

作品编号：ZGHYDX_B_015

“第七届全国海洋航行器设计与制作大赛”

参赛作品说明书

作品名称： 智能仿生鱼

学校名称： 中国海洋大学

参赛者姓名： 秦子慧 白圣明 沈书馨 亓昕阳 周思宇

类别：

- A 创意设计
- B 设计与制作
- C 舰船模型智能航行
- D 名船名舰外观模型仿真制作
- E 船模竞速赛
- F 帆船模型竞赛

关于参赛作品说明书使用授权的说明

本人完全了解“第七届全国海洋航行器设计与制作大赛”关于保留、使用参赛作品说明书的规定，即：参赛作品著作权归参赛者本人，比赛组委会可以在相关主页上收录并公开参赛作品的设计方案、技术报告以及参赛作品的视频、图像资料，并将相关内容编纂收录在组委会出版论文集中。如作品有核心保密部分，请向组委会另行说明，将不予公开。

参赛队员签名：_____

带队教师签名：_____

日 期：_____

摘要

二十一世纪被称为海洋的世纪。随着机器人技术的发展,在海洋开发和相关领域中应用机器人技术已成为各国重要的发展方向,伴随着机器人技术,控制技术,新材料级高性能单片机的出现,特别是计算机图像处理技术的提高,使得仿生机器鱼能够和人一样识别目标成为了可能。

考虑到水中探测器多会影响到水中生物的生活环境,所以从另一层面出发,我们利用鱼类的游动原理来使探测装置推进,并在外观上模仿鱼的外形以最大程度减小对水中生物生活的影响。在自身拥有识别功能的前提下通过结合与人的交互以完成相关工作。

本项目书本篇报告主要介绍了智能仿生交互鱼的功能设想部分,机械结构设计部分,电子系统设计部分,软件控制部分,以及最后的具体实物实验部分。机械结构设计部分主要设想图进行设计与展示。为能够快速进行系统规划,电子系统设计部分与软件控制部分用系统框图的形式进行设计。

关键词：仿生 智能

目录

摘要.....	2
目录.....	3
第一章 绪论.....	5
1.1 引言.....	5
1.2 设计研究方向.....	6
1.3 基本设计思路.....	6
1.4 创新点.....	7
第二章 作品设计.....	8
2.1 结构设计.....	8
2.2 动力控制.....	8
2.3 功能实现.....	9
2.3.1 平衡控制.....	9
2.3.2 舵机控制.....	9
第三章 总体流程设计.....	10
3.1 模块设计.....	10
3.2 硬件设计.....	11
第四章 零部件选择.....	12
4.1 微控制器.....	12
4.2 舵机.....	13
4.3 鱼体材料.....	14

4.3.1 鱼体	14
4.3.2 鱼外部材料	14
第五章 人员分工	15

第一章 绪论

1.1 引言

海洋占地球表面积的 71%，总面积约 3.6 亿平方公里，海洋中蕴含了极其丰富的能源和生物资源，这些能源和资源的有效发掘和利用将能在很大程度上改善人类所面临的资源短缺问题。因此二十一世纪也被称为海洋的世纪。随着机器人技术的发展，在海洋开发和相关领域中应用机器人技术已成为各国重要的发展方向。但对于海洋开发的进一步发展，一般的潜水技术已无法适应高深度综合考察研究及从事高难度作业的需要。目前的探测装置大多利用螺旋桨来推动，而是否能利用鱼类的游动原理来实现比使用螺旋桨更快、集声更低的水下推进器，突破当今传统的水下推进方式，已成为一个研究热点。

伴随着机器人技术，控制技术，新材料级高性能单片机的出现，特别是计算机图像处理技术的提高，使得仿生机器鱼能够和人一样识别目标成为了可能。在陆路科技发达的今天，水中作业机器缺乏，而且人们在水中作业时往往面临巨大的风险，这就需要一种工具来帮助人们安全、高效地进行工作。而现在许多水中机器人等依旧需要人们遥控，难免出现失误，这就需要应用一种识别系统来进行导航，使水中机器人真正实现智能化。

