

Zaawansowane Metody Optymalizacji Globalnej: Projekt

Michał Okulewicz

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska



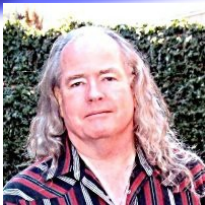
Motywacja



- Powstało wiele modyfikacji algorytmu PSO (i pokrewnych) o nie(zawsze) jasnych interpretacjach:
 - Fully Informed Particle Swarm, Charged Particle Swarm, Bat Algorithm, Bees Algorithm, Glowworm Swarm Optimization, Dog Group Wild Chase and Hunt Drive Algorithm...
- PSO w bazowej postaci wywodzi się z próby implementacji pewnych (prostych) zachowań społecznych (algorytm stworzyli inżynier i psycholog społeczny)
- PSO ma łatwość interpretacji jako system wieloagentowy
- PSO „marnuje” pozyskaną informację o kształcie optymalizowanej funkcji



Particle Swarm Optimization



James Kennedy,
psycholog (społeczny)



Russell C. Eberhart
inżynier (elektrotechnik)

Particle Swarm Optimization. Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks IV (1995). str. 1942–1948.



Eksperymenty

- Hybrydyzacja PSO z DE (eksperyment optymalizacyjny)
 - Częstki PSO
 - Częstki DE
 - Częstka poszukująca wierzchołków parabol
- Adaptacja uogólnionego PSO (eksperyment symulacyjny)
 - 9 różnych zachowań cząstek
- W obu eksperymentach:
 - Procedura restartów
 - Jednopunktowe losowe błędzenie na koniec
- Algorytmy będą testowane na benchmarku 5-wymiarowych funkcji ciągłych bez szumu z zestawu BBOB 2015:
 - Genetic and Evolutionary Computations Conference (od 2009)
 - Congress on Evolutionary Computation (2015)



PSO



- Rój (zbiór) cząstek
- Każda cząstka: ma aktualne położenie, prędkość, pamięć swojego najlepszego rozwiązania oraz najlepszych rozwiązań sąsiadów
- Jednakowe prawdopodobieństwa sąsiedztwa lub jednolita struktura sąsiedztwa
- Cząstka jest przyciągana poprzez najlepszy znaleziony przez siebie punkt oraz najlepszy punkt znaleziony przez sąsiadów
- $$v = \omega v + c_1(x^{(Best)} - x) + c_2(x^{(BestNeighbours(x))} - x)$$



Uogólnione PSO

- Rój (zbiór) cząstek
- Każda cząstka: ma aktualne położenie, prędkość, pamięć **punktów próbkowanych przez siebie i sąsiadów**
- Cząstka jest przyciągana poprzez punkty powstałe w wyniku **agregacji/analizy zebranych próbek**
- *Dla 100 wymiarowej funkcji celu mając do dyspozycji 12 GB pamięci możemy swobodnie przechować około 15 mln próbek (co oznacza możliwość zapamiętania wszystkich wyników kilkuset tysięcy iteracji)*
- $$v = \omega v + c_1(x^{(Best)} - x) + c_2(x^{(NeighboursAggregation(x))} - x)$$



DE (jako cząstka w PSO)

- Zbiór osobników
- Nowe położenie jest testowane jako skrzyżowanie osobnika powstałego z przesunięcia wzdłuż kierunku wyznaczonego przez zbiór osobników oraz oryginalnego osobnika
- $v = 0 \times v + 0 \times (x^{(Best)} - x) + 1 \times (x^{(NeighboursAggregation(x))} - x)$
- $x^{(NeighboursAggregation(x))} = Bin(x_1 + F(x_2 - x_3), x)$



Przerywnik



Role pełnione w zespole

Test Belbina

Moja rola w zespole

(przygotowano we współpracy z KN PMArt)

Jak rozwiązywać?

Wypełnij zamieszczony poniżej kwestionariusz w następujący sposób:

1. rozdziel 10 punktów w każdej z siedmiu części kwestionariusza. Możesz przypisać 10 punktów tylko jednemu zdaniu, które doskonale opisuje Twoje zachowanie w grupie, lub też rozdzielić 10 punktów pomiędzy wszystkie lub niektóre zdania opisujące mniej lub bardziej adekwatnie Twoje zachowanie (proponujemy przypisywać punkty max do 3-4 zdań w każdej części)

2. wpisz Twoje odpowiedzi do tablicy wyników.

