

# 一种用于水下机器人的触觉传感器研究

张今瑜 强锡富

(哈尔滨工业大学机电学院精密仪器系 150001)

张立勋 孟庆鑫

(哈尔滨工程学院)

**摘要** 本文论述了一种用于水下作业机械手的机器人触觉传感器的结构及工作原理,这种传感器形状类似于水下生物的“触须”,能够在4个方位上判别与对象物接触的位置及接触长度,对于其他形式的机械手也同样适用。

**关键词** 机器人,触觉,传感器,触须,变阻器,水下作业

## 1 引言

装有传感器的水下机械手增加了水下机器人的智能化作业功能,可以识别作业现场的环境,实现避开障碍物,大大提高作业效率和准确性。水下机器人在深水中作业,能见度很低常常限制了水下机器人操作的准确性,如果机械手上具有触觉功能,就使复杂作业变得容易了<sup>[1,2]</sup>。本文仿水生物特点,研究一种能够感觉物体相对位置和识别物体基本轮廓的触觉传感器,如同生物的“触须”一样,通过它的触碰提供对象物与机械手之间的相对位置信息,提供对象物的基本形状信息。

## 2 传感器的结构组成

传感器的基本结构组成如图1所示,触觉传感器由弹性绝缘体外壳1,弹性金属条2,可压缩的、弹性极好的橡胶条3,金属电阻丝4及刚性绝缘棒5等几部分组成。弹性金属条2固定在外壳1上,刚性绝缘棒上带有节距为 $t$ 的螺旋槽,使得电阻丝只有在开槽处裸露,而其余部分沉到螺旋槽的里面,当有外力在某一方位(如 $x_1$ )作用在触觉传感器上时,导电的金属条 $L_1$ 便产生弯曲变形,与电阻丝相接触,此时电阻丝就相当于一个绕线变阻器,而金属条就相当于滑动端。若在电阻丝的两端加一固定电压,装以匹配壳,所以同时起到了密封的作用,实验表明其密封性能良好。

用两根这样的触觉传感器,它装在机械手的手部上,如图2所示,布置在手爪外侧,形如“触须”,便可检测到作业对象物的位置与形状了。

## 3 工作原理

(1) 以一个方位的金属条 $L_1$ 为例来说明其工作原理。传感器的电路原理如图3所示。

设 $R$ 为绕线电阻丝的电阻, $t$ 为螺距,在 $t$ 内电阻值为 $R_t$ ,触须长度 $L=nt$ 。电阻丝的一端接+5V电源,另一端串联一个电阻 $r$ 并接地, $L_1$ 弹性金属条作为滑动触点,通过测量电压 $V$

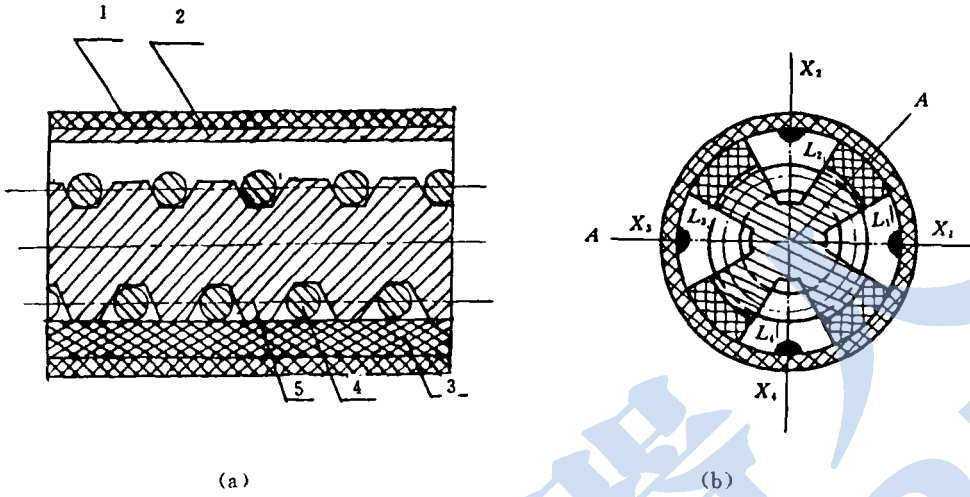


图1 “触须”结构原理图

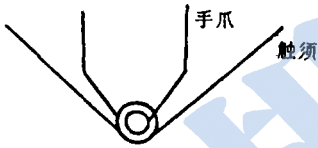


图2 机械手的结构示意图

及  $V_1$  便可确定接触点的位置及接触长度<sup>[3,4]</sup>.

在实际工作中可能出现下列几种情况:①  $L_1$  与  $R$  只有一个接触点  $B$  如图 3(a);②  $L_1$  与  $R$  有  $BC$  一段接触如图 3(b);③  $L_1$  与  $R$  只在一个端部接触如图 3(c),而我们所感兴趣的

