

bs2real 参考资料

概要: 二进制/格雷编码矩阵到实数值矩阵的转换。

描述: 该函数把二进制/格雷码编码的种群染色体矩阵解码成十进制实数的矩阵。

语法: Phen = bs2real(Chrom, FieldD)

详细说明: 该函数根据区域描述器（又称译码矩阵）将用二进制/格雷码编码的种群染色体矩阵 Chrom 解码成十进制的实数表示的种群表现型矩阵 Phen。  
二进制/格雷码种群 Chrom 是诸如下图所示的矩阵，矩阵的每一行代表种群中的一个个体的染色体。

$$Chrom = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

译码矩阵 FieldD 具有下面的结构:

$$FieldD = \begin{pmatrix} lens \\ lb \\ ub \\ codes \\ scales \\ lbin \\ ubin \\ varTypes \end{pmatrix}$$

尽管上面的结构看起来像一个列向量，FieldD 实际上是一个矩阵，每一列对应一个变量。换言之，需要将染色体解码成多少个变量，那么 FieldD 就有多少列。

可以手写代码创建比较复杂的译码矩阵 FieldD，也可以调用 crtfld 函数来自动生成。详见“crtfld 参考资料”。

lens 包含染色体的每个子染色体的长度。sum(lens) 等于染色体长度。  
lb 和ub 分别代表每个变量的上界和下界。  
codes 指明染色体子串用的是标准二进制编码还是格雷编码。codes[i] = 0 表示第i 个变量使用的是标准二进制编码；codes[i] = 1 表示使用格雷编码。  
scales 指明每个子串用的是算术刻度还是对数刻度。scales[i] = 0 为算术刻度，scales[i] = 1 为对数刻度。对数刻度可以用于变量的范围较大而且不确定的情况，对于大范围的参数边界，对数刻度让搜索可用较少的位数，从而减少了遗传算法的计算量。注意：当使用对数刻度时，对应的变量范围不能包含 0，即此时 0 不能在变量的范围区间之中。  
lbin 和ubin 指明了变量是否包含其范围的边界。0 表示不包含边界；1 表示包含边界。

因为本函数规定解码得到的变量均为实数，所以传入的 FieldD 中的 varTypes 是无用参数，仅仅是为了兼容其他函数而传入统一格式的 FieldD。

解码公式：设二进制染色体的某个片段为： $b_k b_{k-1} b_{k-2} \cdots b_2 b_1$ ，它解码后表示为一个范围在 [lb,ub] 上的实数，设解码得到的值为 X，则：

$$X = lb + \left( \sum_i^k b_i \cdot 2^{i-1} \right) \cdot \frac{ub - lb}{2^k - 1}$$

应用实例: 考虑一个二进制编码的种群染色体矩阵：

$$Chrom = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

```
import numpy as np
import geatpy as ea
Chrom = np.array([[1,0,0,0,0,0],
                  [0,0,0,1,1,1],
                  [0,1,0,0,0,1]])
FieldD = np.array([[3,3],[2,2],[10,10],[0,0],[0,0],[1,1],[1,1],[0,0]])
Phen = ea.bs2real(Chrom, FieldD) # 进行解码
```

解码后结果如下：

$$Phen = \begin{pmatrix} 6.57142857 & 2.0 \\ 2.0 & 10.0 \\ 4.28571429 & 3.14285714 \end{pmatrix}$$

若采用另一个译码矩阵，则会解码得到不同的表现型：

```
import numpy as np
import geatpy as ea
Chrom = np.array([[1,0,0,0,0,0],
                  [0,0,0,1,1,1],
                  [0,1,0,0,0,1]])
FieldD = np.array([[3,3],[2,2],[10,10],[0,0],[1,1],[0,1],[1,0],[0,0]])
Phen = ea.bs2real(Chrom, FieldD) # 进行解码
```

解码后结果如下：

$$Phen = \begin{pmatrix} 5.46872706 & 2.0 \\ 2.44568909 & 8.17765434 \\ 3.6571582 & 2.44568909 \end{pmatrix}$$

参考文献:

[1] R. B. Holstien, Artificial Genetic Adaptation in Computer Control Systems, Ph.D. Thesis, Department of Computer and Communication Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, 1971.

[2] R. A. Caruana and J. D. Schaffer, “Representation and Hidden Bias: Gray vs. Binary Coding”, Proc. 6th Int. Conf. Machine Learning, pp153-161, 1988.

[3] W. E. Schmitendorf, O. Shaw, R. Benson and S. Forrest, “Using Genetic Algorithms for Controller Design: Simultaneous Stabilization and Eigenvalue Placement in a Region”, Technical Report No. CS92-9, Dept. Computer Science, College of Engineering, University of New Mexico, 1992.