

Linear Algebra in Control Theory



Mei Jie (梅杰) and Li Yanjie (李衍杰)
School of Intelligence Science and Engineering
Harbin Institute of Technology, Shenzhen

2025.3.11

Lecturer

Name: 梅杰

Office: G308
(下午3:00-5:00)

Tel: 1857553083

Introduction



About This Course

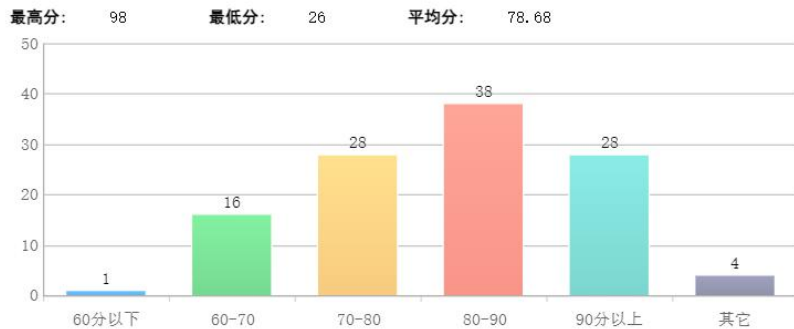
- ▶ **Prerequisites:**
Advanced Mathematics
Linear Algebra I
- ▶ **Grading System:**
Attendance: 10%
Homework: 20%
Final Exam: 70%
- ▶ Exams are closed books and notes

About This Course

20级期末考试情况

自动化1-4班: 114

成绩分析



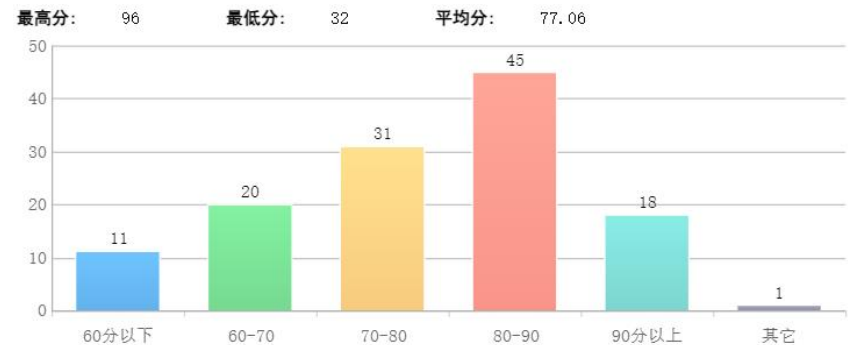
90+分布:

1班: 7人
2班: 5人
3班: 8人
4班: 8人

90+比例: 19.8%
90+人/班: 5.75
60-比例: 5.17%
60-人/班: 1.5

自动化5-8班+二学位: 118

成绩分析



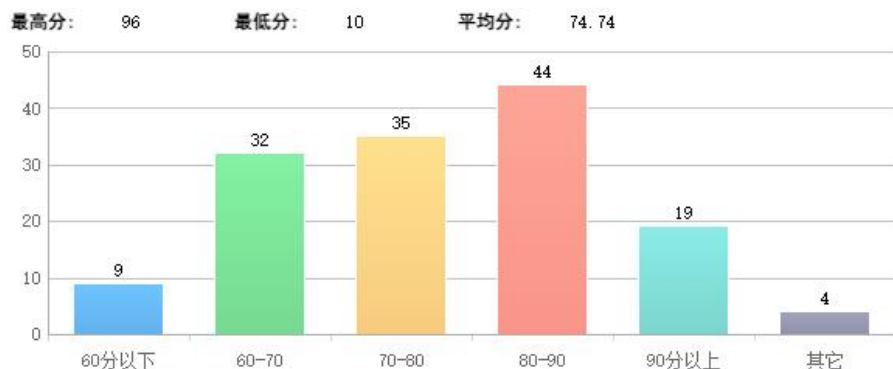
90+分布:

5班: 1人
6班: 7人
7班: 4人
8班: 6人

About This Course

21级期末考试情况

自动化1-4班: 134

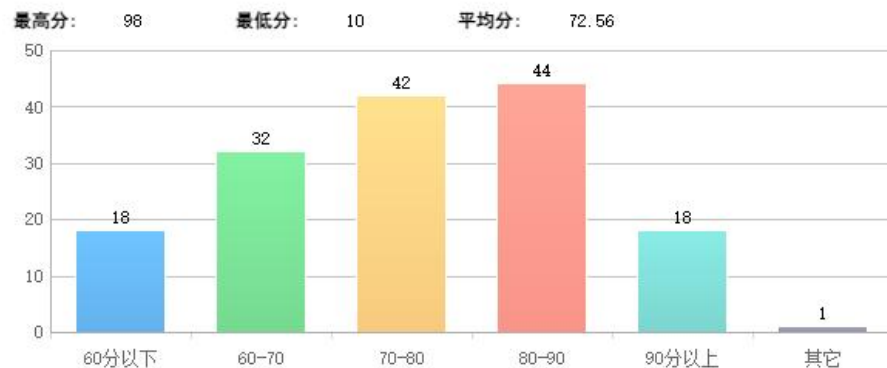


90+分布:

1班: 8人
2班: 4人
3班: 2人
4班: 5人

90+比例: 13.5%
90+人/班: 4.625
60-比例: 9.8%
60-人/班: 3.375

自动化5-8班+二学位: 141



90+分布:

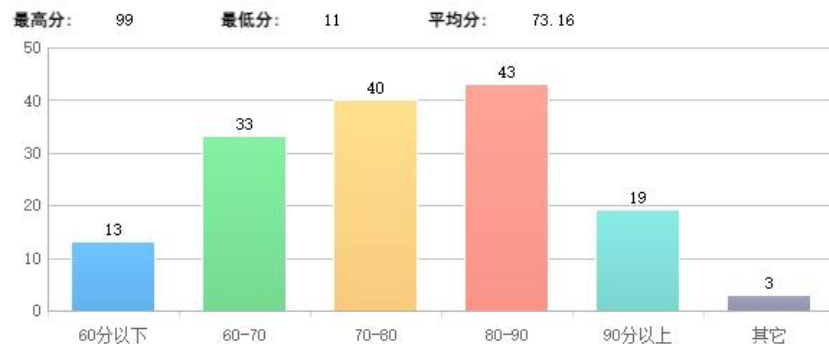
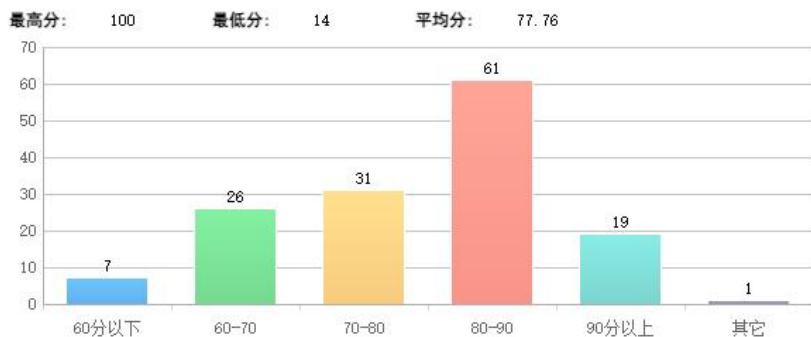
5班: 6人
6班: 4人
7班: 3人
8班: 4人

