



Globaliojo optimizavimo algoritmų, nereikalaujančių išvestinių informacijos, kūrimas, tobulinimas ir realizacija

Doktoranto LINO STRIPINIO ataskaita už 2017/2018 mokslo metus

Darbo vadovas: dr. Remigijus Paulavičius

Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai: 2016 – 2020

## Ataskaitos turinys

---

- Tyrimo objektas, tyrimo tikslas
- Planuojami rezultatai;
- 2017/2018 m. m. darbo planas;
- Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus;
  - Atlikti moksliniai tyrimai;
  - Dalyvauta konferencijose:
  - Parengtos/publikuotos/įteiktos publikacijos:
  - Dalyvavimas mokslo projektuose;
- 2018/2019 m. m. darbo planas;
- 1 mokslo metų suvestinė;

# Tyrimo objektas, tyrimo tikslas

---

- **Tyrimo objektas:**

- globaliojo optimizavimo algoritmai kurie nereikalauja išvestinių informacijos;
- lygiagrečių kompiuterių sistemų taikymas globaliajai optimizacijai;

- **Tyrimo tikslas:**

- tobulinti ir modifikuoti esamus globaliojo optimizavimo algoritmus, kurie nereikalauja išvestinių informacijos, siekiant greičiau ir tiksliau spręsti optimizavimo uždavinius;
- panaudoti lygiagrečių kompiuterių sistemas ir lygiagrečias globaliojo optimizavimo algoritmų versijas spręsti didesnius optimizavimo uždavinius;
- sukurtais algoritmais spręsti praktinius uždavinius.

## Planuojami rezultatai

---

- apžvelgti esamus globaliojo optimizavimo algoritmus, kurie nereikalauja išvestinių informacijos ir apibrėžti tiriamų globaliojo optimizavimo algoritmų grupę;
- patobulinti esamus ir pasiūlyti naujus apibrėžtos klasės globaliojo optimizavimo algoritmus;
- gautus rezultatus palyginti su rezultatais, gautais taikant jau žinomus globaliojo optimizavimo algoritmus;
- pasiūlyti lygiagrečių globaliojo optimizavimo algoritmų versijas;
- pritaikyti sukurtus algoritmus praktiniams uždaviniams.

## 2017/2018 m. m. darbo planas

---

- DIRECT algoritmo tobulinimas problemoms su ribojimais ir lyginamoji analizė su esamomis strategijomis;
- DIRECT algoritmo ir pasūlytų modifikacijų lygiagretinimas;
- Skaityti pranešimą tarptautinėje konferencijoje;
- Parengti pirminę publikacijos versiją tema:
  - "Improved DIRECT-type algorithm for constrained global optimization problems".
- Pasiruošti ir išlaikyti "Lygiagretieji ir paskirstytieji skaičiavimai,, egzaminą;

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

## ➤ Gauti moksliniai rezultatai:

- DIRECT algoritmo analizė:
  - ❖ Ištirti DIRECT-L1 algoritmo ribotumai ir pasiūlytos patobulintos strategijos problemoms su ribojimais;
  - ❖ Atlikta lyginamoji analizė DIRECT-L1, eDIRECTc, FilterDIRECT, EPGO, DF-EPGO algoritmų ir naujai pasiūlytų strategijų DIRECT-GLc, DIRECT-GLce ir DIRECTGLce-min, atskleidžiant pasiūlytų modifikacijų privalumus;
- Paruošta pirminė lygiagreti vienos iš pasiūlytų modifikacijų (DIRECT-G) versija;

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

Stopping conditions:

- 1 cond.: When the point  $\bar{x}$  was generated such that the percent error  $\varepsilon_{pe}$  is smaller than the  $10^{-2}$ .
- 2 cond.: When the number of function evaluations exceeds the prescribed limit of  $10^6$ .

**Table:** Results solving problems with general constraints

#	DIRECT-GL-L1 p=10 <sup>3</sup>	DIRECT-L1 p=10	DIRECT-GLc	DIRECT-GLce
Aver.(overall)	312,676	636,793	240,727	<b>153,341</b>
Aver.( $n \leq 3$ )	42,175	526,485	<b>2,283</b>	4,331
Aver.( $n \geq 4$ )	520,763	705,260	433,021	<b>273,510</b>
Aver.(lin.cons.)	158,096	528,508	125,135	<b>78,962</b>
Aver.(nonlin.cons.)	520,906	764,540	406,577	<b>260,058</b>
U.prob.(total)	15/56	34/56	12/56	<b>3/56</b>
U.prob.(infes.sol.)	5/15	17/34	0/12	<b>0/3</b>
U.prob.(exc.fun.eval.)	10/15	17/34	12/12	<b>3/3</b>

