

自动行走机械的视觉系统和行走方向的神经网络控制

王 库^① 张枳生

(中国农业大学电子电力工程学院)

摘 要 针对农业生产特殊工作环境的要求,研究了沿垄栽作物行自动行走机械的视觉系统和控制机械行走方向的神经网络控制系统。由视觉系统提取机械行走轨迹特征并转换为行走方向控制系统的输入信号,经神经网络处理取得正确的偏转方向和偏转角,从而操纵机械部分实现按给定路线的自动行走。对系统的可靠性进行了实验验证,得到了满意的结果。

关键词 自动行走; 视觉; 神经网络; 地面涂线

中图分类号 TP 273.1

Vision System and Artificial Neural Network Controls on Moving Direction of Mobile Machine

Wang Ku Zhang Zongsheng

(College of Electronic and Electric Power Engineering, CAU)

Abstract The vision system and the Artificial Neural Network (ANN) for controlling the traveling direction of the mobile machine moving along the crop-row in definite operating environment are studied. The character of the traveling path transferred into the input signals of the control system are obtained by the vision system. The signals are processed by ANN to get the accurate steering direction and angle so that the mobile machine can move forward automatically along the correct path. Experiment results of the reliability of the system are satisfied.

Key words mobile; vision; artificial neural network; line drawing on ground

可移动作业机器人是机器人技术的一个重要组成部分,它扩展了机器人的活动领域,因此必将在经济建设和社会生活中发挥越来越重要的作用。农业生产多为户外作业,其特殊的工作环境和较大的工作区域使农用自行走机械的研究有着广阔的前景。为此笔者研制了沿垄栽作物行自动行走机械的视觉系统和采用神经网络控制方向的行走控制系统。

1 系统构成

考虑到田间垄的颜色一般与作物行区别较大,类似于地面涂线,机器人田间作业时可将其作为行走路线;故实验装置采用地面涂线的视觉引导方式,用 CCD 摄像机摄取行走路线构成视觉系统^[1];同时由于神经网络具有学习和并行处理能力,故采用其控制算法以达到无人驾驶机械自动行走的目的。系统构成见图 1。

收稿日期:1997-11-19

①王 库,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)105 信箱,100083

2 系统工作原理

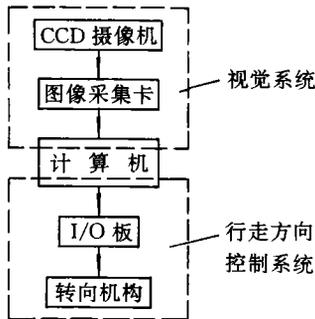


图1 系统构成

图2为小车行走轨迹示意图,示出小车行走至点O时的状态。 y 轴方向为小车当前行走方向, IJK 为小车规定行走轨迹,矩形 $abcd$ 为摄像机当前摄取图像, JA 一段为实际摄取的下一步行走的目标轨迹。由图可见,要使小车回到正确的轨迹上,必须使其向点 A (目的点)方向前进,即小车的偏转角为 θ ,此角由神经网络根据轨迹特征给出。

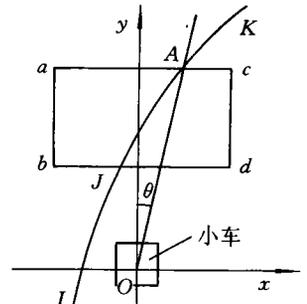


图2 小车行走轨迹

如果小车从当前位置按原方向一直行进至点 A 再寻求下一步行走轨迹,则此时它的运行方向与轨迹偏差太大,可能导致彻底失去轨迹使行走失败。所以在小车运行过程中,采用定时器控制定时采集轨迹图像,修正小车行走方向。根据上面分析确定本系统的工作流程。

3 视觉系统

视觉系统主要完成实时采集、处理图像并输出轨迹特征的任务。经CCD摄像机摄入的黑白图像信号为模拟量,经图像采集卡处理转换为数字量,它包含了图像大小(256×256)和各像素点的灰度值($0 \sim 255$)等信息。视觉系统要从中找出代表轨迹特征的像素点。由于轨迹与背景的灰度值差别较大,可先找出区别轨迹与背景的灰度值即阈值,从而找出轨迹。实验中采用了灰度直方图法^[2],结果表明这种方法对图像具有较好的处理效果,且处理速度较快。在芯片为486 DX80 MHz、内存为8 M的计算机上处理1幅实际运行时的轨迹图像仅需0.38 s。轨迹图像处理完后,即可提取轨迹特征。图3示出一处理后的轨迹特征。从第1行开始,每隔20行取1个轨迹的边缘点,取6个点即可。这6个点代表了轨迹的状态特征,同时用第1行的轨迹边缘点代表偏转特征。所提取的轨迹特征将用于控制系统的学习和自行走过程。