仿生交互鱼的研究可以改变水中常规螺旋桨推进器噪声大，对环境扰动大的缺点，使有视觉功能，静音驱动机器鱼可以从人机

互动发展为鱼鱼互动，更好的观察海洋生物。仿生鱼体积较小，且带有视觉系统，可以很容易进入狭小复杂的海底空间，可以发展成为能完成一些常规潜水器无法完成的任务。

1.2 设计研究方向

旨在设计出一条能自由游动、物体识别跟踪的仿生交互鱼。该仿生鱼能够自主游动，结合机械尾鳍实现自主游动和方向控制，内置陀螺仪控制整体平衡，并配备摄像头实时探索得到未知环境的信息，通过软件识别处理，可以采集环境的图像并进行处理，且作出相应的反应，人辅助控制其运动，以实现仿生鱼与环境之间的智能交互，也为进一步功能升级打下基础。

1.3 基本设计思路

以国内外对仿生机器鱼的结构和动作模态的研究为基础，增加视觉系统功能，并利用传感器，研究和实现仿生鱼在某种环境下实现自主与环境进行交互，后续可进一步扩展机器鱼在未知环境下的自主游动上浮下潜和环境探测，如探索未知水域的水质问题等等。

1.4 创新点

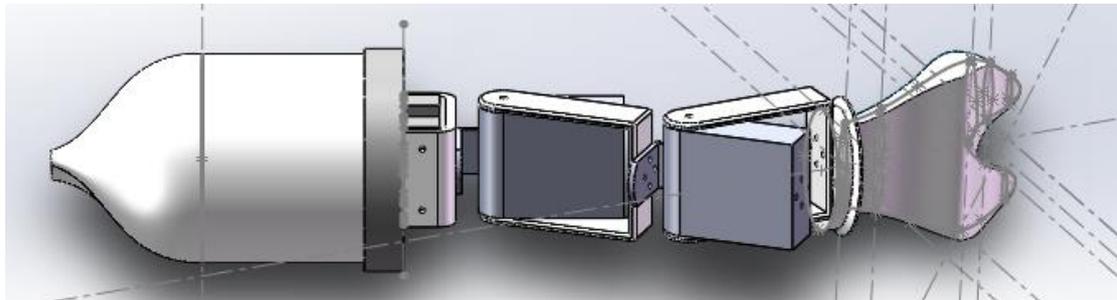
采用自主设计制作的多级舵机联动机制，实现机器鱼的转向，基于 K60 微处理器开发水中视觉系统、基于计算机视觉的运动控制系统。

多级舵机联动机制，可以让机器鱼靠尾部摆动产生前进动力，推进机制仿生。实时采集水中颜色信息，实时规划路径，自主控制鱼体前进转向。

第二章 作品设计

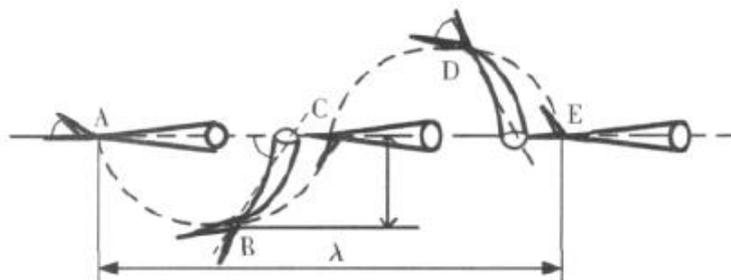
2.1 结构设计

仿生鱼在结构设计上有防水与仿生两大关键点。鱼体采用骨架式结构搭建，骨节之间采用轴承连接，可在一定范围内活动，保证鱼身的灵活可动。鱼的主体部分采用 PVC 材料包裹，内部放置控制系统，内部为两节舵机相连接；鱼眼部分用透明材料，使摄像头能够进行图像采集。所有接口处均采用防水型胶水进行粘黏。



