

Algoritmo Genético para geração da tabela de horários do curso de Ciência da Computação da UFFS

Aristides Darlan Peiter¹, Maicon Ghidolin¹, Wagner Frana¹

¹Ciência da Computação – Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

{aristosdp, maicon.ghidolin, wagnerfrana94}@gmail.com

***Resumo.** Este artigo, consiste na descrição das principais etapas da implementação de um algoritmo genético para a geração do quadro de horários das fases do curso de Ciência da Computação da UFFS, sendo este, um trabalho da disciplina de Inteligência Artificial ministrada pelo professor José Carlos Bins Filho, no semestre 2017.1.*

***Palavras-chave:** algoritmo genético, cruzamento, mutação.*

1. Algoritmo Genético para geração da tabela de horários do curso de Ciência da Computação da UFFS

1.1. Descrição geral do algoritmo

O algoritmo genético desenvolvido, consiste nas etapas de criação da população, cruzamento, mutação e seleção/corte. Na etapa inicial cria-se uma população com 750 indivíduos, cada um contendo 150 genes. A cada gene é atribuído uma disciplina aleatória respeitando as restrições impostas na descrição do trabalho.

Após a geração da população inicial, inicia-se o processo de cruzamento entre indivíduos, onde são avaliadas possíveis trocas entre os genes que representam as disciplinas. Feito o cruzamento, a próxima fase é a mutação. Nela dois genes de um mesmo indivíduo sofrem trocas, sendo essas, realizadas dentro de um mesmo horário de sala e semestre evitando a quebra de restrições, assim como no cruzamento. Após a mutação calcula-se o valor da fitness dos indivíduos resultantes a partir das preferências estabelecidas na descrição do trabalho. Com isso pode-se verificar o quanto um indivíduo gerado é bom. Por final, acontece o processo de seleção ou corte, mantendo-se somente os melhores indivíduos. Os processos do algoritmo genético citados acima podem sofrer várias iterações, sendo a quantidade da mesma definida na Main.java via variável `private static final int quantidadeIteracoes`.

1.2. Representação dos genes dos indivíduos

Em nossa implementação, cada um dos 750 indivíduos é composto por 150 genes, sendo esses genes resultado do total do número de horários em uma semana de aula (30 horários) multiplicado pelo número de salas disponíveis para a alocação (5). Cada gene é um objeto do tipo `Disciplina`, composto por um código, por uma instância da classe `Professor` (contendo nome, número de horários indisponíveis e uma lista com os horários indisponíveis dos professores) e por uma instância da classe `Semestre` (composta por um código, uma sala, pelo número de horários disponíveis e por uma lista de horários disponíveis para ministrar um semestre nesta sala). Os 150 genes são dispostos de 30 em 30, sendo distribuídos nas salas 101, 102, 103, 104 e 105.

1.3. Como foi feito o cruzamento entre indivíduos

O cruzamento consiste na geração de 2 novos indivíduos (descendentes) para pares aleatórios I_i e I_j da população atual.

Levando em conta as restrições de que o professor não pode dar aula no último horário da noite e primeiro horário da manhã seguinte e também não pode dar aula em duas salas/turmas ao mesmo tempo, o cruzamento não é feito de maneira trivial, simplesmente juntando parte do código genético de cada indivíduo.

Na prática, a geração dos novos indivíduos inicia-se com uma cópia C_k e C_{k+1} dos indivíduos originais I_i e I_j . Em seguida, são trocados $2n$ genes entre os indivíduos C_k e C_{k+1} , de forma que se um gene x é selecionado para troca no indivíduo C_k por um gene y do indivíduo C_{k+1} , deve haver uma outra troca de um gene igual a y do indivíduo C_k por um gene igual a x do indivíduo C_{k+1} .

O algoritmo desenvolvido começa procurando tal troca a partir do primeiro horário com aula da fase/semestre no indivíduo C_i pelo primeiro gene diferente deste no indivíduo C_{i+1} . Depois, procura-se uma troca oposta a esta para manter as restrições supramencionadas. Caso não exista tal troca, a primeira também é descartada. Este procedimento é repetido até no máximo 1/4 de vezes a quantidade de horários do semestre, o que representa troca de metade dos horários disponíveis, uma vez que cada etapa de troca exige duas trocas.

1.4. Como foi feita a mutação entre indivíduos

A fase da mutação foi feita a partir de um processo de inversão. Inicialmente estabelecemos uma probabilidade de um indivíduo mutar. Após isso, uma função randômica sorteia um valor entre 0 e 99, se o valor obtido é menor que a probabilidade, dois genes são trocados de posição dentro do indivíduo. Os genes a serem trocados no indivíduo também são sorteados por uma função randômica. O primeiro gene é selecionado entre todos os 150 genes e deve possuir uma disciplina informada. O segundo gene é selecionado dentro dos horários da sala e semestre do primeiro gene, pois a troca com outro horário resulta na quebra da restrição.

