

尊敬的审稿专家：

我们非常感谢您对此文章提出的意见和建议。根据这些意见和建议，我们对原稿进行了细致的修改，并将修改部分用红色字体标注。详细修改如下：

1、摘要过于冗长。摘要应当简明扼要地介绍研究的目的、方法、结果和结论，建议简化。此外，英文摘要中出现了中文字符。

在修改稿中，我们将大部分语句进行了简化。其中，硬件部分和软件部分分别用一句话介绍了其组成和功能，并分别用一句话简要介绍本文的实验和结论。从原稿的大约 570 字缩减为修改稿的大约 310 字。同时，对于中文摘要中的修改部分，英文部分做了对应的修改，修改稿的英文摘要中已经没有中文字符。

2、论文中图片排版存在问题，图 1 和图 3 下方存在大量空白，建议作者重新进行排版。在修改稿中，已经对部分图片的大小和位置做了调整，以避免存在大量空白的情况。

3、图 2 工作流程图清晰度不够。

已经重新绘制该图，并添加进修改稿中。相较于原图，修改后的图中的字体更大，且更加紧凑。

4、公式(1)上下两式没有对齐。

感谢提醒，在修改稿中，以重新对该公式进行编辑，现在均为左对齐。

5、数据融合算法中卡尔曼滤波算法的各个参数的定义需表述清楚。

在修改稿中，添加了表 3，用于说明数据融合部分中所有参数和变量的含义和取值。

6、在国内外相关工作介绍部分，国内人相关代表性工作总结不全面，建议作者广泛阅读国内外捡球机器人相关文献，按照其工作方式进行分类介绍。

已添加 3 个中文文献[5][6]和[10]，并在引言部分对其进行简要介绍，修改稿中的相关部分共有 5 篇中文文献和 5 篇外文文献。在修改稿的引言中，已根据收球方式是否机械臂形式分为两类，并对每一个现有方案进行了简要介绍，接着讨论了各个方案的优缺点。

7、在目标跟随算法部分，作者从摄像头信息建模、坐标变换、算法设计三块进行介绍，前两部的内容比较基础，建议合并。算法设计模块，建议增加算法设计的目的说明，比如机器人的跟随控制算法等。

在原稿中，该算法命名为目标跟随算法，但该名称不能很好的体现该算法的功能，故在修改稿中改为了方向修正算法。这一部分的摄像头信息建模和坐标变换两个模块均进行了简化，尽可能地删除了一些不必列出的公式，如原稿中的公式(5)(6)和(8)-(13)，同时对文字进行了简化，并删除了原稿中的图 10，已经从原稿的接近 2 页简化为了修改稿中的 1 页左右。但这两个模块毕竟是从两个角度建模的，所以从形式上并没有合并为一个模块。

修改稿中已经添加了对方向修正算法、数据融合算法和路径规划算法的目的说明。简要说来，机器人收球的前提是能够向球体方向运动，但机器人的运动方向不可能每时每刻都朝向目标球体的方向，例如该球体在机器人的侧面时，所以机器人需要转向，文中命名为方向修正，一种简单的方案是原地旋转，但因为有线速度所以效率较低，考虑使机器人同时具有线速度和角速度，此时机器人能够在靠近球体的同时修正方向。而数据融合算法是为方向

修正服务的，在修正方向时，如果球体不在摄像头的视野中，需要通过全局定位系统计算方位，故需要知道机器人的位置信息，而机器人实际运动时需要知道速度信息以调整速度方向，如果只用单一传感器的话数据不太可靠，所以需要根据多个传感器的数据和理论公式计算出更可靠的信息。如果机器人每次都只收取最近的球体，那么从整体上机器人可能会花费较多的时间在运动上，所以可以对收球顺序进行规划以得到路程较短的方案。

8、从整体上看，论文算法介绍部分内容过多，实验只有一页，实验部分太少，不能够很好体现拾球机器人的创新性。建议重新梳理关键创新点，重新设计算法和实验的占比。

感谢提出的意见和建议。在修改稿的实验部分，除了实物的测试，还添加了三个实验，分别为实时性测试、全局定位系统误差测试和非线性 PID 模拟实验。实时性测试旨在验证主控板的性能能否满足机器人的实际需求，文中涉及的算法中神经网络和卡尔曼滤波所需的计算资源可能较多，因此设计该实验来测试单次运行所用时间。全局定位系统误差测试的实验目的在于验证该误差实际有多大，包含机器人的位置误差和球体的位置误差。而修改稿中的非线性 PID 模拟实验，就是原稿中图 12 及其相关部分，该实验在于展示机器人理论上的运动状态，并验证平滑性如何。

在修改稿中，引言部分罗列了主要创新点，且实验部分的结果体现了设计方案的有效性，实验部分的篇幅相较于原稿多了大约 3 页。