



# 粒子群优化算法PSO Particle Swarm Optimization

肖 玲



## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.1 粒子群算法的提出

- ◆ 粒子群算法（Particle Swarm Optimization, PSO）
- ◆ 由James Kennedy（社会心理学博士）和Russ Eberhart（电子工程学博士）于1995年提出



Russel Eberhart和James Kennedy

## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.1 粒子群算法的提出



#### ■ Reynolds: Boid(Bird-oid) 模型 (1987)

- 三条规则 {
- 避免与领域个体碰撞
  - 匹配领域个体的速度
  - 飞向鸟群中心，且整个群体飞向目标

#### ■ Heppner: 新的鸟类模型 (1990)

受栖息地吸引的特性

#### ■ Kennedy和Eberhart: 粒子群算法 (1995)



## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.2 粒子群算法的原理描述

#### 基本思想

在这个区域里只有一块食物。所有的鸟都不知道食物在那里。



已知

鸟的位置  
鸟当前位置和食物之间的距离  
离食物最近的鸟的位置

求解

找到食物的最优策略

搜寻目前离的食物最近的鸟的周围区域  
根据自己飞行的经验判断食物所在



## ❖ 从生物现象到 PSO 算法

### 鸟群觅食现象

- 鸟群
- 觅食空间
- 飞行速度
- 所在位置
- 个体认知与群体协作
- 找到食物

鸟群觅食现象

类比关系

粒子群优化算法

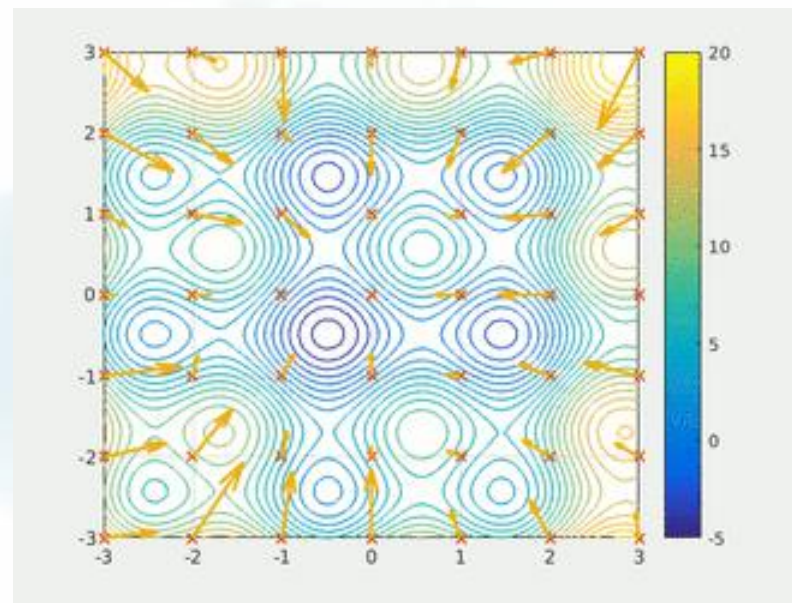
### 粒子群优化算法

- 搜索空间的一组有效解
- 问题的搜索空间
- 解的速度向量
- 解的位置向量
- 速度与位置的更新
- 找到全局最优解

## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.2 粒子群算法的原理描述

- 每个寻优的问题解都被想像成一只鸟，称为“**粒子**” (particle)。
- 每个粒子都由一个**Fitness Function** 确定适应值以判断目前的位置好坏。
- 每个粒子知道自己到目前为止发现的**最好位置(pbest)**和现在的位置 $x_i$ 。
- 每一个粒子还有一个**速度**以决定飞行的距离和方向。这个速度根据它本身的飞行经验以及同伴的飞行经验进行动态调整。
- 粒子们追随当前最优粒子在解空间中搜索。