About This Course

22级期末考试情况

自动化1-4班: 141

自动化5-8班+二学位: 142



90+分布:

1班: 5人
2班: 4人
3班: 4人
4班: 6人

90+比例: 13.4%
90+人/班: 4.75
60-比例: 7%
60-人/班: 2.5

90+分布:

5班: 4人
6班: 2人
7班: 8人
8班: 5人

► Olin College of Engineering

	Fall Term 秋季	Spring Term 春季
第一年 (Freshman)	<ul style="list-style-type: none"> • Sci-Fic Films • ISIM (Sensor & Measurement) • Design Nature • Modeling & Simulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Products and markets • Introduction to mechanical prototyping • Software design • Linear algebra 1
第二年 (Sophomore)	<ul style="list-style-type: none"> • Principles of eng (Mechatronics) • Dynamics • Linear algebra 2 • Designing better drugs 	<ul style="list-style-type: none"> • User oriented design • Thermodynamics • Independent study in advanced fabrication
第三年 (Junior)	<ul style="list-style-type: none"> • Iterate (Start-up development) • Transport phenomena • Mechanical design • Electricity and magnetism 	<ul style="list-style-type: none"> • Affordable design and entrepreneurship • Anthropology of sciences • Quantitative engineering design • Nonlinear systems
第四年 (Senior)	<ul style="list-style-type: none"> • Affordable design and entrepreneurship • Negotiations • Small satellites • Bayesian inference and reasoning 	<ul style="list-style-type: none"> • PCB Design • Iterate • Control • Sociology

Zexiang Li's Report

▶ 已经修完了线性代数与空间解析几何



这门课程目标:

1. 查漏补缺
2. 知识深化
3. 英语专业词汇

已学过的

将要学的

- ▶ N维向量 (第4章)
- ▶ 线性空间 (第7章)
- ▶ 矩阵 (第2章)
- ▶ 线性方程组 (第5章)
- ▶ 行列式 (第1章)
- ▶ 特征值和特征向量 (6)
- ▶ 二次型 (第8章)

几何向量

- 线性空间 (一般元素)
- 子空间 (矩阵的子空间)
- 线性变换
- 正交性与最小二乘
- 行列式
- 特征空间分解
- 对称矩阵
- 数值求解

matrix-oriented

abstract-oriented

- ▶ **具体计算过程简单讲**：怎么求方程，求特征根等可以借助于程序或回过头翻书；
- ▶ 从**不同的观点**认识线性代数中的概念
(线性空间和线性变换)
- ▶ 结合**几何直观和实际应用**讲解
- ▶ **中文讲解英文PPT和板书**，认识代数英文词汇(数学语言)；

Reference Books

Linear Algebra Done Right

fourth edition
9 March 2025
© 2024 Sheldon Axler

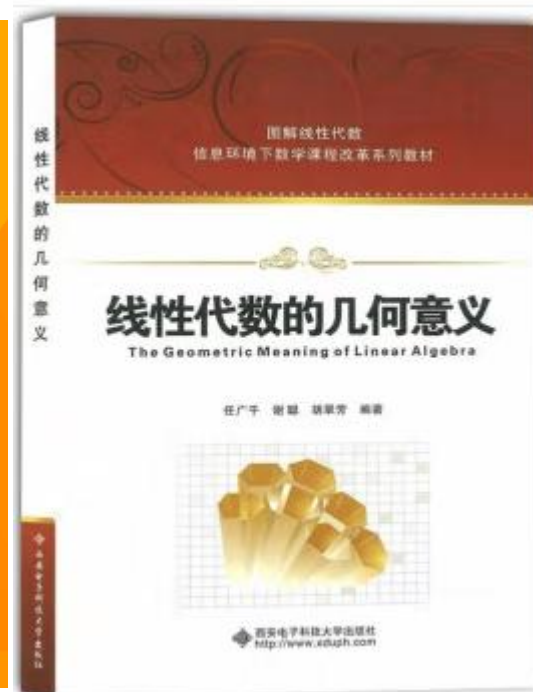
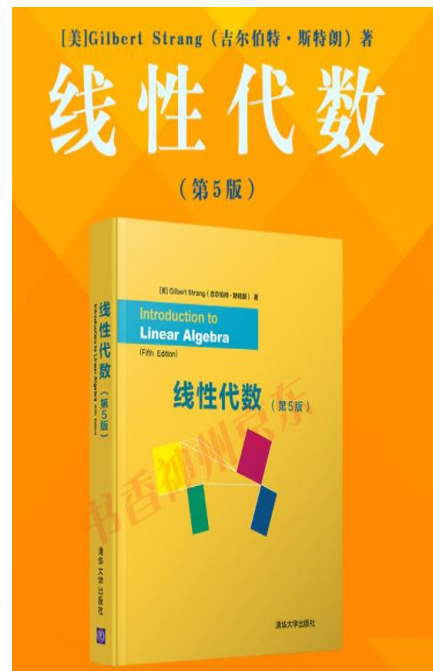
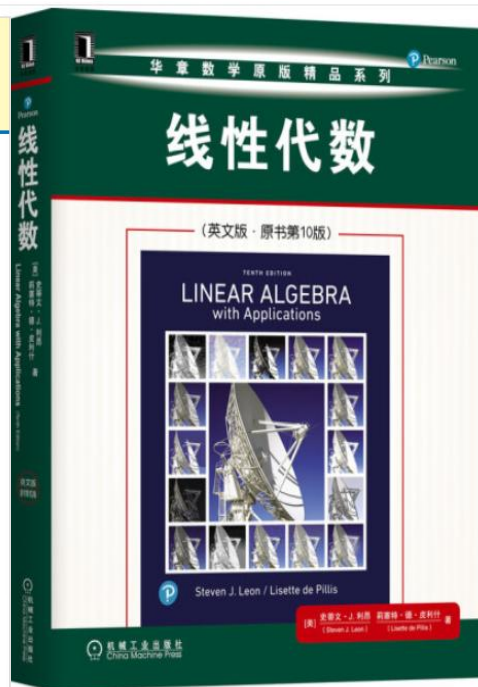
Sheldon Axler

Comments, corrections, and suggestions
about this book are most welcome.
Please send them to linear@axler.net.

