

# Research on the Teaching Reform Program of Signal and System Curriculum in Medical Schools

Nannan Han<sup>1</sup> Liang Zhang<sup>2</sup> Ting Yang<sup>1\*</sup>

1. Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221001, China

2. Harbin Engineering University, Harbin, Heilongjiang, 150001, China

## Abstract

Based on the difficulty of science and engineering students to learn signals and systematic curriculum, this paper proposes to use the case teaching for curriculum reform, and compare the development process of hearing aid and signals to the content of each chapter of the system. From the scale transformation to the amplification gain, from the function principle of hearing aid to LTI system input and output, from digital hearing aid to the transformation of the actual case and theory, let the students through the practical application of the image, explore the vivid signal and system course, also easy for students to learn how to apply the course knowledge to practice.

## Keywords

signals and systems; amplification of the gain; scale-transformed; LTI system; Fu-type transform; La transformation

# 医学院校信号与系统课程教学改革方案研究

韩南南<sup>1</sup> 张亮<sup>2</sup> 杨婷<sup>1\*</sup>

1. 徐州医科大学, 中国·江苏徐州 221001

2. 哈尔滨工程大学, 中国·黑龙江哈尔滨 150001

## 摘要

基于医学院校理工科学生学习信号与系统课程较为吃力的情况, 论文提出使用案例式教学进行课程的改革, 将助听器的发展过程与信号与系统各章节的内容对应学习。采用从尺度变换到放大增益、从助听器的功能原理到LTI系统的输入输出、从数字助听器到拉氏变换等实际案例与理论相结合的方式, 让学生们通过形象的实际应用, 探寻信号与系统课程的生动之处, 也易于学生们学习如何将课程知识应用到实处。

## 关键词

信号与系统; 放大增益; 尺度变换; LTI系统; 傅式变换; 拉氏变换

## 1 概述

信号与系统因其内容跨度大, 知识点繁多, 在医学院校的理工科专业中难以理解与实践, 其中也存在学生的理化知识基础较弱, 无法汇合书本的整体知识脉络, 因此如何提高学生们对于信号与系统课程的钻研与关注是当前的重点。目前, 国内外在怎样改革信号与系统内容使得学生易于理解都做了相关的研究, 其中不乏应用虚拟仪器技术, 在个别知识点进行举例分析等内容。但是结合所有来看, 都存在各方面的缺点, 国外的教育模式在国内存在难以实践, 周期较长,

未有先例等问题, 选择更好的教学方法才是重中之重, 中国几乎所有的教材都偏重于理论的传授, 在应用上有所偏颇, 学生们普遍认为内容抽象, 理解困难, 即使部分文章介绍了将理论与实际结合的做法, 仍然仅在部分一两个知识点有所介绍, 对于学生们把握整本书依旧充满了挑战。对此, 论文基于医工结合的理念, 依据助听器的发展过程, 将各阶段的研发进步案例, 和信号与系统这本书的各章节重点内容进行对应讲解, 在学习章节内容的同时配以更加生动的案例普及介绍, 不仅可以提高医学院校中的理工科学生对信号与系统课程的兴趣, 也能够体会到医工结合背后所蕴含的独特的、特殊的意义。

朱耿对于医学院校中的同学们学习信号与系统难度较大, 兴趣不高现象, 将生理电信号引入信号与系统的学习中, 通过分析生理电信号的常见处理过程, 帮助同学们学习信号与系统知识内容与扩展处理医学方面的知识。通过这一改革, 提高了同学们对于课程的满意度, 也明确了信号与系

**【作者简介】**韩南南(2003-), 女, 中国江苏徐州人, 本科, 从事计算机辅助医学、医学数据分析研究。

**【通讯作者】**杨婷(1985-), 女, 中国江苏徐州人, 博士, 讲师, 从事医学信息与工程研究。

统工程对于工作的重要性,但理论知识专业性强依旧是学习的难点。此研究虽然贴合医学院校特点,并以学生都学习过的生理电信号为学习的切入点,但仅适用于学习过生理电信号的同学,应用范围较窄,且无法对于学生理论知识的学习提供太大的帮助。安成锦和王中鹏副教授基于案例式教学的特点,从时域取样定理和卷积知识为例,将案例带到教学中去,以提升课程的精彩程度与易理解程度,提高同学们的实践能力。两个实验都很好地将理论与实践结合起来,也提高了同学们对于学习的兴趣,但案例应用的课程内容少,专业性的理论依然是同学们学习的难点。Yuan Wang 提出了虚拟处理仪器的应用,通过总结课程的重难点,分析了部分实验内容来向学生们教授课程。虽然极大地改善了大家只从书本中学习理论知识的现状,但适用教学场景的特定性、难以实践和专业器材的价格上都不是教学开展最好的选择。Ferri B.H 提出了一套价格低廉的信号处理实验,实验是在平台中进行,对于热爱材料的同学们能够迅速地将所学知识运用其中,同时产生的问题是如何让大家更易于学习理论知识。综上所述,论文提出采用更加通俗易懂且与信号结合性强的助听器发展阶段案例,来辅助各章节专业内容的学习。

