

# Uma introdução à ferramenta irace

Helen Costa <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)*  
PPGCC - DECOM



# MOTIVAÇÃO

- ▶ Algoritmos para resolver problemas de otimização envolvem uma grande quantidade de parâmetros específicos que precisam ser cuidadosamente definidos para atingir seu melhor desempenho
- ▶ Desvantagens da configuração manual de parâmetros:
  - ▶ Esforço humano intenso
  - ▶ Guiada pela experiência pessoal, podendo ser tendenciosa e difícil de reproduzir
  - ▶ Poucas configurações são exploradas
  - ▶ Instâncias usadas tanto para treino quanto para teste levam a uma avaliação tendenciosa de desempenho

# MOTIVAÇÃO

- ▶ Houve um crescimento nesta área de configuração automática de parâmetros, tanto em termos de desenvolvimento de novas técnicas quanto em termos de uso por pesquisadores
- ▶ Uso do irace:
  - ▶ Algoritmos de otimização multiobjetivo
  - ▶ Aprimoramento de *trade-offs* “tempo-qualidade Aprendizagem de máquina”
  - ▶ Design automático de controles (comportamento + transição) para robôs
  - ▶ *Frameworks* em geral

# DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

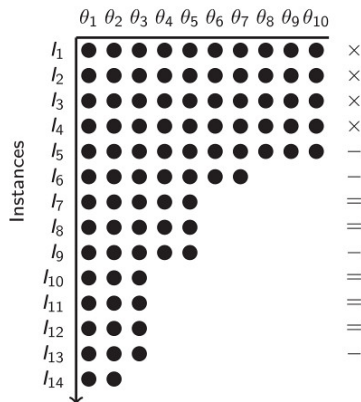
- ▶ Dado um algoritmo parametrizado com  $N^{param}$  parâmetros,  $X_d$ , com  $d = 1, \dots, N^{param}$  e cada um deles podendo assumir diferentes valores
- ▶ Uma configuração do algoritmo  $\theta = x_1, \dots, x_{N^{param}}$  é uma atribuição única de valores dos parâmetros e  $\theta$  denota o conjunto possivelmente infinito de todas as configurações do algoritmo

# DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

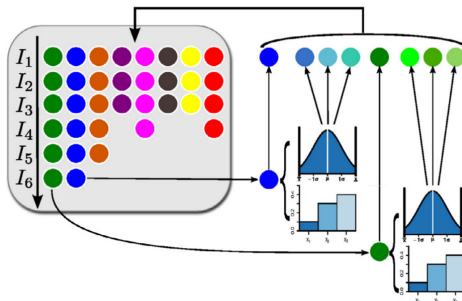
- ▶ Requer um conjunto  $\mathcal{I}$  de instâncias com uma probabilidade associada pelo qual  $I = i_1, i_2, \dots$  é selecionado aleatoriamente
- ▶ Requer também um custo  $c(\theta, i)$ , que associa um valor a cada configuração aplicada em uma dada instância
- ▶ O critério a ser otimizado é uma função  $F(\theta) : \Theta \rightarrow \mathbb{R}$  de custo da configuração  $\theta$  em relação à distribuição da variável aleatória  $\mathcal{I}$
- ▶ O objetivo da configuração automática é encontrar a melhor configuração  $\theta^*$  que minimiza  $F(\theta)$

# PASSOS DO MÉTODO

- ▶ (1) Gerar uma amostra de novas configurações de parâmetros de acordo com uma distribuição específica
- ▶ (2) Selecionar as melhores configurações da amostra atual por meio de corrida
- ▶ (3) Atualizar a distribuição de amostragem de forma que restrinja a amostragem ao redor dos valores das melhores configurações
- ▶ Esses três passos são repetidos até que um critério de parada seja cumprido



**Fig. 1.** Racing for automatic algorithm configuration. Each node is the evaluation of one configuration on one instance. '×' means that no statistical test is performed, '—' means that the test discarded at least one configuration, '=' means that the test did not discard any configuration. In this example,  $T^{\text{first}} = 5$  and  $T^{\text{each}} = 1$ .



