄 수 없었고, 장시간을 사용하여도 시스템이 안정적이었다.



(a) 직선도로를 주행할 경우
(a) On the straight highway.



(b) 약 40°의 커브 길을 주행할 경우
(b) On the curve highway with about 40 deg..

그림 9. 고속도로에서 측정된 AGC 신호레벨
Fig. 9. The measured AGC signal level on the highway.

3. 도심지역에서의 측정결과

그림 10은 도심지역인 부산에서 차량을 이동하면서 측정된 AGC 신호의 수신 결과이다. 차량의 진행속도는 평균 30 Km/h 이다. 도심지역에서는 안테나와 위성사이에 건물이나 전선, 전신주, 산 등의 전파장애 및 방해요인이 많은 곳을 택했으며, 이들의 영향으로부터 위성신호를 직접 수신하는 데는 최악의 전파환경을 가지고 있다. 이로 인해 위성 신호의 추적이 용이하지 않음을 그림 10의 결과로부터 쉽게 알 수 있다. AGC 신호레벨이 기준신호레벨 이하로 떨어진 A와 B 구간은 건물에 의해 위성이 보이지 않음으로써 나타난 구간이고 C 구간은 산의 커브 길을 달리면서 수신된 구간이다. 도심지역에서도 차량에 설치된 안테나로부터 위성이 직접 보이는 곳은 지면의 영향으로 AGC 신호레벨에 잔 리플이 수신되며 구간의 환경에 따라 기준신호레벨 이하로 떨어지기는 하나 TV를 시청하는 데는 지장이 없었다. 또한 도심지역에서는 위성의 방향과 다중경로의 방향을 적응적으로 추정하여, 위성의 방향으로 빔을 형성하면서 다중경로 방향으로 null을 형성시키는 Adaptive 알고리즘을 사용할 필요가 있으나, 본 논문에서 제안한 다중경로에 대한 nulling을 고려하지 않고 위성으로부터의 AGC 신호만을 추적하여 빔을 형성하는 경우에도 성능의 큰 저하없이 위성방송을 수신할 수 있음을 확인할 수 있었다.

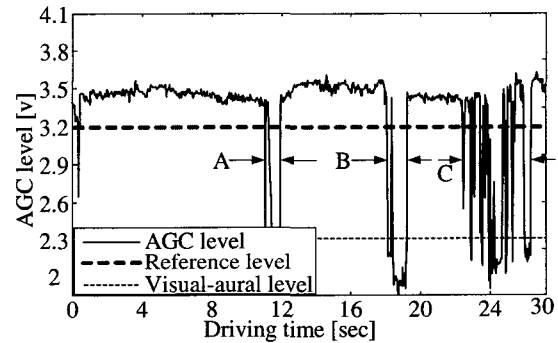


그림 10. 도심지역에서 측정된 AGC 신호레벨
Fig. 10. The measured AGC signal level on the urban road.

V. 결 론

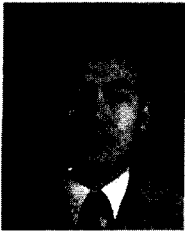
본 논문에서는 차량 탑재형 위성방송 수신용 안테나 제어시스템을 구현하고 성능평가를 행하였다. 좌우 추

적법에 의한 추적 알고리즘에 방향 센서의 기능을 추가하여 차량의 고속회전을 감지하고 회전 각도를 빠른 시간내에 보상해 줌으로써 안테나가 위성을 지향하는 추적시간을 단축시킬 수 있었고 시스템의 안정적인 구동효과를 얻을 수 있었다. 또한 파라볼라 안테나와 평면 안테나를 이용한 AGC 신호의 수신 능력을 실험적으로 비교한 결과, 빠른 속도의 이동체에 대해서는 3 dB 빔폭의 양각이 큰 평면 안테나가 유리함을 알 수 있었다. 실험에 사용된 평면 안테나는 DBS 대역에서 약 25 dBi 이상을 가지며 양각 47°의 빔 틸트와 3 dB 빔폭이 약 16°인 좌현편파 슬롯 어레이 도파관 안테나이고, 안테나의 회전에 의한 선로의 꼬임 방지를 위해 마이크로스트립 커플러를 제작하여 사용하였다. 자체 제작한 안테나 시스템을 차량에 장착하여 고속도로와 도심지역에서 위성방송 신호의 추적 실험을 행하였다. 고속도로의 직선도로와 곡선도로를 주행하는 차량으로부터 수신된 AGC 신호레벨은 TV 시청이 가능한 레벨 이하로 떨어지지 않는 결과를 얻음으로써 연속적인 TV 시청이 가능하였다. 따라서 방향센서로 보상된 추적 알고리즘으로 구현한 하드웨어시스템의 우수한 성능을 확인할 수 있었다. 도심의 시내지역에서의 측정에서는 건물에 의한 전파환경의 영향을 많이 받았고, 이로 인하여 시내 주행 실험에서는 불규칙하게 신호가 수신되었다. 하지만 위성방송의 신호가 직접 전달되는 시내 도로에서는 AGC 신호레벨이 기준신호레벨 이하로 떨어지지는 하나 TV를 시청하는 데는 지장이 없었다.