The print version of this book is published by Springer.

Open Access This book is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits any noncommercial use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this book are included in the book's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the book's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right]$$



Reference Network (Thanks)

严质彬 (矩阵分析)

视频:

<https://www.bilibili.com/video/av85883620?from=search&seid=5882877808370187901>

Gilbert Strang (线性代数 MIT 18.06 Linear Algebra)

视频:

https://www.bilibili.com/video/BV1zx411g7gq?spm_id_from=333.337.top_right_bar_window_custom_collection.content.click

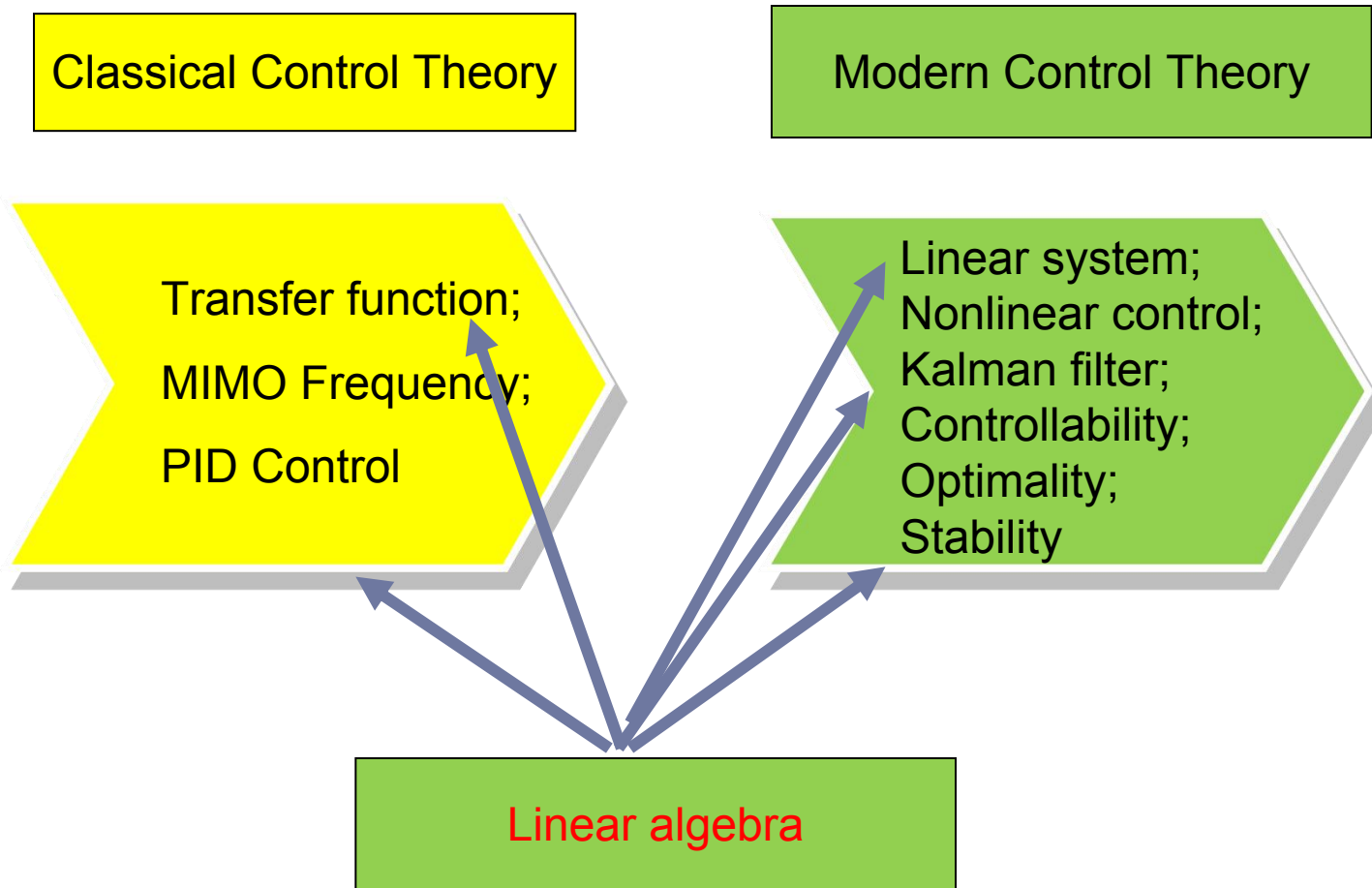
赵启超 (台湾清华大学, Linear Algebra, 中文)

https://www.bilibili.com/video/BV1V54y1m7HF?spm_id_from=333.788.top_right_bar_window_custom_collection.content.click

3Blue1Brown (线性代数的本质, 小视频)

https://www.bilibili.com/video/BV1ys411472E?spm_id_from=333.788.top_right_bar_window_custom_collection.content.click

Control Theory and Linear Algebra



► A system has input and output (function, transformation, operator)

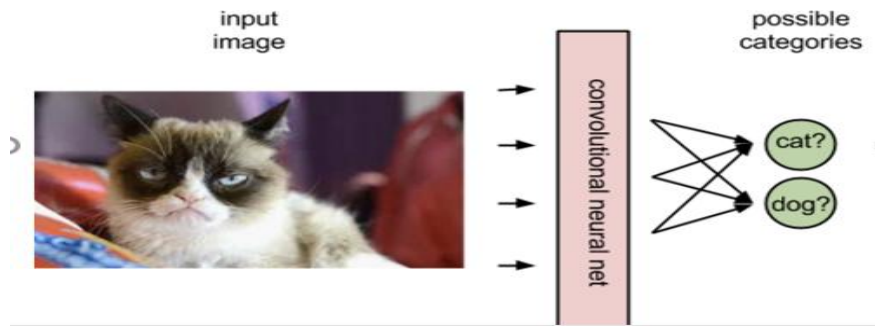
Speech Recognition System



Dialogue System (e.g. Siri, Alexa)

