

模糊控制导论

苏临之

sulinzhi029@nwu.edu.com

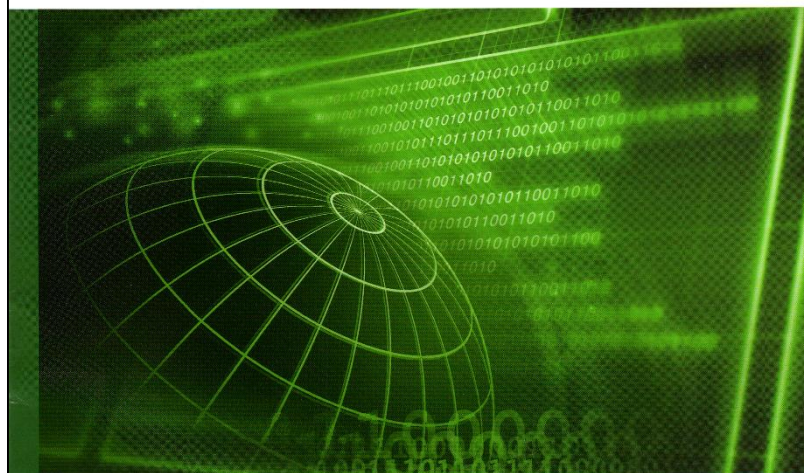
课程准备

必备知识:

- 计算机文化基础
- 算法基础和C语言
- 微积分、线性代数基础



高等学校控制科学与技术教材



模糊控制及其 MATLAB仿真 (第2版)

◆ 石辛民 郝整清 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.com.cn>



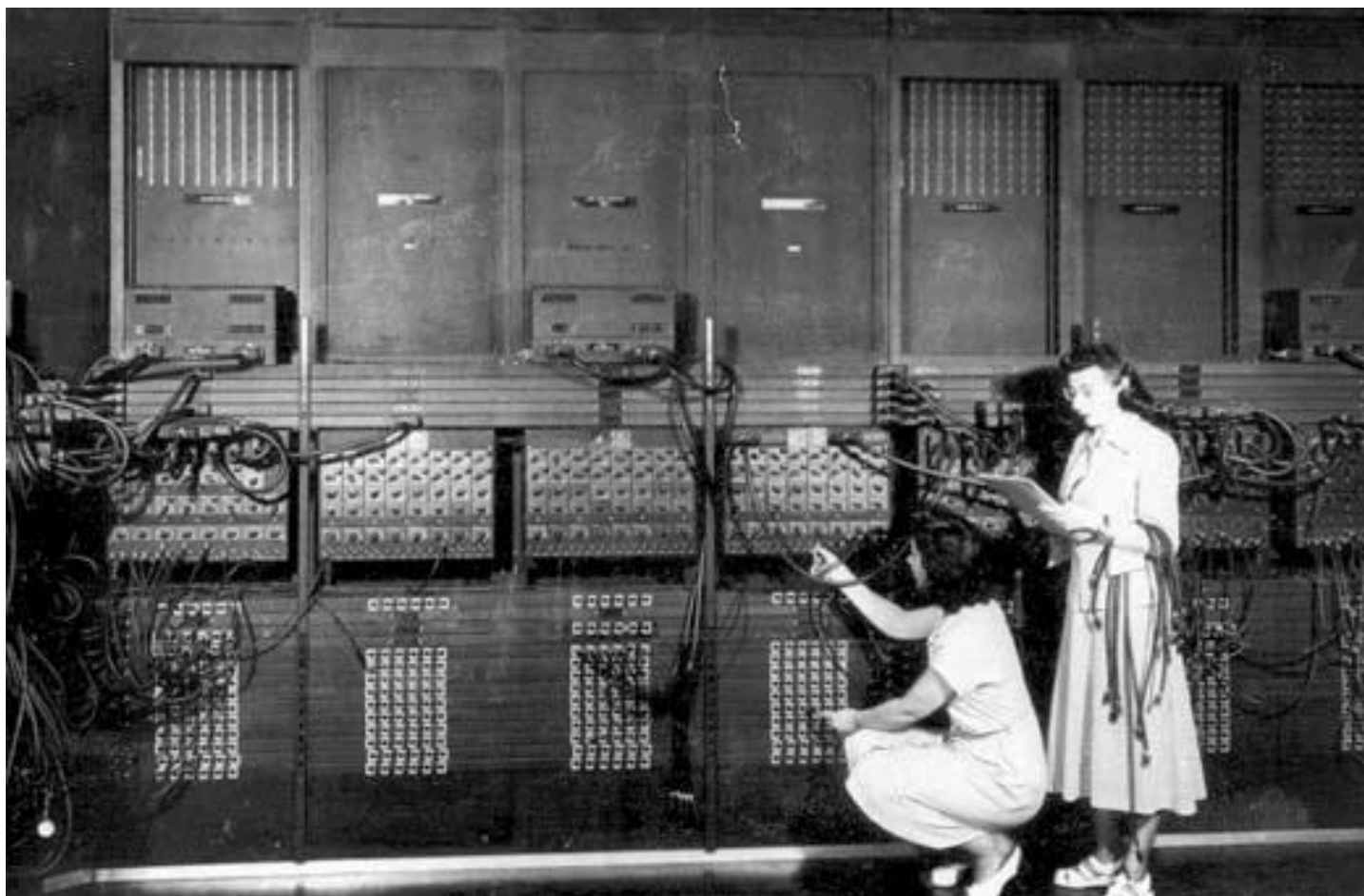


课程准备要求

- 购买课本
- 复习线性代数有关矩阵、向量的简单内容
- 安装MATLAB软件（英文版）



世界第一台通用计算机



ENIAC

计算机的五代发展

电子管 → 晶体管



集成电路

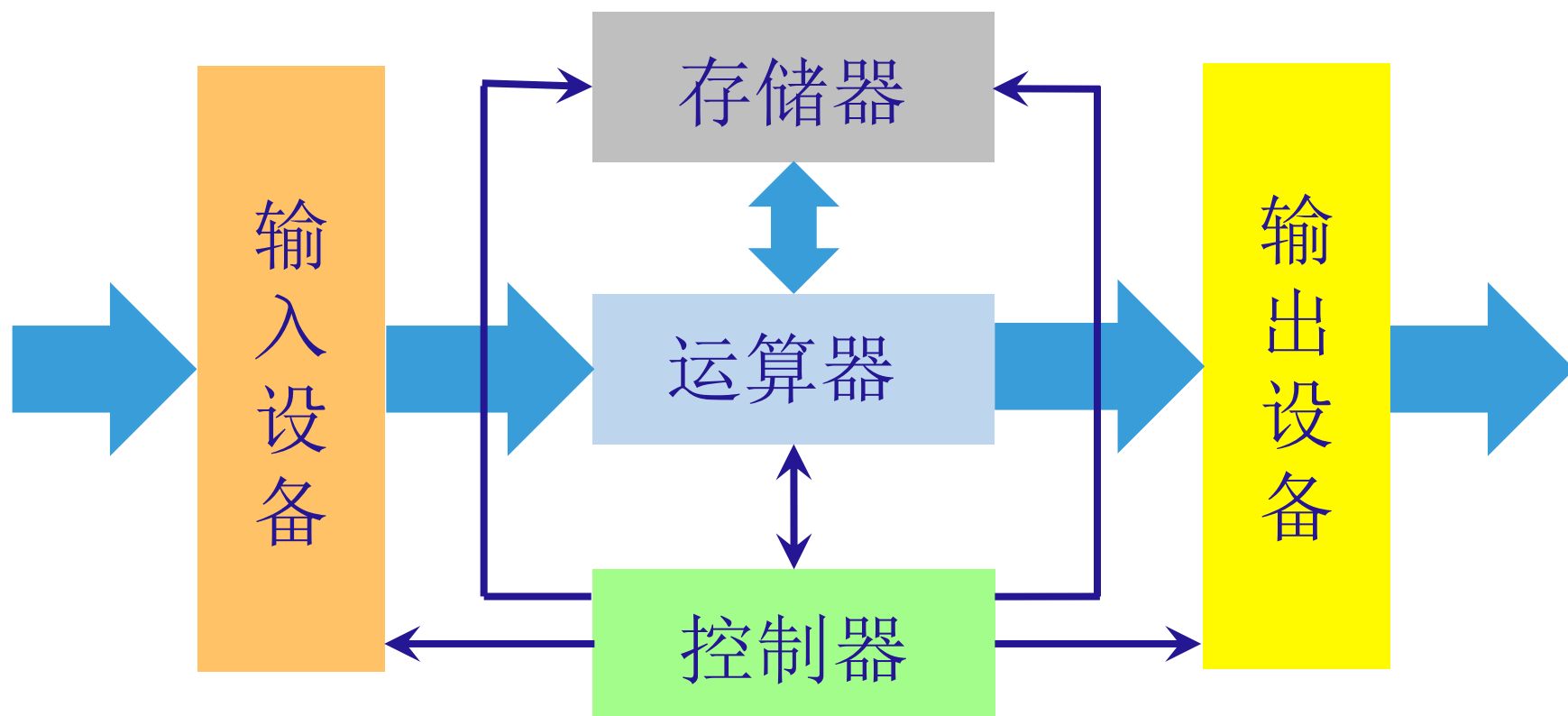
中小规模 → 大规模
超大规模 → 巨大规模

计算机之父——冯·诺依曼

- 约翰·冯·诺依曼（John Von Neumann, 1903-1957）是美籍匈牙利数学家和计算机科学家，被誉为计算机之父。他提出了著名的经典计算机结构。该结构尽管没有在ENIAC里采用，但却成为了后续计算机所使用的基本设计框架。