No final do processo, verifica-se a validade das trocas a serem feitas. Se não houverem impedimentos a mesma acontece e a mutação se finaliza, caso contrário o processo não acontece.

1.5. Cálculo de fitness

Para avaliar o quão bom é o indivíduo gerado a partir dos processos descritos nas seções anteriores, a função de fitness é calculada com base nas preferências violadas. Inicialmente, o valor da fitness é 1 e a penalidade é uma razão de um valor arbitrário pelo número de horários existentes. Este valor arbitrário foi definido segundo uma suposta importância das preferências: 0,4 para horários indesejados e aulas no turno da manhã e noite e 0,2 para horários consecutivos. Levando em conta que são 30 horários, o valor da penalidade para os dois primeiros casos é 0,0133... e 0,0066... para o último. Assim, um indivíduo hipotético que viole duas preferências de horários consecutivos e 3 preferências de aula pela manhã e noite terá o valor da fitness igual a 0,9466...

1.6. Parâmetros usados na execução do algoritmo

Para compilação e execução do algoritmo use respectivamente os comandos:

```
cd Aristides-Maicon-Wagner  
make  
java Main
```

1.7. Resultado Final

Como resultado final do processo do algoritmo genético, e das fases de criação da população inicial, cruzamento, mutação e seleção, obteve-se um indivíduo que representa o quadro de horários das disciplinas do curso de Ciência da Computação da UFFS respeitando as restrições impostas, e além disso enquadrando-se o máximo possível nas preferências descritas no enunciado do trabalho, pois os indivíduos finais vão ser os com maior valor fitness e essa é determinada a partir das próprias preferências.

No final da execução do algoritmo, vai ser impresso na tela o indivíduo tido como melhor conforme o que foi citado acima, servindo esse como base para a resolução e atendimento ao problema inicial.

1.8. Testes de execução

Dos vários testes realizados, selecionamos os resultados de cinco execuções para demonstrar a evolução da população ao longo de 50 gerações, conforme a tabela abaixo: Foi verificado que a evolução da população ocorre de forma rápida. Como a função de fitness é pouco expressiva, já que são apenas as quebras de preferência que nela impactam e não há como dizer que uma quebra é mais prejudicial que outra, muitos representates acabam tendo valor igual. Assim, a evolução acontece de forma rápida. Abaixo, mostramos o valor da fitness do melhor indivíduo para cada geração ao longo de 5 execuções.

Melhor indivíduo por geração/execução					
Geração/Exec.	1	2	3	4	5
0	0,9000000	0,9133333	0,9266667	0,9200000	0,9333333
2	0,9133333	0,9133333	0,9266667	0,9200000	0,9333333
3	0,9133333	0,9133333	0,9266667	0,9200000	0,9466667
4	0,9133333	0,9200000	0,9266667	0,9200000	0,9466667
5	0,9133333	0,9333333	0,9400000	0,9200000	0,9466667
6	0,9200000	0,9333333	0,9400000	0,9333333	0,9466667
7	0,9266667	0,9333333	0,9400000	0,9333333	0,9466667
8	0,9266667	0,9333333	0,9400000	0,9466667	0,9466667
9	0,9266667	0,9466667	0,9466667	0,9533333	0,9466667

Melhor indivíduo por geração/execução					
Geração/Exec.	1	2	3	4	5
10	0,9400000	0,9466667	0,9466667	0,9533333	0,9600000
11	0,9400000	0,9466667	0,9466667	0,9533333	0,9666667
12	0,9400000	0,9466667	0,9533333	0,9666667	0,9666667
13	0,9466667	0,9533333	0,9533333	0,9666667	0,9666667
14	0,9533333	0,9600000	0,9533333	0,9666667	0,9666667
15	0,9533333	0,9600000	0,9666667	0,9733333	0,9666667
16	0,9533333	0,9666667	0,9666667	0,9733333	0,9800000
17	0,9533333	0,9666667	0,9666667	0,9733333	0,9800000
18	0,9533333	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000
19	0,9666667	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000
20	0,9666667	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000
21	0,9733333	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000
22	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000	0,9800000
23	0,9733333	0,9733333	0,9800000	0,9800000	0,9800000
24	0,9800000	0,9733333	0,9800000	0,9866667	0,9866667
25	0,9800000	0,9800000	0,9800000	0,9866667	0,9866667
26	0,9800000	0,9800000	0,9800000	0,9866667	0,9866667
27	0,9800000	0,9800000	0,9866667	0,9866667	0,9866667
28	0,9866667	0,9933333	0,9866667	0,9866667	0,9933333
29	0,9866667	0,9933333	0,9866667	0,9866667	0,9933333
30	0,9866667	0,9933333	0,9866667	0,9866667	0,9933333
31	0,9933333	0,9933333	0,9866667	0,9933333	0,9933333
32	0,9933333	0,9933333	0,9866667	0,9933333	0,9933333
33	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333
34	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333
35	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333
36	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333	0,9933333
37	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
38	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
39	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
40	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
41	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
42	0,9933333	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
43	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
44	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
45	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
46	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
47	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
48	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
49	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333
50	1,0000000	0,9933333	1,0000000	0,9933333	0,9933333

