

변형된 유전자 알고리즘을 이용한 Multiple Array Antenna의 Beam 제어방식

현교환*, 정경권*, 엄기환*
동국대학교 공과대학 전자공학과

Beam Control of Multiple Array Antenna Using The Modified Genetic Algorithm

Kyo-Hwan Hyun*, Kyung-Kwon Jung*, Ki-hwan Eom*

Electronic Engineering Department
Dongguk University
E-mail : *kihwanum@dongguk.edu

Abstract

This paper presents a novel scheme that quickly searches for the sweet spot of multiple array antennas, and locks on to it for high-speed millimeter wavelength transmissions. The proposed method utilizes a modified genetic algorithm, which selects a superior initial group through preprocessing in order to solve the local solution in a genetic algorithm. TDD (Time Division Duplex) is utilized as the transfer method and data controller for the antenna. Once the initial communication is completed for the specific number of individuals, no longer antenna's data will be transmitted until each station processes GA in order to produce the next generation. After reproduction, individuals of the next generation become the data, and communication between each station is made again. Simulation results confirmed the efficiency of the proposed method.

Blind search와 군(population) search를 하기 때문에 빔 컨트롤에 적합하다. 그러나 GA는 종종 local solution에 수렴하는 단점이 있고 주로 초기세대에 많은 영향을 받는다. MGA는 일반적인 GA 방식에서 local solution의 단점을 보완하기 위해 전처리 과정으로 우수한 초기집단을 선택하여 진화하는 방법으로 일반적인 GA방식에서 랜덤 하게 초기세대를 갖는 것과는 차별화가 된다. 제안한 방식은 각 스테이션에서 전송하는 데이터에 안테나의 정보를 같이 전송하며 빔의 강도를 거리함수로 나타내고 그 거리함수의 곱을 적합도 함수로 이용하여 최대값이 되는 각도를 찾는 방식이다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 1:5 Array antenna의 sweet spot에 대하여 시뮬레이션 한다. 염색체의 길이는 8bit, 16bit, 16bit split인 경우에 대하여 개체 수와 세대 수를 변화시켜 수렴 확률을 비교 검토한다.

I. 서론

안테나 빔 네트워크에서 SNR 감소나 연결의 끊김을 방지하기 위하여 빔의 최적 방향(sweet spot)을 찾고 유지하는 것은 매우 중요하다. 또한 통신 상호간에 최적화된 스위트 스폿을 유지할 수 있다면 더 많은 데이터를 전송할 수 있다고 생각된다.

본 논문에서는 Multiple array antenna 링크 상에서 각 스테이션 간의 안테나 빔의 스위트 스폿을 변형된 유전자 알고리즘(MGA: Modified Genetic Algorithm)을 이용하여 찾는 방법을 제안한다. GA는 최적화 문제에서 기존의 다른 알고리즘과 비교해서 파라미터를 코딩한 것을 직접 이용하고

II. Sweet Spot Search of Multiple Array Antenna

본 논문에서 사용한 multiple array antenna 는 1:5array antenna 방식을 사용하였다. Main antenna 가 5 개의 sub-antenna 와 동일한 시간 간격을 두고 차례로 통신을 하는 방식이다. 그림 2-1 은 1:n array antenna 에 relay line 이다.

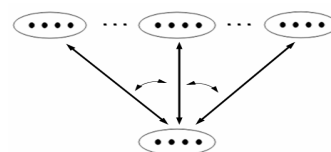


그림 2-1. 1:n array antenna 에 의한 relay line

그림 2-2는 이상적인 경우의 array antenna beam의 sweet spot이다.

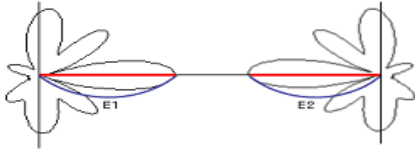


그림 2-2. 이상적인 상태의 빔 상태

여기서 E_1 과 E_2 각 station 의 강도를 나타내고 식 (2-1)과 같다[1][2].

$$E_1 = \sum_{n=1}^{N/2} w_n \cos((2n-1)\frac{\pi d}{\lambda}) (\sin \theta - \sin \theta_1)$$

$$E_2 = \sum_{n=1}^{N/2} w_n \cos((2n-1)\frac{\pi d}{\lambda}) (\sin \theta - \sin \theta_2) \quad (2-1)$$

여기서 w_n 은 array weight, d, λ 는 각 antenna 의 distance 와 wavelength 이고 N 은 array number 이다.