Część I

Sądzę, że osobiście wnoszę do grupy...

- a) wydaje mi się, że szybko dostrzegam i umiem wykorzystać nowe możliwości,
- b) mogę dobrze pracować z bardzo różnymi ludźmi,
- c) „produkowanie” pomysłów to moja naturalna zdolność,
- d) moja siła tkwi w tym, że potrafię z ludzi „wyciągnąć” to, co mają w sobie najlepszego, aby przyczynili się do osiągnięcia celów i zadań grupowych,
- e) moja główna umiejętność polega na doprowadzeniu spraw do końca i wiąże się z efektywnością,
- f) jestem w stanie przez jakiś czas zaakceptować niepopularność mojej osoby, jeśli prowadzi to do wartościowych wyników,
- g) zwykle wyczuwam, co jest realistyczne i prawdopodobne, jeśli chodzi o osiągnięcie sukcesu,
- h) zwykle mogę zaproponować jakieś alternatywne wyjście bez uprzedzeń i niechęci.

Część II

Jeśli mam jakieś niedociągnięcia w pracy grupowej to dlatego, że...

- a) nie mogę się uspokoić, dopóki narada nie jest uporządkowana, kontrolowana i ogólnie dobrze prowadzona,
- b) mam skłonność do bycia wyrozumiałym dla tych, których przekonujące pomysły nie zostały odpowiednio przemyślane,
- c) mam skłonność do gadulstwa, gdy grupa rozpracowuje nowe pomysły,
- d) mój chłodny ogląd spraw utrudnia mi przyłączenie się do entuzjazmu innych,
- e) czasami jestem spostrzegany jako wywierający nadmierne naciski i autorytatywny wpływ, jeśli coś musi zostać rzeczywiście zrobione,
- f) trudno mi kierować „na pierwszej linii”, gdyż czuję się zbyt odpowiedzialny za atmosferę grupową,
- g) mam skłonność do rozmyślenia o tym, co w danej chwili wpada mi do głowy, przez co tracę kontakt z tym, co się dzieje,
- h) inni ludzie widzą mnie jako niepotrzebnie przejmującego się szczegółami i możliwością, że sprawy mogą się źle ułożyć.

Część III

Gdy jestem wciągnięty razem z innymi w przygotowanie projektu...

- a) mam skłonność do wywierania wpływu na ludzi, lecz bez wywierania na nich presji,
- b) moja czujność pozwala zapobiegać wielu pomyłkom i błędom,
- c) jestem gotów kłaść nacisk na działanie, aby upewnić się, że narada nie jest stratą czasu lub, że prowadzi do utracenia z widoku głównego celu,
- d) zwykle można na mnie polegać, że wymyślę coś oryginalnego,
- e) zawsze jestem gotów uczynić dobrą sugestią przedmiotem zainteresowania całej grupy,
- f) zawsze poszukuję ostatnich nowinek, nowych odkryć i wyników badań na określony temat,
- g) mam przekonanie, że moja umiejętność wydawania sądu może pomóc w podjęciu odpowiednich decyzji,
- h) moją specjalnością jest zorganizowanie najbardziej znaczącej części pracy.

Część IV

Moją charakterystyczną cechą w pracy grupowej jest...

- a) rzeczywiście interesuję się bliższym poznaniem moich kolegów,
- b) nie mam oporów przed przeciwstawianiem się zdaniu większości,
- c) zwykle potrafię przyjąć taką linię argumentacji, aby obalić błędny punkt widzenia,
- d) sądzę, że mam szczególny talent do wprowadzania pomysłów w życie
- e) mam skłonność do unikania tego, co oczywiste i do zaskakiwania czymś niespodziewanym,
- f) doprowadzam to, czego się podejmę do perfekcji,
- g) jestem gotów do nawiązywania i wykorzystywania kontaktów poza grupowych, jeśli jest to potrzebne,
- h) nawet jeśli interesuje mnie wiele aspektów sprawy, nie mam problemów z podjęciem decyzji co do wyboru rozwiązania.

Część V

Czerpię satysfakcję z pracy, gdyż...