1.8.1. Representação do melhor indivíduo para cada execução

Primeira execução

Sala 101					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	CD/Jacson	II/Raquel	Alg/Priscila	CD/Jacson	II/Raquel
15:20	Alg/Priscila	Alg/Guilherme	CD/Padilha	CD/Jacson	Alg/Priscila
19:10	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela	SA
21:00	SA	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela
Sala 102					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	ED2/Lais	SA	SA	Prg1/Priscila
10:10	Prg1/Lais	SA	OC/Jacson	OC/Jacson	ED2/Lais
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	SD/Emilio
21:00	ED1/Jacson	ED1/Lais	SD/Emilio	SA	SA
Sala 103					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	ES1/Raquel	SA	LFA/Braulio
10:10	IPC/Graziela	SO/Marco	LFA/Braulio	SO/Marco	BD2/Denio
13:30	ES1/Raquel	BD2/Denio	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	IPC/Graziela	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	Red/Pavan
21:00	PGP/Raquel	SA	SA	PGP/Raquel	Red/Pavan
Sala 104					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	Opt1/Guilherme	Dist/Emilio	Dist/Emilio	Opt2/Andressa	IA/Bins
10:10	TCC1/Marco	SA	SA	Opt1/Guilherme	TCC1/Marco
13:30	IA/Bins	Opt2/Padilha	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	OC/Padilha	BD1/Denio	BD1/Denio	Prog2/Lais	SA
21:00	SA	Prog2/Priscila	OC/Padilha	SA	SA
Sala 105					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	Opt3/Bins	TCC2/Marco	Opt3/Bins	TCC2/Marco	SA
21:00	Opt4/Guilherme	Opt4/Guilherme	SA	SA	SA

Segunda execução

Sala 101					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	CD/Jacson	II/Raquel	Alg/Priscila	CD/Jacson	Alg/Guilherme
15:20	Alg/Priscila	CD/Jacson	CD/Padilha	II/Raquel	Alg/Priscila
19:10	SA	SA	ES2/Graziela	LFA/Braulio	SA
21:00	SA	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela
Sala 102					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	OC/Jacson	SA	SA	Prg1/Lais
10:10	ED2/Lais	SA	Prg1/Priscila	OC/Jacson	ED2/Lais
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	SD/Emilio
21:00	ED1/Jacson	SD/Emilio	ED1/Lais	SA	SA
Sala 103					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	ES1/Raquel	SO/Marco	BD2/Denio
10:10	LFA/Braulio	IPC/Graziela	LFA/Braulio	SO/Marco	SA
13:30	IPC/Graziela	BD2/Denio	SA	SA	SA
15:20	SA	ES1/Raquel	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	PGP/Raquel
21:00	Opt1/Pavan	SA	SA	PGP/Raquel	Opt1/Pavan
Sala 104					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	Opt2/Andressa	Dist/Emilio	Opt1/Guilherme	Dist/Emilio	Opt1/Guilherme
10:10	Opt2/Padilha	SA	SA	IA/Bins	TCC1/Marco
13:30	IA/Bins	TCC1/Marco	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	BD1/Denio	Prog2/Lais	Prog2/Priscila	OC/Padilha	SA
21:00	SA	BD1/Denio	OC/Padilha	SA	SA
Sala 105					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	TCC2/Marco	Opt3/Bins	SA	Opt3/Bins	TCC2/Marco
21:00	SA	SA	Opt4/Guilherme	SA	Opt4/Guilherme

Terceira execução

Sala 101					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	Alg/Priscila	II/Raquel	Alg/Guilherme	CD/Jacson	Alg/Priscila
15:20	CD/Jacson	CD/Padilha	II/Raquel	CD/Jacson	Alg/Priscila
19:10	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela	SA
21:00	SA	SA	SA	ES2/Graziela	LFA/Braulio
Sala 102					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	ED2/Lais	SA	SA	Prg1/Lais
10:10	OC/Jacson	Prg1/Priscila	ED2/Lais	SA	OC/Jacson
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	SD/Emilio
21:00	SA	SD/Emilio	ED1/Jacson	SA	ED1/Lais
Sala 103					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	ES1/Raquel	BD2/Denio
10:10	LFA/Braulio	ES1/Raquel	IPC/Graziela	BD2/Denio	SO/Marco
13:30	IPC/Graziela	SO/Marco	SA	SA	SA
15:20	SA	LFA/Braulio	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	PGP/Raquel
21:00	Red/Pavan	SA	SA	Opt1/Pavan	PGP/Raquel
Sala 104					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	IA/Bins	Dist/Emilio	Opt1/Guilherme	Dist/Emilio	Opt1/Guilherme
10:10	Opt2/Andressa	SA	SA	TCC1/Marco	Opt2/Padilha
13:30	TCC1/Marco	IA/Bins	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	BD1/Denio	Prog2/Priscila	Prog2/Lais	OC/Padilha	SA
21:00	SA	OC/Padilha	SA	SA	SA
Sala 105					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	Opt4/Guilherme	TCC2/Marco	Opt3/Bins	TCC2/Marco	SA
21:00	Opt3/Bins	Opt4/Guilherme	SA	SA	SA