2.2 动力控制

在现实生活中，大多数鱼类把身体当作推进器，通过身体左右摆动击水，利用产生的反作用力推动鱼前进。



我们的仿生鱼也拟采用尾鳍摆动的方式进行游进。尾鳍部分采用两段骨节，每段之间安装一个小型防水舵机，多级舵机联动。通

过控制两个舵机的相互配合，实现尾部的左右摆动，摆动的幅度和频率决定游进的速度。胸鳍在鱼身体两侧，通过胸鳍的角度配合鱼尾向一侧打水，完成左右的转弯。

2.3 功能实现

使用 k60 系列微处理器进行控制。

2.3.1 平衡控制

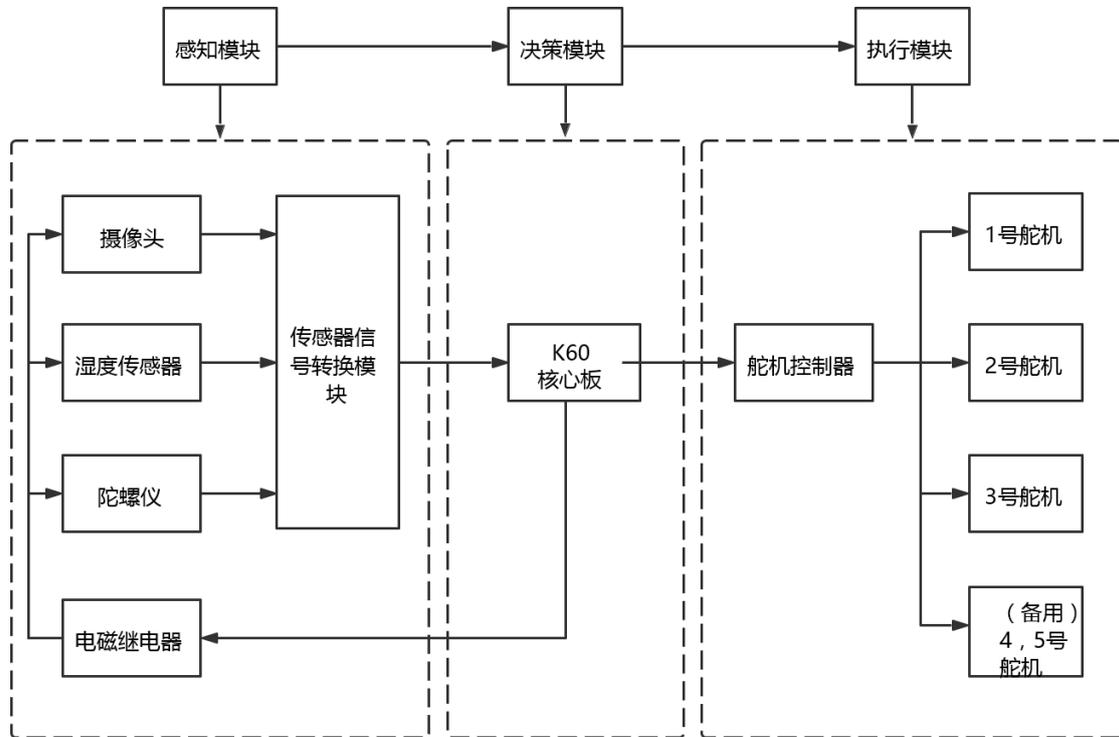
使用陀螺仪和加速度计采集倾角信号，通过两者的角度融合计算出鱼体的倾斜程度。单片机接收到角度信号后，指挥控制胸鳍尾鳍的舵机向某一方向进行微小的校准，调整鱼体平衡。该步骤在鱼初始化时进行初次校准，在鱼游动过程中用中断控制，每隔固定时间再次校准。

2.3.2 舵机控制

舵机使用 PWM 波进行控制，每一路 PWM 输出控制一个舵机，给定脉冲的时间决定了舵机偏转的角度。单片机输出 PWM 波不断变化，尾鳍和胸鳍产生摆动效果，实现前进，左右转向和加减速。

