

昵称：rubbninja
园龄：1年11个月
粉丝：18
关注：3
+加关注

<2017年4月>

日	一	二	三	四	五	六
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

搜索

找找看

谷歌搜索

常用链接

我的随笔

我的评论

我的参与

最新评论

我的标签

我的标签

机器学习(13)

学习笔记(12)

室内定位(7)

室内定位系列(7)

卡尔曼滤波(2)

C++(2)

ipython(1)

ipython notebook(1)

Java(1)

python(1)

更多

室内定位系列（五）——目标跟踪（卡尔曼滤波）

进行目标跟踪时，先验知识告诉我们定位轨迹是平滑的，目标当前时刻的状态与上一时刻的状态有关，滤波方法可以将这些先验知识考虑进来得到更准确的定位轨迹。本文简单介绍卡尔曼滤波及其使用。

原理

卡尔曼滤波的细节可以参考下面这些，有直观解释也有数学推导。
[运动目标跟踪（一）--搜索算法预测模型之KF,EKF,UKF](#)
[初学者的卡尔曼滤波——扩展卡尔曼滤波（一）](#)
[理解Kalman滤波的使用](#)

这里仅从目标定位跟踪的角度做一个简化版的介绍。

定位跟踪时，可以通过某种定位技术（比如位置指纹法）得到一个位置估计（观测位置），也可以根据我们的经验（运动目标常常是匀速运动的）由上一时刻的位置和速度来预测出当前位置（预测位置）。把这个观测结果和预测结果做一个加权平均作为定位结果，权值的大小取决于观测位置和预测位置的不确定性程度，在数学上可以证明在预测过程和观测过程都是线性高斯时，按照卡尔曼的方法做加权是最优的。

扩展：在有些应用中，如果不是线性高斯的情况该怎么办？可以采用**EKF**（扩展卡尔曼滤波），在工作点附近对系统进行线性化，即使不是高斯也近似成高斯去做。这样做有点太粗糙了，于是又有了**IEKF**（迭代卡尔曼滤波，对工作点进行迭代优化），**UKF或SPKF**（无迹卡尔曼滤波，不做线性化，而是投影做出一个高斯分布去近似）。或者抛弃各种假设，直接采用蒙特卡洛的方式，假设出很多的粒子去近似分布，就是**PF**（粒子滤波）。

步骤

理解下面这个五个方程的含义就可以了：

$$\begin{aligned}\hat{x}_k^- &= A\hat{x}_{k-1} + Bu_{k-1} \\ P_k^- &= AP_{k-1}A^T + Q \\ K_k &= P_k^-H^T(HP_k^-H^T + R)^{-1} \\ \hat{x}_k &= \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-) \\ P_k &= P_k^- - K_kHP_k^-\end{aligned}$$

- 公式（步骤）1：由上一时刻的状态预测当前状态，加上外界的输入。
- 公式（步骤）2：预测过程增加了新的不确定性 Q ，加上之前存在的不确定性。
- 公式（步骤）3：由预测结果的不确定性 P_k^- 和观测结果的不确定性 R 计算卡尔曼增益（权重）。
- 公式（步骤）4：对预测结果和观测结果做加权平均，得到当前时刻的状态估计。
- 公式（步骤）5：更新 P_k ，代表本次状态估计的不确定性。

需要注意的是，在定位中状态 x_k 是一个向量，除了坐标外还可以包含速度，比如 $x_k = (\text{坐标}x, \text{坐标}y, \text{速度}x, \text{速度}y)$ ，状态是向量而不仅仅是一个标量，上面的几个公式中的矩阵乘法实际上是同时对多个状态进行计算，表示不确定性的方差也就成了协方差矩阵。

实践

下面用matlab动手写一个卡尔曼滤波：首次使用卡尔曼滤波时先调用函数 `kf_init()` 对初始化结构体 `kf_params` 的各项参数，之后每次滤波时，设置当前的观测值，调用 `kf_update()` 进行更新，定位结果包含在返回的参数 `kf_params` 中。

随笔档案
2017年1月 (1)
2016年12月 (4)
2016年11月 (2)
2016年2月 (2)
2016年1月 (2)
2015年11月 (3)
2015年10月 (4)
2015年7月 (3)
2015年5月 (2)

C++ 基础

最新评论

1. Re:室内定位系列（五）——目标跟踪（卡尔曼滤波）
博主可以加我微信吗？我的名字叫吴志国，微信号：18813157365
--gguo_2017
2. Re:室内定位系列（五）——目标跟踪（卡尔曼滤波）
@gguo_2017不错哦！...
--rubbninja
3. Re:室内定位系列（五）——目标跟踪（卡尔曼滤波）
您好！我是北邮研二在读学生，研究方向室内定位，目前有个国内室内定位交流群，主要成员都是在读的研究生和博士生，还有部分的国外研究生博士生。如果博主有兴趣，欢迎加入！希望和博主多交流学习。室内定位交流群号.....
--gguo_2017
4. Re:室内定位系列（一）——WiFi位置指纹（译）
@king-blues没有。很多分类器都可以用来代替最基本的knn，但感觉没这个必要。后续会尝试各种分类器来做这个，不过都用现成的包。...
--rubbninja