각 스테이션의 빔의 방향에 대한 정보가 각 세대의 개체(gene or chromosome)가 되고 식 (2-1)의 E_1 과 E_2 의 곱을 적합도 함수 z 로 이용하면 GA 를 이용하여 스위트 스폿을 찾을 수 있다. 통신 방식은 TDD(Time Division Duplex)방식을 이용하였고 GA 방식은 rank-based selection, one-point crossover, 확률 P_m 에 따라 염색체에서 1bit 를 바꾸는 방식을 사용하였다[3][4]. 16bit split 는 각 안테나에서 8bit gene 를 생성하고 각 gene 를 하나로 합친다. 즉 8bit (A) + 8bit (B) = 16bit 이다. 그리고 16bit 로 교배와 돌연변이 연산을 한다.

III. Simulation

8bit, 16bit 그리고 16bit split 의 염색체로 각각 시뮬레이션을 수행하였고 시뮬레이션 파라미터는 표 4-1 과 같으며, $d = 0.001, \lambda = 0.004$ 이고 Array Number 는 30 개이다.

표 4-1. 시뮬레이션에 사용된 파라미터

Parameters	value
Generation	30, 50, 80, 100, 120
Population Size	20, 40, 60, 80, 100
Crossover Rate	0.9
Mutation Rate	0.04

그림 4-1 과 4-2 는 각각의 bit 에 대한 수렴률이다. 각각 500 번씩 시뮬레이션을 수행하였으며 오차가 0.01 도 이내를 수렴 기준으로 하였다. 그림 4-1 과 4-2 에서 볼 수 있듯이 16bit 와 16bit split 는 좋은 수렴률을 가진다. 8bit gene 는 거의 수렴을 하지 못한다.

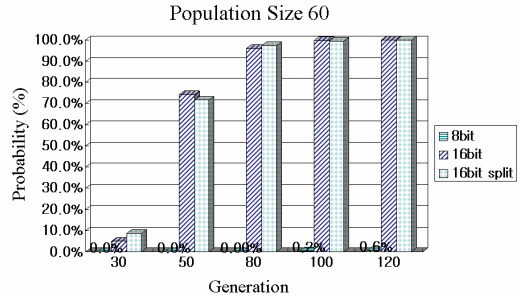


그림 4-1. 개체군 수가 60 일 때의 수렴률

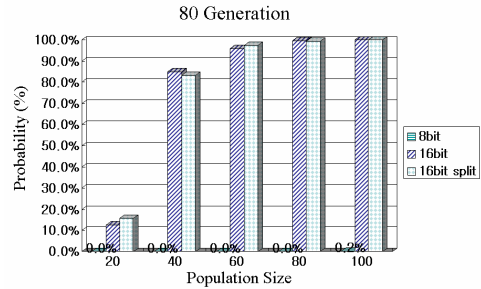


그림 4-2. 80 세대에서의 수렴률

IV. 결론

본 논문에서는 MGA 를 이용하여 multiple array antenna 의 sweet spot 을 찾는 방법을 제안하였다. 제안한 방식은 각 스테이션에서 전송하는 데이터에 안테나의 정보를 같이 전송하며 빔의 강도를 거리함수로 나타내고 그 거리함수의 곱을 적합도 함수로 이용하여 최대값이 되는 각도를 찾는 방식이다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 1:5 array antenna 의 sweet spot 에 대하여 시뮬레이션 하였다. 염색체 길이 8bit gene 에서는 수렴을 거의 하지 못하였지만 16bit 와 16bit split 는 세대수가 80 이상일 때와 개체군 수가 60 이상일 때 좋은 수렴률을 가진다. 16bit split 는 실제 8bit 만 생성하지만 16bit 와 비슷한 수렴률을 가졌다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성 사업의 지원으로 수행되었음 (R11-1999-058-01006-0)

참고문헌

- [1] F. Gross, Smart Antenna for Wireless Communication, McGraw-Hill, 2005
- [2] John D. Kraus, ANTENNAS, McGraw-Hill, 2002
- [3] Man, K., Genetic algorithms for control and signal processing, Springer, 1997
- [4] Gang-gue Jin Genetic Algorithms and Their Applications, Kyo Woo Sa, 2002