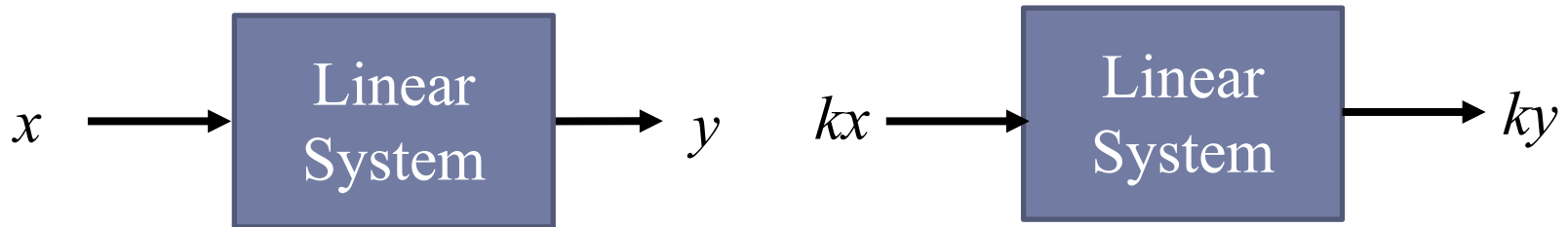


Image Recognition System

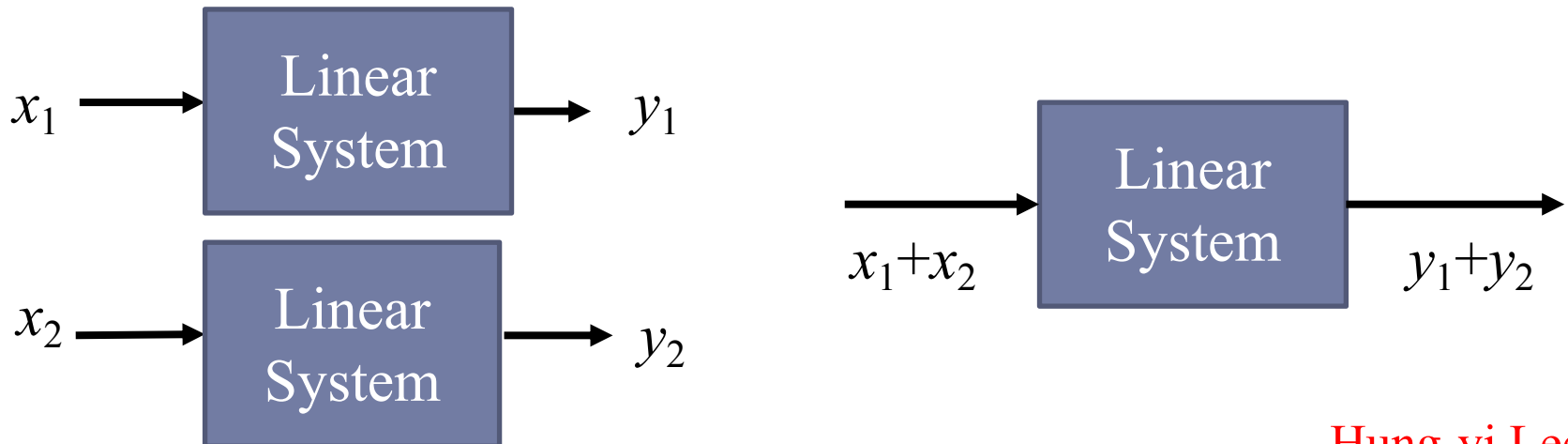


Hung-yi Lee

Persevering Multiplication



Persevering Addition



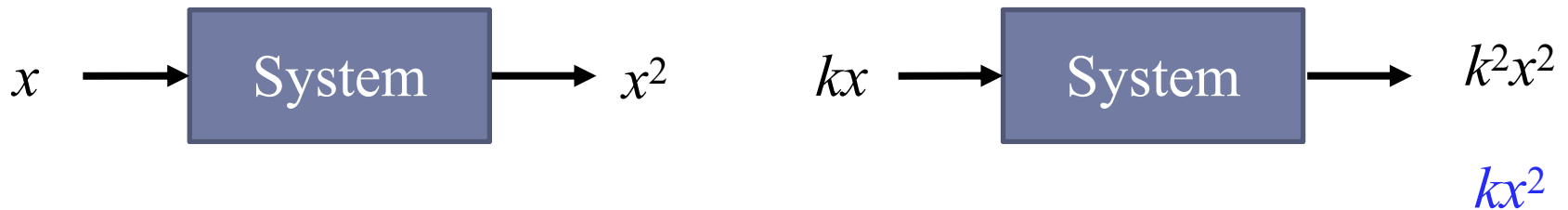
Hung-yi Lee

Linear?

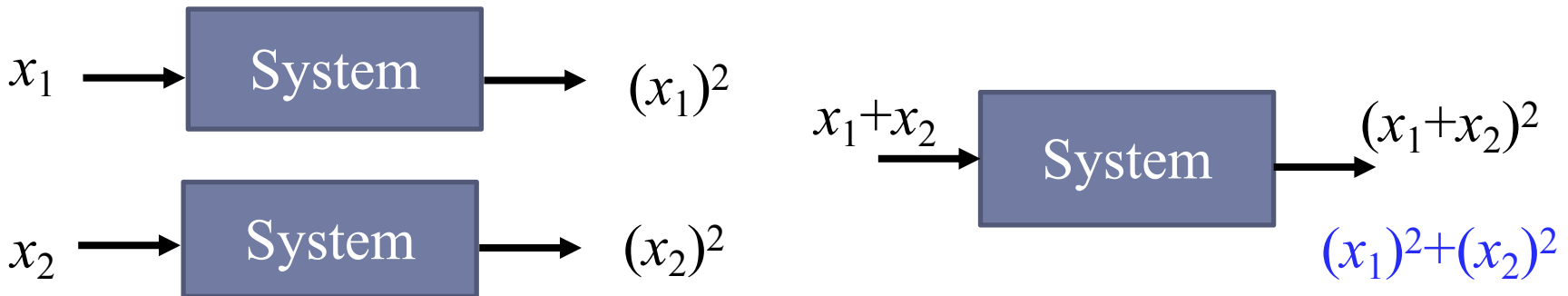


▶ Linear system have two properties

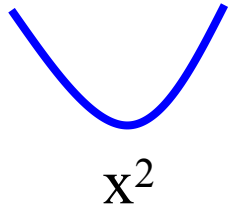
▶ 1. Persevering Multiplication



▶ 2. Persevering Addition



► Derivative

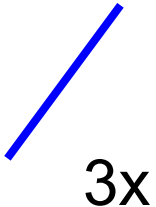
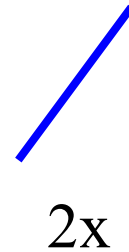