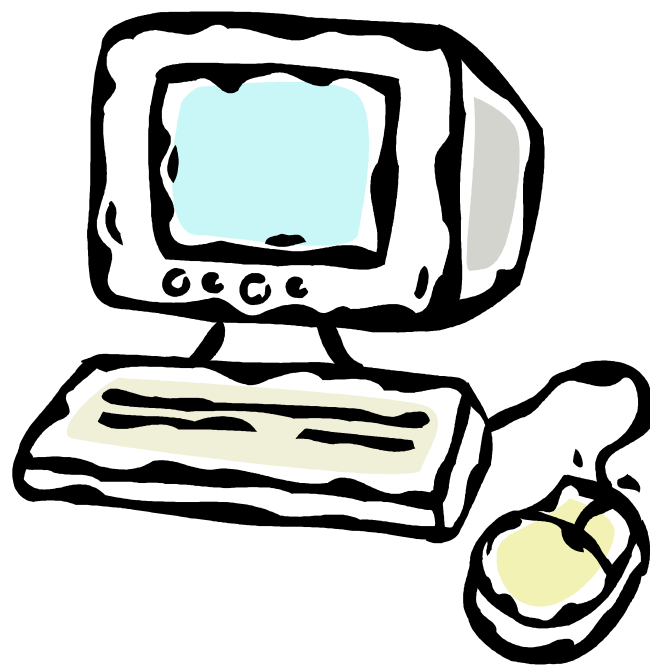


冯·诺依曼型计算机硬件结构



计算机的计算功能

$$1+1=?$$



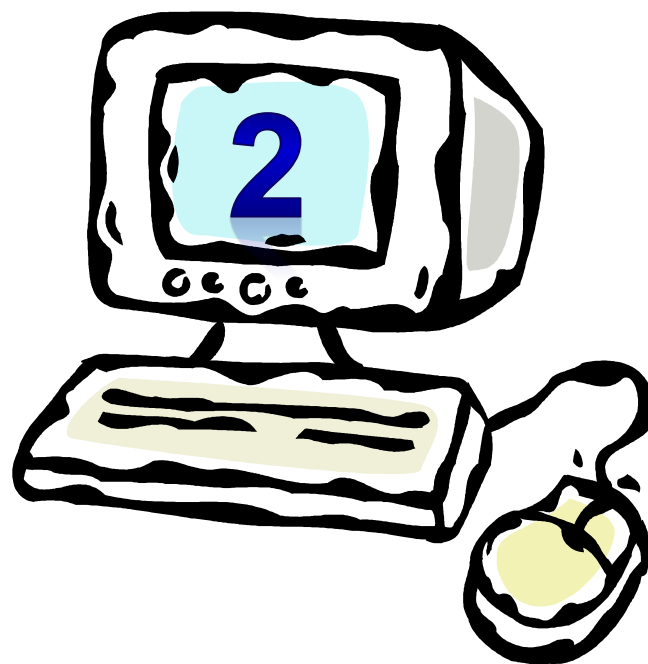
计算机的计算功能

$$1+1=?$$

Elapsed time is 0.000002 seconds.

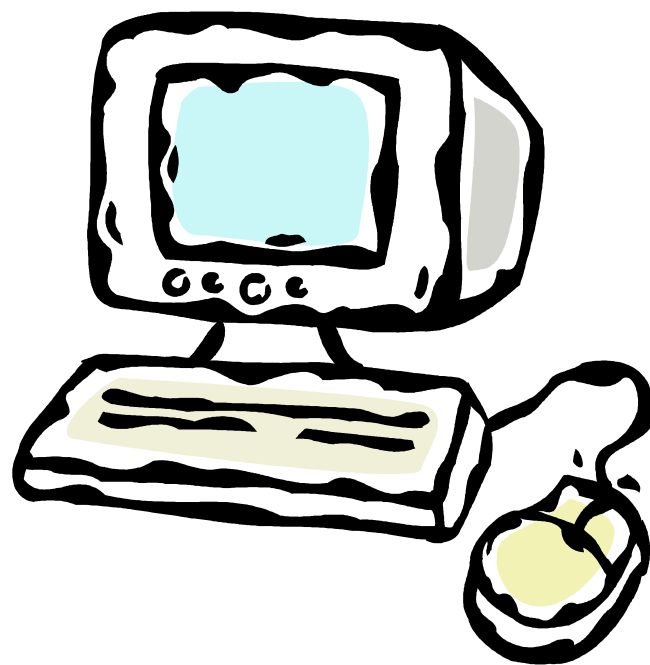
ans =

2



计算机的计算功能

$$\int_0^1 3x^2 dx = ?$$



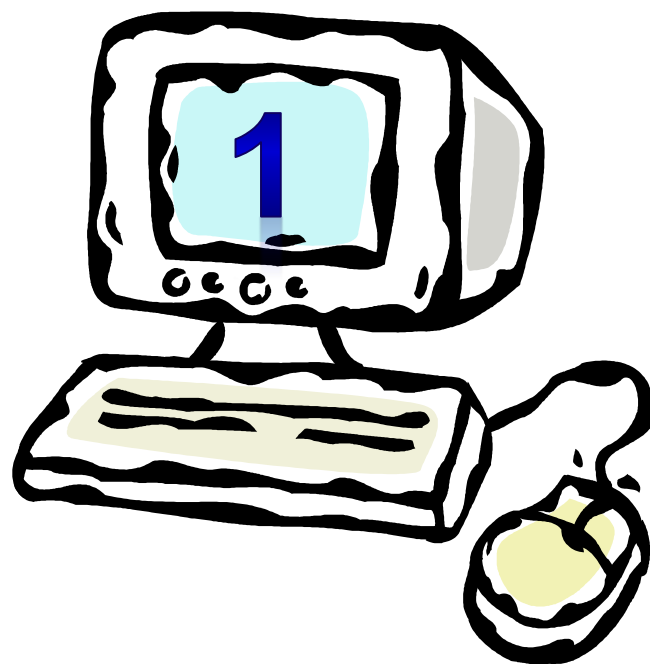
计算机的计算功能

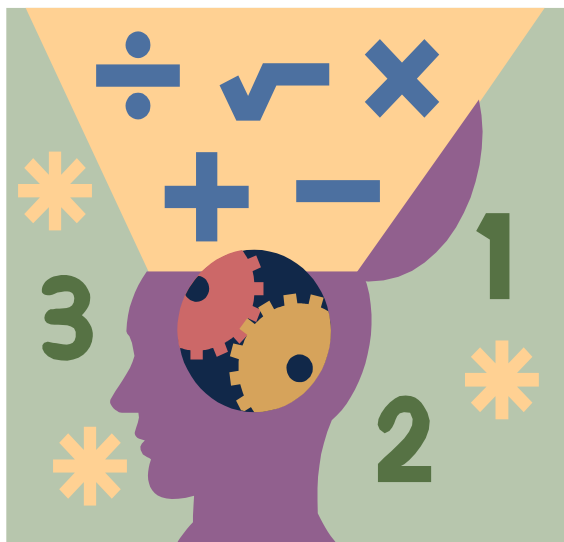
$$\int_0^1 3x^2 dx = ?$$

Elapsed time is 0.616336 seconds.

