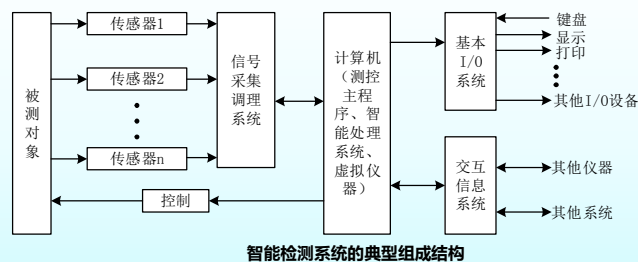


第 10 章

智能检测技术

10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统



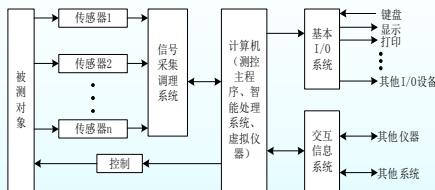
组成

- 传感器、信号采集调理系统、计算机、基本I/O系统、交互通信系统、控制系统等

10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统

- 传感器：智能检测系统的**信息来源**，是能够感受规定的**被测量**，并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置



- 信号采集调理系统：接收和采集来自传感器的信号，经过计算分析、判断处理，输出相应信号给计算机

硬件：前置放大器、抗混叠低通滤波器、采样/保持器和多路模拟开关、程控放大器、A/D转化器等

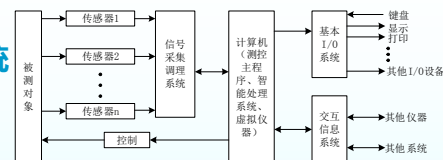
10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统

- 信号采集调理系统：

模拟量输入：检测系统中最常用、最复杂的输入，被测信号经传感器获取后变成**电信号**，再经信号采集调理系统输入计算机，信号调理系统对输入信号进行**放大、滤波、非线性补偿、阻抗匹配**等功能性调节

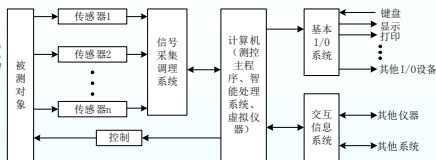
数字量输入：采集**状态信号**，组成字节或字的形式送入计算机，由于数字信号可能存在**瞬时高压、过电压、噪声及触点抖动**，因此数字输入电路通常包括**信号转换、滤波、过压保护、电隔离及消除抖动**等电路，以排除这些影响。



10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统

- 计算机：智能检测系统的核心，对系统起**监督、管理、控制**作用，进行复杂信号处理、控制决策、产生特殊的检测信号、控制检测全过程。
- 利用计算机强大的**信息处理**和**高速运算能力**，实现**命令识别、逻辑判断、非线性误差修正、系统动态特性的自校正、自学习、自适应、自诊断、自组织**等功能。
- 智能处理系统通过**机器学习、人工神经网络、数据挖掘**等人工智能方法，实现环境识别处理和信息融合，从而达到高级智能化水平。

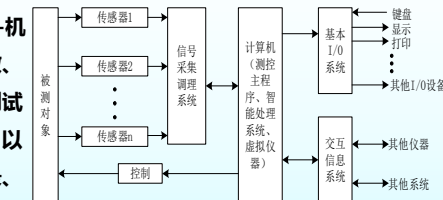


10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统

- 基本I/O系统：用于实现人-机对话、输入或修改系统参数、改变系统工作状态、输出测试结果、动态显示测控过程、以多种形式输出、显示、记录、报警等功能。

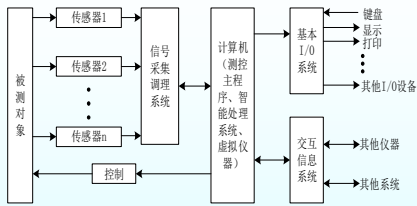
- 交互通信系统：实现与其他仪器仪表、系统的**通信与互联**，可根据实际问题需求灵活构造规模和用途不同的智能检测系统，如分布式测控系统、集散型测控系统等。通信接口的结构及设计方法，与采用的总线技术、总线规范有关。



10.1 智能检测系统

10.1.1 智能检测系统

• **控制系统**：控制系统实现对**被测对象**、**被测组件**、**测试信号发生器**以及**系统本身**和**测试操作**过程的自动控制



• **通信接口**：根据实际需要，系统中存在各种形式的大量接口，其作用是完成所联接的设备之间信号的**转换**（如信号功率匹配、阻抗匹配、电平转换和匹配）和**交换**、**传输**（如控制命令、状态-数据信号、寻址信号等）、**获取**、**缓冲**或**锁存**，以增强智能检测系统的功能。

