|  |
| --- |
| **实验摘要：**  **实验要求：**   1. **掌握连续系统的时域分析方法，掌握LTI连续系统的响应、冲激响应和阶跃响应相关知识，掌握卷积相关知识** 2. **掌握傅立叶级数的相关知识** 3. **掌握使用matlab求解卷积、求解信号单位冲激响应、单位阶跃响应的方法，掌握使用matlab产生白噪声的方法** 4. **掌握使用逼近法求解傅立叶级数的思想**   **实验目的：**   1. **使用matlab正确求出信号卷积并画出响应的卷积函数图** 2. **使用matlab正确求出信号的单位冲激响应和单位阶跃响应，并画出对应的图** 3. **使用matlab正确画出高斯白噪声和对应自相关函数图** 4. **使用matlab绘制逼近法求解傅立叶级数的过程** |
| **实验题目** |
|  |
| **实验内容**  **卷积的计算公式为：**  **matlab中的卷积计算正是基于上述公式，对于题目中所给的4个函数求2个卷积积分，matlab中可以使用conv函数进行求解。**  **其中对于类似题目所给的一维离散卷积，conv函数求解的基本思路基于上述求卷积的基本公式，但做出了变形，如下：**  **故在实际使用matlab进行卷积求解时，应当实现给出离散卷积范围t，并根据t求出f和g的离散值，之后直接使用conv函数求解卷积即可。需要指出的是，卷积函数的时间定义范围为两个被卷积函数的上限叠加和下限叠加，即具体代码见源代码部分。**  **本题结果如下：** |
| **(1)**  **单位冲激响应是指在输入信号为单位冲激函数时，系统的输出响应。由题意可知,微分方程变为**  **即求此时的h(t)。在matlab中，可以使用impluse函数来绘制线性时不变系统（LTI）的单位冲激响应。impulse函数实现的原理是使用z变换方法，将系统的差分方程表示为传递函数形式，然后通过传递函数的分子、分母系数计算系统的单位脉冲响应。**  **结果图如下：**    **(2)**  **单位阶跃响应是指在输入信号为单位阶跃函数时，系统的输出响应。由题意可知，** |
| **微分方程此时变为**  **即求此时的g(t)。在matlab中，可以使用step函数来绘制线性时不变系统（LTI）的单位阶跃响应。step函数的实现原理与impulse函数类似，通过将系统的差分方程表示为传递函数的形式，然后通过传递函数的分子、分母系数计算系统的单位阶跃响应。**  **结果图如下：**    **(3)**  **求某函数的响应，即该信号输入对系统的全响应，应该等于零输入响应和零状态响应的和，即**  **其中零输入响应是指在输入信号为零（或无穷远远小于系统的初始状态）时，系统的输出响应。在这种情况下，系统的响应只由系统的初始状态决定，而与输入信号无关，因此求解零输入响应可直接求解微分方程。零状态响应是指在初始状态为零（或无穷远远小于输入信号）时，系统在有输入信号的情况下的响应。在这种情况下，系统的响应只由输入信号决定，而与初始状态无关，求解某信号的零输入响应可使用matlab中的initial函数。**  **对于系统的全响应，可以使用lsim函数用来模拟线性时不变系统的响应，计算给定输入信号的系统响应。其结果如下：** |
| **3.**  **高斯白噪声是一种在时间上是均匀分布的随机信号，其样本值是一系列独立的、满足高斯分布的随机变量。它的功率谱密度是常数，即在所有频率上都有相等的功率。**  **在 Matlab 中，可以使用randn函数来生成高斯白噪声信号。randn函数生成的是满足标准正态分布的随机数序列，可以通过调整均值和方差来控制高斯白噪声信号的特性。此外，在 Matlab 中还可以使用 awgn 函数来为信号添加高斯白噪声。**  **因此，在本题中，我使用了randn和awgn两个函数分别生成了高斯白噪声和对应的函数。**  **高斯白噪声的自相关系数为：**  **其中表示高斯白噪声的方差，表示单位脉冲函数。因此高斯白噪声的自相关系数是一个冲激函数，即在时刻为最大值，其他时刻均为0.**  **自相关函数反映了信号与自身在不同时间上的相似度，其在 时刻的值可以用来表示信号的平均功率。因此，高斯白噪声的自相关函数表明该信号在任意时刻上的功率都相等。**  **在 Matlab 中，可以使用 xcorr 函数来计算信号的自相关函数。**  **实验结果如下：** |
|  |
| **4.**  **(1)(2)**  **通过逼近，发现f(t)的傅立叶级数和一个锯齿波相类似，而一个周期为的锯齿波的傅立叶级数为**  **将我们估计的傅立叶级数与给定的傅立叶级数相对比**  **可以发现，这两个级数在形式上非常接近。在锯齿波的傅立叶级数中，每个谐波的振幅为，与给定的傅立叶级数一致。**  **此外，锯齿波的傅立叶级数和给定的傅立叶级数，均仅包含正弦分量，没有余弦分量。**  **(3)**  **题目图如下，我分别选取了N=50,100,200,1000,10000时的图像。** |
| **可以看出，随着N值的增加，信号的逼近效果越来越好，更接近于理论的锯齿波形状，当N=1000时在非转折点已经趋于直线；在N=10000时在转折点时几乎已经没有了毛刺。**  **(4)**  **题目图如下，对此我同样选择了N=50,100,200,1000,10000时的图像。** |
| **对于本小题，求出前N个f的算术平均值，可以发现，F函数收敛更快，在N=1000时效果已经很好。** |
| **实验总结**  **1. 题目中涉及的各个matlab信号函数均为离散型，需要对向量或矩阵进行操作而不是对表达式进行操作**  **2. 再次明晰了对于的matlab实现，即,其中t的范围已经定义**  **3. 掌握了对于傅立叶级数的逼近方法观察具体形状的方法**  **4. 复习了信号与系统的相关知识点** |
| **参考文献**  **1. 信号与线性系统分析第5版**  **2. Matlab Documentation** |