$$f \rightarrow f'$$

$$g \rightarrow g'$$

$$kf \rightarrow kf'$$

$$f + g \rightarrow f' + g'$$



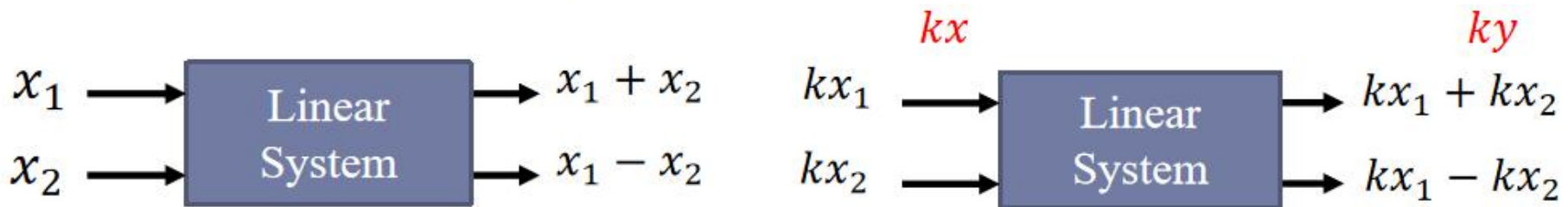
Linear System

Linear System

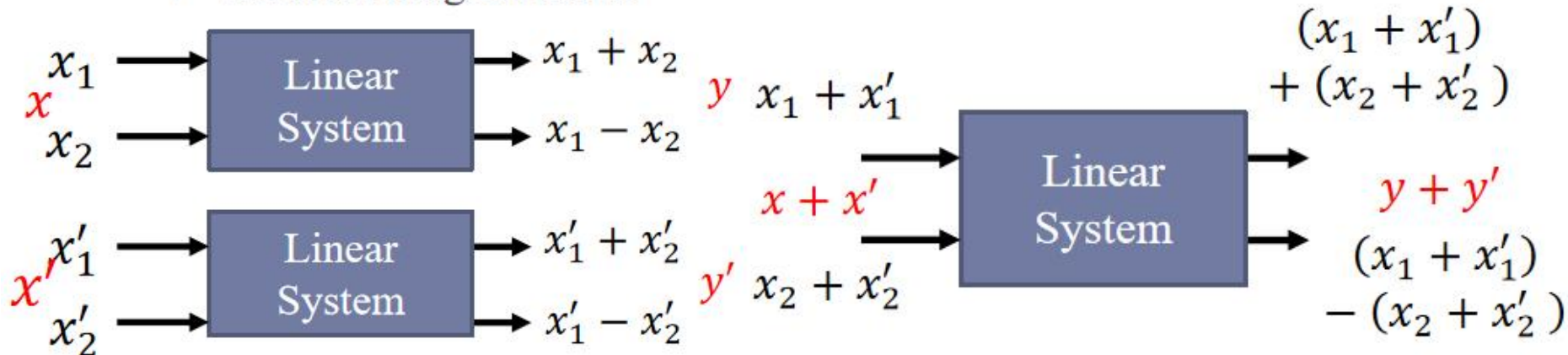


Two properties

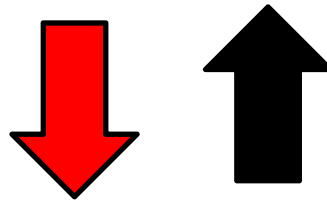
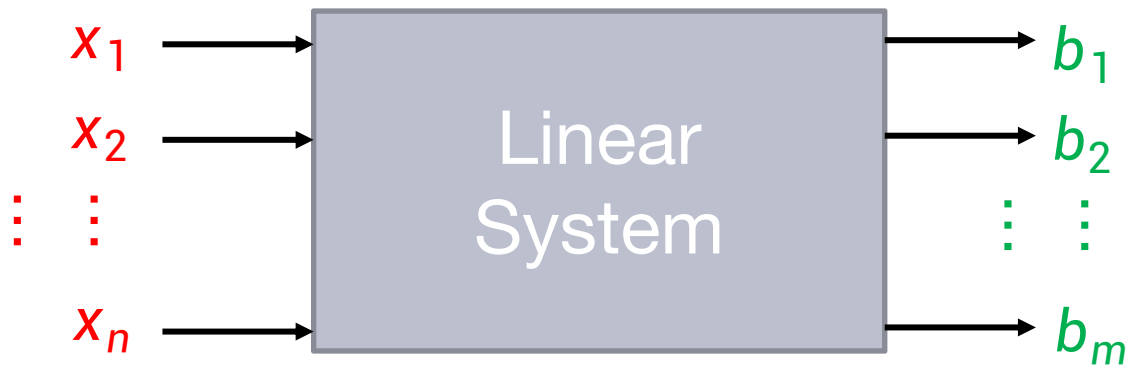
1. Persevering Multiplication