Github地址

python版参考<http://www.cnblogs.com/rubbninja/p/6256072.html>

函数kf_update()

```
function kf_params = kf_update(kf_params)
    % 以下为卡尔曼滤波的五个方程（步骤）
    x_ = kf_params.A * kf_params.x + kf_params.B * kf_params.u;
    P_ = kf_params.A * kf_params.P * kf_params.A' + kf_params.Q;
    kf_params.K = P_ * kf_params.H' * (kf_params.H * P_ * kf_params.H' +
    kf_params.R)^-1;
    kf_params.x = x_ + kf_params.K * (kf_params.z - kf_params.H * x_);
    kf_params.P = P_ - kf_params.K * kf_params.H * P_;
end
```

函数kf_init()

```
function kf_params = kf_init(Px, Py, Vx, Vy)
%% 本例中，状态x为（坐标x，坐标y，速度x，速度y），观测值z为（坐标x，坐标y）

    kf_params.B = 0; %外部输入为0
    kf_params.u = 0; %外部输入为0
    kf_params.K = NaN; %卡尔曼增益无需初始化
    kf_params.z = NaN; %这里无需初始化，每次使用kf_update之前需要输入观测值z
    kf_params.P = zeros(4, 4); %初始P设为0

    %% 初始状态：函数外部提供初始化的状态，本例使用观测值进行初始化，Vx, Vy初始为0
    kf_params.x = [Px; Py; Vx; Vy];

    %% 状态转移矩阵A
    kf_params.A = eye(4) + diag(ones(1, 2), 2); % 和线性系统的预测机制有关，这里的线性系统是上一刻的位置加上速度等于当前时刻的位置，而速度本身保持不变

    %% 预测噪声协方差矩阵Q：假设预测过程中叠加一个高斯噪声，协方差矩阵为Q
    %% 大小取决于对预测过程的信任程度。比如，假设认为运动目标在y轴上的速度可能不均匀，那么可以把这个对角矩阵的最后一个值调大。有时希望出来的轨迹更平滑，可以把这个调更小
    kf_params.Q = diag(ones(4, 1) * 0.001);

    %% 观测矩阵H：z = H * x
    kf_params.H = eye(2, 4); % 这里的状态是（坐标x，坐标y，速度x，速度y），观测值是（坐标x，坐标y），所以H = eye(2, 4)

    %% 观测噪声协方差矩阵R：假设观测过程中存在一个高斯噪声，协方差矩阵为R
    kf_params.R = diag(ones(2, 1) * 2); %大小取决于对观测过程的信任程度。比如，假设观测结果中的坐标x值常常很准确，那么矩阵R的第一个值应该比较小
end
```

测试卡尔曼滤波的效果

模拟一条运动轨迹，然后加上高斯观察噪声，作为观测位置轨迹。然后使用卡尔曼滤波得到滤波后的结果。可以分别计算出观察位置轨迹的定位精度和滤波后轨迹的定位精度。

```
addpath('./filters');
addpath('./IP_raytracing');
%% 模拟一条运动轨迹，然后加上高斯观察噪声，作为观测位置轨迹。然后使用卡尔曼滤波得到滤波后的结果。
% 速度为均值0.6m标准差0.05的高斯分布
% 观测噪声标准差为2

%% 画出实际的真实路径
roomLength = 1000;
roomWidth = 1000;
t = 500;
trace_real = get_random_trace(roomLength, roomWidth, t);
figure;
subplot(1, 3, 1); plot(trace_real(:, 1), trace_real(:, 2), '.');
title('实际的真实路径');

%% 有观测噪声时的路径
noise = 2; %2m的位置波动噪声
trace = trace_real + normrnd(0, noise, size(trace_real));
subplot(1, 3, 2); plot(trace(:, 1), trace(:, 2), '.');
title('有噪声时的路径');
fprintf('卡尔曼滤波之前的定位精度： %f m\n', accuracy(trace, trace_real));

%% 对有噪声的路径进行卡尔曼滤波
kf_params_record = zeros(size(trace, 1), 4);
for i = 1 : t
```

5. Re:室内定位系列 (一) ——WiFi位置指纹 (译)

你好, 请问目前是否用到PSO训练ANN的方式来作指纹定位算法。

--king-blues

阅读排行榜

1. 室内定位系列 (一) ——WiFi位置指纹 (译) (1789)