10.1 智能检测系统

10.1.2 智能检测系统中的传感器

智能传感器

- 智能传感器集成了微处理机，具有**检测**、**判断**、**信息处理**、**信息记忆**、**逻辑思维**等功能。
- 主要由传感器、微处理器及相关电路组成。
- 微处理器能按照给定的程序对传感器实施软件控制，把传感器从单功能变成多功能，具有**自诊断**、**自校准**、**自适应**性功能，能够自动采集数据，并对数据进行预处理，能够**自动检验**、**自选量程**、**自寻故障**等。

10.1 智能检测系统

10.1.2 智能检测系统中的传感器

智能传感器特点

- 扩展了测量范围和功能，组态功能可实现多传感器多参数综合测量。
- 具有**逻辑判断**、信息处理功能，可对检测数值进行分析、修正和误差补偿，大大提高测量精度。
- 具有**自诊断**、**自校准**、**自适应**以及数据存储功能，能够进行选择测量，排除外界干扰，提高测量的**稳定性**和**可靠性**。
- 相同精度需求下，多功能智能传感器与单功能普通传感器相比，性价比明显提高。
- 具有数据通信接口，能够直接将数据送入远地计算机处理，具有多种数据输入形式，适配各种应用系统。

10.1 智能检测系统

10.1.2 智能检测系统中的传感器

智能传感器特点

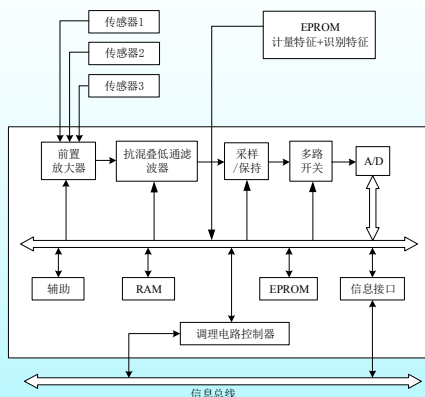
- 智能传感器是**微电子**、**计算机**和**自动测试**等技术的结晶
- 特点：能输出测量数据及相关控制量，适配各种微控制器。
- 硬件基础上通过软件实现测试功能，软件在智能传感器中占据主要地位，通过各种软件管理和调节测量过程，使之工作在最佳状态，处理和存储各种测量数据，提高传感器性能指标。
- 智能传感器智能化程度与软件开发水平成正比，软件能够实现硬件难以实现的功能，以软件代替部分硬件，降低传感器制造难度。

10.1 智能检测系统

10.1.3 智能检测系统中的硬件

智能检测系统硬件

- 传感器
- 前置放大器
- 抗混叠低通滤波器
- 采样/保持器和多路开关
- A/D转换器
- RAM
- EPROM
- 调理电路控制器
- 信息总线



10.1 智能检测系统

10.1.3 智能检测系统中的硬件

智能检测系统硬件——前置放大器

- 作用：将来自传感器的低电压信号放大到系统所要求的电压，可以提高系统的信噪比，减少外界干扰的影响。

智能检测系统硬件——抗混叠低通滤波器

- 用以滤除信号中的**高频分量**。根据采样定理，采样速率小于有用信号频带上限频率的2倍时，采样信号频谱产生频谱重叠现象，造成信号失真。
- 一般采用抗混叠滤波器滤除采样频率大于最高频率3~5倍的高频分量
- 作用：将来自传感器的低电压信号放大到系统所要求的电压，可以提高信噪比，减少外界干扰的影响。

10.1 智能检测系统

10.1.3 智能检测系统中的硬件

智能检测系统硬件——A/D转换器

- 主要有：逐次比较式、双积分式和 Σ - Δ 式
- 逐次比较式：精度、速度和价格适中，是最常用的A/D转换器。
- 双积分式：精度高、抗干扰性好、价格低廉，与逐次比较式A/D转换器相比，转换速度较慢，广泛应用于单片机领域。
- Σ - Δ 式：具有上述转换器双重优点。工业现场串模干扰抑制力强，转换速度比双积分式更快；信噪比，分辨率高，线性度优于逐次比较式，不需要采样保持电路。 Σ - Δ 式逐渐得到重视，有多种芯片可选用。
- A/D转换器按照输出数字量的有效位数分为：4位、8位、10位、12位、14位、16位并行输出以及BCD码输出的3位半、4位半、5位半等。

10.1 智能检测系统

10.1.3 智能检测系统中的硬件

智能检测系统硬件——采样/保持器

- A/D转换器完成一次完整的转换过程是需要时间的，因此对变化较快的模拟信号来说，如果不采取措施，将引起转换误差。为此，在A/D转换器之前需要接入一个采样/保持器。
- 在通道切换前，使其处于采样状态，在切换后的A/D转换周期内使其保持状态，以保证在A/D转换期间输入到A/D的信号不变。
- 目前有不少A/D转换芯片内部集成了采样/保持器。