2. Persevering Addition

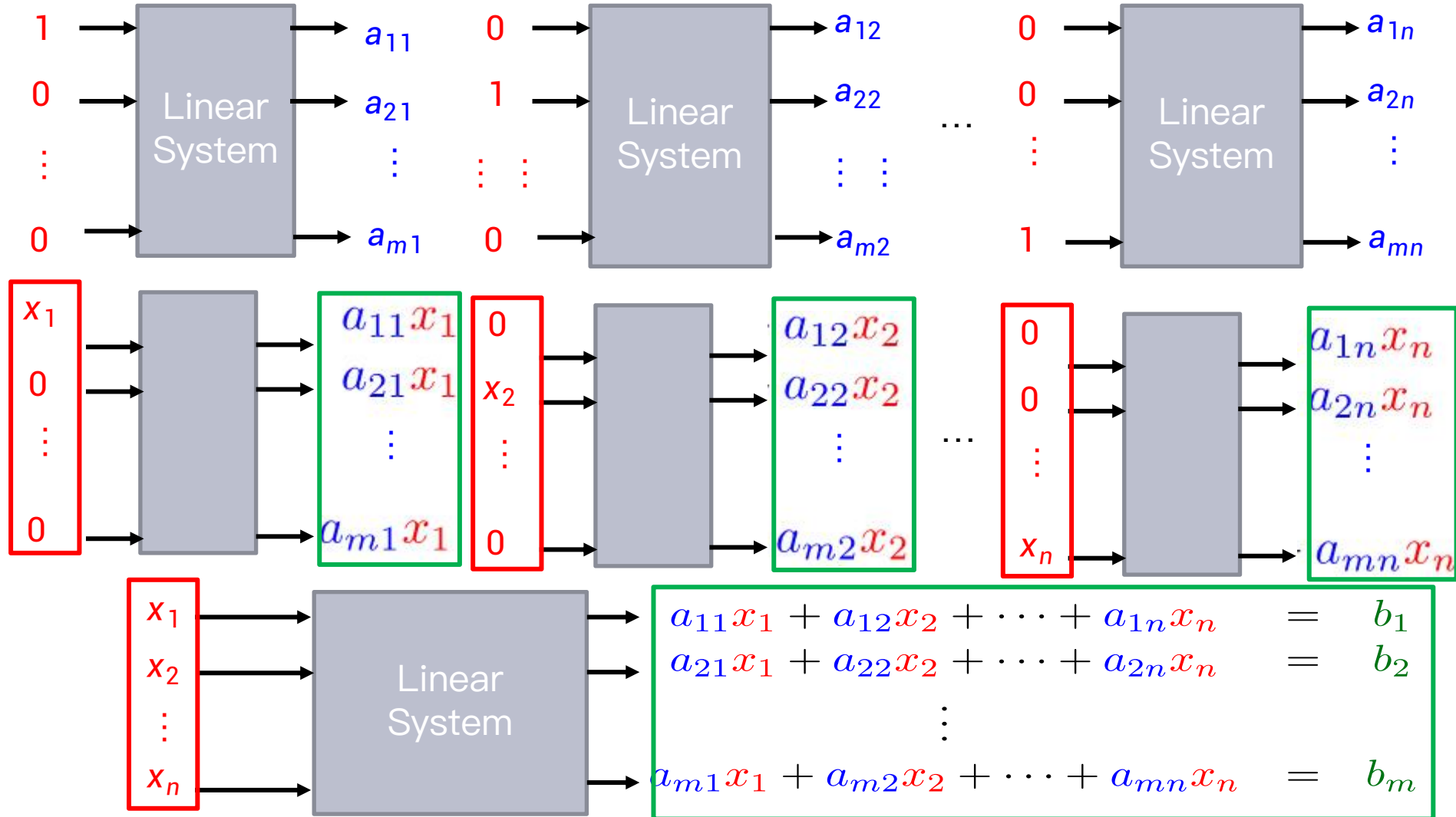


Linear System v.s. Linear Equations



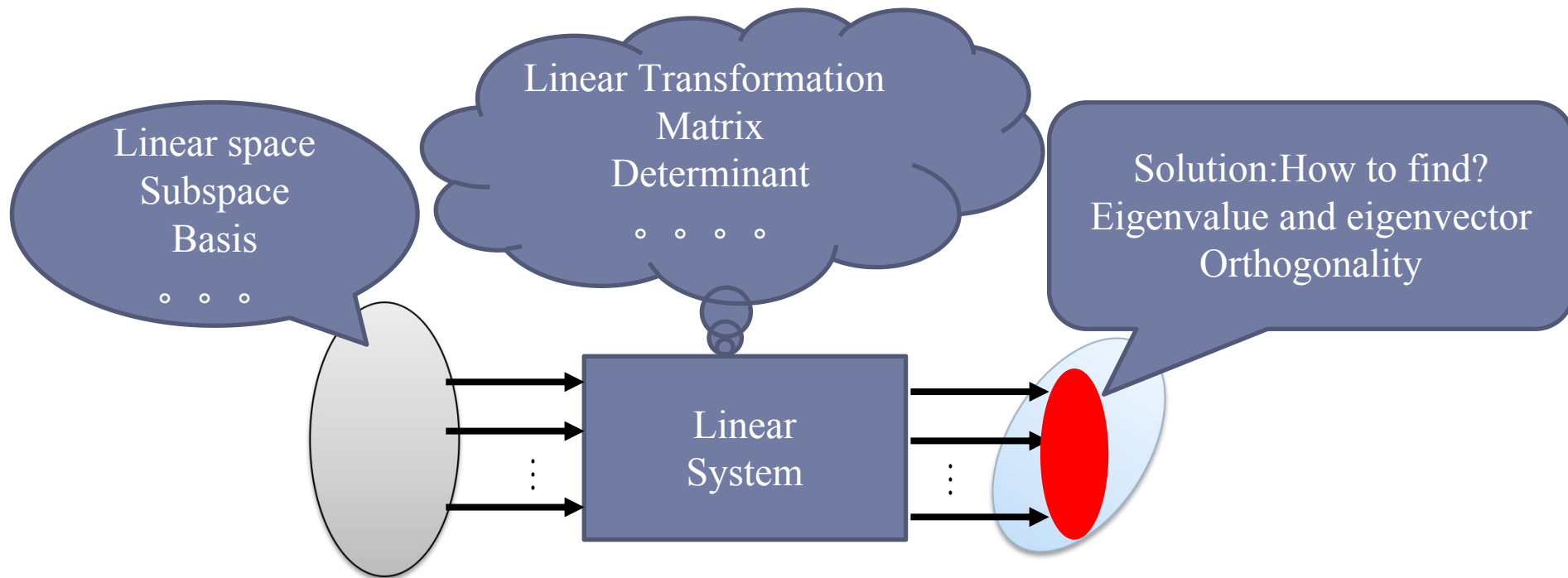
$$\begin{aligned}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n &= b_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n &= b_2 \\
 &\vdots \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n &= b_m
 \end{aligned}$$

Linear System v.s. Linear Equations



A linear system can be described by a system of linear equations.

What are we going to learn?



How to describe the “set”?

How to describe the “mapping” of linear system?

