

생태학적 모델을 이용한 차동 진화 알고리즘

신성윤^o, 이현창^{*}, 신광성^{*}

^o군산대학교 컴퓨터정보통신공학부,

^{*}원광대학교 디지털콘텐츠공학과

e-mail: s3397220@kunsan.ac.kr^o, {hclglory, waver0920}@wku.ac.kr^{*}

Differential Evolution Algorithm Using Ecological Model

Seong-Yoon Shin^o, Hyun-Chang Lee^{*}, Kwang-Seong Shin^{*}

^oSchool of Computer Inf. & Communication Eng., Kunsan National University,

^{*}Dept. of Digital Contents Eng, Wonkwang University

● 요약 ●

본 논문에서는 서로 다른 진화 전략의 병렬화를 구현하기 위해 섬 모델을 도입하고 자원 간의 균형을 유지하기 위해 Monod 모델을 활용하는 PDE-EM이라는 생태 모델 알고리즘을 기반으로 한 새로운 병렬 DE를 제안하도록 한다. 각 섬은 동일한 자원으로 서로 다른 전략으로 진화한다. 지정된 세대 수마다 섬의 진화 정도에 따라 등급이 매겨지고, Monod 모델을 활용하여 각 섬에 다양한 자원이 할당된다.

키워드: PDE-EM, Monod, Ecological Model

I. Introduction

자연 생태 환경에서 인구 간의 경쟁과 공존은 생태학의 핫스팟이다. 많은 연구자들은 인구 경쟁과 협력 사이의 관계를 설명하기 위해 다양한 생태 학적 역학 모델을 제안했다. 즉, Logistic [1], Lotka-Volterra [2], Monod [3]이다.

II. DE

DE는 글로벌 검색을위한 휴리스틱 최적화 알고리즘이다. DE 알고리즘은 주로 초기화, 변형, 교차 및 선택의 네 단계를 포함한다. 의사 코드는 알고리즘 1에 나와 있다.

알고리즘 1에서는 루프 구조에 세 단계 (변이, 교차 및 선택)가 포함된다. 세 가지 전략은 기준이 충족 될 때까지 운영된다. 마지막으로 모집단에서 가장 좋은 개인이 반환된다.

Algorithm 1: DE algorithm

Input: NP, D, CR, F , and $f(\cdot)$

Output: $best$ is the best solution to the population

1. Randomly initialize NP D -dimensional population X

2. Evaluate the fitness of each individual.

3. **while** the criterion is not satisfied **do**

4. $best \leftarrow$ select the smallest fitness from the population.

5. Randomly select three different indices i_1, i_2, i_3

/* Mutation */

6. Generate a mutate vector V by mutation for target individuals.

/* Crossover */

7. Generate a trial vector U by crossover operator.

/* Select */

Choose the best individual from X and U based on fitness.

8. **end while**

9. Return $best$.

III. PDE-EM

Spark는 성능 지배적 인 병렬 연산자를 위해 RDD (Resilient Distributed Dataset)라는 추상화를 도입하는 효율적이고 일반적인 클러스터 프레임 워크이다.

RDD는 내결함성 및 병렬 처리를 지원할 수있는 분할 된 메모리 내 데이터 세트이다. Spark에는 두 가지 기본 RDD 작업, 즉 변환과 작업이 제공된다. 작업은 RDD에서 모든 계산을 시작한다.

위의 분석을 바탕으로 DE의 RDD 파티션 모집단은 DE의 병렬성을 향상시킨다. 정보 마이그레이션은 인구 다양성을 개선하는 데 도움이 된다. 그림 1은 Spark (SparkDE)를 기반으로하는 DE의 계산 프로세스를 보여준다. DE의 인구는 서로 다른 섬으로 분할된다. 각 아일랜드는 DE 알고리즘을 병렬로 실행한다. 이 모델은 `partitionBy` 작업을 사용하여 아일랜드간에 정보를 마이그레이션한다.

