

동부호화 최적화 기법의 성능개선을 위한 과거 검색정보의 활용

Improvement of Dynamic encoding algorithm with history information

박영수*, 김종욱**, 김연탁***,
Park Youngsu, Kim Jong-Wook, Kim Yeon Tak

Abstract - DEAS is an direct searching and optimization method that based on the binary code space. It can be classified as an direct hill climbing searching. However, because of binary code space based searching, the searching in low resolution has random property. As the resolution of code increases during the search, its property of searching changes like that of hill climbing search. This paper propose a method for improving the performance of minimum seeking ability of DEAS with history information. The cost evaluation is increased. However the minimum searching ability of DEAS is improved along the same starting resolution.

Key Words :Hill Climb Method, DEAS, Optimization, Binary Search.

1. 서론

공학 분야에서 최적화 기법과 검색 기법은 중요한 부분 중 하나이다. 시스템의 Parameter ID와 Control parameter tuning, 최적화 설계 등의 분야에서 최적화 기법이 활용되고 있다. 이러한 기법들은 문제들의 특성과 최적화의 방식에 따라서 몇 가지로 분류될 수 있다. 문제의 유형에 따라서는 combinatorial optimization과 continuous optimization한 최적화 방법으로 나눌 수 있다. 또한 사용되는 최적화 방식에 따라서는 hill climbing searching과 random searching 그리고 GA나 simulated annealing, particle swarm과 같은 evolutionary searching으로 나눌 수 있다[6][7][8].

DEAS(dynamic encoding algorithm form search)는 구현이 쉽고 연산 시간에 비해 뛰어난 최적화 성능을 가지는 검색 및 최적화 알고리즘이다. DEAS는 여러 검색 방법 중에 Hill climbing 방법, 그중에서 direct search 방법에 속한다고 볼 수 있다. DEAS는 다른 Hill climbing method와는 다르게 2진 코드 공간상에서 검색이 진행된다. 이러한 이진 검색의 특성 때문에 수렴속도가 다른 direct method에 비해 빠르다. 또한 direct searching 방식으로 smoothing등의 전처리 없이 noisy한 목적 함수에 대해서도 바로 적용 할 수 있다.

DEAS는 최근에 제안되어 induction motor parameter ID, SVM parameter optimization, PID controller gain tuning등에 적용되어 우수한 성능을 보였다. 하지만 아직 수학적인 분석이 미약한 점을 문제로 들 수 있다.

저자 소개

- * 박영수: 포항공과대학 전자전기 공학과 박사과정
- ** 김종욱: 동아대학 전자공학과 교수
- *** 김연탁: 포항공과대학 전자전기 공학과 석사과정

본 논문에서는 DEAS의 특징과 이전의 연구들을 간략히 소개하고 DEAS의 검색 특성을 개선하기 위한 전략을 제시하고자 한다. 2장에서는 DEAS를 소개하고 DEAS의 성능을 개선하기 위한 이전의 연구를 소개한다. 3장에서는 이전에 이루어진 연구들에 대한 문제점을 살펴보고 새로운 개선 전략을 제안한다. 4장에서는 새로 제안된 알고리즘에 대한 실험 결과를 제시하고 간략히 토의한다.

2. 이전의 DEAS에 관한 연구

이번 장에서는 기존의 DEAS 알고리즘과 DEAS의 특성 개선을 위한 연구에 대해서 설명할 것이다. DEAS에 관한 연구들은 알고리즘의 적용이외에 다차원으로의 확장과 지역 최소값의 검색성능 향상에 대해 진행되어 왔다[2][3][4]. 이번 논문에서는 DEAS의 지역 최소값 검색 성능의 향상을 통한 전역 최소값 검색 성능을 향상시키는 주제를 중심으로 다룰 것이다. 우선 DEAS에 대해서 살펴보고 DEAS의 검색성능을 향상시키기 위해서 제안된 alpha-Hopping DEAS에 대해서 살펴볼 것이다. 다차원 확장 전략에 관해서는 다음 장에서 간략히 살펴볼 것이다.