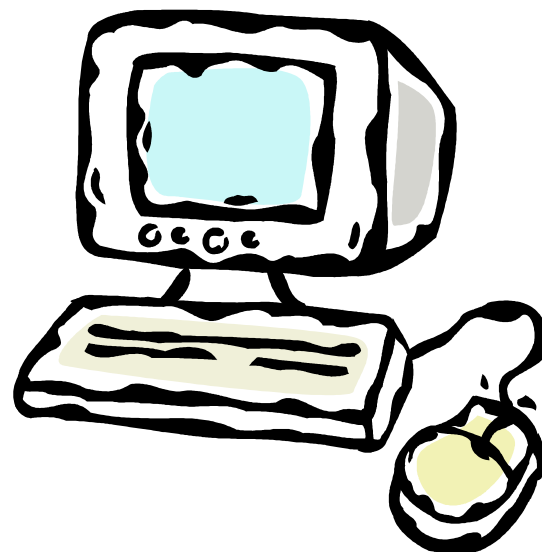
ans =

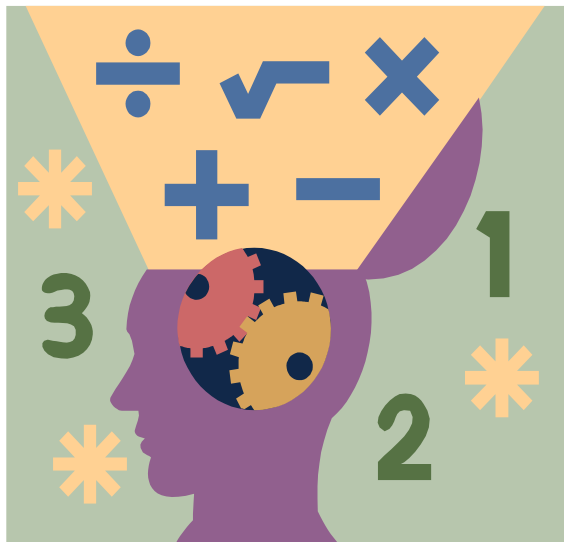
1



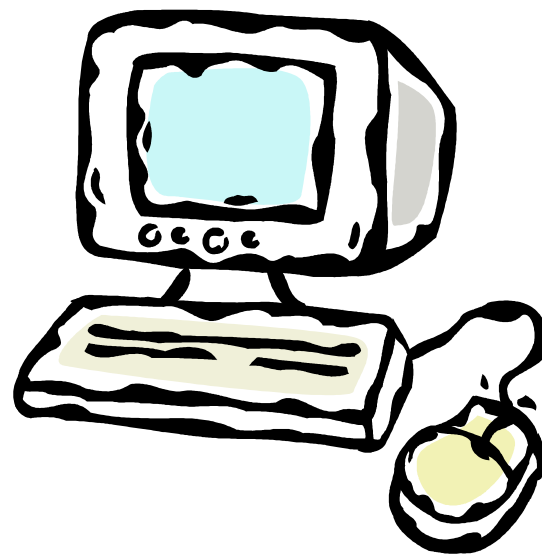


VS





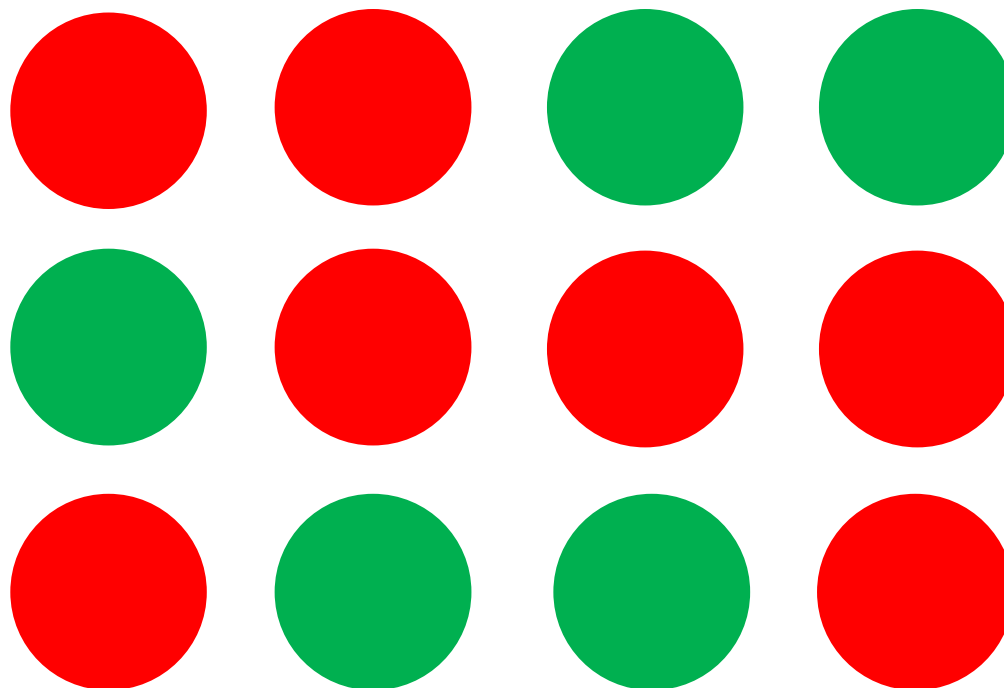
VS



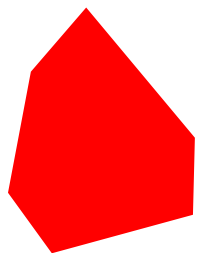
Can a machine think?