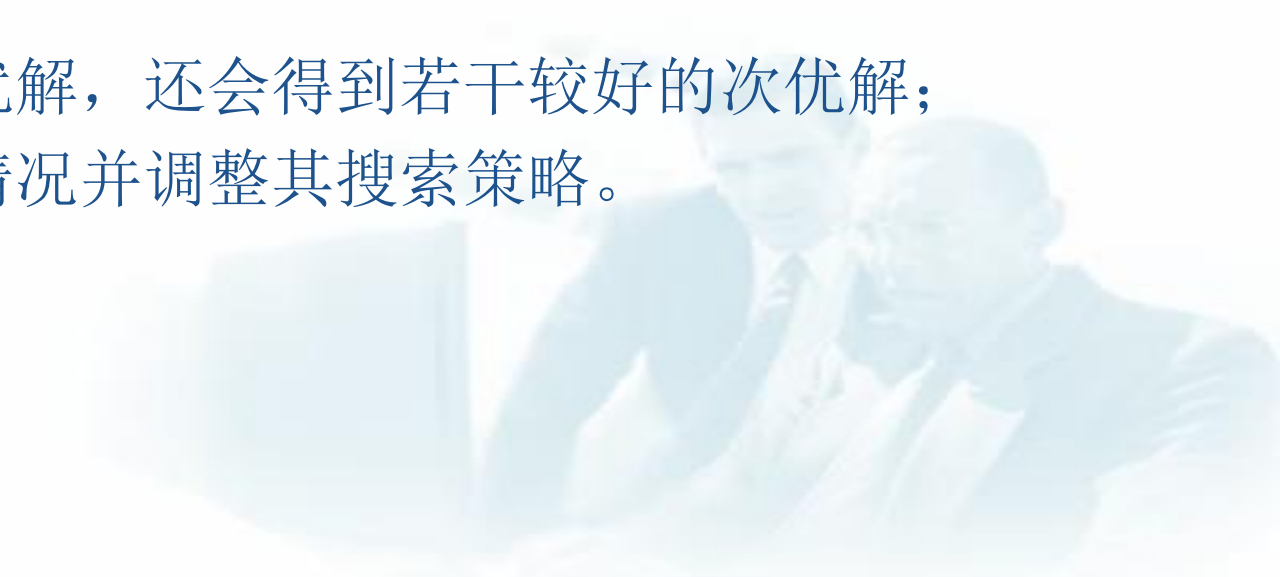




## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.2 粒子群算法的原理描述

#### 粒子群算法的特点

- 高效的并行搜索算法；
  - 与遗传算法比较，保留了基于种群的全局搜索策略，避免了复杂的遗传操作；
  - 除了可以找到问题的最优解，还会得到若干较好的次优解；
  - 可以动态跟踪当前搜索情况并调整其搜索策略。
- 