- a) cieszy mnie analizowanie sytuacji i rozważanie możliwości wyboru,
- b) interesuje mnie znalezienie praktycznych rozwiązań problemów,
- c) lubię mieć przekonanie, że sprzyjam kształtowaniu dobrych kontaktów międzyludzkich w pracy,
- d) lubię mieć duży wpływ na decyzje,
- e) cieszę się z kontaktów z ludźmi, którzy mają coś nowego do zaoferowania,
- f) jestem w stanie doprowadzić do zgody w ważnych dla pracy sprawach,
- g) wczuwam się w moją część zadania, jeśli pragnę poświęcić zadaniu całą swoją uwagę,
- h) lubię znaleźć taki obszar, który pobudza moją wyobraźnię.

Część VI

Jeśli nagle otrzymuję trudne zadanie do wykonania w ograniczonym czasie i wraz z nieznanymi osobami...

- a) mam ochotę zaszyć się w kącie, aby wymyślić sposób wyjścia z impasu,
- b) byłbym gotów do współpracy z osobą, która wykazuje najbardziej pozytywne nastawienie,
- c) znalazłbym sposób na zmniejszenie skali zadania przez ustalenie, co mogliby zrobić poszczególni ludzie,
- d) moje naturalne wyczucie spraw pilnych pozwoli na postępowanie zgodnie z planem,
- e) z pewnością zachowam spokój i zdolność do trzeźwego sądu,
- f) mimo nacisków zachowam stałość celu,
- g) byłbym przygotowany do przejęcia konstruktywnego kierownictwa, jeśli stwierdziłbym, że grupa nie robi postępu,
- h) zainicjowałbym dyskusję w celu stymulowania nowych pomysłów, rozwiązań.

Część VII

W odniesieniu do problemów, za które jestem w grupie odpowiedzialny...

- a) mam skłonność do ujawniania niezadowolenia wobec tych, którzy moim zdaniem przeszkadzają w osiągnięciu postępów,
- b) inni mogą mnie krytykować za to, że jestem analityczny i niedostatecznie opieram się na intuicji,
- c) moje pragnienie, aby praca została starannie wykonana, może wstrzymywać pójście do przodu,
- d) mam skłonność do nudzenia się i oczekuję, że inni będą mnie motywować
- e) trudno mi rozpocząć, jeśli cele nie są dla mnie jasne,
- f) czasami nie jestem tak efektywny jak bym chciał, jeśli chodzi o wyjaśnienie złożonych problemów jakie przede mną stoją,
- g) mam świadomość, że wymagam od innych rzeczy, których sam nie mogę zrobić,
- h) waham się, gdy należałoby przeforsować mój punkt widzenia, gdy mam do czynienia z jawną opozycją.

***Przenieś wyniki wpisane z tablicy
wyników do tablicy klucza
i zsumuj je***

Interpretacja Wyników

Koordynator – sprawuje pieczę i kontrolę nad sposobem, w jaki grupa stara się osiągnąć cele. Potrafi efektywnie wykorzystać zasoby zespołu; rozpoznaje, gdzie tkwią zalety, a gdzie słabości grupy; potrafi wykorzystać potencjał indywidualny każdego pracownika. **Cechy:** zrównoważony, dominujący, ekstrawertyk. Charakteryzuje go raczej zdrowy rozsądek aniżeli rozważania intelektualne, w kierowaniu nie jest agresywny.

Lokomotywa – kształtuje sposób, w jaki wykorzystany zostanie wysiłek grupy; kieruje swoją uwagę bezpośrednio na ustalaniu celów i priorytetów; pragnie wywierać wpływ na kształt lub wzorzec dyskusji grupowej. **Cechy:** niespokojny, dominujący, ekstrawertyk, impulsywny, łatwo się irytuje. Chce szybko widzieć rezultaty. Rywalizuje i bywa arogancki, ale dzięki niemu „coś się rzeczywiście dzieje”.

Realizator – zamienia koncepcje i plany na praktyczne działanie i realizuje uzgodnione plany w sposób systematyczny i efektywny. **Cechy:** zrównoważony i zdyscyplinowany. Dzięki niemu następuje praktyczne wdrożenie projektów i planów rozwiązań. Pragnie konkretów, nie lubi zmienności planów.

Myśliciel – wysuwa nowe pomysły i strategie ze szczególnym uwzględnieniem najistotniejszych problemów. Próbuje „przedzierać się” ze swoją wizją przez grupowe podejście do problemu na zasadzie konfrontacji. **Cechy:** dominujący, inteligentny, introwertyk. Może „gubić” szczegóły i robić błędy, a także krytykować pomysły innych. Im większy problem, tym większe wyzwanie, żeby go rozwiązać. Uważa, że wszystkie dobre pomysły z początku dziwnie wyglądają. Roztacza wokół siebie aurę „geniusza”.

