

Эффективные стратегии параллельной реализации метода асинхронной дифференциальной эволюции с рестартом

Е. И. Жабицкая, М. В. Жабицкий

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

MPAMCS,

22-27 августа 2012 г., Дубна, Россия

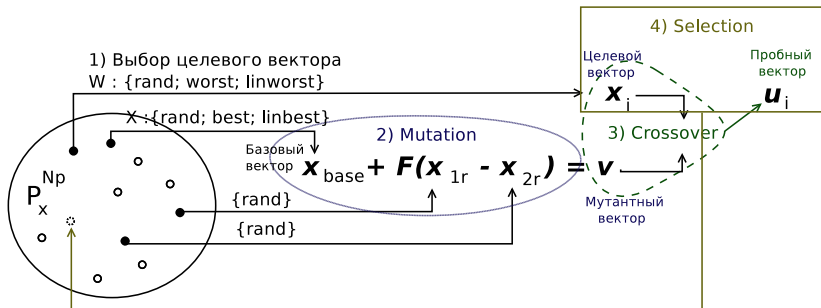
Мотивация

- Нахождение глобального минимума — важная задача для физиков. Существующие алгоритмы часто это: методы локального поиска / очень сложны / имеют невысокие скорость или/и вероятность сходимости.
- Differential Evolution (DE) [R. Storn and K.V. Price in 1995] — эффективный метод глобальной оптимизации.
Asynchronous Differential Evolution (ADE) [Zhabitskaya E.I., Zhabitsky, M. V., 2011] — для многопоточковых вычислений.
ADE with Restart (ADE-R) [Zhabitskaya E.I., Zhabitsky, M. V., 2012] — позволяет $P_{\text{succ}} \rightarrow 1$.
- Цель доклада — продемонстрировать
 - различия в работе стратегий АДЭ-Р;
 - выбор наиболее подходящих стратегий для различных типов задач при многопоточковых вычислениях.

Содержание

- 1 Асинхронный алгоритм дифференциальной эволюции (АДЭ)
 - Схема АДЭ
 - Распараллеливание АДЭ
- 2 Условия тестирования
 - Параметры АДЭ-Р, установленные при тестировании
 - CEC-2005 Testbench
- 3 Результативность стратегий АДЭ-Р при многопоточковых выч.
 - Решение задачи Розенброка
 - Решение других задач из CEC-2005
- 4 Выводы

Асинхронная дифференциальная эволюция (АДЭ): схема



Стратегии:

ADE / target / base / n / crossover

ADE / w / x / y / z

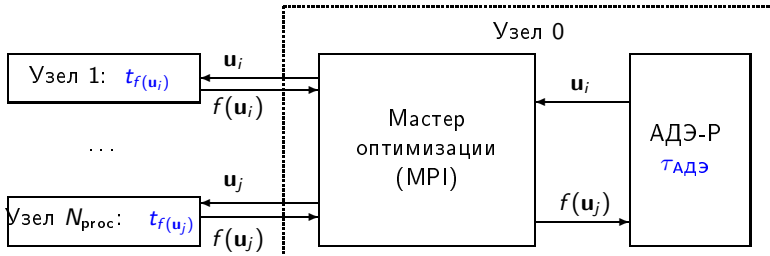
ADE / rand / rand / 1 / bin

ADE / worst / best / 1 / bin

ADE / linworst / linbest / 1 / bin

ADE / linworst / best / 1 / bin

Распараллеливание АДЭ: условия теста



$$t_f(u_i) \gg \tau_{\text{АДЭ}}$$

$$t_f(u_i) \sim N(1, \sigma | t > 0)$$



$$N_{\text{f.eval}}^{\text{многопоточн.}} \neq N_{\text{f.eval}}^{\text{последов.}}$$

АДЭ-настройки

- АДЭ-параметры

- $F = 0.9$

- $CR =$

$$\begin{cases} 0.9 & \text{для функций с неразделяемыми переменными} \\ 0.1 & \text{для функций с разделяемыми переменными} \end{cases}$$