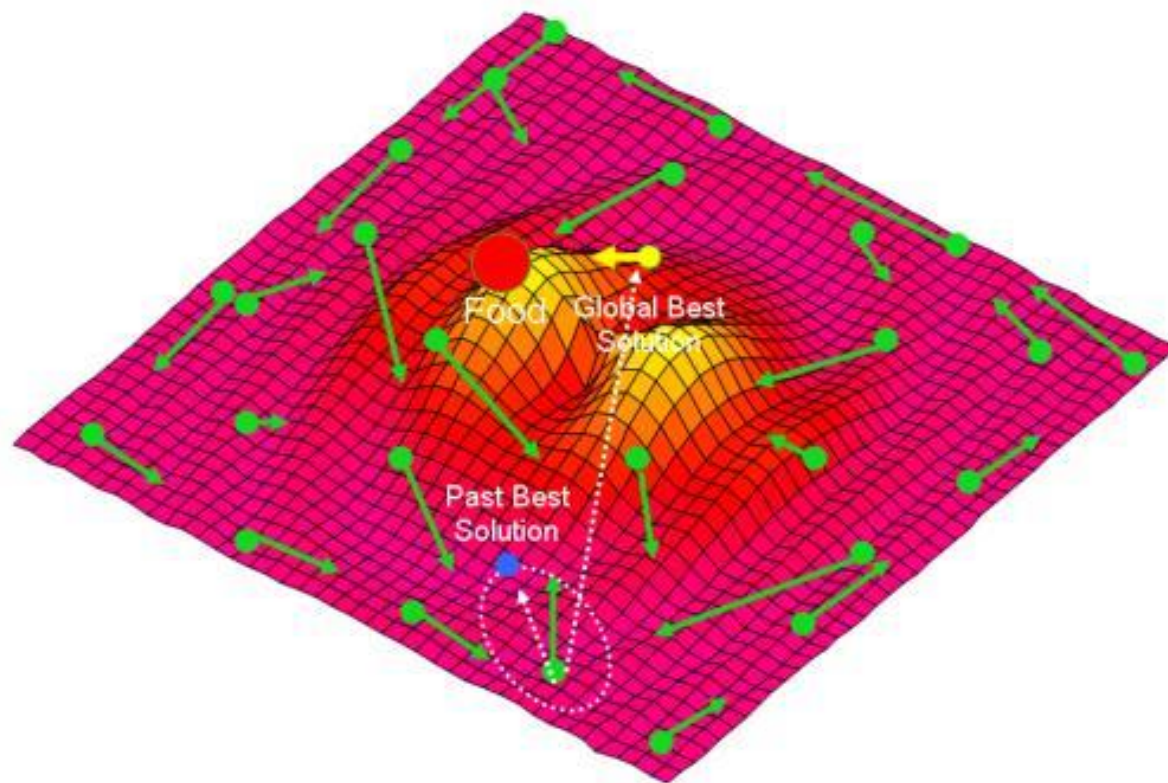
## 6.6 粒子群算法的基本原理

### 6.6.2 粒子群算法的原理描述

#### ◆ PSO算法

初始化为一群随机粒子，  
通过迭代找到最优。

每次迭代中，粒子通过跟踪“**个体极值 (pbest)**”  
和“**全局极值(gbest)**”来更新自己的位置。







## 粒子群步骤



个体极值为每个粒子找到的历史上最优的位置信息，并从这些个体历史最优解中找到一个全局最优解，并与历史最优解比较，选出最佳的作为当前的历史最优解。

### A 参数初始化

首先，我们需要设置最大的速度区间，位置信息即为整个搜索空间，我们在速度区间和搜索空间上随机初始化速度和位置。设置群体规模

### B 个体极值与全局最优解

### C 更新鸟群速度和位置

### D 循环终止

有两种终止条件可以选择，一是最大迭代数，二是可接受的满意解在一个指定的范围内即停止。



## 6.6 粒子群算法的基本原理

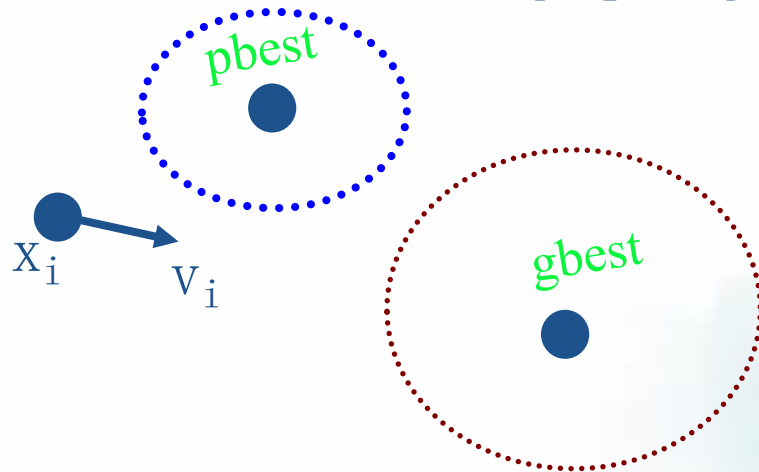
- D维空间中，有m个粒子；

粒子*i*位置： $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$ ，将 $\mathbf{x}_i$ 代入适应函数 $F(\mathbf{x}_i)$ 求适应值；

粒子*i*速度： $\mathbf{v}_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$

粒子*i*历史最好位置： $\mathbf{pbest}_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD})$

种群所经历过的最好位置： $\mathbf{gbest} = (g_1, g_2, \dots, g_D)$



- 通常，在第d ( $1 \leq d \leq D$ ) 维的位置变化范围限定在 $[X_{\min, d}, X_{\max, d}]$ 内，速度变化范围限定在 $[-V_{\max, d}, V_{\max, d}]$ 内。