Poszukiwacz Źródeł – bada, analizuje i przytacza informacje na temat pomysłów, stanu wiedzy i działań na zewnątrz grupy; nawiązuje kontakty zewnętrzne, które mogą być użyteczne dla zespołu; potrafi prowadzić niezbędne negocjacje. **Cechy:** zrównoważony, dominujący, ekstrawertyk. Popiera innowacje i jest dobrym improwizatorem. Trochę cyniczny w poszukiwaniu zysku dla grupy – często mówi „nowe możliwości powstają w wyniku błędów innych”.

Krytyk Wartościujący – analizuje problem, ocenia pomysły i sugestie, dzięki czemu grupa startuje z lepiej przygotowanej pozycji do podjęcia ważnej decyzji. **Cechy:** inteligentny, zrównoważony, introwertyk. Jest najbardziej obiektywny, bezstronny i niezaangażowany emocjonalnie, lubi mieć czas do namysłu, brak mu entuzjazmu, ale jego spokój pozwala na podjęcie wyważonych decyzji.

Dusza Zespołu – wspiera członków grupy, podbudowuje morale grupy, jeśli są jakieś niedociągnięcia i braki, potrafi zapobiegać konfliktom, kształtuje „ducha” grupy, wzmacnia współpracę i lepszą komunikację, jest lojalny wobec zespołu. **Cechy:** ekstrawertyk, zrównoważony, niskie pragnienie dominacji i rywalizacji, zdolność empatii. Może jego wkład nie jest zbyt wyraźny, ale nieoceniona jest jego lojalność i oddanie wobec grupy, nie lubi konfrontacji.

Skrupulatny Wykonawca – nastawiony na konkretny efekt – na zakończenie zadania w określonym czasie i zapewnienie mu jak najwyższego standardu wykonania; może być trudny w kontaktach ze względu na to, że jest wrogiem przypadku i grzęźnie w szczegółach, które nie są najistotniejsze do zakończenia zadania, zawsze świadom celu. **Cechy:** niespokojny, napięty, introwertyk, zdyscyplinowany.

Tablica wyników

Nanieś punkty, które przydzieliłeś poszczególnym odpowiedziom do poniższej tabeli.

Odpowiedź / Część	a	b	c	d	e	f	g	h
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								

Tablica klucza

Przenieś wyniki wpisane z tablicy wyników do tablicy klucza. Dodaj punkty wpisane w każdej kolumnie w celu obliczenia liczby punktów przypisanych poszczególnym rolom grupowym.

Typ/ część	R		KO		L		M		PŻ		KW		DZ		SW	
1.	g		d		f		c		a		h		b		e	
2.	a		b		e		g		c		d		f		h	
3.	h		a		c		d		f		g		e		b	
4.	d		h		b		e		g		c		a		f	
5.	b		f		d		h		e		a		c		g	
6.	f		c		g		a		h		e		b		d	
7.	e		g		a		f		d		b		h		c	
Suma																

Interpretacja wyników

Najwyższy wynik w określonej kolumnie świadczy o najczęściej przyjmowanej KONSTRUKTYWNEJ ROLI GRUPOWEJ. Następny w kolejności dotyczy roli, którą przyjmuje się, jeśli z jakiś powodów istnieje ,mniejsze zapotrzebowanie na tę najbardziej preferowaną. Dwa najniższe wyniki dotyczą obszarów, które należałoby rozwijać i prawdopodobnie najslabszych. Być może jednak zamiast je „na siłę” wzmacniać, lepiej poszukać kolegów, którzy mogliby w grupie stanowić dla nas dopełnienie.

