

# A brief introduction of evolutionary algorithm

---

XXX XXX XXX XXX XXX XXX

March 16, 2018

College of Computer Science and Technology, Zhejiang University

# Table of contents

1. Introduction
2. 进化算法
3. 免疫算法
4. 群聚智能
5. 觅食算法
6. 人工神经网络
7. 复杂网络
8. Title formats

# Introduction

---

The **metropolis** theme is a Beamer theme with minimal visual noise inspired by the HSRM Beamer Theme by Benjamin Weiss.

Enable the theme by loading

```
\documentclass{beamer}  
\usetheme{metropolis}
```

Note, that you have to have Mozilla's *Fira Sans* font and XeTeX installed to enjoy this wonderful typography.

Sections group slides of the same topic

```
\section{Elements}
```

for which **metropolis** provides a nice progress indicator ...

# 进化算法

---

# 进化算法

又叫演化计算，是模拟自然界中的生物的演化过程产生的一种群体导向的随机搜索技术和方法。

是一种通用的问题求解方法，具有自组织、自适应、自学习性和本质并行性等特点，不受搜索空间限制性条件的约束，也不需要其它辅助信息。



其算法是受生物进化过程中“优胜劣汰”的自然选择机制和遗传信息的传递规律的影响，通过程序迭代模拟这一过程，把要解决的问题看作环境，在一些可能的解组成的种群中，通过自然演化寻求最优解。

- 遗传算法

- 遗传算法
- 演化策略，修改参数

- 遗传算法
- 演化策略，修改参数
- 演化规划，自适应响应

- 遗传算法
- 演化策略，修改参数
- 演化规划，自适应响应
- 遗传程序设计，改变分层节点和结构链接关系

- 遗传算法
- 演化策略，修改参数
- 演化规划，自适应响应
- 遗传程序设计，改变分层节点和结构链接关系
- 多种群协同进化，竞争和合作的动力学系统

- 遗传算法
- 演化策略，修改参数
- 演化规划，自适应响应
- 遗传程序设计，改变分层节点和结构链接关系
- 多种群协同进化，竞争和合作的动力学系统
- 差分进化算法，个体间竞争和合作的系统

# 免疫算法

---



# 免疫算法

# 定义

## 定义

一种具有生成 + 检测 (generate and test) 的迭代过程的搜索算法。

生物免疫系统是一个分布式、自组织和具有动态平衡能力的自适应复杂系统。它对外界入侵的抗原，可由分布全身的不同种类的淋巴细胞产生相应的抗体，其目标是尽可能保证整个生物系统的基本生理功能得到正常运转。

具有较强模式分类能力，尤其对多模态问题的分析、处理和求解表现出较高的智能性和鲁棒性。

- 抗原和抗体

- 抗原和抗体
- 免疫疫苗

- 抗原和抗体
- 免疫疫苗
- 免疫算子

- 抗原和抗体
- 免疫疫苗
- 免疫算子
- 免疫调节

- 抗原和抗体
- 免疫疫苗
- 免疫算子
- 免疫调节
- 免疫记忆



- 抗原和抗体
- 免疫疫苗
- 免疫算子
- 免疫调节
- 免疫记忆
- 抗原识别

- 一般免疫算法

- 一般免疫算法
- 阴性选择和克隆选择算法

- 一般免疫算法
- 阴性选择和克隆选择算法
- 免疫网络学说与人工免疫网络模型

- 一般免疫算法
- 阴性选择和克隆选择算法
- 免疫网络学说与人工免疫网络模型
- 混合免疫算法

在基于马尔科夫链的收敛性分析和非线性动力学模型等方面，对免疫优化算法的非线性随机分析可能是未来研究的难点之一。

神经网络、内分泌及免疫这三大调节系统相互联系、相互补充和配合、相互制约的机理为基于人工免疫系统的智能综合集成提供了生物学基础，网络 and 智能成为免疫算法发展的不可缺少的特征，也是其重要应用领域。