---

**Algorithm 1** Algorithm outline of iterated racing.

**Require:**  $I = \{I_1, I_2, \dots\} \sim \mathcal{I}$ ,

parameter space:  $X$ ,

cost measure:  $\mathcal{C}(\theta, i) \in \mathbb{R}$ ,

tuning budget:  $B$

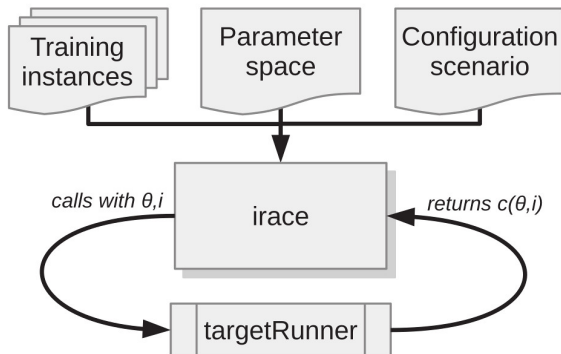
1:  $\Theta_1 = \text{SampleUniform}(X)$ 
$$2: \Theta^{\text{elite}} = \text{Race}(\Theta_1, B_1)$$
3:  $j = 1$ 4: **while**  $B^{\text{used}} \leq B$  **do**

```
5:    $j = j + 1$ 
```

$$6: \Theta^{\text{new}} = \text{Sample}(X, \Theta^{\text{elite}})$$
$$7: \quad \Theta_i \equiv \Theta^{\text{new}} \cup \Theta^{\text{elite}}$$
$$8: \quad \Theta^{\text{elite}} = \text{Race}(\Theta_i, B_i)$$
9: **end while**10: **Output:**  $\ominus^{\text{elite}}$



# COMPONENTES DO IRACE (DIRETÓRIO “TUNING”)



# INSTÂNCIAS

- ▶ diretório “*instances*”
- ▶ Pode ser passado explicitamente como uma opção para o irace ou a partir de um arquivo de instâncias (**trainInstancesFile**)
- ▶ Se a opção **trainInstancesFile** não estiver ativa, o irace considera todos os arquivos encontrados em **trainInstancesDir** como instâncias de treinamento

# PARÂMETROS

- ▶ arquivo “*parameters.txt*”
- ▶ Podem ser categóricos (**c**), inteiros (**i**), ordinais (**o**) e reais (**r**)
- ▶ Parâmetro condicional (**| condição**)

# name	switch	type	values	[conditions (using R syntax)]
algorithm	--"	c	(as,mmas,eas,ras,acs)	
localsearch	--localsearch "	c	(0, 1, 2, 3)	
alpha	--alpha "	r	(0.00, 5.00)	
beta	--beta "	r	(0.00, 10.00)	
rho	--rho "	r	(0.01, 1.00)	
ants	--ants "	i	(5, 100)	
nnls	--nnls "	i	(5, 50)	localsearch %in% c(1, 2, 3)
q0	--q0 "	r	(0.0, 1.0)	algorithm == "acs"
dlb	--dlb "	c	(0, 1)	localsearch %in% c(1,2,3)
rasrank	--rasranks "	i	(1, 100)	algorithm == "ras"
elitistants	--elitistants "	i	(1, 750)	algorithm == "eas"

# CONFIGURAÇÕES PROIBIDAS

- ▶ arquivo *“forbidden.txt”*
- ▶ Operadores lógicos válidos:  $==$ ,  $!=$ ,  $>=$ ,  $<=$ ,  $>$ ,  $<$ ,  $\&$ ,  $|$ ,  $!$ ,  $\%in\%$
- ▶ Exemplos:
  - ▶  $(\alpha == 0.0 \& \beta == 0.0)$
  - ▶  $\alpha > 6.0 \& \theta == "x1"$

# OUTROS ARQUIVOS

- ▶ “*scenario.txt*”
  - ▶ **digits**: número de casas decimais a serem consideradas por parâmetros reais (*default*: 4)
  - ▶ **maxExperiments**: número máximo de execuções do algoritmo a ser configurado (*tuning budget*)
  - ▶ **testType**: pode ser tanto o F-test quanto o t-test
  - ▶ **firstTest**: especifica quantas instâncias vão ser vistas antes do primeiro teste ser feito (*default*: 5)
  - ▶ **eachTest**: especifica quantas instâncias vão ser vistas entre testes (*default*: 1)
- ▶ O script que chama o algoritmo a ser configurado é o “*target-runner*” (especificar o diretório do executável do seu algoritmo: **EXE** = *./bin/ < executavel >*)

# INSTALAÇÃO

- ▶ Fazer a instalação do irace e configurar variáveis de ambiente conforme a página:

`http://iridia.ulb.ac.be/irace/README.html`

- ▶ Pasta com exemplo prático está disponível em:

`https://www.dropbox.com/sh/ajq4sspzfpa14bc/AAA4\_Gc7l0b69OustnhFSI5ma?dl=0`

# PROBLEMA DA PARTIÇÃO DE NÚMEROS

- ▶ O problema de partição de números consiste em: dado um conjunto de  $N$  números, o objetivo é subdividi-lo em dois subconjuntos (chamados de partições) de tal forma que, a diferença entre os valores das somas dos números dessas duas partições seja a menor possível
- ▶ **Exemplo:** considere o seguinte conjunto com quatro números (23, 20, 56, 48), as partições (20,56) e (23,48) consistem no particionamento ótimo para este conjunto e seu valor é 5