Rola/ Wyniki	<i>Niskie</i>	Średnie	Wysokie	Bardzo wysokie
R	0 – 6	7 – 11	12 – 16	17 – 23
KO	0 – 6	7 – 10	11 – 13	14 – 23
L	0 – 8	9 – 13	14 – 17	18 – 36
M	0 – 4	5 – 8	9 – 12	13 – 29
PŻ	0 – 6	7 – 9	10 – 11	12 – 21
KW	0 – 5	6 – 9	10 – 12	13 – 19
DZ	0 – 8	9 – 12	13 – 16	17 – 25
SW	0 - 3	4 - 6	7 - 9	10 - 17

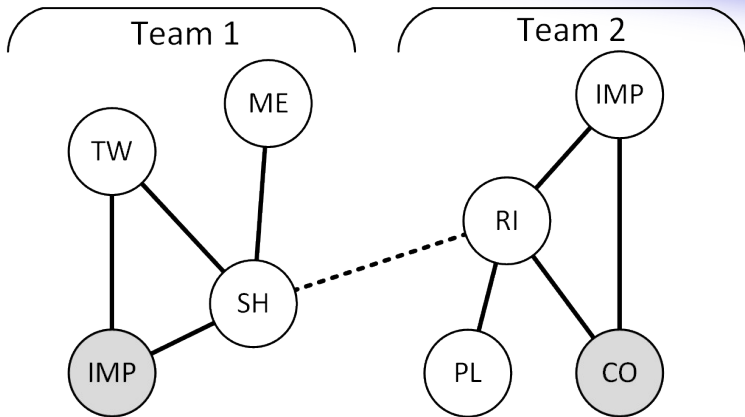


Role w Zespole a PSO jako system wieloagentowy

- **Celem** cząstki jest znalezienie jak najlepszego rozwiązania
- **Celem** pracownika jest zrealizowanie projektu (jak najlepiej)
- **Działanie** cząstki to decyzja o odkryciu wartości funkcji w punkcie
- **Działanie** pracownika to podjęcie realizacji jakiegoś atomowego zadania
- **Funkcja** służy jako metafora **projektu** do realizacji
- **Sąsiedztwo** to prawdopodobieństwo **rozmowy** o projekcie pomiędzy pracownikami



Communication structure example





Cząstki implementujące Role w Zespole

- Rój (= firma) podzielony jest na 10 zespołów po 10 pracowników
- Jeden z członków zespołu jest szefem zespołu (zwiększone prawdopodobieństwo komunikacji)
- Zespoły do danej funkcji były dobierane przez algorytm genetyczny
- Średnia częstotliwość danej roli:

Funkcja	SW	KO	RE	KW	M	PŻ	LO	SP	DZ
Szef	0.45	0.04	0.11	0.03	0.03	0.05	0.12	0.08	0.08
Pracownik	0.23	0.09	0.12	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.09



Myśliciel



- **c1 = [0,1.4]**
- **c2 = [-1.4,0]**
- **Agregacja**
 - Średnie położenie
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: **0.1**
 - P-stwo słuchania: **0.5**
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: **0.0**
 - P-stwo słuchania: **0.0**
- **Charged PSO**



Krytyk Wartościujący

[próbujący]

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0.9, 1.1]**
- **Agregacja**
 - Centrum obiecującego klastra próbek o małej liczbie odwiedzin
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.0
 - P-stwo słuchania: 0.0
- **Niszowanie (z AE) albo rodzaj ciągłego UCB**



Koordynator

[próbujący]

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0.9, 1.1]**
- **Agregacja**
 - Centrum losowego klastra
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.1
 - P-stwo słuchania: 0.1
- **Niszowanie albo rodzaj Monte Carlo**



Poszukiwacz Źródeł

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0.9, 1.1]**
- **Agregacja**
 - Najbardziej odległy z najlepszych punktów
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.8
 - P-stwo słuchania: 0.8
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Makromutacje, zwiększanie różnorodności**



Realizator



- **c1 = [0,1.4]**
- **c2 = [0,1.4]**
- **Agregacja**
 - Najlepszy punkt
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.0
 - P-stwo słuchania: 0.0
- **Standardowe (lokalne) PSO**



Skrupulatny Wykonawca

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0.9,1.1]**
- **Agregacja**
 - Najlepszy punkt
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: **0.1**
 - P-stwo słuchania: **0.01**
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: **0.0**
 - P-stwo słuchania: **0.0**
- **Jednopunktowe błędzenie losowe**



Dusza Zespołu

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0,1.4]**
- **Agregacja**
 - Średnia lokalizacja najlepszych punktów
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.1
 - P-stwo słuchania: 0.1
- **Fully-informed PSO**



Lokomotywa



- **c1 = [0,1.4]**
- **c2 = [0,1.4]**
- **Agregacja**
 - Najlepszy punkt
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: **0.8**
 - P-stwo słuchania: **0.8**
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: **0.1**
 - P-stwo słuchania: **0.1**
- **Standardowe (globalne) PSO**



Specjalista

[próbkujący]