## 2 案例应用举例

助听器的发展主要分为四个阶段,分别是原始集声助听器时代、真空电子管助听器时代、晶体管和整合电路助听器时代、数字助听器时代。在原始助听器时代,助听器构造装置是有一个很大的终端来收集尽可能多的声音,声能沿着喇叭状或漏斗状集声器的拾音口进入,拾音口的面积随着传声管的长度逐渐减小,最终传递到耳道内。在这个过程中清晰地对应着第一章信息、信号和系统的概念和关系,信息是传递的内容,信号就是声音,传递到耳道内这个过程就是信号传输的过程,这个助听器就是系统本身。在真空电子管助听器时代,1907年发明了真空电子管放大器,1920年应用于助听器,通过几个真空管的相连,可以做出大功率的放大器,增加了放大的增益。1930年开始应用,电池很大,是与麦克风、放大器分开安装的,电源的连线接到胸前的真空电子管放大器上,放大器的输出通过另一根导线连到授话器上。

放大增益效果的产生,与第一章尺度变换的内容可以很好地对应起来,这两部分内容都会涉及某种量和信号的改变或调整。放大增益是对信号进行放大的程度,表现为输入信号与输出信号之间电压或电流的比值。将  $f(t)$  的自变量  $t$  用  $at(a \neq 0)$  替换,得到  $f(at)$ ,这一变换称为  $f(t)$  的尺度变换。将两者比较进行学习,也是将理论与实践结合在一起,有助于理解声音信号是如何被大众听见的以及常识背后所包含的知识点。

在晶体管和整合电路助听器时代,晶体管进入到商业性应用,取代真空管,体积变得非常小,此信号转变为声信

号后再转化为电信号,电信号加以放大后,再转化成声信号。这与第二章的内容可以相辅相成,第二章是模拟信号转换成电信号,怎么将一个普通的声音信号转换成电信号,然后再被系统接收,这是 LTI 系统的输入输出知识。结合第四章的傅式变换,可以通过实例充分理解信号的转换和处理过程。

在数字助听器时代,采用数字信号处理技术,技术的迅速发展,使得助听器高速更新,其性能、功效和大众体验方面都有了显著提升。第五章的拉氏变换,是将模拟信号转换为数字信号的基本方法,也能够有助于分析系统的动态特性和稳定性。结合数字助听器的结构和处理过程,可以让学生从有形的设备入手,理解抽象的模数转换。后续章节为数字信号的进一步工具处理方法,在理解第五章的基础上,进一步的深度学习将更为简单。

## 3 课堂展示

以第一章为例,放大增益是将一个小声音信号放大到大声音信号的过程,即把一个一分贝的声音乘以一个十倍数或百倍数,从而使得声音信号进行了增益放大,为使受众更好地听到这个声音,也会对声音信号做出相应的移位。这个效果的产生,极其恰当地对应了第一章尺度变换的内容,尺度变换是指将信号横坐标的尺寸展宽或者压缩,图1是信号的尺度变换,若  $f(t)$  是已录制在磁带上的声音信号,  $f(2t)$  是磁带以二倍速度加快播放的信号,  $f(t/2)$  则表示磁带放音速度降至一半的信号,这一变换称为  $f(t)$  的尺度变换。应用到实例是如果想要将一个正常语速的声音信号  $f(x)=\sin x$  放大增益 100 倍,若用尺度变换的知识可得  $f(100x)=\sin 100x$ ,能够获得 100 倍语速的声音信号。信号的时移也称信号的位移、时延,是指信号在时间轴上发生了平移,相应的波形也会在时间上进行平移。将信号  $f(y)$  的自变量  $y$  用  $y-y_0$  替换,得到的信号  $f(y-y_0)$  就是  $f(y)$  的时移,将其与现实生活结合起来便是声音的延迟过程。用助听器放大增益的效果来解释信号与系统第一章的尺度变换的知识,就是将实例与理论相结合,两者对应着学习可以很好地进行课程知识的拓展与延伸。