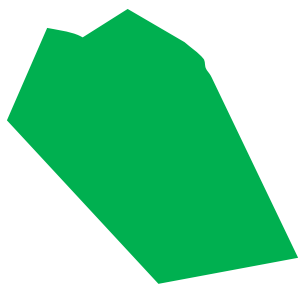
举例：色彩识别



人脑识别过程



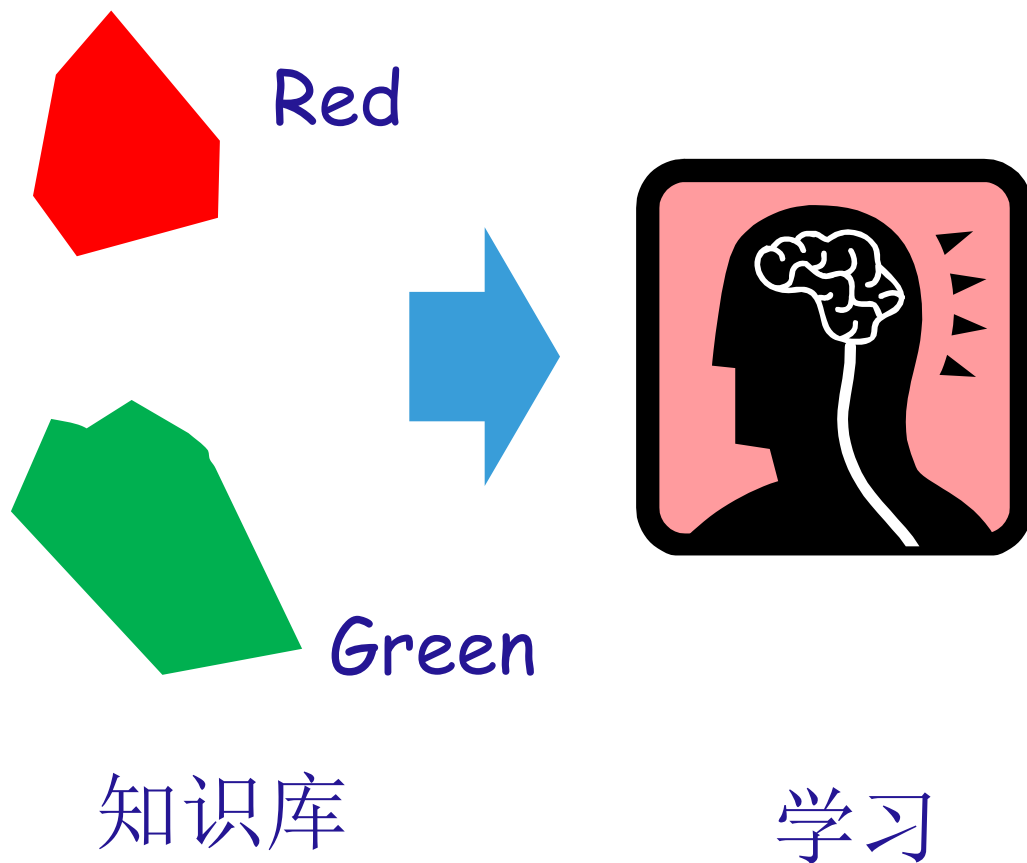
Red



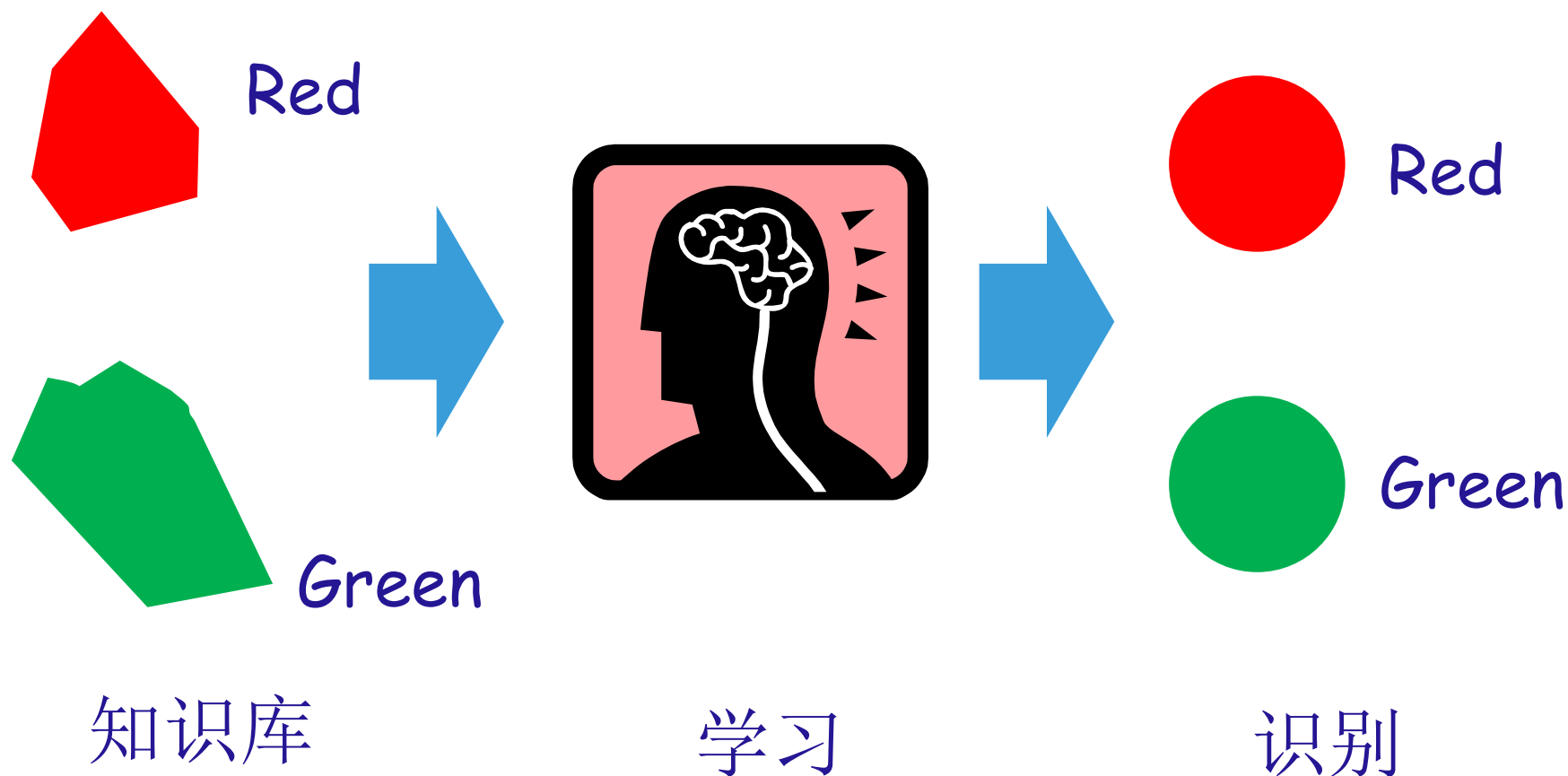
Green

知识库

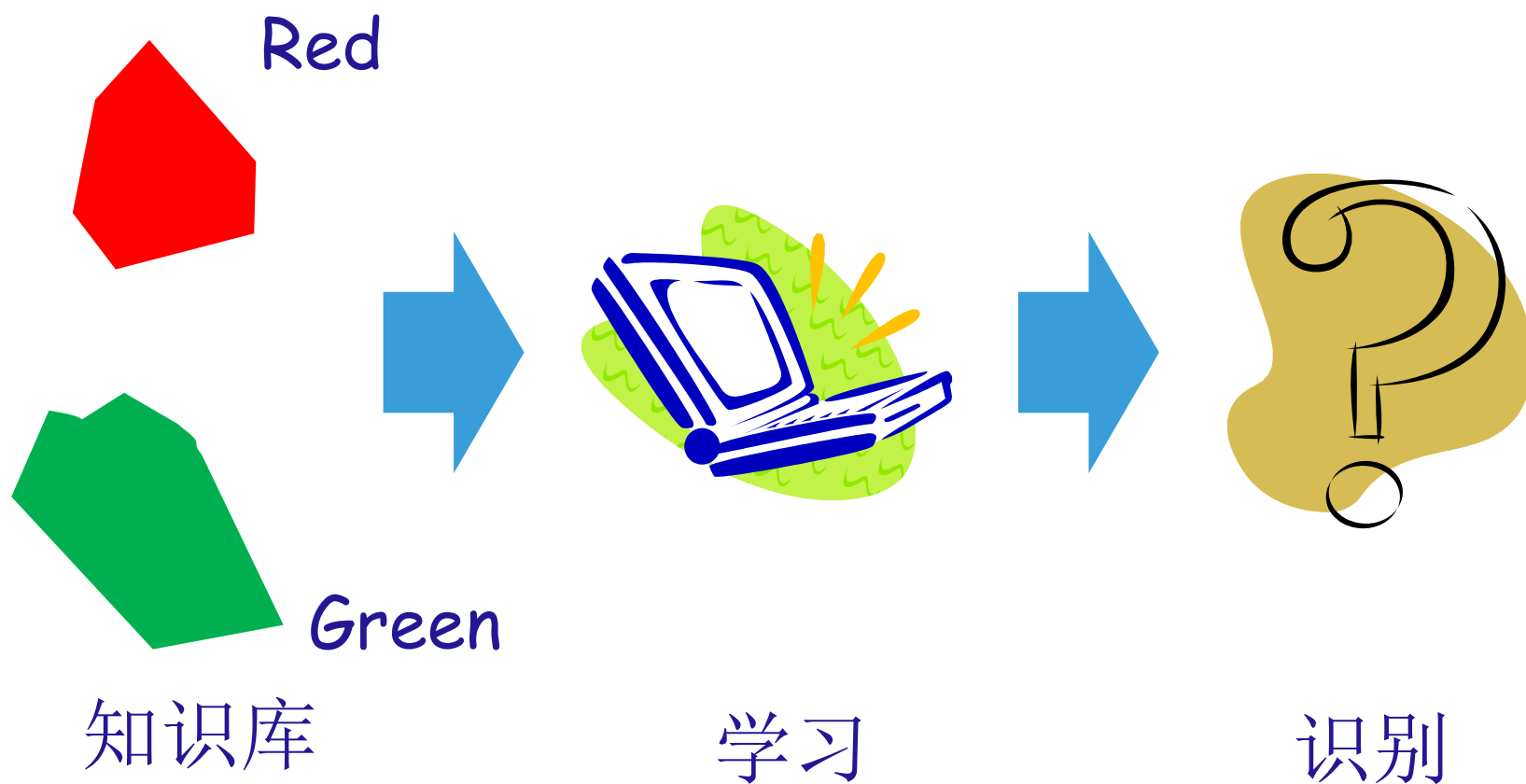
人脑识别过程

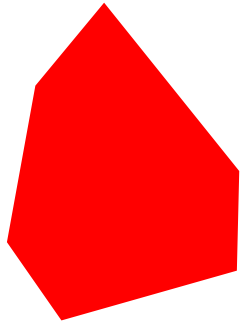


人脑识别过程

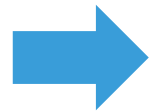


机器识别过程

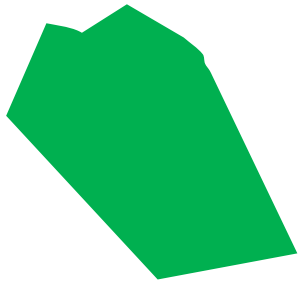




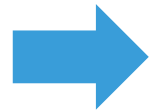
Red



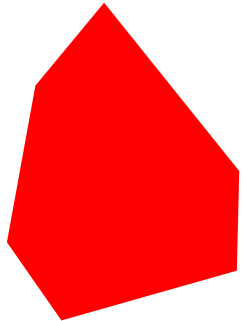
RGB=[255,0,0]



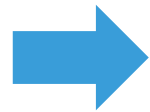
Green



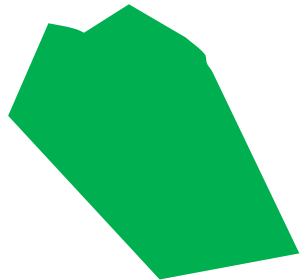
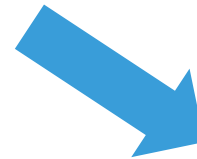
RGB=[0,176,80]



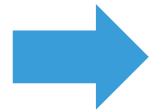
Red



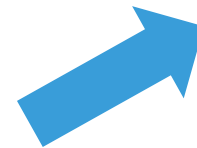
RGB=[255,0,0]

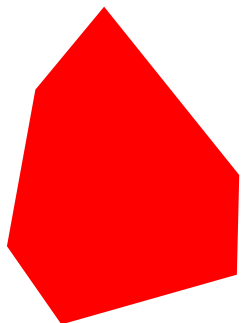


Green

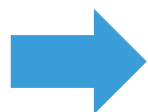


RGB=[0,176,80]

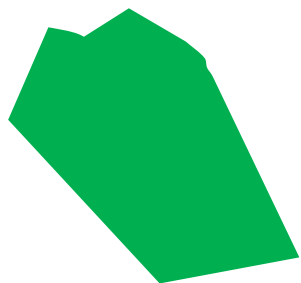




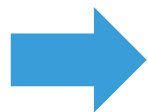
Red



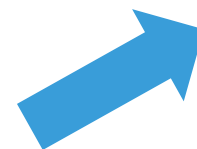
RGB=[255,0,0]



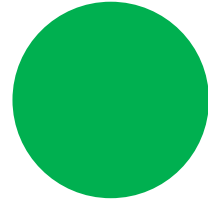
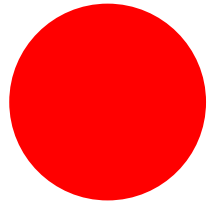
Green

