

시뮬레이티드 어닐링과 조합한 PID 유전 제어기 설계

홍 영준* 김 낙교 남 문현
건국대학교 전기공학과

A PID Genetic Controller Design Combined Simulated Annealing

Young-Joon Hong*, Lark-Kyo Kim, Moon-Hyun Nam
Department of Electrical Engineering Konkuk University

Abstract - this paper suggests a genetic algorithms combining simulated annealing for PID factor tuning. This paper made Off-Line control parameter tuning of the DC servo motor for the speed. In this paper new method to design PID controller through proposed genetic algorithm. Two experiments compared both the PID controller using genetic algorithms and PID controller using proposed genetic algorithm for a DC-servo motor. The result of two experiments was safty higher PID controller using proposed genetic algorithm than PID controller using genetic algorithm.

1. 서 론

산업 자동화가 가속됨에 따라 로봇이나 수치 제어용 공작기계 및 사무 자동화 기기, 항공기등의 분야에서 고속응답 및 고정밀 응답의 서보 전동기 제어 시스템이 요구되고 있다. 이러한 서보 전동기 구동 시스템의 위치 및 속도 제어에는 고속 응답성, 외란에 대한 빠른 회복성, 매개변수 변동에 대한 강건성등이 요구된다.

유전 알고리즘은 전역적 탐색기법으로 여러 해의 동시 탐색이 가능하고 다중해를 갖는 비선형성이 강한 시스템에도 적용이 가능하다는 이점을 갖고 있다[1-3]. 하지만 학습과정에서 전세대에서 우수한 해가 다음세대에서 소실될 수 있다.

모의 담금질법(SA)은 Kirkpatrick, Gelatt와 Vecchi등에 의해 처음으로 소개된 통계적인 전역 탐색 기법이다 [4-5]. 유전 알고리즘에 시뮬레이티드 어닐링을 조합하면 유전알고리즘의 학습과정에서 소실될수 있는 우수한 해를 얻어냄으로써 보다 빨리 최적해에 도달할수있다.

본 논문은 최적의 PID factor tuning을 하기 위해서 유전 알고리즘만을 사용했을 경우와 시뮬레이티드 어닐링을 사용한 유전 알고리즘을 사용했을 때를 비교 하기 위해서 Off-line에서 직류 서보 모터(DC Servo Motor) 파라미터 동조에 적용하였다.

2. 본 론

2.1. 제안된 유전 알고리즘

유전 알고리즘의 매 세대에서 생성되는 각각의 개체 주위에는 많은 높은 적합도와 낮은 적합도를 가지는 개체가 분포하고 있다. 이러한 주변의 높은 적합도를 가지

는 개체로 새로 생성된 개체를 교체하면 좀더 세밀하고 빠른 수렴속도를 가지는 검색을 수행할 수 있다.

이를 수행하기 위해서는 유전 알고리즘(GA)의 세 가지 연산과정인 재생산, 교배, 돌연변이의 세 과정을 거쳐 생성된 새로운 개체군을 시뮬레이티드 어닐링에 적용하여 주변의 개체들로 교체한다.

다음의 그림 1은 유전 알고리즘과 Simulated Annealing을 함께 사용한 제안된 유전알고리즘이다.

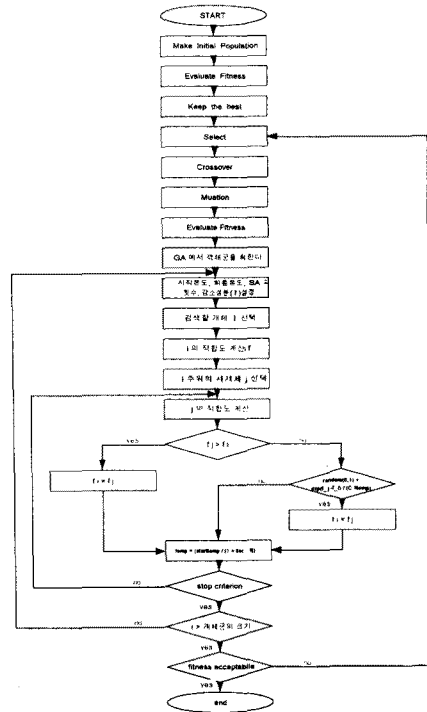


그림 1. 제안된 유전 알고리즘 흐름도

2.2. 제어기 설계

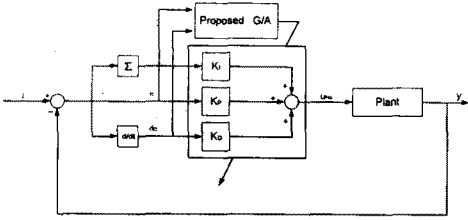


그림 2. 본 논문에서 제안한 제어기

본 논문에서 제안한 제어기는 그림 2와 같이 PID를 구성하는 부분과 PID 제어기를 조정하는 유전알고리즘에 시뮬레이티드 어닐링을 보강한 부분의 영역으로 구성된다.