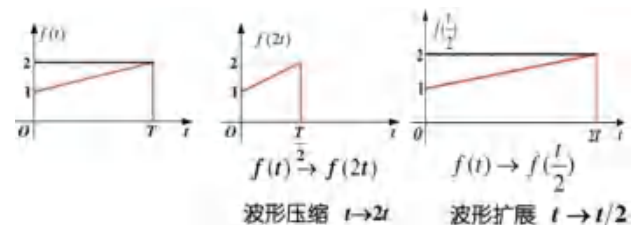


图1 信号的尺度变换

在第二章,可以考虑将真空管助听器原理与理论结合。从真空电子管助听器时代到晶体管和整合电路助听器时代的转变是助听器技术发展的重要里程碑,体积小的晶体管取代真空管进入到商业性应用中去,此阶段助听器的功能原理实现了从声音信号转化为电信号,并加以放大后再转化为声

音信号的过程,可以结合书本中第二章 LTI 系统的分析,以及第四章傅式变换的知识一同学习。线性时不变系统,简称为 LTI 系统,是将输入信号  $y(t)$  转变为输出信号  $f(t)$  的运算关系,可用  $y(t)=T[f(t)]$  来表示,系统框图如图 2 所示,其中的一个基本任务是求解系统对任意激励信号的响应,基本方法是将信号分解为多个基本信号元。由零输入响应和零输出响应进一步学习可得,零输入响应是换路后,外加激励为零,仅由动态元件初始储能产生的电压和电流。零状态响应是动态元件初始能量为零,由  $t > 0$  电路中外加激励作用所产生的响应,再结合 LTI 系统的时不变性、比例性以及积分特性,能够将信号的转换过程表示出来。有了第二章理论知识的教学,第四章的傅式变换更是通过实例有效地对信号的转换和处理过程进行分析。傅式变换将信号从时域转换到频域进行分析,揭示了信号时间特性与频率特性之间的联系,从而可以更好地分析信号的时域和频域特征,其对信号进行特定程度下的变换和处理,可以解决助听器对于音频信号的降噪、滤波等操作处理。



图 2 系统框图表示

#### 4 结语

信号与系统课程的学习是医学院校中理工科学生的难点。论文首先从助听器的发展过程入手,确立了各阶段与课程内容相关的案例,并通过信号与系统课程各章节内容的讲解,将理论知识与医学实例结合学习,二者相辅相成,既保证了章节内容的衔接,又能够有一个从开始到结尾的连贯性,便于将信号与系统作为一个整体的学习。理论知识的难易程度极大地影响着学生们对于学习一门课程的积极性,至

此改革教学内容,采用利于课程教学的方式,将对学生的学习起到一个助力作用。同时基础知识的学习也是不可忽视的重点,其通过此改革,可以让学生们愿意去体会信号与系统的魅力,也为自身对于一门课程的整体把握起到了举足轻重的作用。

#### 参考文献

- [1] 朱耿,伍秀玘,郝丽俊,等.医学院校基于生理电信号的信号与系统课程改革[J].科教导刊,2022(3):59-61.
- [2] 安成锦,张磊,周剑雄,等.案例式教学法在“信号与系统”课程中的应用浅析——以时域取样定理为例[J].工业和信息化教育,2018(3):33-35+60.
- [3] 王中鹏.基于案例的信号与系统基础课程教学探讨——以卷积积分为例[J].浙江科技学院学报,2017,29(6):476-481.
- [4] 吴会青,李华东,韩晓敏.信号与系统课程教学模式设计[J].集成电路应用,2023,40(6):65-67.
- [5] 曾金芳,曾以成.“信号与系统”中卷积运算的案例教学法[J].电气电子教学学报,2023,45(2):160-163.
- [6] 王仲根,聂文艳,王智,等.基于实验工坊的“信号与系统”实时远程实验教学研究与实践[J].蚌埠学院学报,2021,10(2):103-107.
- [7] 陆伟,顾理,刘勇.“信号与系统”课程中LTI系统描述方法分析[J].工业和信息化教育,2018(12):25-28.
- [8] 梁家辉.重要的拉普拉斯变换公式及其应用[J].数学的实践与认识,2023,53(9):230-256.
- [9] 许佳,王凤,宁旭,等.基于OBE理念的医学院校生物医学工程专业信号与系统课程改革[J].大学教育,2023(17):47-50.
- [10] Wang Y, Jia Y X, Zhu Y, et al. Application of Virtual Instrument Technology in the Teaching of Signal and System[J].6574-6580.
- [11] Ferri B H, Ahmed S, Michaels J E, et al. Signal processing experiments with the LEGO MINDSTORMS NXT kit for use in signals and systems courses[C]/2009 American Control Conference. IEEE, 2009: 3787-3792.