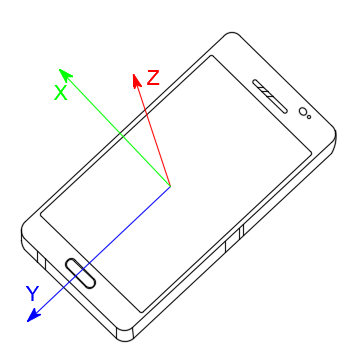
## 导航算法设计

首先经过坐标系变换，将下面的手机传感器坐标系



统一转化为东北天坐标系。坐标系转换方式采用将原坐标乘上下面的四元数：

体现形式是将坐标系绕z轴旋转180°。

方案采用EKF做传感器数据融合，使用RK4算法求解微分方程来通过使用传感器收集的二阶的加速度信息来解算和估计手机姿态相关信息。

1. EKF的使用

EKF的使用主要分为三个模块：模型的构建，预测的设立以及更新部分的状态更新。

1. 模型如下：  
   其中，第一行的是实际手机当前时刻状态，表示前一个时刻手机的状态，手机状态通过下面的矩阵表示：  
   里面的每一个元素都是一个包含的空间向量。  
   另外，是当前时刻的控制信号，主要体现为人的走动而使线性加速度传感器变化的变化量，用下面的矩阵表示：  
   其中函数是状态转移函数，理想情况下状态通过当前的控制信号作用于前一时刻的状态通过状态转移函数可以求解出当概念状态；  
   此行最后的是在给定时间的过程噪声，是由环境不确定性因素导致的。  
   第二行的表示在当前时刻的观测量，理想情况下等于实际的手机当前状态的一个函数，在这里是Distance的二阶导数；  
   最后一个表示当前时刻的测量噪声，这个量往往是由传感器本身导致的，理解为高斯白噪声，不可以被消除，但是可以方法来弥补和缩小这个误差。
2. 预测如下表示：  
   其中第一行的表示对当前手机状态的预测，也叫估计，这个也就是我们通过此滤波器估计出来的比较可信的状态；  
   第二行的是预测误差矩阵，通过迭代的方式计算出来，通过更新里面的迭代公式求解；  
   另外由于状态转移函数是时变函数，所以需要通过计算得到，即上一个时刻的转移函数的Jacobian矩阵：  
   最后是过程噪声的协方差矩阵，表示传感器之间、状态成员向量之间噪声的耦合度，由于我们这里传感器仅为线性加速度传感器数据和方向矢量传感器数据，他们来源的传感器硬件不同，所以我们简化为如下矩阵：  
   其中0.64为测试时候的预设参数，视情况而手动调整。
3. 更新部分如下：  
   其中第一行的表示当前状态的增益，是传感器的状态转移函数的Jacobian矩阵，R表持续的时间间隔矩阵，体现为time step的间隔。是一个单位矩阵。

在论文里我会通过引用一个无状态传递、无控制信号、有一些系统噪声以及仅有一个传感器的当个状态值，这样的一个简单的系统来逐步推导上面三组式子的来源以及演变。

在程序设计里通过在Android里配置OpenCV来便于实现矩阵的基本操作。

1. RK4算法的设计使用

此方法主要是在已知方程导数和初值信息，利用计算机仿真时应用，省去求解微分方程的复杂过程。在这里引入高中物理的知识：

简化为：

但是在实际情况中，关于位置与时间可以通过下面方法来表示：

为了便于求解与一般化，我们将x用y代替。

令初值问题表述如下。

则，对于该问题的RK4由如下方程给出：

其中

这样，下一个值由现在的值加上时间间隔（h）和一个估算的斜率的乘积所决定。该斜率是以下斜率的加权平均：

是时间段开始时的斜率；

是时间段中点的斜率，通过欧拉法采用斜率k1来决定y在点tn + h/2的值；

也是中点的斜率，但是这次采用斜率k2决定y值；

是时间段终点的斜率，其y值用k3决定。

当四个斜率取平均时，中点的斜率有更大的权值：

RK4法是四阶方法，也就是说每步的误差是h5阶，而总积累误差为h4阶。