- **c1 = [0,0]**
- **c2 = [0.9,1.1]**
- **Agregacja**
 - Wierzchołek paraboli przybliżającej funkcję w losowym klastrze próbek
- **Zespół**
 - P-stwo mówienia: 0.5
 - P-stwo słuchania: 0.5
- **Firma**
 - P-stwo mówienia: 0.0
 - P-stwo słuchania: 0.0
- **„Twarda” metoda optymalizacyjna, wykorzystująca zgromadzone próbki**



Results



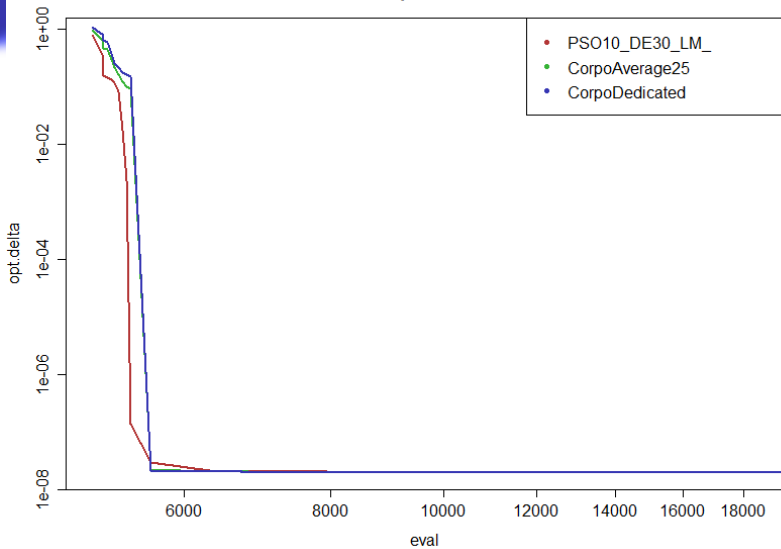
- In all types of experiments the frequency of roles has been nearly the same
 - CF=0.2, other roles=0.1
- Differences occurred for the frequency of team leader role
 - CF=0.45, SH=0.12, IMP=0.11 (average team)
 - CF=0.29, SH=0.29, IMP=0.14 (simple projects team)
 - CF=0.56, SH=0.08, IMP=0.08 (standard projects team)
 - CF=0.47, TW=0.15, IMP=0.12 (hard projects team)
 - CF=0.41, IMP=0.15, SH=0.11 (very hard projects team)