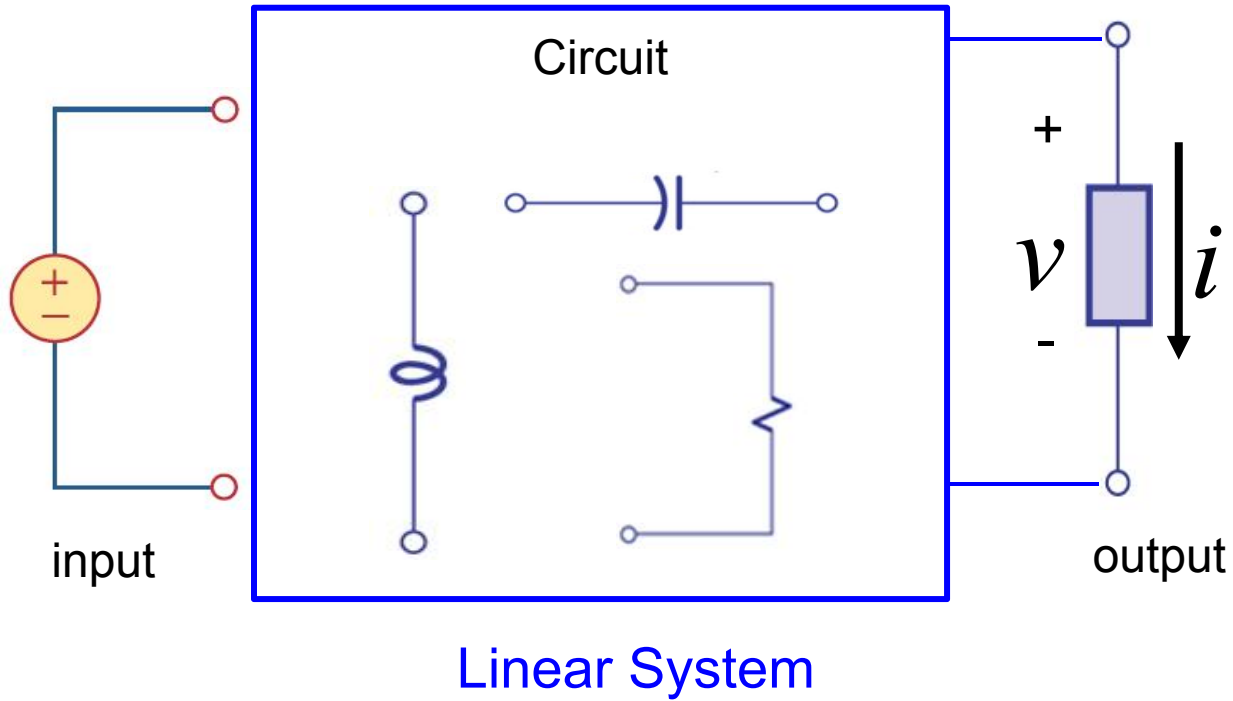
The solution of linear system?

Does it have
solution?

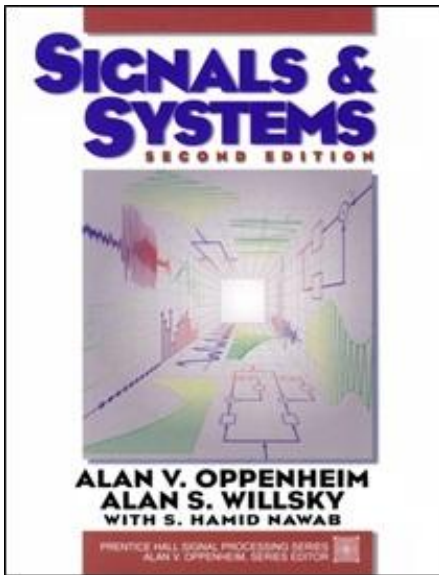
Does it have unique
solution?

How to find the
solution?

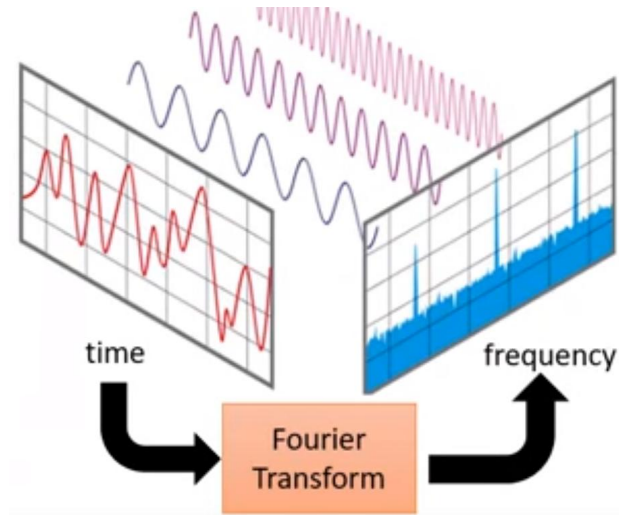
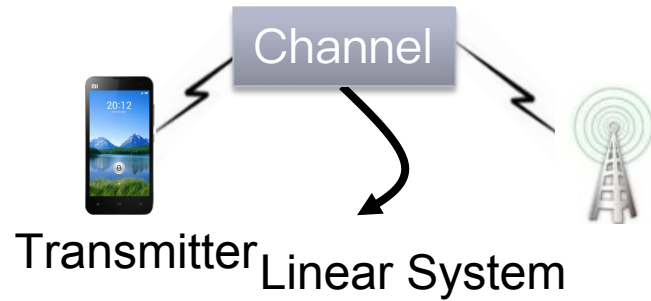
► 电路