2.1 DEAS

DEAS는 dynamic encoding algorithm for search의 약자이다. 이 검색 방법은 목적함수 $f(x_{n \times 1})$ 를 최적화하기 위해 함수의 검색 영역 $[a_{n \times 1}, b_{n \times 1}]$ 를 $[0_{n \times 1}, 1_{n \times 1}]$ 의 표준공간으로 사상한다. 그리고 검색은 이진 코드 $B_{n \times m}$ 상에서 이루어지게 된다. 이때 m 은 이진 코드의 길이를 의미한다. 이 이진코드의 표준 공간에서 갖는 표준 변수 값은

$x_{n \times 1} = B_{n \times n} / (2^m - 1)$ 로 나타내어질 수 있다. 이러한 이진 코드의 길이를 시작 길이부터 종료 길이 까지 늘려가면서 BSS(bisectional Search)와 UDS(Unidirectional Search)를 반복적으로 수행하게 된다. 그림 1은 BSS가 일어나고 난 이후 UDS의 방향이 결정되고 그 방향으로 UDS가 진행되는 것을 나타낸 그림이다.

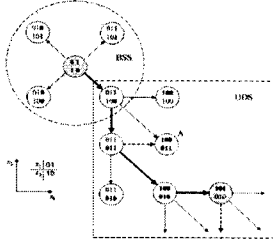


그림 1 BSS와 UDS의 동작

DEAS의 기본 검색 전략은 지역 검색전략과 전역 검색전략으로 나눌 수 있다[1][4]. 지역 검색전략은 DEAS의 검색 과정 중 1개의 시작점으로부터 실행되는 하나의 검색 단위 과정에 관한 전략이다. 지역 검색 전략은 BSS와 UDS가 있다. 이에 반해 전역 검색 전략은 DEAS의 전체 검색에서의 검색의 효율성과 속도를 위한 전략이다. 이러한 전역 검색 전략에는 History Check와 Preliminary Search가 있다.

2.1.1 BSS

DEAS는 기본적으로 BSS와 UDS를 각 이진 레벨에 대해서 반복적으로 수행하면서 starting resolution에서 target resolution까지 binary string의 길이를 늘려가게 된다. BSS는 현재의 resolution인 m 에서 $m+1$ 까지 한 단계에서 이루어지는 이진검색이라고 할 수 있다. BSS과정에서 최적의 목적 함수 값을 가지는 자식노드가 결정이 되고, UDS에서의 검색 방향이 결정된다.

2.1.2 UDS

UDS는 BSS에서 설정된 검색방향과 인구방향으로 검색을 수행한다. 이진 코드의 길이는 변화하지 않고 이진코드의 값만 검색이 진행 되는 방향으로 바뀌게 된다. 계속 검색이 진행되면서 검색방향과 그 인구 방향에 더 이상 목적함수 값의 개선이 없을 때 검색을 멈추게 된다.

2.1.3 History check

DEAS는 효율적인 검색을 위해서 이전에 방문한 이진코드들을 검사하여 다시 목적함수를 평가하는 일이 없도록 하고, 이미 방문된 방향으로 검색이 진행되는 것을 막는다. 간단한 목적함수에서는 History check의 overhead에 의해 목적함수의 재평가 회피로 인한 이득이 상쇄되거나 목적함수의 평가시간이 큰 SVM등에서는 많은 시간이 절약된다[4].

2.1.4 Preliminary Search

만일 DEAS가 특정 분해능이상 이 되었는데도 이전의 검색된 최소값보다 특정 기준이상의 값을 가지고 함수의 값이 개선되는 비율이 특정값 이하가 되면 지역 최소값에 빠진 것으로 간주하고 검색과정을 마치고 다른 시작점에서 검색을 시작하게 된다.