免疫算法能增强系统的鲁棒性，在网络、智能系统和鲁棒系统中的应用。

群聚智能

---

# 群聚智能



无智能或简单智能的主体通过任何形式的聚集协作而表现出智能行为的特性。

群，是一组相互之间可以进行直接或间接通信 (通过改变局部环境) 的主体。

源于分子自动机系统的自组织研究。在没有集中且不提供全局模型的前提下，为寻找复杂分布式问题解决方案提供基础。

相对于传统的梯度优化算法

- 完全分布式处理个体间和个体环境间作用，具有自组织性；

相对于传统的梯度优化算法

- 完全分布式处理个体间和个体环境间作用，具有自组织性；
- 个体间非直接，合作基于环境感知，系统可扩展和安全；

相对于传统的梯度优化算法

- 完全分布式处理个体间和个体环境间作用，具有自组织性；
- 个体间非直接，合作基于环境感知，系统可扩展和安全；
- 无集中控制，具有鲁棒性，个别个体失效不会影响整个问题求解；

## 相对于传统的梯度优化算法

- 完全分布式处理个体间和个体环境间作用，具有自组织性；
- 个体间非直接，合作基于环境感知，系统可扩展和安全；
- 无集中控制，具有鲁棒性，个别个体失效不会影响整个问题求解；
- 个体智能简单，实现方便，执行时间短。

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)



# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群
- 蛙群

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群
- 蛙群
- 萤火虫

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群
- 蛙群
- 萤火虫
- 蝙蝠群

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群
- 蛙群
- 萤火虫
- 蝙蝠群
- 花朵授粉

# 种类

- 蚁群 (蚁狮)
- 鸟群 (粒子群)
- 人工鱼群
- 蜂群
- 蛙群
- 萤火虫
- 蝙蝠群
- 花朵授粉
- 灰狼

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in J_k(i)} [\tau_{is}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{is}(t)]^\beta}, & \text{如果 } J \in J_k(i) \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$



# 定理示例

定理

如果有  $a, b, c$ , 则有  $a^2 + b^2 = c^2$ 。

证明.