본 논문에서 제안한 알고리즘으로 초기에 P, I, D factor를 random하게 선택한다. 선택한 P, I, D값으로 개체군만큼의 횟수로 plant에 입력값을 넣어준다. plant에서 나온 출력값과 reference value(기준값)을 비교하여 오차(c), 오차변화(Δc), 오차 누적값($\sum e$)를 구한다. 이때 평가함수 $F = \sum_{i=0}^N (e_i^2 + \Delta e_i^2) * t$ 을 계산한후에 적합

도 함수 $f(F) = \exp(-\sqrt{\frac{F}{t}}) * 100$ 를 계산한다.

POPSIZE 만큼의 입력갯수를 적합도 함수를 통하여 적합도 값을 구한후 가장 높은 적합도를 갖는 개체를 P, I, D factor로 설정하여 $P * e + \sum e / I + D * (\Delta e)$ 를 plant의 제어 입력값으로 결정한다.

3. 결 론

직류 서보 모터와 같은 동적 시스템은 0.0018[sec]이상의 빠른 고속제어를 요하기 때문에 한번의 잘못된 제어값은 전동기를 탈조시키는 상황을 야기시킬수 있다. 따라서, P[0 10], I[0 30], D[0 10]의 제약조건 하에서 실험을하였다.

그림 3.1, 3.3, 3.5는 유전 알고리즘 제어기를 사용하여 50세대에서 개체군 50, 100, 160에서 실험을 하였고 그림 3.2, 3.4, 3.6는 수정된 유전 알고리즘 제어기를 사용하여 50세대에서 개체군 50, 100, 160에서 정현파 입력에 대하여 off-line 실험을 하였다. 정격이 3000[rpm]을 갖는 DC 서보 전동기를 3000[rpm]으로 실험을 하였다.

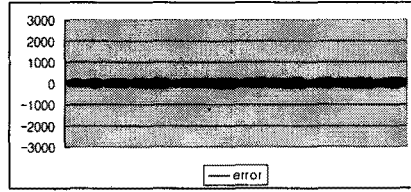
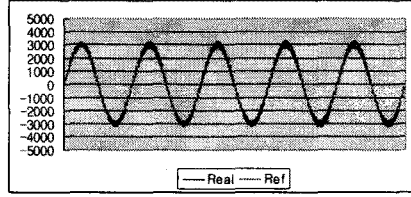


그림 3. 유전 알고리즘 제어기의 응답 및 오차 개체집단=50

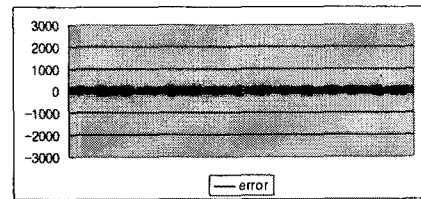
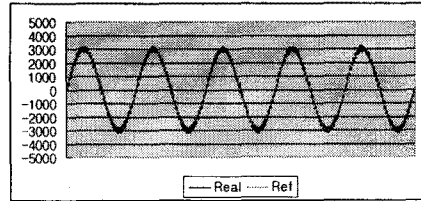


그림 4. 제안된 유전알고리즘 제어기 출력응답 및 오차 개체군=50

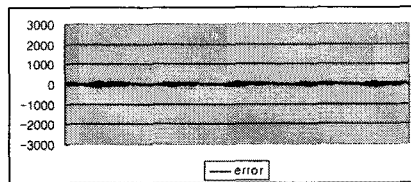
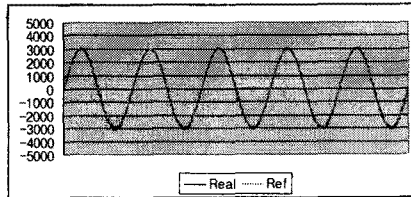