2.2 α -Hopping DEAS

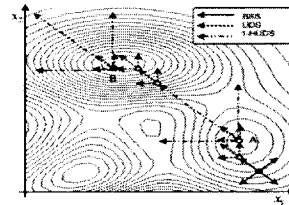


그림 2 α -Hopping DEAS의 동작

α -Hopping DEAS는 DEAS의 전역 검색 성능을 개선하기 위해서 만들어진 알고리즘이다. DEAS는 전반적으로 다른 Direct Search algorithm에 비해서 좋은 성능과 적은 목적 함수 평가회수를 보여주지만 특정한 상황에서는 검색이 지역 최소 값을 벗어나지 못하게 된다. 이를 개선하기 위해서 α -Hopping DEAS에서는 UDS세션이 종료 되고나서 임의의 정수 α 만큼의 이진 코드를 뛰어넘어 다시 검색을 해보는 방법을 사용하였다[4].

3. 개선 전략

3.1 이전 연구의 문제점

DEAS의 경우 하나의 시작점에서 시작된 검색의 경로는 단일한 경로를 따라 최소값으로 수렴하게 된다. 따라서 인접한 경로에 있는 지역 최소값을 놓치게 될 가능성이 존재한다. 또한 이진코드의 시작길이가 충분히 길지 못하면 함수를 Under Sample하여 검색경로에 있는 다른 최소값들을 잃게 된다. 이 경우 History Check기능에 의해서 이 최소값들로의 검색경로 접근이 어려워지게 되는 것이다. 이를 해결하기 위해서 제안한 α -Hopping DEAS의 경우 원래의 DEAS보다 좋은 성능을 보이지만 함수 모양에 따라서 적합한 α 값이 달라지는 등 기준이 임의적이라는 문제가 있었다.

3.2 개선 전략

본 논문에 제안된 검색방법은 BSS와 UDS시에 이전의 검색정보를 이용, 함수의 모양을 인지하여 검색경로를 추가하는 방식으로, 지역 최소값들을 발견할 확률을 높여서 전역 최소값의 발견확률을 향상시키는 방법이다. BSS의 경우에는 History정보를 검색할 필요 없이 BSS가 실행되는 부모 코드의 정보만으로 함수의 형태를 추정해 낼 수 있다. UDS의 경우에는 두 코드사이에 존재하는 코드를 이전의 History정보

를 검색해서 찾아낸다.

4. 실험 결과 및 토의

4.1 평가함수

다음의 표1과 표2는 평가를 위한 목적함수들과 함수3의 상

	함수식
1	$f_1(x) = \sin(x) + \sin(\frac{10x}{3}) + \ln(x) - 0.84x,$ where $2.7 \leq x \leq 7.5.$
2	$f_2(x) = -\sum_{i=1}^m \sin((i+1)x + i),$ where $-10 \leq x \leq 10, m = 5.$
3	$f_3(x) = -\sum_{m=1}^{10} \frac{1}{(k_i(x-a_i) + c_i)},$ where $0 \leq x \leq 10, 0 \leq a_i \leq 10, 1 \leq k_i \leq 3, 0.1 \leq c_i \leq 0.3.$

표 3 평가를 위한 목적함수

수들이다. 이 함수들에 대해서 기존의 DEAS와 새로 제안된 DEAS알고리즘의 성능을 비교해 보았다.

i	ai	ki	ci	i	ai	ki	ci
1	3.040	2.983	0.192	6	8.679	1.236	0.189
2	1.098	2.378	1.140	7	4.503	2.868	0.187
3	0.674	2.439	0.127	8	3.328	1.378	0.171
4	3.537	1.168	0.132	9	6.937	2.348	0.188
5	6.173	2.406	0.125	10	0.700	2.268	0.176

표 4 평가 목적함수 3의 상수들

4.2 실험 결과

그림 5는 DEAS검색에서의 각 함수별 함수 평가 회수를 나타낸 것이다. □모양은 새로 제안된 알고리즘을 나타내고 ◇모양은 기본 DEAS 알고리즘을 나타낸다. x축은 코드의 시작 길이를 나타내고 y축은 함수의 평가회수를 나타낸다. 이때 DEAS의 종료길이는 10이다. 새로 제안된 알고리즘의 평가 회수가 이전의 알고리즘에 비해 늘어난 것을 볼 수 있다.