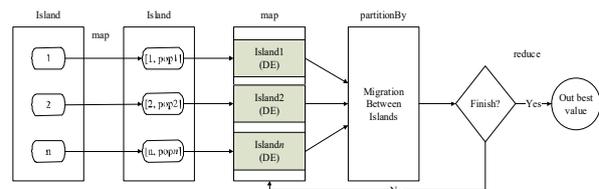


Fig. 1. Spark island model based DE.

PDE-EM 의사 코드는 아일랜드 모델과 Monod 모델을 결합하여 DE 성능을 향상시키는 알고리즘 2에 나와 있습니다.

Algorithm 2: The PDE-EM algorithm

Input NP, D, CR, F , and $f(\cdot)$, m : number of islands.

Output $best$ is the best solution of the population

1. Randomly initialize m subpopulation pop
2. Evaluate the objects in each island.
3. $FES=NP$.
4. Randomly assigned evolution strategy to each island.
5. **while** $FES < MaxFES$ **do**
6. Parallel execute evolution strategy on each island.
7. Calculate rate of change in the optimal fitness of each island.
8. Calculate the growth rate (gr) of each island according to equation (8).
9. Calculate the function evaluations rate (fer) of each island according to equation (9).
10. Assign individual number $NP_i=NP_i+gr$ for each island.
11. Assign the function evaluations $FES_i=FES_i+fer$ for each island.
12. **end while**
13. Return the minimum solution of function.

IV. Experiment

1) 병렬성 분석

속도 향상은 PDE-EM의 병렬 성능을 강조하는 데 사용된다. 속도 향상은 다음과 같이 정의된다.

$$S_k(M_n) = \frac{T_k(1)}{T_k(M_n)}$$

여기서 $T_k(1)$ 은 파티션에서 k 실행의 평균 시간을 나타내고 $T_k(M_n)$ 는 M_n 파티션에서 k 실행의 평균 시간을 나타낸다.

속도 향상 조각은 그림 4에 나와 있다. 모든 기능에 대해 세 가지 다른 기능 평가 (예 : $5.00E + 05$, $2.50E + 05$ 및 $5.00E + 04$)가 설정된다. 그림 2에서 파티션이 증가함에 따라 실행 시간이 감소함을 알 수 있다. 반면에 파티션이 임계점에 도달하면 속도 향상 곡선이 감소한다. 세 개의 유사한 곡선은 가속의 안정성을 나타낸다.

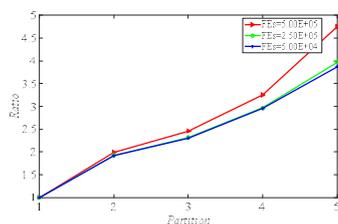


Fig. 2. Speedup by PDE-EM on all function

V. Conclusions

이 논문은 크고 복잡한 최적화 문제를 해결하기 위한 새로운 병렬 미분 진화를 제시하였다. 제시된 알고리즘은 Spark의 RDD에서 연산자를 병렬화하여 인구를 여러 개의 섬으로 나누는 섬 기반 체계를 사용한다. 각 섬은 악용을 위해 다른 알고리즘을 채택하였다. 인구 진화 과정에서 Monod 모델은 진화에 따라 섬에 자원을 할당하였다.

REFERENCES

- [1] Al-Jadir, I., Wong, K. W., Fung, C. C., & Xie, H. (2017, November). Differential evolution memetic document clustering using chaotic logistic local search. In International Conference on Neural Information Processing (pp. 213-221). Springer, Cham, Available: doi.org/10.1007/978-3-319-70087-8_23.
- [2] Meng X, Zhang L. Evolutionary dynamics in a Lotka–Volterra competition model with impulsive periodic disturbance [J]. Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2016, 39(2): 177-188, Available: https://doi.org/10.1002/mma.3467.
- [3] Chiou J P, Wang F S. Estimation of Monod model parameters by hybrid differential evolution [J]. Bioprocess and Biosystems Engineering, 2001, 24(2): 109-113, Available: https://doi.org/10.1007/s004490100236.