그림 5. 유전알고리즘 제어기 출력응답 및 오차 개체군=100

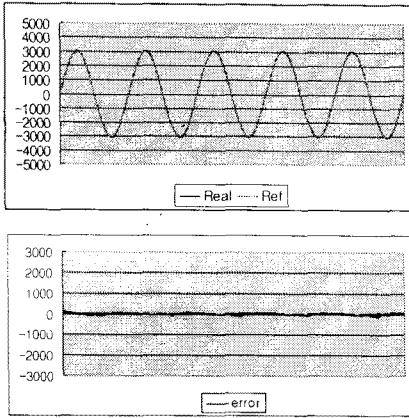


그림 6. 제안된 유전 알고리즘 제어기 출력응답 및 오차
개체군=100

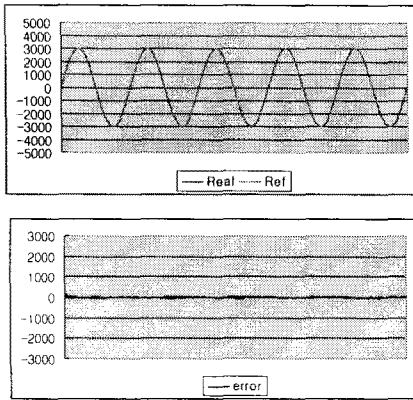


그림 7. 유전 알고리즘 제어기 출력응답 및 오차
개체군 = 160

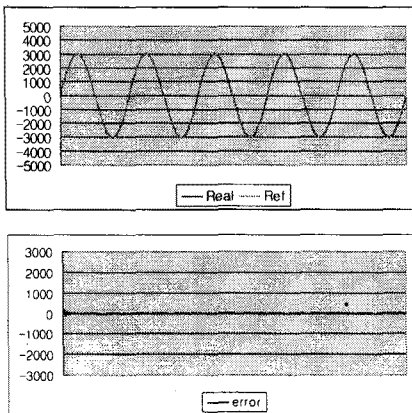


그림 8. 제안된 유전 알고리즘 제어기 출력응답 및 오차
개체군 = 160

표 1. 정현과 입력에 대한 오차

	기준속도와 응답속도의 정상상태 회전수차	정상상태 오차
유전 제어기 50개 개체군	259[rpm]	8.63%
제안된 유전 제어기 50개 개체군	210[rpm]	7.00%
유전 제어기 100개 개체군	97[rpm]	3.23%
제안된 유전 제어기 100개 개체군	65[rpm]	2.17%
유전 제어기 160개 개체군	41[rpm]	1.37%
제안된 유전 제어기 160개 개체군	33[rpm]	1.10%

표 1의 결과와 같이 제안된 유전 알고리즘 제어기가 유전 알고리즘에 비해 오차가 감소한 것을 볼 수 있다. 따라서 제안된 유전 알고리즘을 이용한 PID 제어기가 더 우수하다는 것을 알 수 있었다.

유전 알고리즘과 시뮬레이티드 어닐링은 모두 난수에 기초한 탐색기법이기 때문에 성과가 매번 달라지는 단점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 임의성을 가능한 배제하고 예측 가능한 성과를 가져올 수 있도록 하는 방법에 대해 지속적으로 연구할 필요가 있겠다.

[참고 문헌]

- [1] K. A. Dejong, "Genetic Algorithms : A 10-year Perspective", Proc. First International Conf. on Genetic Algorithms, Pittsburgh, PA, U.S.A. 24~26 July, 1985.
- [2] L. Davis, "Genetic Algorithms and Simulated Annealing", Pitman, London, 1985.
- [3] A., Brindle, "Genetic Algorithms for Function Optimization", Ph.D Dissertation, University of Alberta, Edmonton, Canada, 1981.
- [4] Timothy Masters, Advanced Algorithms for Neural Networks: A C++ Sourcebook, John Wiley & Sons, Inc, pp. 73-96, 1995.
- [5] S. Ghoshray, K.K, Yen and J. Andrian, Modified Genetic Algorithms by Efficient Unification with Simulated Annealing, D.W. Pearson/ N.C. Steel/ R.F. Albercht(eds.) Artificial Neural Nets and Genetic Algorithms, Pro. of the Int'l Conf. in Ales, France, 1995.