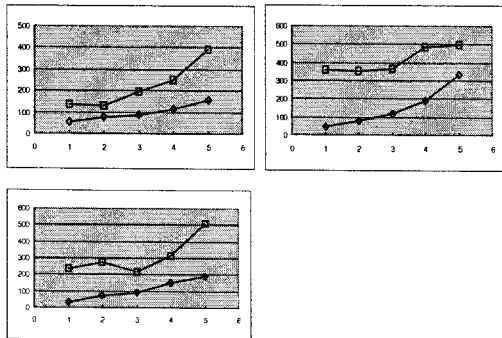


그림 5 DEAS와 제안된 알고리즘의 평가 회수 비교

그림 6은 DEAS와 제안된 알고리즘이 평가함수에서 찾아낸 최소값의 수를 의미한다. 많은 최소값을 찾을 수록 전역 최소값을 발견할 확률이 증가한다.

4.2 토의

새로 제안된 알고리즘은 우선 1차원에서 실험된 것이기는 하지만 최소값을 찾아내는데 있어서 시작 길이에 비해 우수한 성능을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 함수의 형태정보와 과거 검색정보를 활용하여 검색 경로를 추가, 확장하기 때문이다. 하지만 함수의 평가회수는 전반적으로 1.5~4배가량 증가한 것을 볼 수 있다.

새로운 알고리즘에 대한 성질들과 수학적인 분석, 그리고 알고리즘의 구현 등은 차후의 논문을 통해 논의 할 것이다.

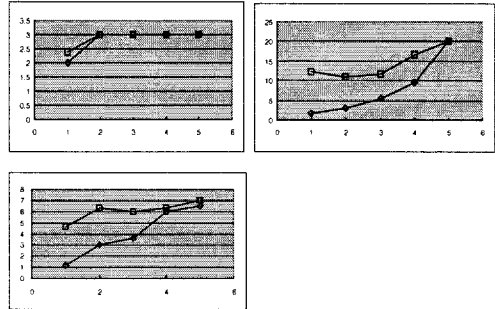


그림 6 평가 함수에서 찾아낸 지역 최소값의 수

참 고 문 헌

- [1] Kim, J.-W. and Kim, S.W., "Numerical method for global optimization: dynamic encoding algorithm for searches" IEE Proc.-Control Theory & Appl. vol.151, No.5, Sept. 2004, pp.661-668.
- [2] Kim J.-W. "Dynamic Encoding Algorithm for Searches and Its Application to Control", Department of Electrical and Computer Engineering Division(Control Program), 2004, 108p.
- [3] Kim N.-G., Kim J.-W., and S.-W. Kim, "A Study fo global optimization using dynamic encoding algorithm", International Conference on Control, Automation and Systems, pp. 857-862, ICASS, Bangkok, Thailand, 2004.
- [4] Seong-Chul Choi, Nam Gun Kim, Jong Wook Kim and Sang Woo Kim, "Improvement of Dynamic encoding algorithm for searches (DEAS) for enhancing the probability to find global optimization, June 2-5, KINTEX, Gyeonggi-Do, Korea, pp.324-329.
- [5] E. Polak, "Computational Methods in Optimization", New York: Academic Press, 1971.
- [6] S. S. Rao, "Engineering Optimization", John Wiley & Sons Inc., 1996.
- [7] H.-P. Schwefel, "Evaluation and Optimum Seeking", New York: Wiley Inter-Science, 1995.
- [8] Aimo Torn and Antanas Zilinskas, "Global optimization", Springer Verlag, New York, 1989.
- [9] Youngsu Park, YoungKow Lee, Jong-Wook Kim and Sang Woo Kim, "Support Vector Machine Parameter tuning using Dynamic Encoding Algorithm for hand written digit recognition", ICCAS, June, 2005, KINTEX, Gyeonggi-Do, Korea, pp.2542-2547.