因为有  $a, b, c$ , 所以有  $a^2 + b^2 = c^2$ 。



---

## Algorithm 1 计算 $y = x^n$

---

**Require:**  $n \geq 0 \vee x \neq 0$

**Ensure:**  $y = x^n$

$y \leftarrow 1$

**if**  $n < 0$  **then**

$X \leftarrow 1/x$

$N \leftarrow -n$

**else**

$X \leftarrow x$

$N \leftarrow n$

**end if**

**while**  $N \neq 0$  **do**

**if**  $N$  is even **then**

$X \leftarrow X \times X$

$N \leftarrow N/2$

**else** { $N$  is odd}


$y \leftarrow y \times X$

$N \leftarrow N - 1$

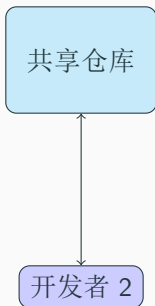
**end if**

**end while**

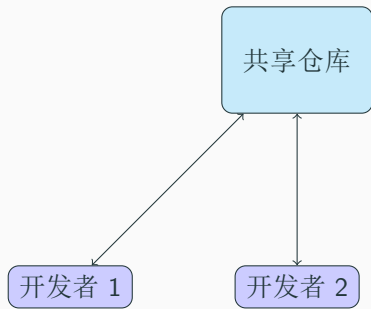
---

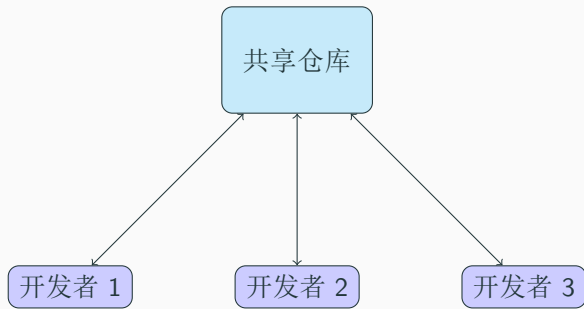


共享仓库



## 流程图示例





# 觅食算法

---

# 觅食算法



来自动物**高效觅食**的启发：

来自动物**高效觅食**的启发：

- 布朗运动

来自动物**高效觅食**的启发：

- 布朗运动
- 随机游走

来自动物**高效觅食**的启发：

- 布朗运动
- 随机游走
- 轻尾和重尾分布

来自动物**高效觅食**的启发：

- 布朗运动
- 随机游走
- 轻尾和重尾分布
- 莱维过程 (Lévy Process)

来自动物**高效觅食**的启发:

- 布朗运动
- 随机游走
- 轻尾和重尾分布
- 莱维过程 (Lévy Process)
- 分解定理 (布朗 + 泊松 + 平方可积离散鞅)

# 人工神经网络

---

# 人工神经网络



人工神经网络是由大量处理单元互联组成的非线性、自适应信息处理系统。

在现代神经科学研究成果的基础上提出，试图通过模拟大脑神经网络处理、记忆信息的方式进行信息处理。

非线性、非局限性、非定常性、非凸性。

自适应、自组织、自学习。

基于逻辑符号和规则推理的专家系统，在处理直觉、非结构化信息方面有缺陷。

人工神经网络是连接主义的观点，是神经元相互联接而成的自适应非线性动态系统，分为前向网络 (有向无环图) 和反馈网络 (无向完备图) 两类。

理论研究：MP 模型、Hebb 规则、感知器、适应谐振 ART 理论、自组织映射、认知机网络、非线性动力学。

- Hopfield

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)

# 种类

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆

# 种类

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP
- 局部逼近神经网络 (CMAC,RBF,B 样条)



- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP
- 局部逼近神经网络 (CMAC,RBF,B 样条)
- 自组织 SOM

# 种类

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP
- 局部逼近神经网络 (CMAC,RBF,B 样条)
- 自组织 SOM
- ART

# 种类

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP
- 局部逼近神经网络 (CMAC,RBF,B 样条)
- 自组织 SOM
- ART
- SVM

# 种类

- Hopfield
- 波尔兹曼机 (模拟退火)
- 联想记忆
- BP
- 局部逼近神经网络 (CMAC,RBF,B 样条)
- 自组织 SOM
- ART
- SVM
- 强化学习

- 集成式网络 (boosting, 梯度推进机, 决策树, 随机森林)

# 种类

- 集成式网络 (boosting, 梯度推进机, 决策树, 随机森林)
- 量子神经网络

# 种类

- 集成式网络 (boosting, 梯度推进机, 决策树, 随机森林)
- 量子神经网络
- 脉冲耦合

- 集成式网络 (boosting, 梯度推进机, 决策树, 随机森林)
- 量子神经网络
- 脉冲耦合
- 混沌神经网络



- 集成式网络 (boosting, 梯度推进机, 决策树, 随机森林)
- 量子神经网络
- 脉冲耦合
- 混沌神经网络
- 深度学习 (卷积、循环、递归, 置信网络, 生成式对抗网络, 迁移学习, 果蝇的大脑)

# 复杂网络

---

# 复杂网络

具有自组织、自相似、吸引子、小世界、无标度中部分或全部性质的网络称为复杂网络。

互联网拓扑、社交网络、脑神经网络、基因调控网络、蛋白质调控网络、生态系统、地球演化、N 体作用。

- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。

- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。
- 网络进化：表现在节点或连接的产生与消失，网络结构不断变化。

- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。
- 网络进化：表现在节点或连接的产生与消失，网络结构不断变化。
- 连接多样性：节点之间的连接权重存在差异，且有可能存在方向性。



- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。
- 网络进化：表现在节点或连接的产生与消失，网络结构不断变化。
- 连接多样性：节点之间的连接权重存在差异，且有可能存在方向性。
- 动力学复杂性：节点集可能属于非线性动力学系统，节点状态随时间发生复杂变化。

- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。
- 网络进化：表现在节点或连接的产生与消失，网络结构不断变化。
- 连接多样性：节点之间的连接权重存在差异，且有可能存在方向性。
- 动力学复杂性：节点集可能属于非线性动力学系统，节点状态随时间发生复杂变化。
- 节点多样性：节点和连接可代表任何事物。

- 结构复杂：节点数巨大，结构具有多种不同特征。
- 网络进化：表现在节点或连接的产生与消失，网络结构不断变化。
- 连接多样性：节点之间的连接权重存在差异，且有可能存在方向性。
- 动力学复杂性：节点集可能属于非线性动力学系统，节点状态随时间发生复杂变化。
- 节点多样性：节点和连接可代表任何事物。
- 多重复杂性融合：多重复杂性相互影响，结果难以预测。

网络的几何性质，网络的形成机制，网络演化的统计规律，网络上的模型性质，网络的结构稳定性，网络的演化动力学机制。

- 马尔科夫场

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络



# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络
- 大脑生理病理网络

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络
- 大脑生理病理网络
- 组分调控网络

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络
- 大脑生理病理网络
- 组分调控网络
- 生态系统网络 (含传染病网络)

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络
- 大脑生理病理网络
- 组分调控网络
- 生态系统网络 (含传染病网络)
- 网络安全攻防

# 种类

- 马尔科夫场
- 贝叶斯网络
- 社交网络
- 视觉听觉网络
- 大脑生理病理网络
- 组分调控网络
- 生态系统网络 (含传染病网络)
- 网络安全攻防
- 天文 N 体系统

## Title formats

---

# Metropolis title formats

**metropolis** supports 4 different title formats:

- Regular
- SMALL CAPS
- ALL SMALL CAPS
- ALL CAPS

They can either be set at once for every title type or individually.

This frame uses the `smallcaps` title format.

## Potential Problems

Be aware that not every font supports small caps. If for example you typeset your presentation with pdfTeX and the Computer Modern Sans Serif font, every text in small caps will be typeset with the Computer Modern Serif font instead.



This frame uses the `allsmallcaps` title format.

### Potential problems

As this title format also uses small caps you face the same problems as with the `smallcaps` title format. Additionally this format can cause some other problems. Please refer to the documentation if you consider using it.

As a rule of thumb: just use it for plaintext-only titles.

This frame uses the `allcaps` title format.

## Potential Problems

This title format is not as problematic as the `allsmallcaps` format, but basically suffers from the same deficiencies. So please have a look at the documentation if you want to use it.

# Elements

---

The theme provides sensible defaults to  
`\emph{emphasize}` text, `\alert{accent}` parts  
or show `\textbf{bold}` results.

becomes

The theme provides sensible defaults to *emphasize* text, **accent** parts or  
show **bold** results.

# Font feature test

- Regular
- *Italic*
- SMALL CAPS
- **Bold**
- ***Bold Italic***
- **Bold Small Caps**
- Monospace
- *Monospace Italic*
- Monospace Bold
- *Monospace Bold Italic*

## Items

- Milk
- Eggs
- Potatoes

## Enumerations

1. First,
2. Second and
3. Last.

## Descriptions

**PowerPoint** Meeh.

**Beamer** Yeeeha.

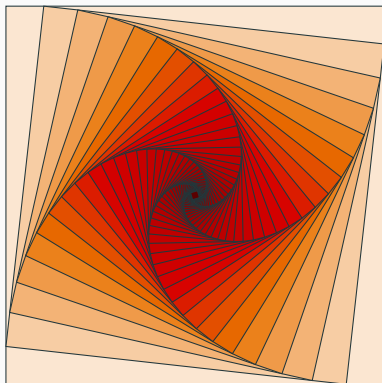
- This is important

- This is important
- Now this



- This is important
- Now this
- And now this

- This is really important
- Now this
- And now this



**Figure 1:** Rotated square from texample.net.

**Table 1:** Largest cities in the world (source: Wikipedia)

City	Population
Mexico City	20,116,842
Shanghai	19,210,000
Peking	15,796,450
Istanbul	14,160,467

# Blocks

Three different block environments are pre-defined and may be styled with an optional background color.

