深蓝学院
shenlanxueyuan.com

LMS和RLS算法的实现

主讲人 王亮亮

纲要

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

- 第一部分：作业题目
- 第二部分：批阅原则
- 第三部分：算法实现
- 第四部分：作业问题

作业题目

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

LMS和RLS算法的实现

请大家编程实现基本LMS算法和RLS算法：

int conv(short* inputdata, long inputdata_length, double* rir, long rir_length, short* outputdata);

输入：input：一个新的输入sample： $x(n)$
adapt_filter：自适应滤波器buffer
filter_length：自适应滤波器的阶数

输出：err：滤波后的误差信号 $e(n)$
方法：分别用基本LMS算法、RLS算法实现自适应滤波过程
语言：C/C++

函数的调用，外层的语音数据和冲激响应函数，我们都已经准备好，请大家独立完成adapt_filt.cpp中的adapt_filtering这个核心函数。

为了简化问题，我们采用白噪声作为输入信号（audio.raw），并且令期望输出信号d(n)等于输入信号。很显然，最优滤波器就是一个简单的delta函数，大家可以根据滤波器收敛后的系数判断算法实现的正确性。

纲要

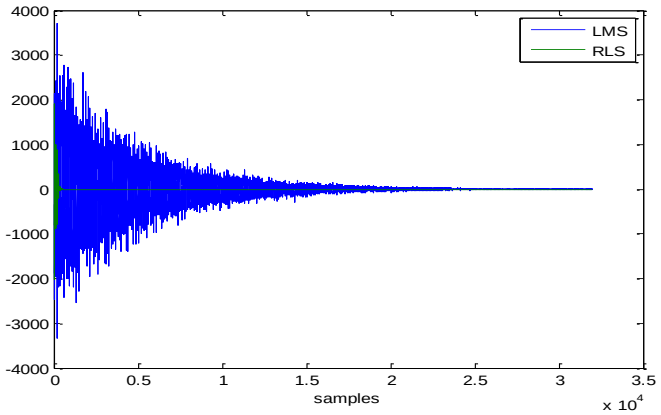
深蓝学院
shenlanxueyuan.com

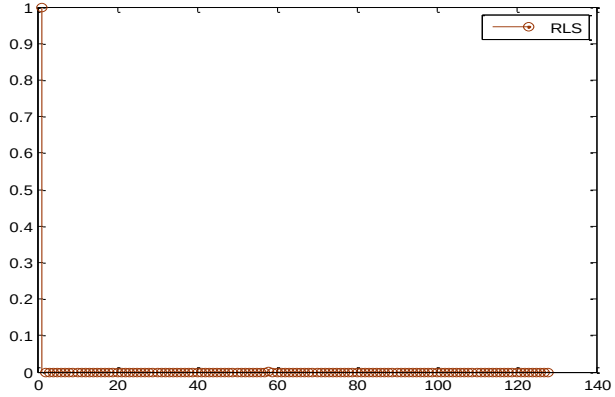
- 第一部分：作业题目
- **第二部分：批阅原则**
- 第三部分：算法实现
- 第四部分：作业问题

批阅原则

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

- ✓ 实现LMS 和RLS 两种方法，代码输出结果没有问题：收敛结果符合预期（LMS 收敛慢，RLS 收敛快），大致检查代码无误-优秀
- ✓ 未实现核心代码-不合格





纲要

- 第一部分：作业题目
- 第二部分：批阅原则
- **第三部分：算法实现**
- 第四部分：作业问题

算法实现-LMS

标准LMS算法执行流程：

1）初始化　　：　$\boldsymbol{w}(0)=\boldsymbol{0}$　　μ是一个比较小的数

2）对每一个时刻 n，重复如下计算：

先验误差　：　$\varepsilon(n)=d(n)-\boldsymbol{w}^T(n-1)\boldsymbol{x}(n)$

滤波器更新：　$\boldsymbol{w}(n)=\boldsymbol{w}(n-1)+\mu\boldsymbol{x}(n)\varepsilon(n)$

后验误差　：　$e(n)=d(n)-\boldsymbol{w}^T(n)\boldsymbol{x}(n)$

算法实现-RLS

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

标准RLS算法的执行流程：

1) 初始化： $\mathbf{w}(0)=\mathbf{0}$，$\mathbf{P}(0)=\delta^{-1}\mathbf{I}$，$\delta$ 是一个很小的正数。

2) 对每一个时刻 n，重复如下计算：

先验误差： $\varepsilon(n)=d(n)-\mathbf{w}^T(n-1)\mathbf{x}(n)$

增益向量： $\mathbf{k}(n)=\dfrac{\mathbf{P}(n-1)\mathbf{x}(n)}{\lambda+\mathbf{x}^T(n)\mathbf{P}(n-1)\mathbf{x}(n)}$

逆矩阵更新： $\mathbf{P}(n)=\dfrac{1}{\lambda}\left[\mathbf{P}(n-1)-\mathbf{k}(n)\mathbf{x}^T(n)\mathbf{P}(n-1)\right]$

滤波器更新： $\mathbf{w}(n)=\mathbf{w}(n-1)+\mathbf{k}(n)\varepsilon(n)$

算法调试

- 查看输入输出结果
- Debug 工具
- 打印关键数据，与 Matlab/python 数据做对比

纲要

- 第一部分：作业题目
- 第二部分：批阅原则
- 第三部分：算法实现
- **第四部分：作业问题**

作业问题

- 滤波器不收敛
  - ✓ 要根据输入数据选取LMS滤波器中的步长因子
  - ✓ RLS中的协方差矩阵P初始化为一个对角矩阵，对角值需要合理的选取
  - ✓ RLS算法中的遗忘因子选取不能太小
- RLS计算复杂度高
  - ✓ 可以采用第三方矩阵计算库进行加速
  - ✓ 可以选取合理的滤波器长度
  - ✓ P矩阵可以简化为对角矩阵（影响滤波器收敛性能）

作业问题

- 滤波器输出
  - ✓ 是否是一个delta函数
  - ✓ delta函数中数值1的位置是滤波器第一位或者最后一位
- 代码实现
  - ✓ 变量的初始化应该放在数据处理之前
  - ✓ 要注意代码中的量化误差对滤波器性能的影响

在线问答

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

感谢各位聆听

Thanks for Listening