双线性变换

进入词条

全站搜索

帮助

声明:百科词条人人可编辑,词条创建和修改均免费,绝不存在官方及代理商付费代编,请勿上当受骗。详情>>

首页 秒懂百科 特色百科 用户 知识专题 权威合作 □ 下载百科APP 2

# 双线性变换 💵



① 上传视频

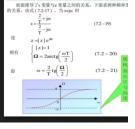
■ 本词条由"科普中国"科学百科词条编写与应用工作项目 审核。

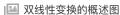
在数字信号处理和离散时间的控制理论中,**双线性变换** (即 **Tustin变换**)被用来在连续时间系统与离散时间系统做转换。<sup>[1]</sup>

中文名	双线性变换	用途	连续系统与离散时间系统做转换
外文名	bilinear transformation	应用学科	数字信号处理
别名	Tustin变换	定义	是一种特别的共形映射

目录

- 1 定义
- 2 离散时间估计
- 3 保留性质
- 4 例子
- 5 双二阶变换







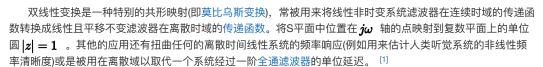
## 科普中国

致力干权威的科学

#### 本词条认证专家为

尚轶伦 | 副教授 同济大学数学科学学院

#### 定义



这种变换保有稳定性且将连续时间滤波器的频率响应中每一点映射到离散时间滤波器的频率响应中所对应的点,虽然频率会有点不同,这部分会在之后的频率扭曲中解释。对于模拟滤波器的频率响应中所看到的特征,在数字滤波器的频率响应中都有相同增益和相位平移的对应特征,虽然频率可能会有点不同,在低频时很难观察到但在频率接近奈奎斯特频率时就相当明显。

#### V百科





#### 离散时间估计

双线性变换是自然对数函数的一阶估计法,也就是将z平面映射到s平面,当拉普拉斯变换被用在离散时间信号上(将离散时间串行中的每个元素附在对应的延迟狄拉克δ函数),其结果确实为将离散时间串行的Z转换替代成

$$z = e^{sT} = rac{e^{sT/2}}{e^{-sT/2}} pprox rac{1 + sT/2}{1 - sT/2}$$

其中T是用在推导双线性变换的梯形公式中数值积分每阶的大小,换句话说就是采样间距。上述的双线性估计可以透过 s来解或是产生一个近似估计  $s=(1/T)\ln(z)$  。  $^{[2]}$ 

逆映射则为

$$s = \frac{1}{T}\ln(z) = \frac{2}{T}\left[\frac{z-1}{z+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{z-1}{z+1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{z-1}{z+1}\right)^5 + \frac{1}{7}\left(\frac{z-1}{z+1}\right)^7 + \cdots\right] \approx \frac{2}{T}\frac{z-1}{z+1} = \frac{2}{T}$$

#### 权威合作编辑



▶ 编辑

(1) 播报

"科普中国"科学百年 "科普中国"是为我[

息化建设塑造的全

#### ? 什么是权威编辑

#### 词条统计

浏览次数: 39882次 编辑次数: 8次历史版本

最近更新:

倪晓慧1 (2021-12-04)

双线性变换的本质是使用这种一阶估计法且将连续时间传递函数  $H_a(s)$  中的s替换成

$$s \leftarrow \frac{2}{T} \frac{z-1}{z+1}.$$

也就是说

$$H_d(z) = H_a(s) igg|_{s=rac{2}{T}rac{z-1}{z+1}} = H_a\left(rac{2}{T}rac{z-1}{z+1}
ight).$$

#### 保留性质

△ 播报 编辑

#### 保留稳定性及最小相位性质

如果有一个连续时间且有因果性的滤波器,其传递函数的极点落在复数S平面的左半边,此滤波器则为稳定的。如果有一个离散时间且有因果性的滤波器,其传递函数的极点落在复数Z平面的单位圆内,此滤波器则为稳定的。双线性变换将复数S平面的左半边映射到复数Z平面的单位圆内,因此稳定的连续时间滤波器被转变成离散时间滤波器后也保有稳定性。

同样地,如果有一个连续时间的滤波器,其传递函数的零点落在复数S平面的左半边,此滤波器则有最小相位性质。如果有一个离散时间且有因果性的滤波器,其传递函数的零点落在复数Z平面的单位圆内,此滤波器则有最小相位性质。透过相同的映射性质,可以保证有最小相位性质的连续时间滤波器被转换成离散时间滤波器后也保有最小性质。