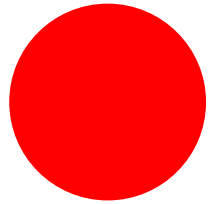


RGB=[0,176,80]

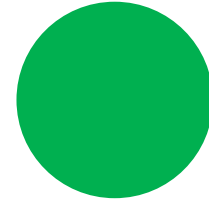


学习完毕



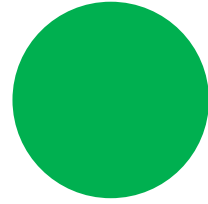
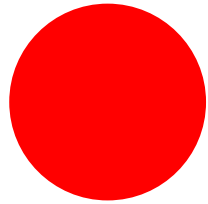


RGB=[255,0,0]



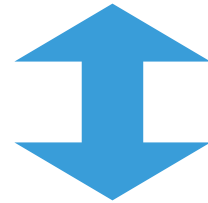
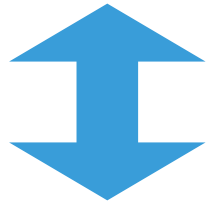
RGB=[0,176,80]



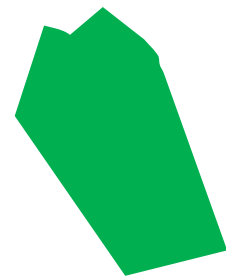


RGB=[255,0,0]

RGB=[0,176,80]

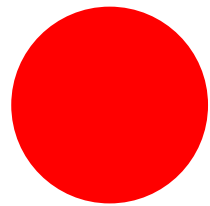


Red

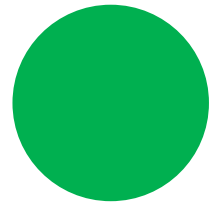


Green





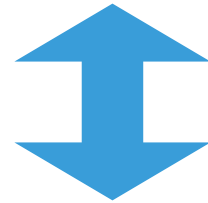
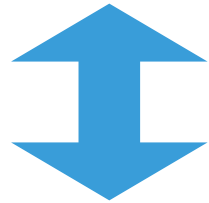
Red



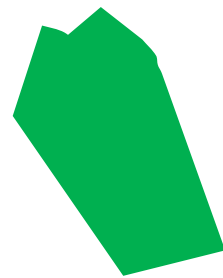
Green

RGB=[255,0,0]

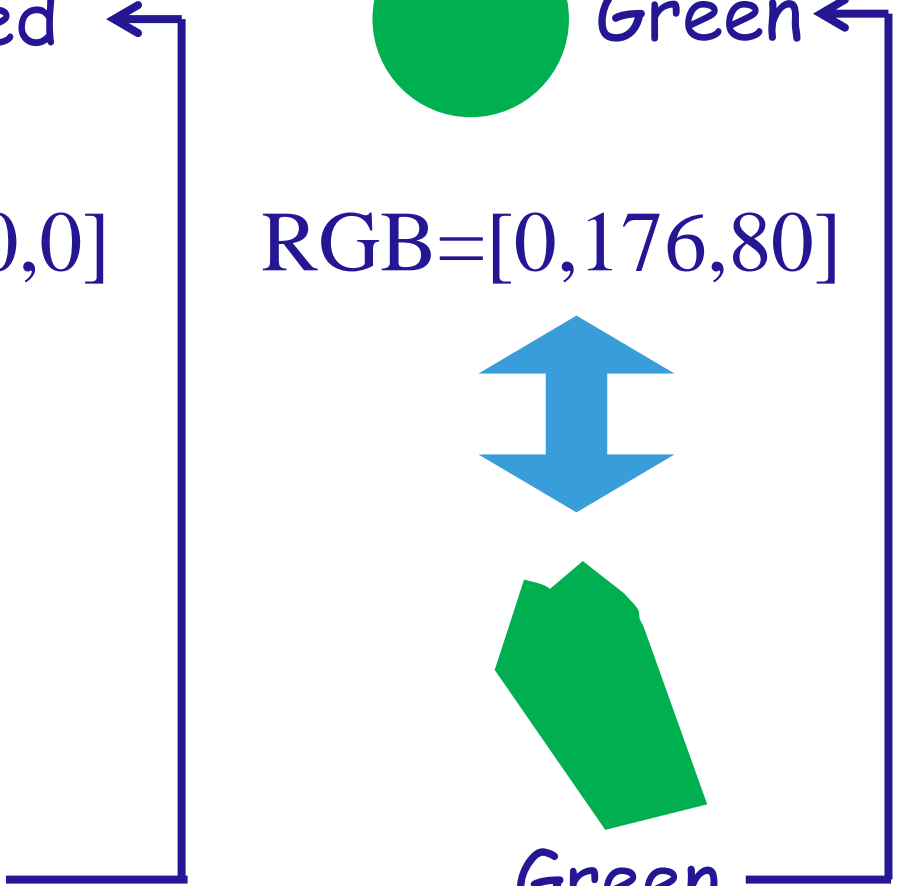
RGB=[0,176,80]



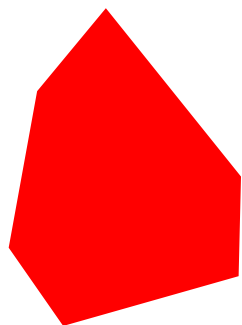
Red



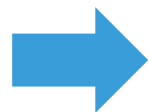
Green



颜色识别的关键技术



Red



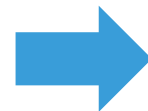
RGB=[255,0,0]



先验知识



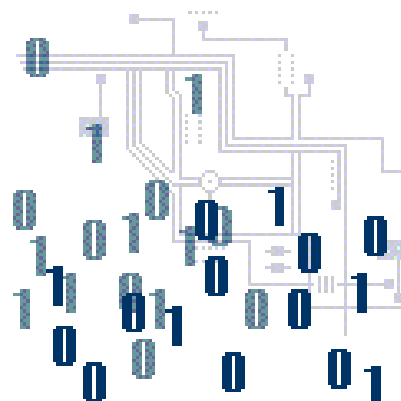
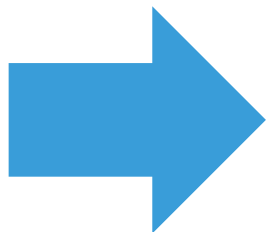
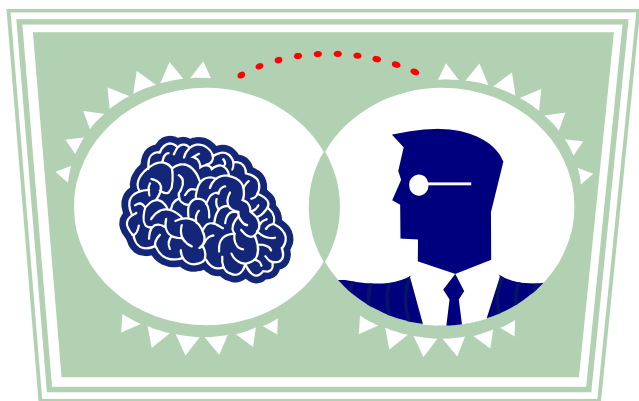
数字化



计算分析

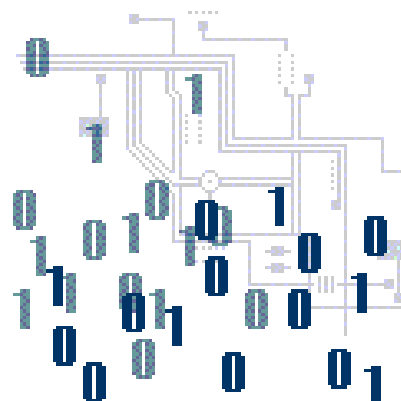
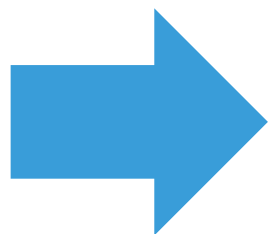
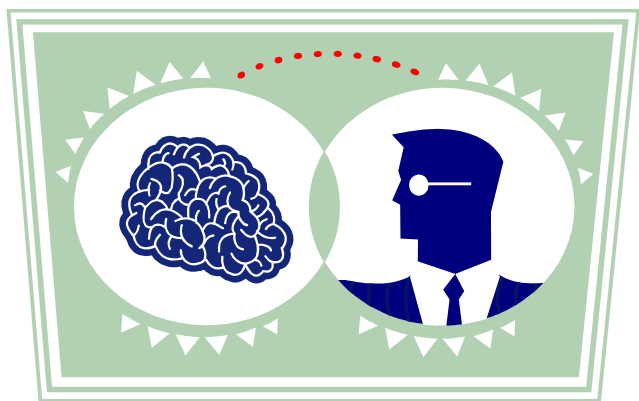
计算化

