



## **Exercício de Fixação de Conceitos 2**

**EA072 - Inteligência Artificial em Aplicações Industriais**

Gustavo **CIOTTO PINTON** - RA 117136  
Campinas, 26 de outubro de 2015

## 2 Síntese de controle PID

1. Antes de definirmos os operadores de mutação e *crossover*, é necessário diferenciarmos estes dois conceitos. Embora ambos ocorram em organismos biológicos e sejam responsáveis pela alteração do genótipo de um indivíduo, estes mecanismos ocorrem em diferentes etapas da vida do respectivo organismo. O termo *mutação* é utilizado para descrever o processo no qual um alelo de um gene é **aleatoriamente** substituído ou modificado por outro. Em termos matemáticos, sejam os índices  $r, \dots, u$  as posições que sofrerão mutação e que foram determinadas aleatoriamente. Cada posição possui uma probabilidade  $p_m$  de ser submetida a este processo. Ao final da mutação, os alelos referentes a estes índices serão modificados, no caso de uma codificação em ponto flutuante, segundo uma distribuição *uniforme* ou *não uniforme*. No caso da *não uniforme*, insere-se uma perturbação com distribuição *normal* com média nula na posição escolhida e desvio-padrão decrescente ao longo das gerações, o que garante consequentemente um refinamento da solução à medida que nos aproximamos de resultados ótimos.

O processo de *crossover*, por sua vez, trata-se de um mecanismo de recombinação genética de dois ou mais cromossomos. Para a codificação de algoritmos evolutivos em que os cromossomos possuem valores em ponto flutuante, destacam-se duas técnicas: o *crossover* aritmético e o uniforme. Para o primeiro, a partir dos cromossomos  $\mathbf{x}$  e  $\mathbf{y}$ , obtém-se uma combinação convexa dos valores dos genes de  $\mathbf{x}$  e  $\mathbf{y}$ , isto é, o cromossomo  $a\mathbf{x} + (1 - a)\mathbf{y}$ , em que  $a \in [0, +1]$ . Para o segundo, os genes dos cromossomos pais são escolhidos com igual probabilidade para formar um cromossomo filho. Por exemplo, se a probabilidade vale 0.5, então espera-se que o cromossomo resultante seja composto por metade dos genes de  $\mathbf{x}$  e metade de  $\mathbf{y}$ .

Outra etapa importante para os algoritmos evolutivos é a seleção dos indivíduos mais “adaptados” ao problema (que possuem maior função de *fitness*). Este processo deve garantir que os melhores indivíduos persistam, mas não deve ser extremamente radical a fim de garantir uma diversidade na população. Um exemplo de um operador de seleção é a técnica de *seleção por torneio*. Para selecionar  $N$  indivíduos, realizam-se  $N$  torneios com  $p$  participantes, escolhidos aleatoriamente. Quanto mais alto é  $p$ , maior é a pressão seletiva, isto é, para um indivíduo ruim ser escolhido ao menos em um torneio, é necessário que ele compita com  $p - 1$  indivíduos piores que ele (para  $p$  grande, a probabilidade deste fato ocorrer é muito pequena). Cada torneio é vencido pelo indivíduo que apresenta maior *fitness*. No caso deste exercício, será realizado apenas um torneio, que é composto por 3 indivíduos.

2. As constantes apresentadas na tabela 1 a seguir foram definidas no arquivo `prog_PID.m`, disponibilizado pelo professor.

Tabela 1: Constantes definidas em `prog_PID.m`

Atributos	Valor
Tamanho da População	100
Número máximo de Gerações	50
Taxa de Mutação	0.4
Taxa de Crossover	0.8

Observa-se taxas de mutação e *crossover* relativamente altas: para a primeira, um alelo tem probabilidade de 40% de ser mutado, isto é, ele possui aproximadamente a metade das chances de ser modificado. Em relação ao tamanho da população e o número de gerações, 100 e 50 são números suficientemente grandes para garantir, respectivamente, diversidade entre os indivíduos e uma boa qualidade no resultado visto a quantidade de recombinações entre os cromossomos que serão realizadas.

A população inicial é obtida pelo comando `pop = 5*rand(tam_pop, 3);`, em que `rand` é uma função do MATLAB que gera números aleatórios segundo uma distribuição uniforme e

tam\_pop vale 100. Será criada, portanto, uma matriz de 100 linhas, cada uma representando um indivíduo, e 3 colunas, uma para cada constante a ser determinada  $k_p$ ,  $k_d$  e  $k_i$ .

Finalmente, cada operador de *crossover* é escolhido com 50% de probabilidade. Espera-se portanto que o operador aritmético seja escolhido em metade das oportunidades e o uniforme, também.

3.