#### 

以一个简单的低通RC电路当例子,这种连续时间滤波器的传递函数为[2]

$$H_a(s)=rac{1/sC}{R+1/sC}=rac{1}{1+RCs}.$$

如果我们想将这种滤波器应用成数字滤波器,我们可以将上式中的{\displaystyle s}做替换,因此可以得到下列表示式

$H_d(z)$	$= H_a \left( \frac{2}{T} \frac{z-1}{z+1} \right)$
	$=\frac{1}{1+RC\left(\frac{2}{T}\frac{z-1}{z+1}\right)}$
	$= \frac{1+z}{(1-2RC/T)+(1+2RC/T)z}$
	$=\frac{1+z^{-1}}{(1+2RC/T)+(1-2RC/T)z^{-1}}.$

在应用在即时数字滤波器时,分母的系数为'反馈系数'而分子的系数为'前馈系数'。

#### 双二阶变换 —

— □ □ 括报 ★ 编辑

将连续时间的模拟滤波器的系数对应到由双线性变换展成的相似的离散时间数字滤波器是有可能的,假设有一个传递函数为下式的一般二阶连续时间滤波器

$$H_a(s) = rac{b_0 s^2 + b_1 s + b_2}{a_0 s^2 + a_1 s + a_2} = rac{b_0 + b_1 s^{-1} + b_2 s^{-2}}{a_0 + a_1 s^{-1} + a_2 s^{-2}}$$

利用下列替换方法做双线性变换

$$s \leftarrow K\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$$

其中 $K riangleq rac{2}{T}$ .

其结果为一个离散时间的数字双二阶滤波器,且由原本连续时间滤波器的系数所组成的表达式如

$$H_d(z) = rac{(b_0 K^2 + b_1 K + b_2) + (2b_2 - 2b_0 K^2) z^{-1} + (b_0 K^2 - b_1 K + b_2) z^{-2}}{(a_0 K^2 + a_1 K + a_2) + (2a_2 - 2a_0 K^2) z^{-1} + (a_0 K^2 - a_1 K + a_2) z^{-2}}$$

一般而言,在推导对应的差分方程序前,分母的常数项会被标准化为1

#### 突出贡献榜

10 premiere

wanihappy A

1 进销存ERP系统 12 老化试 2 永久虚拟主机 13 cm客F 3 erp软件排行 14 碧蓝航 4 马尔文粒度仪 15 小程序 5 人事管理系统 16 好看网 6 erp系统软件 17 采购招 7 好笛子多少钱 18 服务器 8 wms仓储系统 19 大数据 9 国内b2b网站 20 合同管

11 手机空号检测软 22 进出口

21 光学平

$$H_d(z) = \frac{\frac{b_0 K^2 + b_1 K + b_2}{a_0 K^2 + a_1 K + a_2} + \frac{2b_2 - 2b_0 K^2}{a_0 K^2 + a_1 K + a_2} z^{-1} + \frac{b_0 K^2 - b_1 K + b_2}{a_0 K^2 + a_1 K + a_2} z^{-2}}{1 + \frac{2a_2 - 2a_0 K^2}{a_0 K^2 + a_1 K + a_2}} z^{-1} + \frac{a_0 K^2 - a_1 K + a_2}{a_0 K^2 + a_1 K + a_2} z^{-2}}.$$

词条图册 更多图册

#### 参考资料

1.★ 方斌. 控制系统中的双线性变换研究[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(2): 192-195.

2.★ 张贤达. 现代信号处理[M]. 清华大学出版社有限公司, 2002.

学术论文 内容来自 Baidignt

- 李慧贤,庞辽军. 基于双线性变换的可证明安全的秘密共享方案. 《WanFang》, 2008
- 史秀志,薛剑光,陈寿如. 爆破振动信号双线性变换的二次型时频分析. 《WanFang》, 2008
- 丁志中. 双线性变换法原理的解释. 《电气电子教学学报》, 2004
- 刘凤举,吴简彤,刘力. 基于双线性变换法的IIP数字滤波器设计与matlab仿真. 《CNKI;WanFang》,2008
- 方斌. 控制系统中的双线性变换研究. 《CNKI》, 2002

查看全部 >

#### ₩ 搜索发现

• 线性变换

·电动车发电机

•瘦腿针

• 零基础英语学习音标

• 防伪标签

· 小县城做什么生意好

· 网页制作模板

・江苏自考网

• 澳洲房价

•2万以下二手车

### ③ 新手上路

成长任务 编辑入门

编辑规则 本人编辑<sup>NEW</sup>

□ 我有疑问

内容质疑 在线客服

官方贴吧 意见反馈

#### □ 投诉建议

举报不良信息 未通过词条申 诉

投诉侵权信息 封禁查询与解

©2021 Baidu 使用百度前必读 | 百科协议 | 隐私政策 | 百度百科合作平台 | 京ICP证030173号 🕏

◎ 京公网安备11000002000001号