Quarta execução

Sala 101					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	CD/Jacson	II/Raquel	Alg/Priscila	CD/Padilha	II/Raquel
15:20	CD/Jacson	Alg/Guilherme	Alg/Priscila	Alg/Priscila	CD/Jacson
19:10	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela	SA
21:00	SA	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela
Sala 102					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	ED2/Lais	SA	SA	OC/Jacson
10:10	Prg1/Priscila	SA	ED2/Lais	Prg1/Lais	OC/Jacson
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	SD/Emilio
21:00	ED1/Lais	SD/Emilio	ED1/Jacson	SA	SA
Sala 103					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	ES1/Raquel	BD2/Denio	SA
10:10	IPC/Graziela	IPC/Graziela	LFA/Braulio	SO/Marco	BD2/Denio
13:30	ES1/Raquel	SO/Marco	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	LFA/Braulio	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	PGP/Raquel
21:00	Red/Pavan	SA	SA	Opt1/Pavan	Red/Pavan
Sala 104					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	Dist/Emilio	IA/Bins	Dist/Emilio	Opt1/Guilherme	Opt2/Padilha
10:10	TCC1/Marco	SA	SA	IA/Bins	Opt2/Andressa
13:30	TCC1/Marco	Opt1/Guilherme	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	BD1/Denio	OC/Padilha	Prog2/Lais	Prog2/Priscila	SA
21:00	SA	BD1/Denio	OC/Padilha	SA	SA
Sala 105					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	TCC2/Marco	Opt4/Guilherme	TCC2/Marco	Opt3/Bins	Opt3/Bins
21:00	Opt4/Guilherme	SA	SA	SA	SA

Quinta execução

Sala 101					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	II/Raquel	CD/Jacson	II/Raquel	Alg/Priscila	CD/Padilha
15:20	Alg/Priscila	Alg/Priscila	CD/Jacson	Alg/Guilherme	CD/Jacson
19:10	SA	SA	ES2/Graziela	LFA/Braulio	SA
21:00	SA	SA	SA	LFA/Braulio	ES2/Graziela
Sala 102					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	ED2/Lais	Prg1/Priscila	SA	SA	OC/Jacson
10:10	OC/Jacson	SA	ED2/Lais	Prg1/Lais	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	SD/Emilio
21:00	ED1/Lais	SD/Emilio	ED1/Jacson	SA	SA
Sala 103					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	ES1/Raquel	BD2/Denio	SA
10:10	IPC/Graziela	ES1/Raquel	LFA/Braulio	SA	SO/Marco
13:30	SO/Marco	BD2/Denio	SA	SA	SA
15:20	SA	IPC/Graziela	LFA/Braulio	SA	SA
19:10	SA	SA	SA	SA	PGP/Raquel
21:00	Opt1/Pavan	SA	SA	PGP/Raquel	Red/Pavan
Sala 104					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	IA/Bins	Dist/Emilio	Dist/Emilio	TCC1/Marco	Opt2/Andressa
10:10	Opt2/Padilha	SA	SA	TCC1/Marco	Opt1/Guilherme
13:30	IA/Bins	Opt1/Guilherme	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	BD1/Denio	OC/Padilha	Prog2/Lais	Prog2/Priscila	SA
21:00	SA	OC/Padilha	BD1/Denio	SA	SA
Sala 105					
HORA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
07:30	SA	SA	SA	SA	SA
10:10	SA	SA	SA	SA	SA
13:30	SA	SA	SA	SA	SA
15:20	SA	SA	SA	SA	SA
19:10	Opt4/Guilherme	TCC2/Marco	Opt3/Bins	Opt4/Guilherme	TCC2/Marco
21:00	Opt3/Bins	SA	SA	SA	SA

1.8.2. Conclusão

A partir das execuções mostradas acima, verificamos que com poucas evoluções o indivíduo alcança a perfeição, dentro dos critérios estabelecidos. Logicamente, isto só é possível por que a combinação dos critérios de preferência permite um arranjo que não quebre nenhuma restrição.