- 随着科技的发展，世界上的事物，甚至人类的智力也可以数字化，因此我们可以凭借数学计算来实现相应的观测与控制。



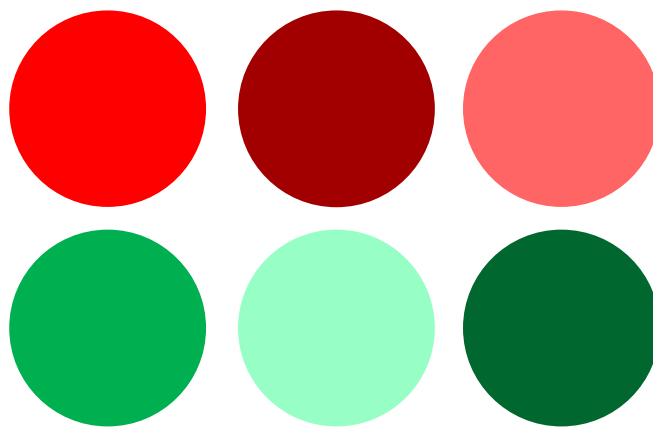
人工智能

- 如果能让一台机器思考，就必须给它智慧和能力，这种通过人给机器的智能就是人工智能（Artificial Intelligence, AI）。人工智能也是通过计算而实现的。



计算情况的复杂

- 上述仅仅是一个简单的例子，实际颜色识别案例的情形要复杂得多。



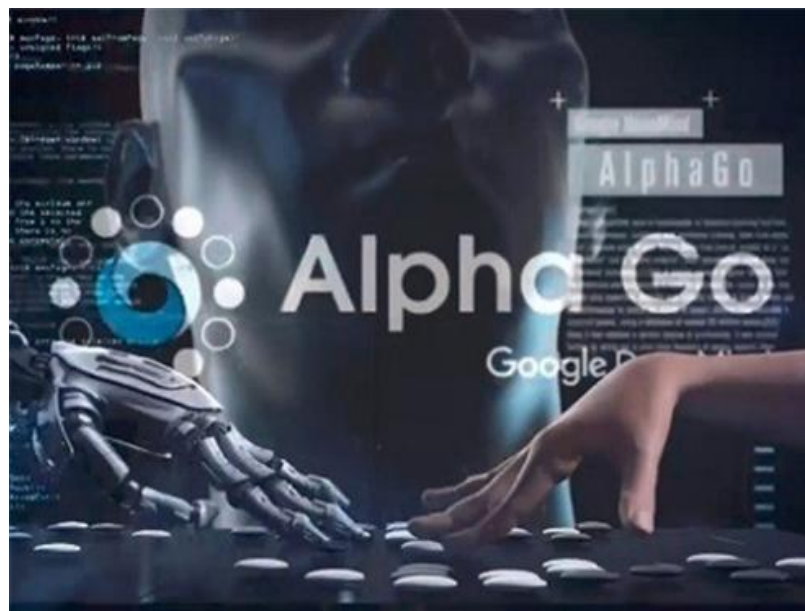
深蓝的胜利

- 1997年5月，一台叫做深蓝（Deep Blue）的计算机在对抗国际象棋冠军 Kasparov 时取得了胜利。自此，人工智能成为了科学界的一大关注点。但与此同时，也有人担心人工智能的过分发展会使得人类失去生物智力。



阿尔法围棋机器人的胜利

- 2016~2017年，阿尔法围棋机器人（AlphaGo）在对抗李世石、柯洁等围棋高手时屡屡获胜。这引发了更多对人工智能的争议。



人工智能之父——图灵

- 艾伦·麦席森·图灵（Alan Mathison Turing, 1912~1954）是一位杰出的英国数学家，被誉为人工智能之父。
- 1950年，图灵在一个项目中给出了若干关于人工智能的测试，其目的是检测接收测试的对象是否具有智能。这就是著名的图灵测试。





图灵测试

- 图灵测试包含一个提问者（Asker）和一个回答者（Respondent）。提问者是人，回答者既可以是人也可以是机器。
- 首先提问者在不知回答者身份情况下提出问题，然后回答者根据提问者的问题来作出相应回复。在回答完一个或几个问题后，提问者来判断对方是人还是机器。图灵认为，一台具备人工智能的机器在特定条件下能像人类一样正常回答问题，这样就会在很长一段时间内被误判为人类。



测试举例一

问：你叫什么名字？

答：我叫李华。

问：你今年多少岁？

答：我今年15岁。

问：你有什么爱好？

答：我喜欢听音乐和读书。

测试举例一

问：你叫什么名字？

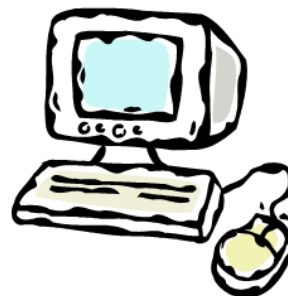
答：我叫李华。

问：你今年多少岁？

答：我今年15岁。

问：你有什么爱好？

答：我喜欢听音乐和读书。



测试举例二

问：你今年多少岁？

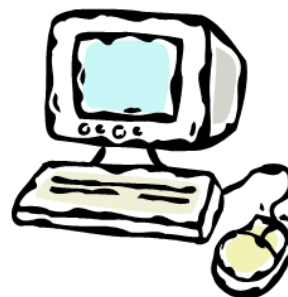
答：我今年25岁。

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：你还有什么别的爱好？

答：我还喜欢唱、跳、rap。





测试举例三

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：请再次回答，你会打篮球吗？

答：我会。

测试举例三

问：你会打篮球吗？

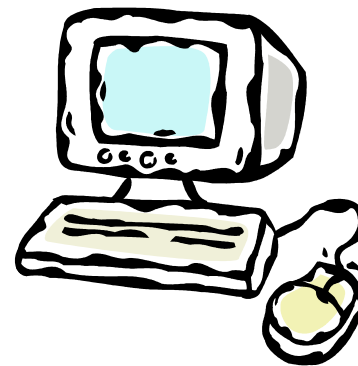
答：我会。

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：请再次回答，你会打篮球吗？

答：我会。





测试举例四

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：你会打篮球吗？

答：我会啊。不过我刚不是回答了吗？

问：请再次回答，你会打篮球吗？

答：你干嘛，怎么老问同样的问题？

测试举例四

问：你会打篮球吗？

答：我会。

问：你会打篮球吗？

答：我会啊。不过我刚不是回答了吗？

问：请再次回答，你会打篮球吗？

答：你干嘛，怎么老问同样的问题？





机器和人的差别

- 机器和人的差别在于，机器回答问题是从原始的知识库中调取知识然后进行回答。但是人除了回答问题以外，还会因为环境影响伴随有情绪化内容。因此，如果机器要像人类一样回答问题，不仅要存储回答的内容本身，还要考虑更多带有必然性的结果（Reasonable answers），同时还必须做出相应的选择。
- 图灵预测，随着科技的发展，20世纪末就会诞生一台具有完全具有AI的机器。这一想法在现在看来有些理想化，但却给AI发展指引了方向。



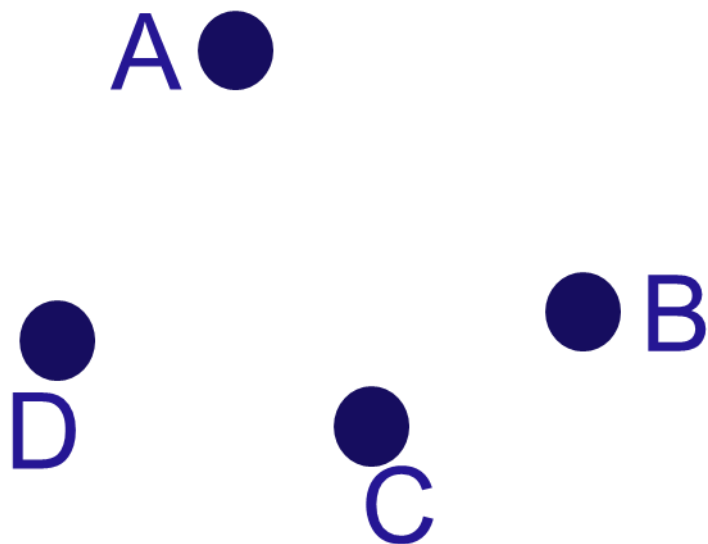
简单的计算问题

$$1+1=?$$

$$\int_0^1 3x^2 dx = ?$$

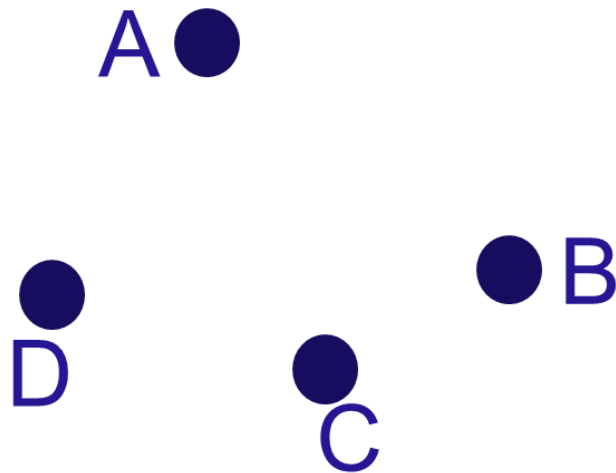
Find the minimum of
 $y=x^2, x \in \mathbf{R}$

复杂的计算问题：TSP



什么是TSP?