2. 统计信号处理-简单看看克拉美罗界 (1016)

3. Tensorflow使用环境配置(896)

4. 室内定位系列 (O) ——从人耳听觉定位原理到室内定位技术(689)

5. 室内定位系列 (五) ——目标跟踪 (卡尔曼滤波) (634)

评论排行榜

1. 统计信号处理-简单看看克拉美罗界 (3)

2. 室内定位系列 (五) ——目标跟踪 (卡尔曼滤波) (3)

3. 室内定位系列 (一) ——WiFi位置指纹 (译) (2)

推荐排行榜

1. 统计信号处理-简单看看克拉美罗界 (2)

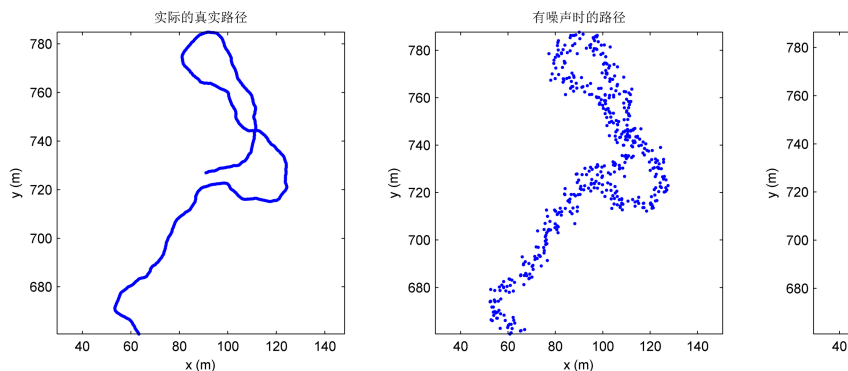
2. 室内定位系列 (一) ——WiFi位置指纹 (译) (2)

3. 使用Java练习算法常用的基本操作 (1)

4. 室内定位系列 (O) ——从人耳听觉定位原理到室内定位技术(1)

5. 小技能——markdown(1)

```
if i == 1
    kf_params = kf_init(trace(i, 1), trace(i, 2), 0, 0); % 初始化
else
    kf_params.z = trace(i, 1:2)'; %设置当前时刻的观测位置
    kf_params = kf_update(kf_params); % 卡尔曼滤波
end
kf_params_record(i, :) = kf_params.x';
end
kf_trace = kf_params_record(:, 1:2);
subplot(1, 3, 3); plot(kf_trace(:, 1), kf_trace(:, 2), '.');
title('卡尔曼滤波后的效果');
fprintf('卡尔曼滤波之后的定位精度: %f m\n', accuracy(kf_trace, trace_real));
```



典型的一组测试结果为：

卡尔曼滤波之前的定位精度：2.424880 m

卡尔曼滤波之后的定位精度：1.426890 m

在这组测试中，滤波后的轨迹更平滑，而且精度从2.4m提高到1.4m，之所以能到达这样好的结果，是因为充分使用了先验知识：目标的运动是连续且基本匀速的。

作者：[rubbninja](#)

出处：<http://www.cnblogs.com/rubbninja/>

关于作者：目前主要研究领域为机器学习与无线定位技术，欢迎讨论与指正！

版权声明：本文版权归作者和博客园共有，转载请注明出处。

标签：[室内定位](#), [室内定位系列](#), [卡尔曼滤波](#)



[rubbninja](#)

关注 - 3

粉丝 - 18

[+加关注](#)

1

0

« 上一篇：[室内定位系列 \(四\) ——位置指纹法的实现 \(测试各种机器学习分类器\)](#)

» 下一篇：[室内定位系列 \(六\) ——目标跟踪 \(粒子滤波\)](#)

posted @ 2016-12-25 19:39 rubbninja 阅读(635) 评论(3) 编辑 收藏

评论列表

#1楼 2017-02-26 22:01 gguo_2017

[回复](#) [引用](#)

您好！我是北邮研二在读学生，研究方向室内定位，目前有个国内室内定位交流群，主要成员都是在读的研究生和博士生，还有部分的国外研究生博士生。如果博主有兴趣，欢迎加入！希望和博主多交流学习。室内定位交流群号：246278950；



支持(0) 反对(0)

#2楼[楼主] 2017-02-26 22:22 rubbninja

回复 引用

@ gguo_2017
不错哦！

支持(0) 反对(0)

#3楼 2017-02-26 22:25 gguo_2017

回复 引用

博主可以加我微信吗？我的名字叫吴志国，微信号：18813157365

支持(0) 反对(0)

发表评论

刷新评论 刷新页面 返回顶部

昵称：

评论内容：