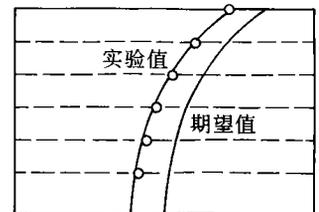


图3 处理后的轨迹特征

4 控制系统

神经网络的学习过程对本系统尤为重要,它包括如下3个部分。1)建立神经网络模型。本系统采用2个BP网络即Normal网和Direct网,前者用来判断系统状态是否正常,后者用来确定偏转方向和偏转角。网络结构如图4所示。2)提供样本。构造不同类型的轨迹图像,视觉系统分别处理后,获得其状态特征,同时人为提供与该状态特征对应的状态,即构成一个Normal网的学习样本。同时获得偏转特征,提供对应该偏转特征的偏转方向和偏转角,构成一个Direct网的学习样本。对若干幅不同图像进行类似操作后,就构成了Normal网和Direct网的学习样本库。3)自学习过程。给神经网络提供一个样本的输入部分,要求网络调节所有神经元间连接的权系数和各神经元的阈值,以保证在输出层神经元上得到需要的理想输出。网络完成

1次这种调节后,即再提供一个样本,直到网络输出满足所有样本的误差要求为止。通过学习,所有信息都储存在神经元间连接的权系数上。神经网络完成学习后,就可以根据轨迹特征自动完成系统的状态判断和偏转输出。

本系统采用步进电机来实现小车的转向。在系统正常状态下,神经网络输出的转角代表了驱动步进电机的脉冲数,输出的转向则通过控制步进电机的正反转来实现,再辅助以其他机械结构就可实现对小车行走的控制。

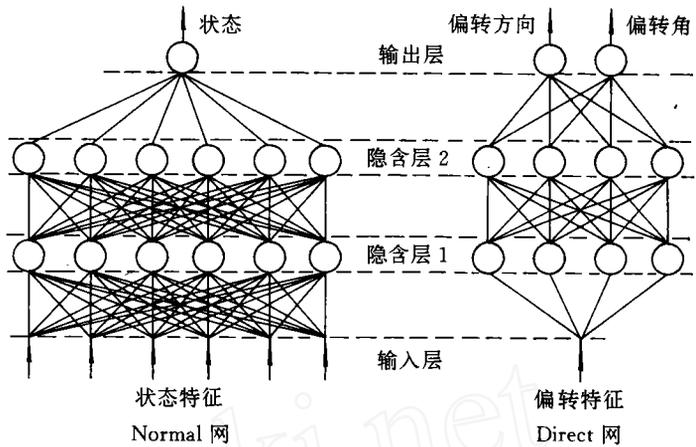


图4 神经网络结构

5 实验结果

系统各部分设计调试完毕后,需进行整个系统的实验调试以验证该系统的可行性。

选择一块较平整的水泥地面作为实验场地,用白色胶皮电线模拟各种轨迹。对大部分模拟

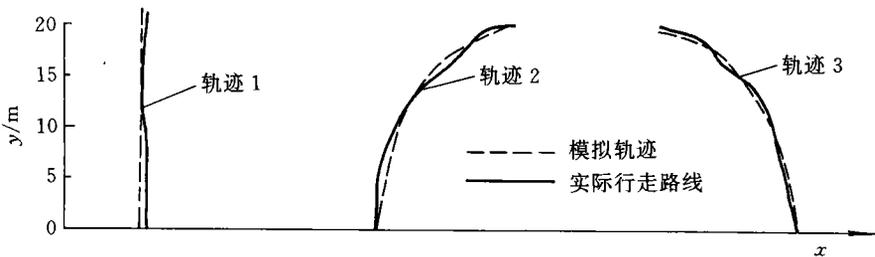


图5 小车运行轨迹

轨迹都取得了较好的实验效果,图5示出部分实验结果。小车实际行走路线与目标路线最大偏差为 3° ,当行走速度为 $0.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,最长可在1s内返回到目标路线上。有些情况下小车的自行走会失败,其主要原因为:小车的最大转角受机械结构的限制,对于曲率较大的轨迹曲线,小车易失去轨迹;同时,背景对轨迹的干扰太大,使视觉系统无法识别正确的轨迹特征。

实验结果表明,自动行走机械在最大转角不超过 25° 的情况下采用笔者研究的控制方法是切实可行的。

参 考 文 献

- 1 端俊一,韦学军,高井宗宏,等.一次元イメヘジ°セソサを使用した作物列セソサ(第3报).農業機械学会誌,1992,54(4):11~18
- 2 王积分,张新荣.计算机图像识别.北京:中国铁道出版社,1998.78~80