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

**Table:** Results of different algorithms for 4 test problems with equality constraints

#	Criteria	eDIRECT-C	DIRECT-GLce	DIRECT-GLce + + fmincon
G03	$f_{\min}$	-0.9989 <sup>b</sup>	-1.0004	-1.0004
	$f_{\text{evl}}$	145.4	251,547	251,547
G05	$f_{\min}$	5, 145.8149 <sup>b</sup>	5126.5089	5,126.4967
	$f_{\text{evl}}$	412.80	6,861	5,629
G11	$f_{\min}$	0.7499	0.7499	0.7499
	$f_{\text{evl}}$	33.4	1,929	447
G13	$f_{\min}$	0.6472	0.05394	0.05394
	$f_{\text{evl}}$	>1,000.0	458,239	100,171
U.pr.		3	0	0

<sup>b</sup> reported result not satisfying stopping criteria



# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

**Table:** Results of different algorithms for 9 test problems with inequality constraints

#	Criteria	eDIRECT-C	DIRECT-GLce	DIRECT-GLce + + fmincon
G01	$f_{\min}$	-14.9998	14.9991	<b>-15.0000</b>
	$f_{\text{evl}}$	<b>147.4</b>	787,405	4,153
G02	$f_{\min}$	-0.2480	-0.2246	<b>-0.3148</b>
	$f_{\text{evl}}$	>1,000.0	> $10^6$	> $10^6$
G04	$f_{\min}$	-30,665.5385	-30,663.5708	<b>-30,665.5387</b>
	$f_{\text{evl}}$	64.6	21,355	<b>25</b>
G06	$f_{\min}$	-6,961.8137	-6,961.1798	<b>-6,961.8139</b>
	$f_{\text{evl}}$	<b>34.8</b>	6,017	129
G07	$f_{\min}$	<b>24.3062</b>	24.3332	<b>24.3062</b>
	$f_{\text{evl}}$	<b>152.4</b>	> $10^6$	1,161
G08	$f_{\min}$	-0.095822	-0.095818	<b>-0.095825</b>
	$f_{\text{evl}}$	154.2	1,507	<b>115</b>
G09	$f_{\min}$	785.6795	680.6928	<b>680.6301</b>
	$f_{\text{evl}}$	>1,000.0	89,301	<b>41</b>
G10	$f_{\min}$	7,049.2484	7,049.8749	<b>7,049.2480</b>
	$f_{\text{evl}}$	<b>104.8</b>	561,857	3,607
G12	$f_{\min}$	<b>-1.0000</b>	-0.9999	<b>-1.0000</b>
	$f_{\text{evl}}$	52.0	85	<b>17</b>
U.pr.		2	2	<b>1</b>

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

**Table:** Results of different algorithms for engineering problems

Algorithm	Solution point $x^*$	$f_{min}$	$f_{evl}$
NASA speed reducer design problem			
eDIRECTc	3.50000, 0.70000, 17.00000, 7.30000, 7.71532, 3.35022, 5.28665	2994.4711 <sup>a</sup>	118
DIRECT-GLce	3.50034, 0.70000, 17.00002, 7.30007, 7.80003, 3.35046, 5.28673	2996.5498	110,387
DIRECT-GLce+fmincon	3.50000, 0.70000, 17.00000, 7.30000, 7.80000, 3.35021, 5.28668	<b>2996.3481</b>	<b>233</b>
Pressure vessel design problem			
eDIRECTc	1.00000, 0.62500, 51.81347, 84.57855	7006.7816 <sup>a</sup>	412
DIRECT-GLce	1.10007, 0.62503, 56.99779, 50.99159	7164.3701	129,097
DIRECT-GLce+fmincon	1.100000, 0.625000, 56.99481, 51.00125	<b>7163.7395</b>	<b>73</b>
Tension/compression spring design problem			
eDIRECTc	0.05169, 0.35674, 11.28819	0.012666 <sup>a</sup>	292
DIRECT-GLce	0.05183279987, 0.36018518518, 11.1025880577	0.012679	20,845
DIRECT-GLce+fmincon	0.05169590656, 0.35688327343, 11.2933789329	<b>0.012678</b>	<b>11</b>
Three-bar truss design problem			
eDIRECTc	0.78868, 0.40825	<b>263.8958</b>	26
DIRECT-GLce	0.78395, 0.42181	263.9158	1,331
DIRECT-GLce+fmincon	0.78868, 0.40825	<b>263.8958</b>	<b>11</b>