## **Default**

Block content.

## **Alert**

Block content.

## **Example**

Block content.

## **Default**

Block content.

## **Alert**

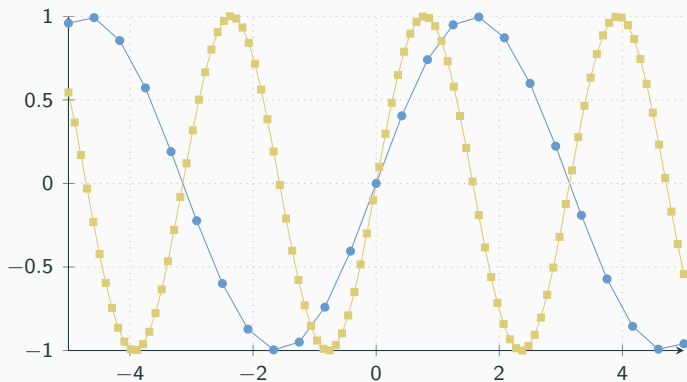
Block content.

## **Example**

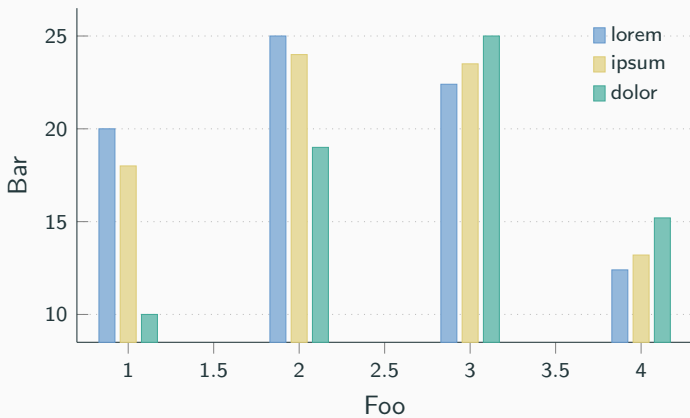
Block content.

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

# Line plots



# Bar charts





*Veni, Vidi, Vici*

**metropolis** defines a custom beamer template to add a text to the footer. It can be set via

```
\setbeamertemplate{frame footer}{My custom footer}
```

Some references to showcase `[allowframebreaks]` `[4, 2, 5, 1, 3]`

## Conclusion

---

# Summary

Get the source of this theme and the demo presentation from

`github.com/matze/mtheme`

The theme *itself* is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



**Questions?**

# Backup slides

Sometimes, it is useful to add slides at the end of your presentation to refer to during audience questions.

The best way to do this is to include the `appendixnumberbeamer` package in your preamble and call `\appendix` before your backup slides.

**metropolis** will automatically turn off slide numbering and progress bars for slides in the appendix.



P. Erdős.

**A selection of problems and results in combinatorics.**

In *Recent trends in combinatorics (Matrahaza, 1995)*, pages 1–6.  
Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1995.



R. Graham, D. Knuth, and O. Patashnik.

***Concrete mathematics.***

Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.



G. D. Greenwade.

**The Comprehensive Tex Archive Network (CTAN).**

*TUGBoat*, 14(3):342–351, 1993.



D. Knuth.

**Two notes on notation.**

*Amer. Math. Monthly*, 99:403–422, 1992.





H. Simpson.

**Proof of the Riemann Hypothesis.**

preprint (2003), available at

<http://www.math.drofnats.edu/riemann.ps>, 2003.