참 고 문 헌

- [1] K. Omaru, "A mobile satellite broadcasting receiver," *Broadcasting Engineering*, Vol. 43, No. 9, pp. 119~123, Sept. 1990.
- [2] K. Nishikawa, "Mobile DBS receiving antenna system," *Toyota Central Lab. R&D Review*, Vol. 27, No. 1, p. 65, March 1992.
- [3] H. Sasazawa, Y. Oshima, K. Sakurai, M. Ando and N. Goto, "Slot coupling in a radial line slot antenna for 12 GHz band satellite TV reception," *IEEE Trans. Antenna & Propagation*, Vol. 36, No. 9, pp. 1221~1226, Sept. 1988.
- [4] M. Haneishi, S. Sato, K. Yahagi and A. Kaise, "A consideration on beamtilt-type planar DBS antenna," *ITE Tech. Rept.*, RE-88-31, Sept. 1988.
- [5] J. Hirokawa, M. Ando, N. Goto and M. Uematsu, "A single-layer leaky-wave slotted waveguide array for mobile DBS reception," *Proc. of the 8th ICAP'93*, Vol. 2, 19A-3, pp. 827~830, March 1993.
- [6] K. S. Min, S. H. Park, D. H. Kang, D. C. Kim and H. G. Lim, "A basic study on the azimuth tracking algorithm for mobile DBS reception antenna system," *Proc. of ISAP 2000*, Vol. 1, pp. 25~28, Aug. 2000.
- [7] 민경식, 김광욱, 김동철, 고지원, 임학규, "DBS 수신용 평면 안테나 급전도파관의 π -junction 특성에 관한 연구", *2000년도 추계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집*, Vol. 23, No. 2, pp. 241~244, Sept. 2000.
- [8] μ PD70322/70322 User's Manual *NEC Corporation* 1998.
- [9] 민경식, 손병선, 박세현, 김동철, 임학규, 김상태, "방향센서와 좌우 Tracking법을 이용한 자동 추적 알고리즘에 관한 연구", *한국해양정보통신학회 2000년도 춘계종합학술대회지*, Vol. 4, No. 1, pp. 124~127, May 2000.
- [10] 채윤경, 최익권, "이동체 탑재형 위성방송 수신용 안테나 시스템의 방위각 추적 알고리즘에 관한 연구", *1999년 춘계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집*, Vol. 22, No. 1, pp. 380~383, Sept. 1998.

저 자 소 개



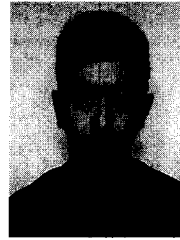
金東哲(正會員)

1964년 7월 21일 생. 1990년 2월 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학사). 1992년 2월 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 (공학석사). 1992년 3월~95년 1월 (주) 대륙정밀 연구소 연구원. 1995년 4월~현재 (주) 백금정보통신 연구소장. 1998년 3월~현재 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정. <주관심분야: 평면안테나 및 초고주파회로 설계>



閔庚植(正會員)

1962년 1월 22일 생. 1989년 2월 한국해양대학교 전자통신공학과 (공학사). 1991년 2월 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 (공학석사). 1991년 1월 한국해양대학교 조교. 1993년 1월~93년 9월 고등기술연구원 정보통신연구실 근무. 1993년 10월~96년 9월 동경공업대학 전기전자공학과 (공학박사). 1997년 3월~현재 한국해양대학교 전파공학과 조교수. 2001년 2월~2002년 2월 일본 요코하마국립대학 객원교수. <주관심분야: 위성방송 및 이동통신용 평면안테나 설계, Direct Conversion RF 회로 설계 및 초고주파회로 설계>



新井 宏之

Hiroyuki ARAI received the B.E. degree in Electrical and Electronic Engineering, M.E. and D.E. in Physical Electronics from Tokyo Institute of Technology in 1982, 1984 and 1987, respectively. After a research associate in Tokyo Institute of technology, he joined to Yokohama National University as a lecturer in 1989. Now he is an associate professor in Division of Electrical and Computer Engineering, Yokohama National University. He investigated microwave passive components for high power handling applications such as RF plasma heating in large Tokamaks. He developed a flat diversity antenna for mobile telephone terminal, a polarization diversity base station antenna for Japanese PDC systems, and small base station antennas of In-building micro cellular system. He was awarded the "Meritorious Award on Radio" by the Association of Radio Industries and Businesses in 1997 for the development of polarization diversity antenna. He is collaborating with a large number of companies for mobile terminal antennas, cellular base station antennas, antenna measurement techniques, indoor /outdoor propagation measurement and simulation, and EMC measurements and wave absorbers. He published more than 50 reviewed journal papers and about four hundreds international and domestic conference papers. He is the co-author and authors of five text books about electromagnetic waves and mobile antennas, and he holds four US patents of antenna, and several Japanese patents.