MADE Project 2: *Facial Recognition* 人脸识别

# 总 述

本项目要求你研究和比较“自动人脸识别”的方法。这种算法是指：可以使用已知个体的现有数据库识别某人脸部图像的算法。该项目最终提交的成果包括：自主创建的两个程序，可以用它们来识别参与MADEII项目课程的学生。

“人脸识别”有许多不同的方法，它们的准确性，灵活性和所需的计算资源各不相同。要完成这个项目，你需要研究不同的方法，了解大量的关于线性代数、概率和数理统计的知识，并能够安排和实现各种数学算法。我们希望这项MADE练习能帮助你理解并使用强大的数学工具来简化和完成复杂的计算任务。

乍一看MADEII项目似乎主要是一个编程项目，但事实上**它主要是一个数学项目**：关键部分，也是最具难度的部分，是与基础数学紧密相关的，而实际的代码可以非常简短。请记住这一点：任何时候如果你发现自己纠结于编程中，并对此十分痛恨，那么赶紧停下来，重新思考并确认你是否理解这个恒久的哲学问题：你正在干什么？你正在尝试实现的算法的数学原理是什么，你理解吗？这个问题可能需要你在项目过程中反复思考。

# 学习目标

1.在MADEI项目中，你学习了如何将**物理对象**转换为数学对象，以数学的方式加以处理，再由此了解这些对象在物理世界中的行为。在这个项目中，我们将在**信息空间**中重复这个过程。

2.你需要学习使用线性代数和概率统计中的一些基本数学方法。这些方法在各类学科中的使用非常普遍，我们可以使用它们各种获取重要和相关的特征，从而使复杂系统得到简化。

## 同学们在对项目中的期望（总述）

1. 你需要做人脸识别技术的背景研究。这可能需要你在互联网上花费很多的时间，需要了解一些专用名词和具体问题，并且需要确保你了解要考虑的关键问题和各类复杂因素。和造船类似，人脸识别是一个很大的课题。你不必成为专家，但你应该对这些关键思想有所了解。这项背景研究将帮助你选择项目的第二项策略并撰写报告。

2.你需要练习自己的技能，并建立对线性代数和统计概念的深刻理解。**不要**花费几个小时纠结于程序代码，这就如同寄希望于敲击键盘足够久便能写出比肩莎翁的经典杰作。当你感到困难时，你应该首先考虑使用文字和图示在数学上描述出你想要完成的任务，并在需要时寻求帮助。我们的教师团队和互联网可以为你提供各种帮助。

3. 你需要使用恰当的的数学语言来表达两种人脸识别方法的严谨的数学公式。其中一种方法应该是“特征脸”（eigenface）;另一个方法由你自己决定。你应该能够详细解释你在项目中使用的数学算法，解释各个步骤以及该过程中每个步骤的目的。

4. 根据你选中的方法，创建两个人脸识别的程序用来识别MADEII课堂上的学生，并对这些程序作出解释。你可以使用基本的数学运算在Matlab中实现这些识别算法（也可以使用其他编程语言）。在程序代码中不得使用你无法解释数学含义的任何命令（例如，你不能使用PCA命令）。

5. 你应该了解衡量程序性能的各项指标。例如，应该如何描述程序的准确性？你应该怎样比较这个准确性？你如何量化地比较程序的计算效率？请将算法相互比较，并根据用于评估程序的各项指标定量地讨论不同算法的优缺点。

## 最终产品

1.你应该完成两个有效运行、详细注解的人脸识别算法的程序代码。这可以是两个单独的程序，也可以是一个带选项参数的脚本或函数。所谓“有效运行”，只是意味着你的程序可以按预期运行并生成输出结果，而并不需要完全能够对每个人都准确识别（也就是允许一定的错误比例）。

2. Demo Day！你需要在新的“测试”图像集上实时运行程序，并报告你的程序的准确性，探索特征脸算法和第二种算法的性能区别。

3. 用一个简短的演示文稿（必有一张海报，可以附加长度不超过**两张的**幻灯片）向全班解释你的第二个（非特征脸）算法。

4. 根据反馈意见撰写书面技术报告。

## 细节决定成败......程序代码的可用资源和要求

1. 你可以使用班级同学照片中的“训练”数据集。数据集包括每个人的多幅图像，分辨率均为256x256像素。

2. 之后，你可以访问班级成员的其他一些照片组成的“测试”数据集。这个数据库的标记方法与训练集相同。

3. 所有学生都应该编写“特征脸”的人脸识别方法，作为要比较的两种算法中的一种。

4. 第二种算法应该是在运算流程的至少一个阶段中，与“特征脸”算法有显著的差异。如果你对所谓的“差异”标准存有疑问，请咨询教师。当然，你也可以选择测试两种以上的算法。