- 旅行商问题（Travel Salesman Problem, TSP）里，某旅行商从若干个城市中的某城市出发去其他城市，每个城市只去一次，最后回到原来的城市，要求选择出其中的最短路径。
- 如果只有A、B、C和D这4个城市，一共有多少种可能的路径呢？





枚举法路线分析

A

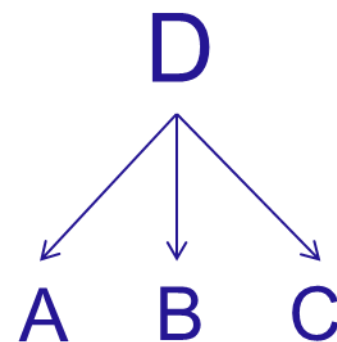
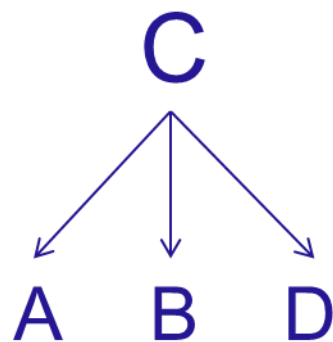
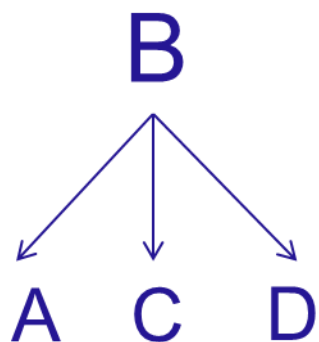
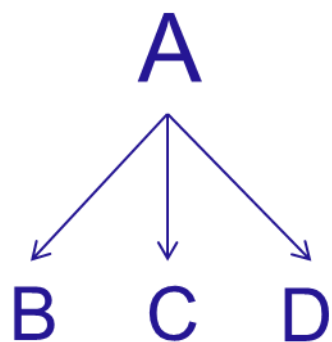
B