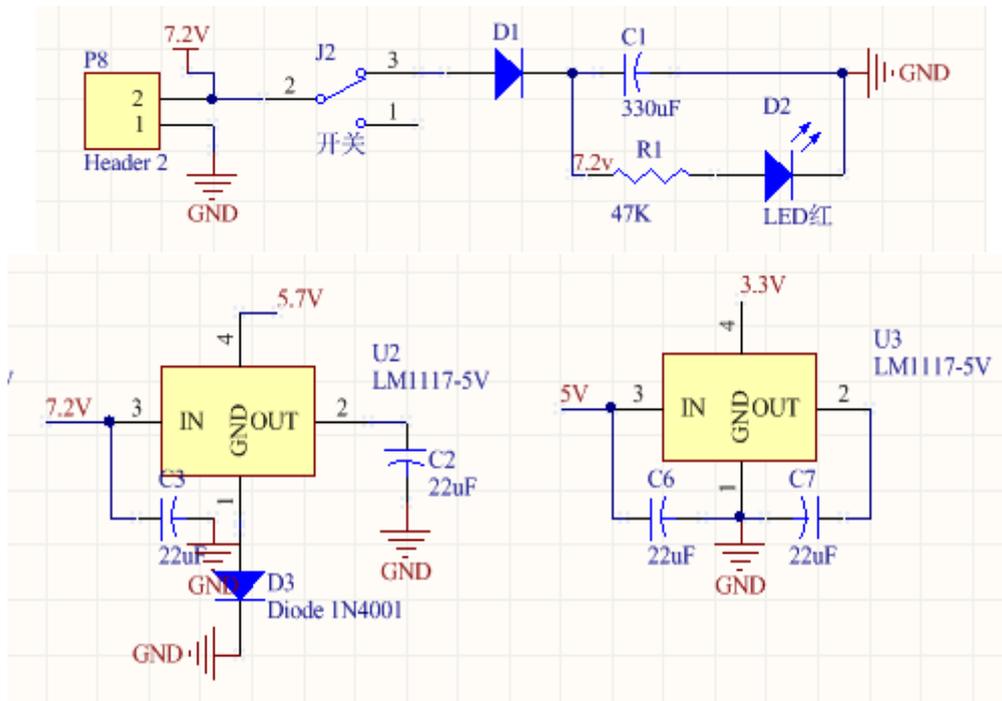
第三章 总体流程设计

3.1 模块设计



3.2 硬件设计

电源控制模块



稳压芯片采用 AMS1117 的 5V 型号和 3.3V 型号，其最大输出电流为 1A；由以上电源电路为单片机提供电源。

单片机采用 K60，额定电压 3.3V，电流大约为 70mA；

采用三轴模拟式陀螺仪/加速度计 MMA8451，其额定电压为 3.3V，电流不超过 100mA，可以与单片机采用同一稳压芯片供电；

第四章 零部件选择

4.1 微控制器



产品型号	MK60DN512ZVLQ10
内核参数	ARM-Cortex-m4
产品尺寸	41mm*48mm
工作电压	3.3V
系统频率	100MHZ
晶振频率	50MHZ
JTAG 接口	标准飞思卡尔 10PinJTAG 接口
兼容接口	OLED/蓝牙接口

4.2 舵机



死区	2 μ s
脉宽范围	500 μ s-2500 μ s (适合单片机控制板)
角度范围	实际角度 180 \pm 2 $^{\circ}$
工作电压	DC4.8V-6.6V
速度	0.16 sec/85 $^{\circ}$
扭力	20.32 kg-cm (281.89 oz/in)
尺寸	40.5X20.2X40mm
连接线	JR 265 mm (10.43in)
输出齿	25T (Futaba 通用)

4.3 鱼体材料

4.3.1 鱼体

以亚克力为材料作为防水舱，鱼身连接结构利用 3D 打印机打印连接。



4.3.2 鱼外部材料

鱼身通过 PLA 材料利用 3D 打印技术打印外壳，装饰成鱼的外形。鱼摆动尾部用 PLA 管道材料改造连接而成。

第五章 人员分工

秦子慧：机械设计与制作 与制作外形美化 原材料购买

沈书馨：程序设计 性能优化 原材料购买

白圣明：机械结构设计与制作 程序设计 性能优化

亓昕阳：程序设计 性能优化

周思宇：机械结构设计与制作 外形美化