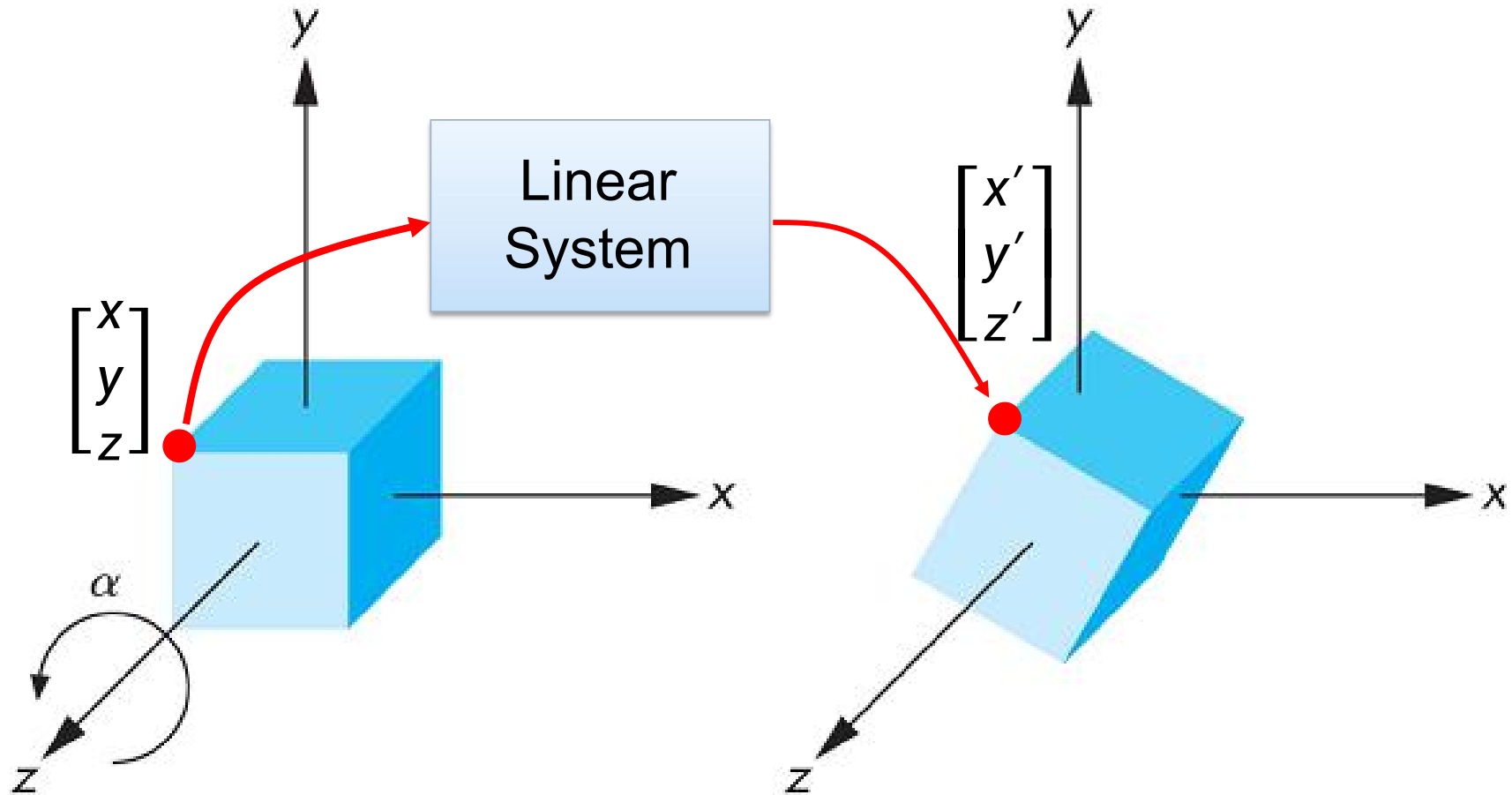
► 信号分析与处理



Communication System



► Robotics



► System modelling(regression and prediction)

y : A 年 B 月 C 日 N 時的 PM2.5

x_K : A 年 B 月 C 日 N - K 時的 PM2.5 觀測值

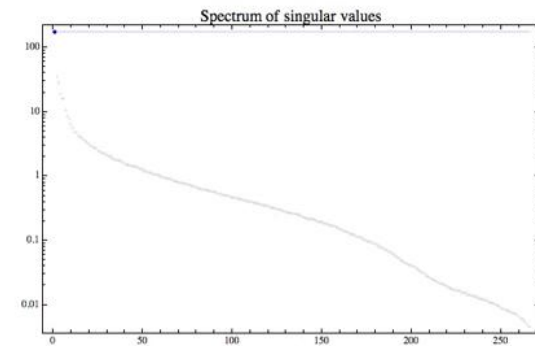
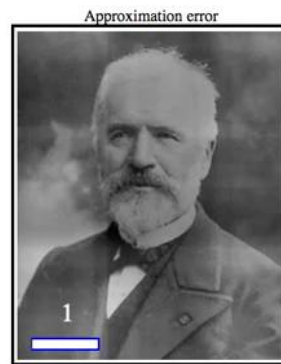
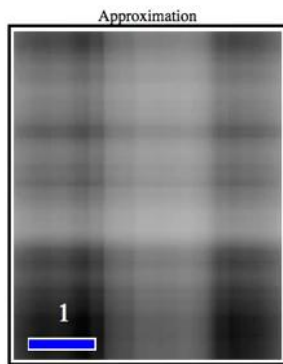
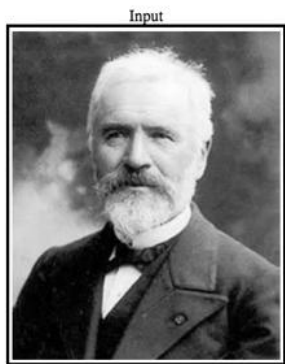


Linear system

$$y = w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3$$

Where do w_1 , w_2 and w_3 come from?

Image approximation and compression



PageRank (数据统计)



Google

哈尔滨工业大学深圳

全部 新闻 图片 地图 视频 更多 设置 工具

找到约 13,600,000 条结果 (用时 0.60 秒)

www.hitsz.edu.cn

哈尔滨工业大学 (深圳)

校区入选广东省高水平大学重点学科建设高校。哈工大聚焦 哈工大 (深圳) 本科招生动态查看详情·诚聘英才海内外优秀人才查看详情·哈工大 (深圳) 研招网查看详情。

人才招聘

哈尔滨工业大学 (深圳) 致力于打造一支由领域首席科学家把握方向 ...

院系部门

哈尔滨工业大学 - 学校概况 - 建筑学院 - ...

hitsz.edu.cn站内的其它相关信息 »

教师名录

刘洋 - 徐睿峰 - 陈清才 - 何震宇 - 叶允明 - 张海军 - ...

哈尔滨工业大学

招生简章 - 系统入口 - 硕士公告 - 博士招生 - ...

baike.baidu.com › item · 哈尔滨工业大学深圳研究生院

哈尔滨工业大学 (深圳) _百度百科

哈尔滨工业大学 (深圳) (Harbin Institute of Technology, Shenzhen) 由哈工大与深圳市政府合作共建, 是哈工大的一个校区, 是广东省深圳市的一所大学。哈工大 (...

师资力量 · 学科建设 · 科研平台 · 学术资源

zh.wikipedia.org › zh-hans · 哈尔滨工业大学 (深圳)

哈尔滨工业大学 (深圳) - 维基百科, 自由的百科全书

哈尔滨工业大学 (深圳), 简称哈工大 (深圳), 由哈尔滨工业大学与深圳市政府共同举办, 是哈工大的一个校区, 是首所进驻深圳招收本科生的中国九校联盟 (C9) 成员。 ...

研究生人数: 3200余人 创建时间: 2001年

本科生人数: 1700余人 副校长: 甄良 (常务副校长) · 姚英学

www.zhihu.com › question

2018哈工大深圳校区是否仍然不如本部? - 知乎

2017年6月27日 · 而来到深圳, 极大得弥补了哈工大在地缘优势上的不足。哈工大的学子出门就能去腾讯华为实习。如果说清华在将来是麻省理工那样的存在, 哈工大深圳很有可能成长 ...

如何评价哈尔滨工业大学 (深圳) (HITSZ)?

2019年8月6日

哈尔滨工业大学深圳校区前景如何?

2016年6月22日



哈尔滨工业大学

网站 路线 保存

中华人民共和国深圳市的学院

地址: 中国广东省深圳市南山区科技园十路6号 邮政编码: 518057

电话号码: +86 755 2672 7130

省份: 广东省

评价

1条 Google 评价

写评价 添加照片

用户还搜索了



查看以下内容的结果:

哈尔滨工业大学 (深圳)
哈尔滨工业大学 (深圳), 简称哈工大 (深圳), ...





Thank You !