C

D

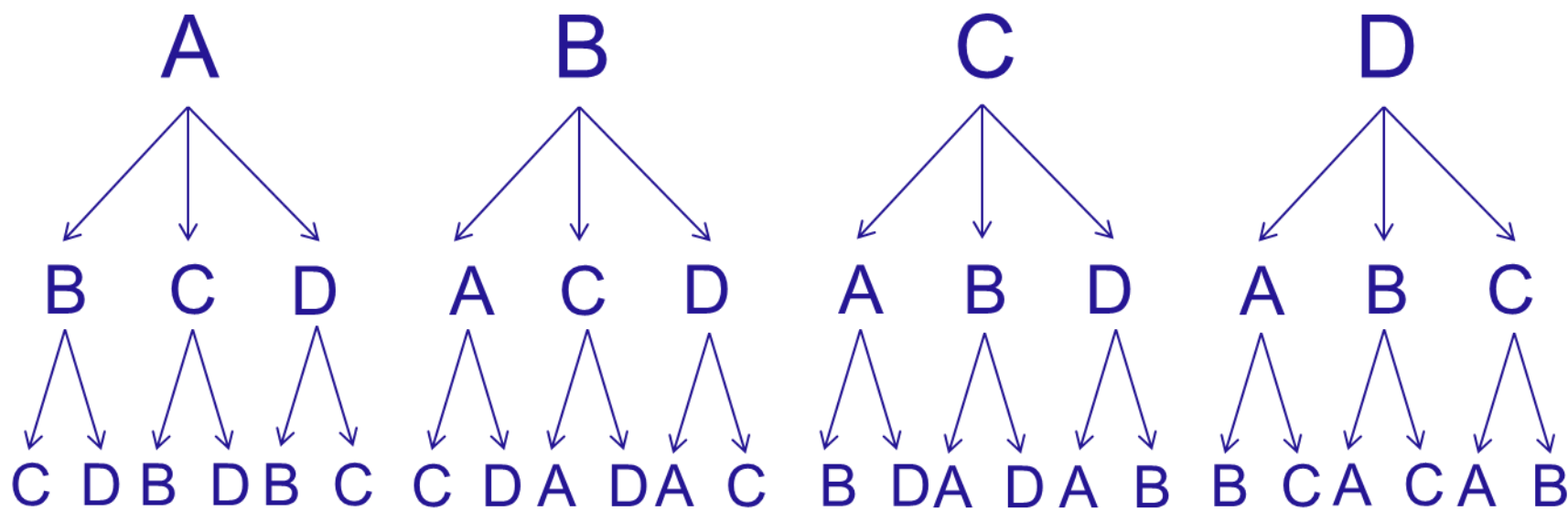
4

枚举法路线分析



4
3

枚举法路线分析

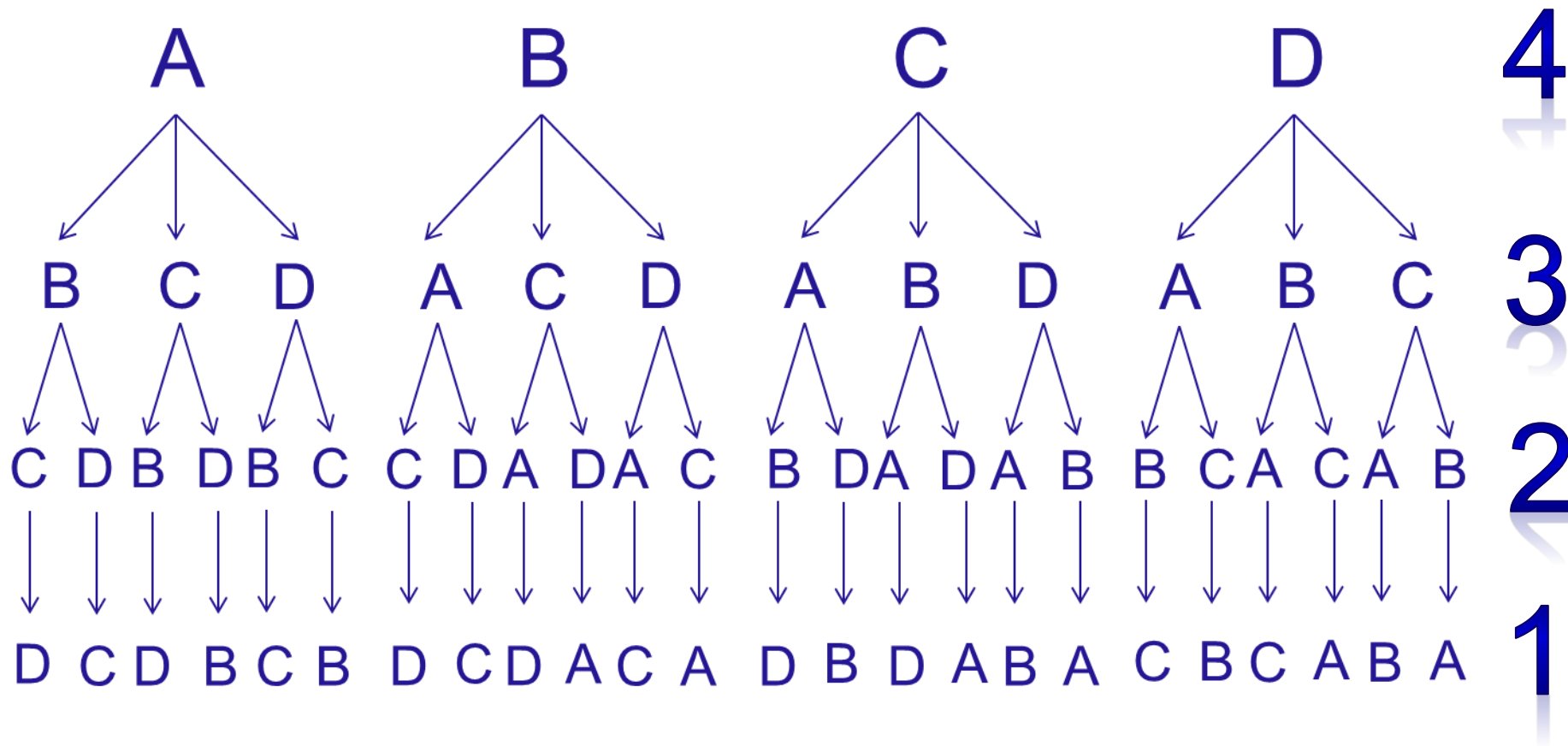


4

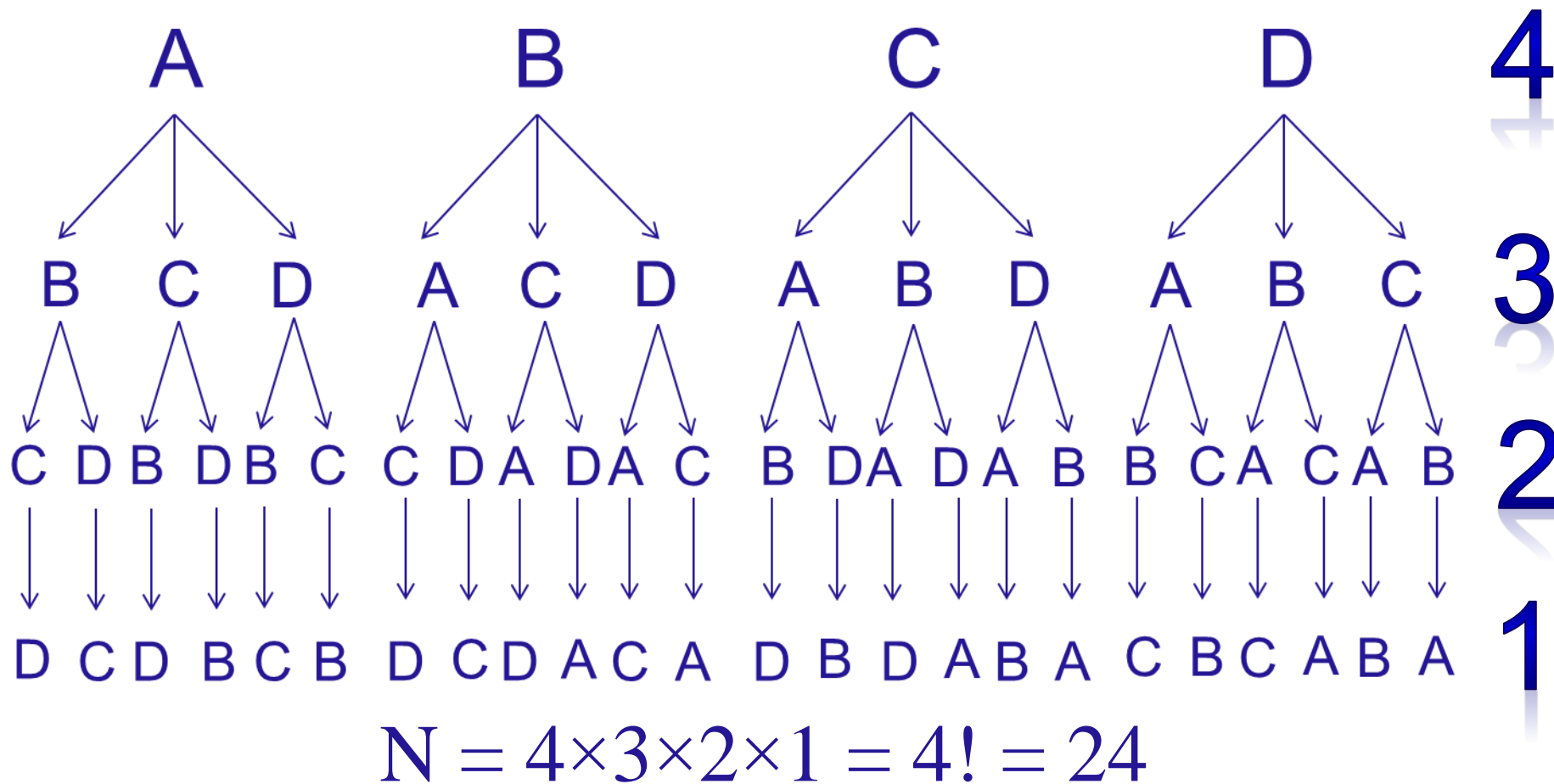
3

2

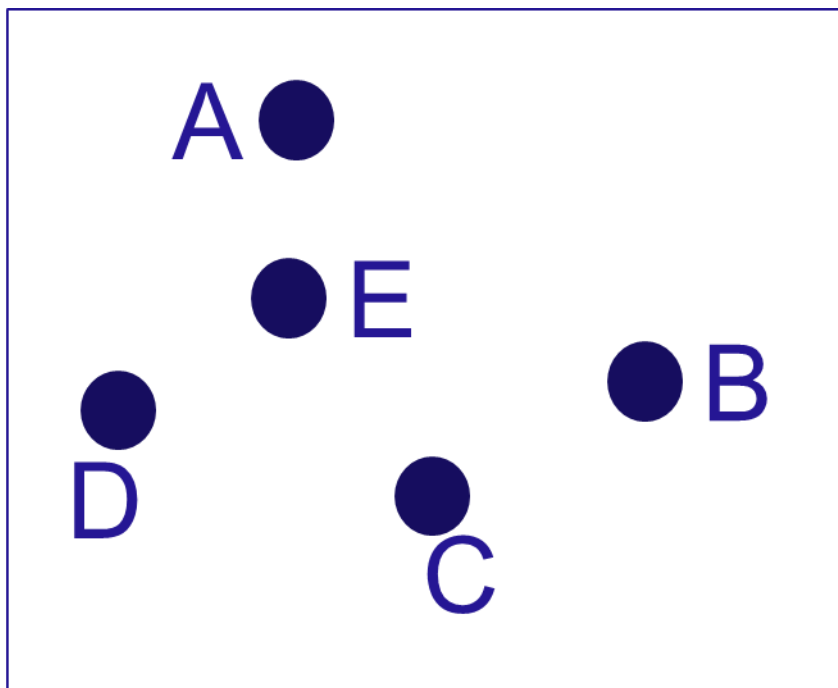
枚举法路线分析



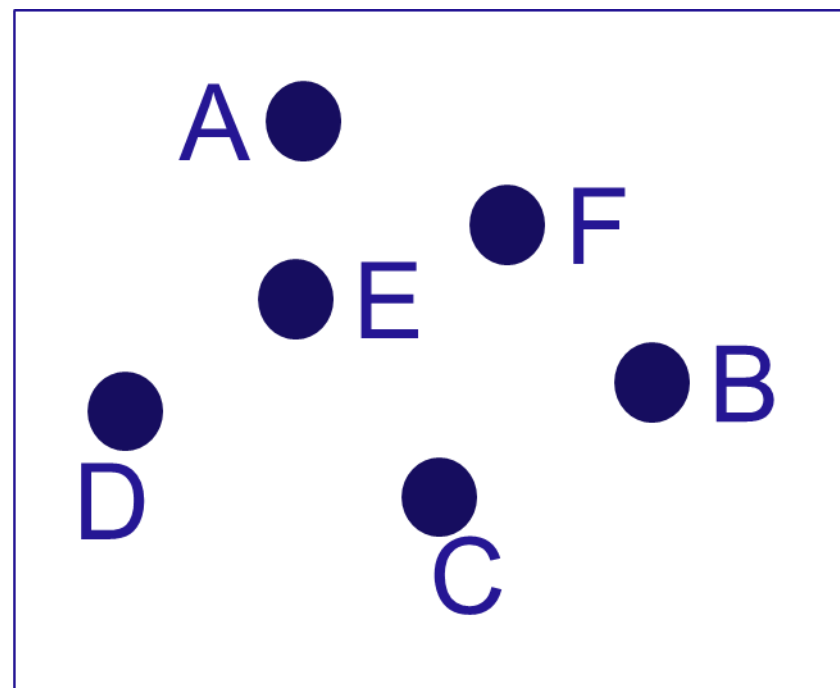
枚举法路线分析



TSP中的更多城市



$$N = 5! = 120$$



$$N = 6! = 720$$



逻辑推理的局限

- 有时，经典逻辑推理会导致错误的结果出现。

1. 100°C 的水是热水。

2. 比热水低 0.0001°C 的水仍是热水。

结论：所有温度的水都是热水。



逻辑推理的局限

- 有时，经典逻辑推理会导致错误的结果出现。

1. 刚出生一天的孩子被称作婴儿。

2. 比婴儿年长一天的孩子仍然是婴儿。

结论：我们所有人都是婴儿。



逻辑推理的局限

- 有时，经典逻辑推理会导致错误的结果出现。

1. 有12万根头发的人头发茂密。

2. 比头发茂密者少一根头发的人也头发茂密。

结论：我们所有人头发都茂密。



逻辑推理的局限

- 甚至有时候会出现啼笑皆非但形式正确的推理。

1. “合”的反义词是“离”。

2. “同”的反义词是“异”。

结论：“合同”的反义词是“离异”。



逻辑推理的局限

- 甚至有时候会出现啼笑皆非但形式正确的推理。

1. 白头翁会飞。

2. 老张这个人是白头翁。

结论：老张这个人会飞。



逻辑推理的局限

- 甚至有时候会出现啼笑皆非但形式正确的推理。

1. Nothing is better than love.

2. A hamburger is better than nothing.

Conclusion: A hamburger is better than love.



人工智能和模糊控制

- 人工智能是智能控制的决策理论基础，而智能控制中包含专家系统、神经网络和模糊控制这三类大分支。
- 在实际控制中，我们根据经验总结出来的控制技巧用的是if-else语言描述，这种描述如果要变成代码传送给机器进行处理，就需要让机器具备有人工智能。



课程要求

- 掌握模糊控制的数学基础理论
- 掌握模糊控制的相关逻辑推理基础
- 学会使用MATLAB软件编写简单程序
- 了解模糊控制发展的技术前沿



THANK YOU!