





由最优性条件 即 由一阶条件：



得



由(1.2)、(1.3)得



Levenberg–Marquardt Algorithms

将公示(1.4)替换成以下式子：



其中，的值每次迭代都变化。

习惯将(1.5)写成：



公式(1.6)成为增量正规方程。

算法流程：

1. 时，计算初始误差，取初始值
2. 计算
3. 构造增量正规方程
4. 通过求解增量正规方程得到

如果，则令 ，

如果，终止迭代。

否则，令，执行第二步

否则，令，执行第三步。

增量正规方程的求解

将参数划分为两部分（可以理解为固定的和变化的,也可以理解为相机参数和坐标值）



其中 即个三维点对应视角的有个观察点，总维度为



正规方程化为：



即



如果固定前一部分参数，就左乘以



简化表示





所以有





其中，表示观察点， 。

用共轭梯度法求方程(1.8)可得到，然后更新参数。

对导数矩阵进一步细化，观察点个数=视角个数x三维点个数，假设三维点个数为，视角个数为，二维点个数 ，表示第个三维点对应第个视角的观察点。





表示二维点，表示三维点。

对于固定相机参数只考虑优化三维点的情况，由于



   
可进行分块求逆。

为了实现方便，opencv在拼凑矩阵的时候使用for循环对每个视角填充矩阵。