- Параметры АДЭ-Р:

- $N_p^{\text{init}} = 10, k = 2$

- $$e_{x_j} = \frac{\max_{i=0, \dots, N_p-1} \{x_{i,j}\} - \min_{i=0, \dots, N_p-1} \{x_{i,j}\}}{\max_{i=0, \dots, N_p-1} \{|x_{i,j}|\}} < \varepsilon_x = 10^{-12},$$

$$e_f = \frac{\max_{i=0, \dots, N_p-1} \{f_i\} - \min_{i=0, \dots, N_p-1} \{f_i\}}{\max_{i=0, \dots, N_p-1} \{|f_i|\}} < \varepsilon_f = 10^{-12}.$$

- $\text{Max}(FE) = 10^7$

- Количество попыток: 100.

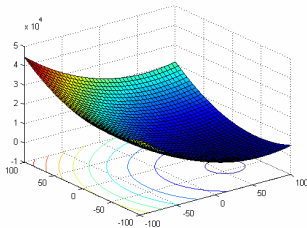
- Разброс времени расчета $f(\mathbf{u}_i)$: $\sigma = 0.2$.

CEC-2005 Test bench

Shifted Spheric function ($D = 10$)

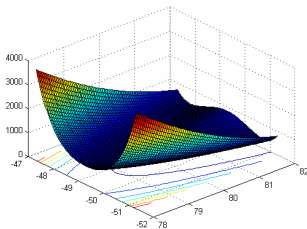
$$f_1(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^D z_j^2 + f_{\text{bias}},$$

$$\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{o}, \quad \mathbf{x} \in [-100, 100]^D$$

Shifted Rosenbrock function ($D = 10$)

$$f_6(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{D-1} \left(100 \left(z_j^2 - z_{j+1}^2 \right) + (z_j - 1)^2 \right) + f_{\text{bias}},$$

$$\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{o} + 1, \quad \mathbf{x} \in [-100, 100]^D$$

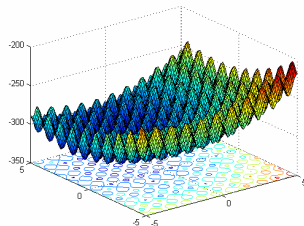


CEC-2005 Test bench

Shifted Rastrigin function ($D = 10$)

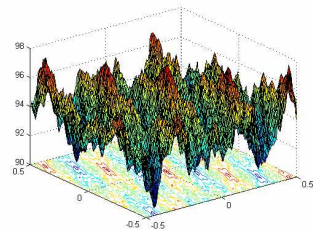
$$f_9(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^D (z_j^2 - 10 \cos(2\pi z_j) + 10) + f_{\text{bias}},$$

$$\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{o}, \quad \mathbf{x} \in [-5, 5]^D$$

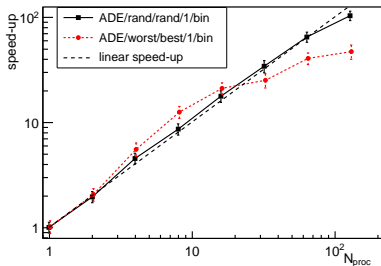
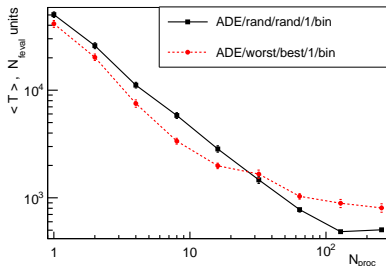
Sh. rotated Weierstrass function ($D = 10$)

$$f_{11}(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{D-1} \sum_{k=0}^{k_{\max}} a^k \cos(2\pi b^k (z_j + 0.5)) + f_{\text{bias}}$$

$$\mathbf{z} = \mathbf{x} - \mathbf{o}, \quad \mathbf{x} \in [-0.5, 0.5]^D$$



Решение задачи Розенброка ($D = 10$): среднее затраченное время и ускорение при многопоточковых вычислениях



