2018年第二届全国大学生军事数学建模竞赛题目

B题 海上目标自动识别

中国拥有299.7万平方公里的海洋面积，约为陆地面积的三分之一。维护国家海洋权益，需要对拥有的海域实施有效管理。然而海洋不同于陆地，传统的监控方式往往难以实现全面覆盖。近年来随着科技水平的进步，通过多种传感器对海上目标进行侦查监控、身份识别，逐渐成为海域管理的重要技术手段。

各类船舶是海上目标的主体，船舶在航行过程中，基于航行、定位、通信等需求，在不同的时间点会发射或反射多种类型的电磁信号，这些信号被传感器所接收，成为识别目标身份的主要依据。

电磁信号的信号源可分为4类，简记为R类、L1类、L2类、A类，相应地有4类接收这些信号的传感器。信号的发射与接收关系如下图所示。



**图1 各类信号源与传感器对应关系**

信号数据一般包含两部分，一是时空位置信息，二是信号特征信息。以附件1给出的4组L1类信号数据为例，其中具有相同“信号源批号”的数据来自同一信号源，时空位置信息包括“时间”、“经度”和“纬度”，信号特征信息包括“L1A\_1”、“L1A\_2”和“L1A\_3”。

问题1：由于噪声、干扰、传感器校准等因素的影响，传感器在获取信号和数据预处理的过程中不可避免的会出现误差，请针对时空位置信息和信号特征信息分别建立减小误差的数学模型，利用附件1的数据检验你们的模型是否有效。

问题2：同一信号源的时空位置信息可构成一条运动轨迹。由于船舶发出的多种类型的信号可能被不同的传感器监测到，因此在识别过程中，同一目标可能具有多条运动轨迹。对船舶类目标，R类信号源至多有3个，L1类、L2类、A类信号源至多有1个。目标识别过程中需要判断哪些运动轨迹属于同一个目标，请建立数学模型解决这一问题，针对附件2的数据给出判断结果，分析结果的可信程度。

问题3：经过数据处理之后，对目标的识别一般分为两个步骤，一是对信号源的识别，二是对目标的识别。附件3和附件4分别给出部分已知船舶和信号源数据库，附件5给出一批人工处理后的信号特征信息，其中具有同一“目标编号”的信号源可视为来自同一船舶目标。请建立根据信号特征信息识别目标船舶的数学模型，利用该模型识别附件5中的信号来自附件3数据库中的哪些目标船舶，并分析识别结果的可信程度。

问题4：综合应用上述问题中建立的模型，以及附件3、附件4的数据库，对附件6的信号数据进行自动识别，判断共有多少个目标，各目标的识别结果是什么，并分析结果的可信程度。

**数据说明**：

1. 时间格式，“2018042910354820”代表2018年4月29日10点35分48.2秒。

2. 附件1、2、5、6中，具有相同“信号源批号”和“传感器类型”的数据，可视为来自同一信号源。

3. R类信号数据中的“RA\_1\_1”、“ RA\_2\_1”、“ RA\_3\_1”、“ RA\_4\_1”表示对信号的多种处理记录方式，取值为自然数，识别过程中必须与信号源数据库中的记录完全相符；4类处理记录方式对应的数值为“RA\_1\_2”、“ RA\_2\_2”、“ RA\_3\_2”、“ RA\_4\_2”，取值可能为单一数据，也可能为多元数据，例如“2034.5, 2057, 2071, 2091.4”，识别过程中允许与数据库存在偏差，但一般而言，偏差越小，信号数据越有可能识别为数据库中对应的信号源。

4. L1类、L2类信号数据中的“L1A\_1”、“L1A\_2”、“L1A\_3”、 “L2A\_1”、“L2A\_2”、“L2A\_3”，以及A类信号中的“AA\_1”、“AA\_2”，识别过程中的处理方式与R类数据中的“RA\_1\_2”、“ RA\_2\_2”、“ RA\_3\_2”、“ RA\_4\_2”相同。

5. A类信号数据中的“MMSI编号”，是指水上移动通信业务标识码（Maritime Mobile Service Identify），可视为通信过程中船舶的唯一识别编码。