<sup>a</sup> result is outside the feasible region

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

#	Label	filter-based DIRECT		DIRECT-GLc		DIRECT-GLce		DIRECT-GLce-min	
		$f_{eval}$	$f_{min}$	$f_{eval}$	$f_{min}$	$f_{eval}$	$f_{min}$	$f_{eval}$	$f_{min}$
5e	P01	25,425	0.3989	110,507	0.0294	117,367	0.0294	5,115	0.0293
6e	P02(a)	697,169	-22.4449	200,000	-397.0353	200,000	-397.1477	1,083	-400.0000
7e	P02(b)	421,197	53.6867	200,000	-397.0353	200,000	-397.1469	200,000	-400.0000
8e	P02(c)	724,337	-38.7948	200,000	-701.4834	200,000	-701.4834	1,075	-750.0000
9e	P02(d)	16,715	-399.9661	19,491	-399.9612	54,769	-399.9661	19	-400.0000
10e	P03(a)	1,109,995	-0.3832	94,197	-0.3887	117,665	-0.3887	117,665	-0.3887
11e	P05	1,009	201.1593	819	201.1593	819	201.1593	819	201.1594
12e	P09	2,203	-13.4018	1,387	-13.4018	8,271	-13.4014	71	-13.4019
13e	P12	6,665	-16.7388	23	-16.7380	23	-16.7381	5	-16.7389
14e	P13	10,583	195.3399	41,509	189.3578	41,431	189.3578	2,063	189.3466
15e	P14	1,967	-4.5140	1,695	-4.5140	9,409	-4.5139	13	-4.5142
16e	P15	105	0.0000	181	0.0000	181	0.0000	181	0.0000
17e	P16	151	0.7050	97	0.7050	97	0.7050	7	0.7049
57	P03(b)	347	-0.3889	461	-0.3887	985	-0.3887	11	-0.3888
58	P04	543	-6.6662	311	-6.6662	1,949	-6.6662	11	-6.6667
59	P06	1,323	376.3002	1,223	376.3002	1,791	376.3062	7	376.2919
60	P07	1,417	-2.8282	425	-2.8282	2,705	-2.8282	13	-2.8284
61	P08	883	-118.7010	1,197	-118.6892	1,947	-118.6898	7	-118.7052
62	P10	587	0.74183	319	0.7418	2,455	0.7418	7	0.7418
63	P11	5	-0.5000	11	-0.5000	11	-0.5000	11	-0.5000
Average		151,131		43,693		48,094		16,409	
# of unsolved		5		3		3		1	

## Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

---

### ➤ **Dalyvauta tokiose konferencijose:**

- **L. Stripinis**, R. Paulavičius “Improved DIRECT-type Algorithms for Generally Constrained Global Optimization Problems”, 9th International Workshop on DATA ANALYSIS METHODS FOR SOFTWARE SYSTEMS, 2017 November 30 – December 2, Druskininkai, Lithuania (Poster Session);
- **L. Stripinis**, J. Žilinskas, R. Paulavičius. “ Improved DIRECT-type algorithm for constrained global optimization problems”, EUROPT 2018: 16th EUROPT Workshop on Advances in Continuous Optimization, 2018 July 12-13, Almeria, Spain (Plenary Session) ;

## Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

---

### ➤ **Atspausdinta publikacija:**

- Stripinis, L., Paulavičius, R., Žilinskas, J.: Improved scheme for selection of potentially optimal hyper rectangles in DIRECT. Optimization Letters 12(7), 1699–1712, (2017). DOI 10.1007/s11590-017-1228-4;

### ➤ **Priimta publikacija:**

- Stripinis, L., Paulavičius, R., Žilinskas, J.: Penalty functions and two-step selection procedure based DIRECT-type algorithm for constrained global optimization. Structural and Multidisciplinary Optimization, (2018);

# Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

---

- **Dalyvavimas mokslo projektuose:**
  - Lietuvos mokslo tarybos finansuojamame, "Dviejų lygmenų opmizavimo algoritimų kūrimas ir taikymai,, (Nr. P-MIP-17-60).

## Ataskaita už 2017/2018 m. m. mokslo metus

---

### ➤ **Atsiskaityti egzaminai:**

- Lygiagretieji ir paskirstytieji skaičiavimai, **Įvertinimas: 9;**  
prof. dr. (HP) Julius ŽILINSKAS

## 2018/2019 m. m. darbo planas

---

- DIRECT algoritmo ir pasūlytų modifikacijų lygiagretinimas;
- 1 pranešimas tarptautinėje konferencijoje;
- 1 eksperimentinio tyrimo mokslinis straipsnis periodiniame leidinyje;



# AČIŪ UŽ DĒMESI!