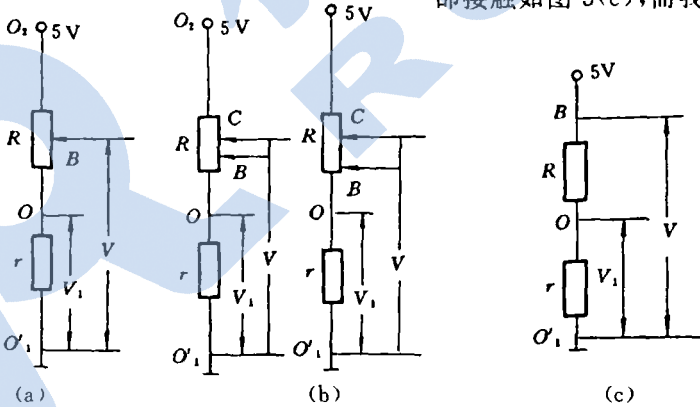


图3 电路原理图

是接触点距离  $OB$  或接触长度  $BC$ . 设  $R_B$  为  $B$  点与  $O$  点间电阻,  $R_C$  为  $C$  点与  $O_2$  点电阻. 对于①的情形是

$$OB = \frac{R_B}{R_r} \cdot t$$

式中

$$R_B = \frac{V}{5} (R + r) - \tau \tag{1}$$

则(1)式有

$$OB = \frac{t}{R_c} \left[ \frac{V}{5} (R + r) - t \right] \quad (2)$$

对于②的情况是

$$OB = \frac{R_B}{R_c} t; \quad BC = \frac{R - (R_c + R_B)}{R_c} t \quad (3)$$

式中

$$R_B = \frac{V}{V_1} r - r; \quad R_C = \frac{5 - V}{V_1} r \quad (4)$$

$V_1$  及  $V$  是可以直接测得的. 对于③的情况是:  $OB=0$ , 或  $OB=L$ . 由于每根触须有 4 个互成  $90^\circ$  的弹性金属条, 因此可全方位判断作业对象.

#### (2) 信号处理

图 4 为信号处理原理框图, 由于每根“触须”有 8 路信号, 所以通过模拟开关将信号分别送入 8098 的 A/D 转换器, 经 8098 单片机输出给控制系统.

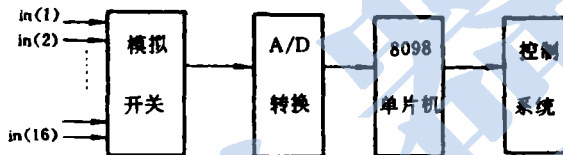


图 4 信号处理原理框图

## 4 结论

本文提出的这种“触觉”式的触觉传感器, 具有结构简单, 制作容易, 工作可靠, 成本低廉的特点; 其性能可以准确感知对象物的方位, 判断出接触对象物的位置及接触的长度. 该传感器的信号输出及抗干扰能力强, 是一种很适宜水下机器人的触觉使用的传感器, 我们将它用于哈尔滨工程学院的水下机械手上. 当然也可作为其他类型机器人选用.

## 参 考 文 献

- 1 沈阳自动化所. 水下机器人触觉传感器及其系统. 国家“七·五”科技攻关专题研制报告, 1990, 6.
- 2 戈 瑜等. 主动式触觉探索——机器人感知的一种重要方式. 智能机器人非视觉传感器发展战略研讨会论文集. 合肥. 1992, 7.
- 3 Minoru Ueda *et al.* Sensors and Systems Necessary for Industrial Robots in the Near Future. Proceeding of the 4th International Symposium on Industrial Robots. 1974.
- 4 Dario P. Contact Sensing for Robot Active Touch. M. Brady Ed. Robotics Science, 1989, 138~163.

## RESEARCH ON TACTILE SENSOR FOR UNDERWATER ROBOT

ZHANG Jinyu QIANG Xifu

(Harbin Institute of Technology, 150001)

ZHANG Lixun MENG Qingxin

(Harbin University of Engineering)

**Abstract** In the paper a tactile sensor for underwater operation manipulator is presented. It is shaped like subwater living beings' antenna, and can sense the position and length contacted with object in four directions. This sensor can be also applied to other manipulators.

**Key words** Robot, tactile sensor, antenna, underwater operation

### 作者简介

张今瑜: 女, 30 岁, 博士生. 研究领域: 机器人触觉传感器信息融合技术.

强锡富: 男, 58 岁, 博士导师. 研究领域: 机器人触觉传感器信息融合技术.

张立勋: 男, 32 岁, 博士生. 研究领域: 机器人触觉传感器信息融合技术.

(上接第 6 页)

- 8 Orłowski M. The Computation of the Distance between Polyhedra in 3-space. SIAM Conf Geometric Modeling and Robotics, 1985
- 9 Dobkin D P, Kirkpatrick D G. A Linear Algorithm for Determining the Separation of Convex Polyhedra. J Algorithms, 1985, 6: 381~392
- 10 普雷帕拉塔、沙莫斯著, 庄心谷译. 计算几何导论. 北京: 科学出版社, 1992
- 11 熊有伦. 机器人约束运动规划的空间推理. 第一届全球华人智能控制与智能自动化大会论文集. 1992, 中卷, 1222~1228
- 12 熊有伦. 计算机几何. 武汉: 华中理工大学出版社, 1993

## A FAST ALGORITHM FOR DIRECT DETERMINING THE DISTANCE BETWEEN CONVEX POLYHEDRA

QIN Zhiqiang XIONG Youlun

(School of Mechanical Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430074)

**Abstract** This paper presents a fast algorithm for direct calculating the distance between convex polyhedra which is used for task planning in general robot off-line programming and simulation system named HOLPSS. This method of distance calculation is developed by direct calculating the distance between edges of convex polyhedron and using  $J_0$  function to solve point location problem. Data structure for representing the convex polyhedron is double connected edge list, which is efficient for implementing this algorithm.

**Key words** Computational geometry, distance between convex polyhedra

### 作者简介

秦志强: 男, 25, 博士生. 研究领域: 机器人规划, 控制与编程, 计算智能.

熊有伦: 男, 56 岁, 院士. 研究领域: 机器人学, 智能制造和智能测量, 计算智能等.