5. 你应该采用**量化**的方法计算两种算法的准确度和性能指标。也就是说，你最终要回答类似这样的问题：在测试集和训练集上运行的准确度分别是多少？运行需要多长时间？需要占用多少内存？

1. 你可以尝试扩展你的程序，以探索如何能有效处理光照、面部表情和头部位置等条件发生变化时对算法性能带来的影响。
2. 你可以探索其他应用方向，例如：创建面部变形的图案、寻找与名人相似的脸、鲜花分类、创建利用人脸识别能力的其他程序代码等。你也可以创建一个自动门禁系统，只允许本班成员进入实验室；或者开发一个工具让你免于混淆汪某老师和汪某某老师；或者一个变形程序，预测未来阿黄和Baby的可爱孩子会是什么模样；又或者，开发一个可以针对你的面部表情作出正确反应的程序：“你今天好像有点难过，怎么了？是因为老师不讲理，还是因为女朋友撒娇？”

## 专业性要求

你的程序代码应该看起来连贯一致并进行充分的注释，以便教师了解你在程序不同的位置在做什么。（注释是在代码中编写不可执行文本部分，用来解释你正在做什么。）。你可以编写Matlab代码和脚本函数，或实时编辑器代码。也可以使用python等其他语言工具。

## 准确性和性能

要判断一个程序准确性，最简单和明显的方法可能就是在几个不同的人脸上运行它，看看它能得到多少正确的识别结果和多少不正确的结果。如果你运行10个不同的人脸，你的准确度估算值将有约10％的精度；如果你运行20个不同的面孔，你的准确度估算的精度将在5％以内，以此类推。我们将使用准确度作为比较不同人脸识别策略的常用方法。当然，如果有其他的指标可以更好地描述你的方法，你也可以在报告中包含其他测量方法。你还应该量化计算代码运行所需的时间和所占用的最大内存等。

## 项目报告

最终要完成一个格式专业、精心编写的项目报告，总结并证明你在编写程序代码时所做出的各种选择和决策。

报告的**目标读者**应该是那些没有参加过MADE项目的大学二年级学生。你可以认为他们知道一些线性代数的知识和相关的数学符号，但你不应该假设他们对人脸识别技术有了解。

报告的**目标**应该是帮助读者了解你在选择和开发两种人脸识别算法时，做出的相关各种权衡。你应该论证不同方法的优点和缺点，而不要讲述你在项目中所经历的故事（比如早上4点通红太阳，心理压力下灰色的天空等）。

该报告可以包含以下部分（如果你想以不同的方式组织它也可以，但必须确保你的结构与你的读者和目标一致）。

### *摘要（我会在本报告中找到什么？）*

你的报告开篇应该有一页篇幅的总结，以使读者了解他们将在报告中读到什么内容，以及在报告中的位置如何安排。它应该清楚地说明为什么要编写报告，每个部分将包含什么内容，以及关键的见解和结果是什么。

### *简介（什么是人脸识别，它是如何工作的？）*

该报告应包含一个简介部分，其中包括背景和相关信息，来向读者介绍人脸识别中重要的想法、术语和挑战。你可以将这部分视为你希望在本项目开始阶段要收集的信息。

### *算法和理由（你使用了哪些方法？为什么？）*

在向读者介绍技术和想法之后，本节应该列出你为了完成这项任务而使用的方法，并以数学方式解释你的算法。每种算法是如何解决编写人脸识别软件所涉及的各种挑战的？

### *比较性能（这些方法在理论上和实验中的运行情况如何？这意味着什么？）*

比较和对比两种方法的理论预期和实际性能。他们的优缺点分别是什么？本节应在准确性和效率方面对方法进行定量比较。从这项工作能看出什么意义？

### *结论（关键点是什么？）*

总结报告的要点并确定下一步工作的逻辑步骤。

项目的最后阶段，

Demo day，

我们将在课堂上进行统一的成果展示！！具体日期参看项目进度计划。本次项目中讲尽可能延长这项内容的时间，为大家提供充分的讨论和交流的机会。

答辩与技术访谈，

2020年1月8日，19周星期三 （暂定）