

## 클라우드 환경의 하이브리드 차등 진화

신성윤<sup>o</sup>, 이현창<sup>\*</sup>, 신광성<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>군산대학교 컴퓨터정보통신공학부,

<sup>\*</sup>원광대학교 디지털콘텐츠공학과

e-mail: s3397220@kunsan.ac.kr<sup>o</sup>, {hclglory, waver0920}@wku.ac.kr<sup>\*</sup>

## Hybrid Differential Evolution of Cloud Environments

Seong-Yoon Shin<sup>o</sup>, Hyun-Chang Lee<sup>\*</sup>, Kwang-Seong Shin<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>School of Computer Inf. & Communication Eng., Kunsan National University,

<sup>\*</sup>Dept. of Digital Contents Eng, Wonkwang University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 SparkHDE-EM이라는 생태학적 모델 알고리즘에 기반한 하이브리드 DE를 제안한다. 그리고 Spark 기반 아일랜드 모델을 도입하여 다양한 DE 변종의 병렬화를 구현한다. 또한 Monod 모델을 활용하여 자원 간의 균형을 유지하는 방법을 제안한다.

**키워드:** 차등진화(Differential Evolution), 병렬화(Parallelization), 하이브리드 DE(Hybrid DE)

### I. Introduction

자연생태환경에서 개체군 사이의 경쟁과 공존은 생태학의 활기가 넘치고 신나는 곳이다. 많은 연구자들이 인구 경쟁과 협력 간의 관계를 설명하기 위해 Logistic[1], Lotka-Volterra[2] 그리고 Monod[3]같은 다양한 생태 역학 모델을 제안했다.

Storn과 Price가 제안한 Differential evolution(DE)[4]은 생물학적 진화를 시뮬레이션하는 무작위 발견적 모델이다. DE의 주요 아이디어는 개인 간의 협력과 경쟁을 통해 최적의 탐색 방향을 탐색하고 인구가 글로벌 최적을 달성하도록 안내하는 것이다.

### II. DIFFERENTIAL EVOLUTION

DE는 전역 검색을 위한 휴리스틱 최적화 알고리즘이다. DE 알고리즘은 주로 초기화, 돌연변이, 교차 및 선택의 4단계로 구성된다. 의사 코드는 알고리즘 1에 나와 있다.

---

#### 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  $best$ .

---

알고리즘 1에서는 루프 구조에 3단계(돌연변이, 교차, 선택)가 포함된다. 세 가지 전략은 기준이 충족될 때까지 운영된다. 마지막으로 모집단에서 가장 우수한 개인이 반환된다.

### III. SparkHDE-EM

제안된 SparkHDE-EM은 다음과 같이 논의될 것이다. 1단계, 공간을 무작위로 여러 개의 섬으로 나누고 무작위로 하위 개체군을 섬에 무작위로 심었다. 2단계는 벤치마크 함수로 각 섬의 초기 상황을 평가하는 것이다. 4행에서 각 섬은 알고리즘 풀에서 다른 DE 변형

알고리즘을 무작위로 선택한다.

5단계부터 10단계까지 섬 간의 경쟁과 협력은 전체 인구의 성과를 향상시킨다. 5단계는 인구 진화의 조건이다. 해당 자원을 획득한 후, 각 섬은 6단계에서 상관 알고리즘을 병렬화한다. 이후 각 섬의 최상의 값이 변경될 수 있다. 7단계는 각 섬의 기울기를 평가하는 것이다. 8행에서는 각 섬의 인구수가 변경된다.

**Algorithm 2:** The SparkHDE-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 algorithm (EA) to each island.
5. **while**  $FES < MaxFES$  **do**
6. Parallel execute EA on each island.
7. Evaluate the evolutionary capability of each EA
8. Assign resources to each island according to the Monod model.
9.  $FES=FES + NP$
10. **end while**
11. Return the minimum solution of function.

**IV. EXPERIMENT**

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

$$S_k(M_n) = (T_k(1)) / (T_k(M_n)) \quad (1)$$

여기서  $T_k(1)$ 은 파티션에서  $k$ 가 실행된 평균 시간을 나타내고  $T_k(M_n)$ 은  $M_n$  파티션에서  $k$ 가 실행된 평균 시간을 나타낸다.

속도 향상 조각은 그림 8에 나와 있다.  $5.00E+05$ ,  $2.50E+05$  및  $5.00E+04$ 와 같이 모든 기능에 대해 세 가지 다른 기능 평가가 설정된다. 그림 1에서 파티션이 증가함에 따라 실행 시간이 감소함을 알 수 있다. 반면, 속도 향상 곡선은 파티션이 임계점에 도달하면 감소한다. 세 개의 유사한 곡선은 가속도의 안정성을 나타낸다.

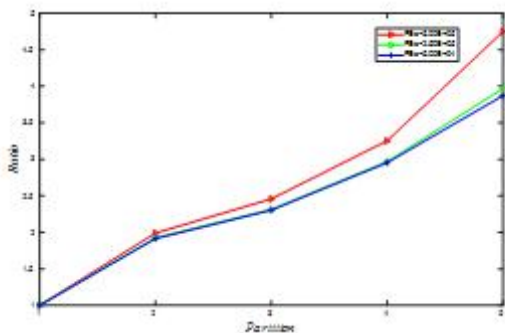


Fig. 1. Speedup by SparkHDE-EM on all function

**V. Conclusions**

본 논문은 크고 복잡한 최적화 문제를 해결하기 위한 Spark 기반 차동 진화를 제시하였다. 제시된 알고리즘은 Spark의 RDD에서 병렬화 연산자를 사용하여 인구를 여러 섬으로 나누는 섬 기반 방식을 사용하였다. 각 섬은 다른 착취 알고리즘을 채택하였다. 인구 진화 과정에서 Monod 모델은 진화에 따라 섬에 리소스를 할당하였다.

**REFERENCES**

- [1] Al-Jadir, K. W. Wong, C. C. Fung, H. Xie, "Differential evolution memetic document clustering using chaotic logistic local search, " in *International Conference on Neural Information Processing, Springer, Cham*. pp. 213-221, 2017.
- [2] X. Meng, L. Zhang, "Evolutionary dynamics in a Lotka-Volterra competition model with impulsive periodic disturbance," *Journal of Mathematical Methods in the Applied Sciences*, vol. 39, no. 2, pp. 177-188, 2016.
- [3] J. P. Chiou, F. S. Wang. "Estimation of Monod model parameters by hybrid differential evolution," *Journal of Bioprocess and Biosystems Engineering*, vol. 24, no. 2, pp. 109-113, 2001.
- [4] R. Storn, K. Price, "Differential evolution—a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces," *Journal of global optimization*, vol. 11, no. 4, pp. 341-359, 1997.