**信号与系统实验4-----**

**连续&&离散时间信号与系统的复频域分析实验**

一、实验目的

* 掌握利用MATLAB求连续时间函数的拉普拉斯变换和拉普拉斯反变换；
* 掌握利用MATLAB求离散时间信号的z变换和反z变换；
* 掌握利用MATLAB分析系统函数极零点分布与系统特性的关系；

1. 实验原理

* 单边拉普拉斯变换定义为

|  |  |
| --- | --- |
|  | （1） |

由于拉普拉斯变换的自变量s为复数，因此其求解不适合采用数值计算的方法。但MATLAB提供了符号函数laplace、ilaplace求解信号的单边拉普拉斯变换和反变换。

连续时间线性时不变系统的系统函数H(s)通常是有理分式，将分子、分母化成关于s的最简正幂多项式，使得分母多项式等于零的根称为极点（即特征根），分子多项式等于零的根称为零点。借助零极点可以进行系统特性的分析，比如系统的滤波特性。

* 单边z变换定义为

|  |  |
| --- | --- |
|  | （2） |

由于z变换的自变量z为复数，因此其求解不适合采用数值计算的方法。但MATLAB提供了符号函数ztrans、iztrans求解信号的单边z变换和反变换。

离散时间线性时不变系统的系统函数H(z)通常是有理分式，将分子、分母化成关于z的最简正幂多项式，使得分母多项式等于零的根称为极点（即特征根），分子多项式等于零的根称为零点。借助零极点可以进行系统特性的分析，比如系统的滤波特性。

1. 实验涉及的部分MATLAB函数
2. laplace

功能：求符号函数的拉普拉斯变换

调用格式：

X = laplace(x)；求符号函数x的拉普拉斯变换。

X = laplace(x,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle#d119e174869))；求符号函数x的拉普拉斯变换，返回结果的变量由默认s变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. ilaplace

功能：求符号函数的拉普拉斯反变换

调用格式：

x = ilaplace(X)；求符号函数X的拉普拉斯反变换。

x = ilaplace(X,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle#d119e174869))；求符号函数X的拉普拉斯反变换，返回结果的变量由默认t变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. residue

功能：部分分式展开

调用格式：

[r p k]= residue(b,a)

[a b]= residue(r p k)

r,p,k,b,a各参数关系满足



1. pzmap

功能：绘制连续时间系统的零极点图

调用格式：pzmap(b,a)；绘制由向量b和a构成的系统函数确定的零极点图。

1. impulse

功能：计算系统冲激响应

调用格式：impulse(b,a);计算由向量b和向量a构成的系统函数对应系统的冲激响应。

1. tf2zp

功能：实现系统函数到极零点分布的转换，可用于绘制极零图

调用格式：

tf2zp(b,a);绘制由向量b和a构成的系统函数确定的零极点图。

1. zp2tf

功能：实现极零点分布到系统函数的转换

调用格式：

(b,a) = zp2tf(z,p,k)；其中z,p,k分别为零点向量、极点向量、增益系数，b,a分别为系统函数的分子和分母多项式系数向量。

1. ztrans

功能：求符号函数的z变换

调用格式：

X = ztrans(x)；求符号函数x的z变换。

X = ztrans(x,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle#d119e174869))；求符号函数x的z变换，返回结果的变量由默认z变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. iztrans

功能：求符号函数的z反变换

调用格式：

x = iztrans(X)；求符号函数X的z反变换。

x = iztrans (X,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle#d119e174869))；求符号函数X的z反变换，返回结果的变量由默认n变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. residuez

功能：部分分式展开

调用格式：

[r p k]=residuez(b,a)

[a b]=residuez(r p k)

r,p,k,a,b各参数关系满足



1. zplane

功能：绘制离散时间系统的零极点图

调用格式：zplane(b,a)；绘制由向量b和向量a构成的系统函数确定的零极点图。

1. impz

功能：绘制离散时间系统的单位函数响应

调用格式：impz(b,a,n)；绘制由向量b和向量a构成的的系统函数对应系统的单位函数响应前n个点。

四、实验内容

* **内容1：s域实验**

1. （LT实验）利用MATLAB求

的LT变换，说明收敛域。

1. （LT反变换实验）有始信号的拉斯变换如下，

利用MATLAB求其拉普拉斯反变换。

1. （LT反变换部分分式展开法）利用MATLAB求

的部分分式展开式。

1. (极点对系统特性的影响)某一阶系统的系统函数为

分别绘制极点处于-1.5，-0.5，0，0.5，1.5时的极零图及对应的冲激响应函数。观察现象，总结极点如何影响冲激响应函数，进而总结其对于系统稳定性的影响。

* **内容2：z域实验**

1. （ZT实验）利用MATLAB求信号

的ZT变换，并说明收敛域。

1. （ZT反变换实验）有始信号的Z变换如下：

利用MATLAB求其单边反z变换。

1. （ZT反变换部分分式展开式）利用MATLAB求

的部分分式展开式。并利用该结果计算单边反z变换。

1. 利用MATLAB画出下列系统函数的极零图以及对应的时域单位函数响应的波形，并分析系统函数的极点对于时域波形的影响。

五、评分细则

根据实验过程考查（10%）、实验报告书写（90%）两方面给出实验总成绩。

实验报告书写评分细则：

* 内容1（44分）：题1（3\*2分，其中**收敛域**1分/小题）、题2（3\*2分）、题3（4分）、题4（28分，其中极零图（2\*5分）、单位冲激响应（2\*5分）、极点如何影响冲激响应函数（4分）、如何影响稳定性（4分））。
* 内容2（50分）：题1（3分，其中收敛域1分）、题2（3分）、题3（8分，其中分解（4分）、反z变换（4分））、题4（36分，其中极零图（2\*7分）、时域单位函数响应（2\*7分）、现象总结（8分））。
* 总结实验体会和感悟（6分）

六、实验要求

* 遵守实验纪律，不迟到早退；
* 认真撰写实验报告，在报告中附源代码、最终图像结果、问题分析、实验感悟等内容，**不要抄袭**！
* 实验结束两周内提交实验报告。