Wyniki Adaptacji PSO vs. Hybrydy DE/PSO

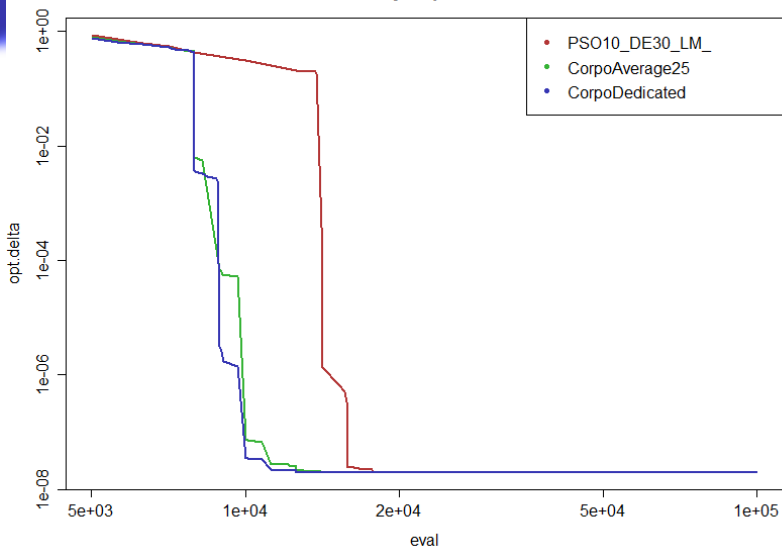


separable



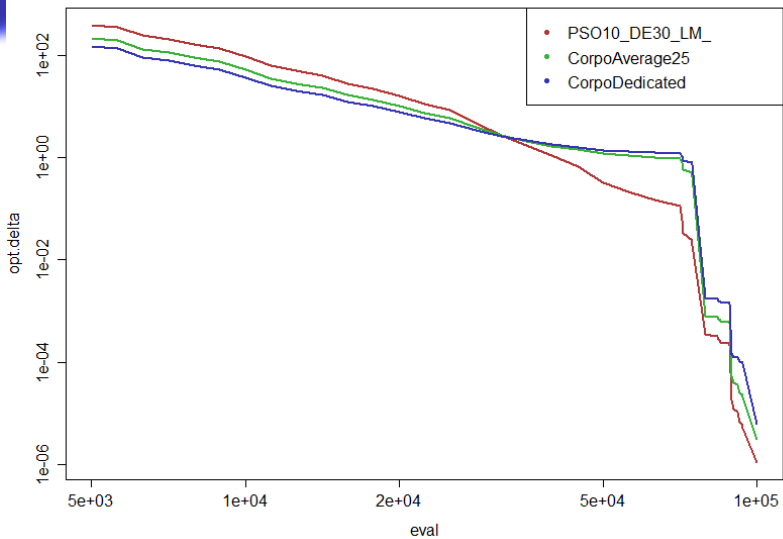


weakly dependent



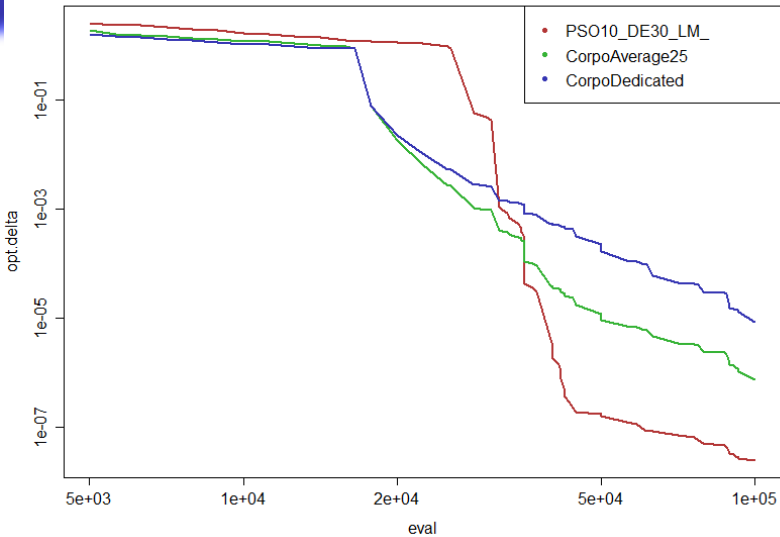


dependent



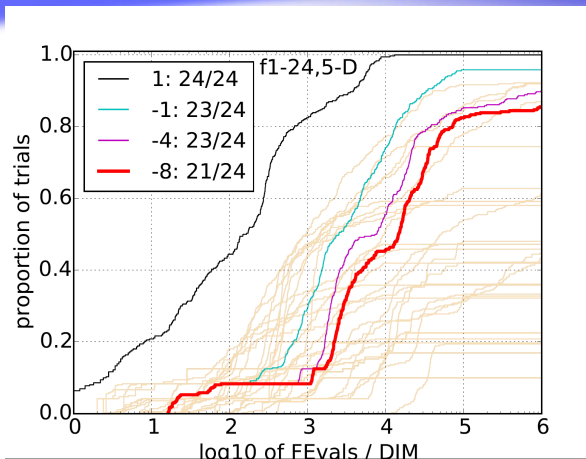


global structure



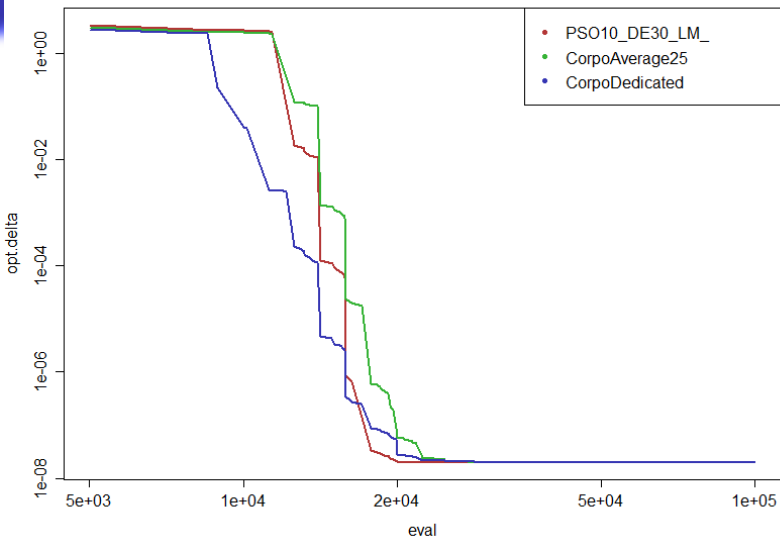


Wyniki na tle innych algorytmów





no structure





Wnioski



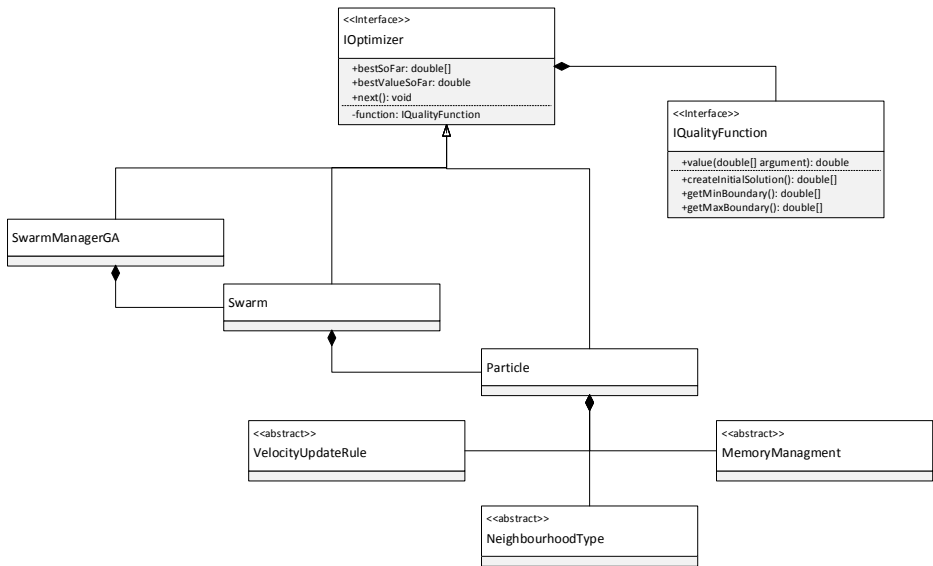
- Wieloagentowe spojrzenie na PSO ułatwia jego uogólnienie i hybrydyzację z innymi algorytmami
- Wprowadzenie nowych rodzajów cząstek i adaptacja do funkcji pozwalają czasami poprawić uzyskiwane wyniki i potrafią dać lepsze wyniki niż DE+PSO
- Również skład zespołu adaptowany do funkcji wygrywa w niektórych przypadkach ze średnim składem zespołu (w pozostałych przypadkach jest remis)



Literature



- R. M. Belbin, "Management teams: why they succeed or fail", 1st ed. Routledge, 1981.
- BELBIN Associates, "Belbin Team Roles", <http://www.belbin.com/> [Access May 2015]
- A. Furnham, H. Steele, and D. Pendleton, "A psychometric assessment of the Belbin Team-Role Self-Perception Inventory," *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, vol. 66, no. 3, pp. 245–257, 1993
- R. C. Eberhart, J. Kennedy et al., "A new optimizer using particle swarm theory," in *Proceedings of the sixth international symposium on micro machine and human science*, vol. 1. New York, NY, 1995.
- C. W. Reynolds, "Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model," in *ACM SIGGRAPH computer graphics*, vol. 21, no. 4. ACM, 1987
- R. Senkerik, M. Pluháček, A. Viktorin, and J. Janostik, "On the application of complex network analysis for metaheuristics," in *7th BIOMA Conference*, 2016, pp. 201–213.



- W jaki sposób zarządzać składem rojów i oceniać roje?
- Jak często uruchamiać mechanizm adaptacji?
- Czy tworzyć predefiniowane cząstki?
- Czy tworzyć predefiniowane wzory zachowań?
- Jak przydzielać czas na obliczenia wolniejszym i szybszym cząstkom?

- <https://github.com/numbbo/coco>
- <http://numbbo.github.io/workshops/index.html>
- <http://coco.gforge.inria.fr/>
- <http://gecco-2018.sigevo.org/index.html/Program+Tracks>
- <http://ppsn2018.dei.uc.pt/>

- Opracować harmonogram
- Podzielić zadania (techniczne, naukowe i redakcyjne)