# GRASP

```
procedimento GRASP(f(.), g(.), N(.), GRASPmax, s)  
1   $f^* \leftarrow \infty$ ;  
2  para (Iter = 1, 2, ..., GRASPmax) faça  
3      Construcao(g(.),  $\alpha$ , s);  
4      BuscaLocal(f(.), N(.), s);  
5      se (f(s) <  $f^*$ ) então  
6           $s^* \leftarrow s$ ;  
7           $f^* \leftarrow f(s)$ ;  
8      fim-se;  
9  fim-para;  
10  $s \leftarrow s^*$ ;  
11 Retorne s;  
fim GRASP
```



```
* race: Racing methods for the selection of the best
* Copyright (C) 2003 Mauro Birattari
*****
# installed at: /usr/local/lib/R/site-library/irace
# called with:
Warning: A default scenario file './scenario.txt' has been found and will be read
# 2017-08-23 15:52:03 -03: Initialization
# Elitist race
# Elitist new instances: 1
# Elitist limit: 2
# nbIterations: 3
# minNbSurvival: 3
# nbParameters: 2
# seed: 786433
# confidence level: 0.95
# budget: 3000
# mu: 5
# deterministic: FALSE

# 2017-08-23 15:52:03 -03: Iteration 1 of 3
# experimentsUsedSoFar: 0
# remainingBudget: 3000
# currentBudget: 1000
# nbConfigurations: 166
Markers:
  x No test is performed.
  - The test is performed and some configurations are discarded.
  = The test is performed but no configuration is discarded.
  ! The test is performed and configurations could be discarded but elite configurations are preserved.
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| | Instance| Alive| Best| Mean best| Exp so far| W time| rho|KenW| Qvar|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|x| 1| 166| 1| 1.000000000| 166| 00:00:00| NA| NA| NA|
|x| 2| 166| 1| 0.500000000| 332| 00:00:00| +1.00| 1.00| 0.0000|
|=| 3| 166| 1| 0.333333333| 498| 00:00:07| +0.00| 0.33| 0.3313|
|-| 4| 134| 1| 0.500000000| 664| 00:00:03| -0.02| 0.23| 0.5448|
|=| 5| 134| 9| 0.600000000| 798| 00:00:21| -0.08| 0.14| 0.6455|
|=| 6| 134| 9| 0.666666667| 932| 00:00:03| +0.02| 0.18| 0.6588|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Best configuration: 9 mean value: 0.666666667
Description of the best configuration:
.ID. grasp_max alpha .PARENT.
9 9 400 0.05 NA
# 2017-08-23 15:52:41 -03: Elite configurations (first number is the configuration ID):
grasp_max alpha
9 400 0.05
33 400 0.05
47 300 0.05
# 2017-08-23 15:52:41 -03: Iteration 2 of 3
# experimentsUsedSoFar: 932
# remainingBudget: 2068
# currentBudget: 1034
# nbConfigurations: 150
```

```
# 2017-08-23 15:54:41 -03: Stopped because there is not enough budget left to race more than the minimum (
# You may either increase the budget or set 'minNbSurvival' to a lower value
# Iteration: 6
# nbIterations: 6
# experimentsUsedSoFar: 2987
# timeUsed: 0
# remainingBudget: 13
# currentBudget: 13
# number of elites: 3
# nbConfigurations: 3
# Best configurations (first number is the configuration ID)
  grasp_max alpha
9      400  0.05
33     400  0.05
47     300  0.05
# Best configurations as commandlines (first number is the configuration ID)
9  --MAX_GRASP 400 --ALPHA_GRASP 0.05
33 --MAX_GRASP 400 --ALPHA_GRASP 0.05
47 --MAX_GRASP 300 --ALPHA_GRASP 0.05
```

```
# 2017-08-23 19:45:37 -03: Stopped because there is not enough budget left to race more than the mini
# You may either increase the budget or set 'minNbSurvival' to a lower value
# Iteration: 5
# nbIterations: 5
# experimentsUsedSoFar: 2998
# timeUsed: 0
# remainingBudget: 2
# currentBudget: 2
# number of elites: 3
# nbConfigurations: 2
# Best configurations (first number is the configuration ID)
  grasp_max alpha
8      400  0.70
9      400  0.13
33     400  0.13
# Best configurations as commandlines (first number is the configuration ID)
8  --MAX_GRASP 400 --ALPHA_GRASP 0.7
9  --MAX_GRASP 400 --ALPHA_GRASP 0.13
33 --MAX_GRASP 400 --ALPHA_GRASP 0.13
```

# PERGUNTAS



[helen.c.s.costa@gmail.com](mailto:helen.c.s.costa@gmail.com)