- Ускорение АДЭ-Р близко к линейному до $N_{\text{proc}} \gg N_p$.
- $N_{\text{proc}} < N_p$: ADE/worst/best/1/bin решает задачу быстрее
- $N_{\text{proc}} > N_p$: ADE/rand/rand/1/bin сохраняет линейность ускорения

Результативность стратегий АДЕ-Р при решении задач из СЕС-2005

| fct. | Стратегия | N_{proc} | | 16 | | 128 | | 256 | |
|------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | | 1 | $\langle T \rangle$ | $\langle T \rangle$ | ускор. | $\langle T \rangle$ | ускор. | $\langle T \rangle$ | ускор. |
| f1: Hsph. | rand/rand/1/bin | 3640 | 300 | 12 | | 91 | 40 | 70.1 | 52 |
| | linworst/linbest/1/bin | 3270 | 300 | 11 | | 98 | 33 | 76.3 | 43 |
| | linworst/best/1/bin | 3080 | 290 | 11 | | 100 | 31 | 77.6 | 40 |
| | worst/best/1/bin | 3070 | 600 | 5.1 | | 280 | 11 | 235.2 | 13 |
| f6: Ros. | rand/rand/1/bin | 50300 | 2850 | 18 | | 480 | 104 | 504.0 | 100 |
| | linworst/linbest/1/bin | 65300 | 3150 | 21 | | 690 | 94 | 929.8 | 70 |
| | linworst/best/1/bin | 39400 | 2490 | 16 | | 660 | 59 | 1800 (480) | 20 (80) |
| | worst/best/1/bin | 41300 | 1980 | 21 | | 890 | 46 | 807.8 | 50 |
| f9: Rastr. | rand/rand/1/bin | 6120 | 380 | 16 | | 84.5 | 73 | 58.8 | 100 |
| | linworst/linbest/1/bin | 5500 | 460 | 12 | | 92 | 60 | 63.0 | 87 |
| | linworst/best/1/bin | 6900 | 530 | 13 | | 120 | 60 | 82.2 | 84 |
| | worst/best/1/bin | 6900 | 940.2 | 7.4 | | 390 | 18 | 238.3 | 29 |
| f11: W. | rand/rand/1/bin | 234000 | 14300 | 16 | | 2000 | 120 | 2200 | 110 |
| | linworst/linbest/1/bin | 191000 | 16300 | 12 | | 2000 | 95 | 1100 | 170 |
| | linworst/best/1/bin | 190000 | 11700 | 16 | | 1800 | 105 | 980 | 190 |
| | worst/best/1/bin | 203000 | 25100 | 8.1 | | 11000 | 19 | 11000 | 19 |

Выводы

- Ускорение АДЭ-Р близко к линейному до $N_{\text{proc}} \sim 10N_p$.
- Для $N_{\text{proc}} \sim 1$ стратегии направленного поиска (ADE/worst/best/1/bin, ADE/linworst/best/1/bin, ADE/linworst/linbest/1/bin) обладают более быстрой сходимостью.
- При большем N_{proc} преимущество имеют стратегии, сохраняющие разнообразие (ADE/rand/rand/1/bin).
- Стратегии ADE/linworst/best/1/bin, ADE/linworst/linbest/1/bin дают близкие к лучшему результаты для любого числа вычислительных узлов как для функций с разделяемыми переменными, так и для многомодальных несепабельных функций.

Эффективные стратегии параллельной реализации метода асинхронной дифференциальной эволюции с рестартом

Е. И. Жабицкая, М. В. Жабицкий

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

MPAMCS,

22-27 августа 2012 г., Дубна, Россия

Эффективные стратегии параллельной реализации метода асинхронной дифференциальной эволюции с рестартом

Е. И. Жабицкая, М. В. Жабицкий

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Thank you for your attention!!!

MPAMCS,
22-27 августа 2012 г., Дубна, Россия