10.1 智能检测系统

10.1.3 智能检测系统中的硬件

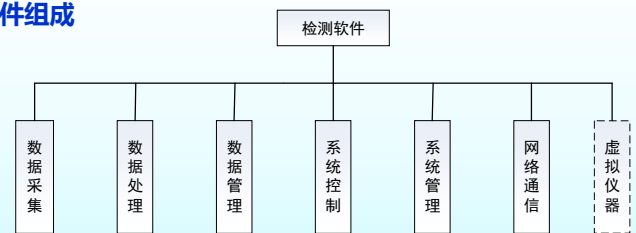
智能检测系统硬件——调理电路控制器

- 调理电路控制器是智能检测系统的控制中枢
- 计算机是系统中的决策中枢
- 调理电路控制器接收来自计算机的控制信息并通过信息总线 and 接口向系统中的各个功能模块发出控制命令
- A/D转换器的输出数据也通过信息总线 and 接口实时地传输到计算机中

10.1 智能检测系统

10.1.4 智能检测系统中的软件

软件组成



- 智能检测系统软件取决于系统的硬件支持和检测功能的复杂程度。
- 智能检测系统软件按功能一般可包括**数据采集、数据处理、数据管理、系统控制、系统管理、网络通信、虚拟仪器**等。

10.1 智能检测系统

10.1.4 智能检测系统中的软件

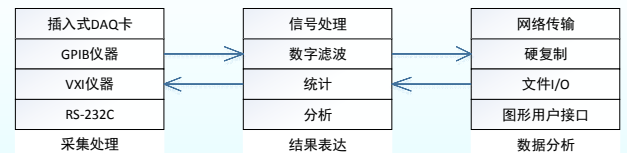
软件组成

- 数据采集：初始化系统、获取信号与采集数据等功能，将所需的数据参数提取至检测系统中。
- 数据处理：将数据进行**实时分析、信号处理、识别分类**。包括**数字滤波、去噪、回归分析、统计分析、特征提取、智能识别、几何建模与仿真**等功能。
- 数据管理：数据显示、打印、转储、回放；查询、浏览、更改、删除。
- 系统控制：根据预定策略通过参数设置实现控制。复杂度取决于控制任务。按设定性质分为**恒值调节、伺服控制和程序控制**三类。常见控制策略有**程序、PID、前馈、最优与自适应**等。
- 系统管理：包括**系统配置、系统功能测试诊断、传感器标定校准**等。系统配置软件检查硬件环境的一致性，建立逻辑-物理通道映射关系，生成系统硬件配置表。

10.1 智能检测系统

10.1.4 智能检测系统中的软件

虚拟仪器



- 随着计算机技术发展，传统仪器开始向计算机化方向发展。
- 以计算机为核心，软件与测试结合，产生了虚拟仪器。美国NI公司(National Instruments)上世纪80年代提出虚拟仪器(Virtual Instrument, VI. **LabVIEW**)概念
- 通过应用程序，结合计算机与功能硬件，用户可通过**图形界面**操作计算机，**自行定义操作、自己设计仪器，完成数据采集、分析、判断、显示和存储**等。
- 三大功能模块：数据采集、数据分析处理、显示结果。
- 以透明方式把计算机资源和仪器硬件的测试能力结合，实现仪器的功能运作。

10.1 智能检测系统

10.1.4 智能检测系统中的软件

虚拟仪器优点

- 性价比高：基于通用 PC 机的VI和仪器集成系统，可实现多种仪器共享计算机资源，增强仪器功能，降低仪器成本。
- 开放系统：用户能根据测控任务，设计组成、扩充和升级仪器或系统。配置新的测试功能，无需改变硬件，只需重新配置模块化软件包，便可构成新的仪器。
- 智能化程度高：VI是基于计算机的仪器，其软件具有强大的分析、计算、逻辑判断功能，可以在计算机上建立一个智能专家系统。
- 使用简便：数台仪器及功能显示于VI面板，用鼠标即可完成操作，人机界面友好。仪器功能选择、参数设置、数据处理、结果显示等均能通过对话进行。
- 使用VI可以随时获得计算机给予的帮助提示信息。

10.2 智能检测方法

10.2.1 基于支持向量机的智能检测

基本思想

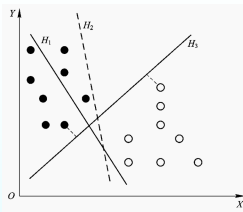
- 对检测样本数据进行训练并寻找规律，利用规律预测输出或者无法观测的数据。
- 传统统计学：研究样本趋于无穷大时的极限特征。
- 传感器检测样本数有限，需要能很好处理小数据样本的统计学方法。
- Vapnik等根据统计学理论中结构最小风险化原则提出支持向量机 (Support Vector Machines, SVM)。
- SVM有严格数学理论、直观几何解释和良好泛化能力，精于处理小样本数据，由有限的数据集中获得判断函数对独立的测试集仍然能够得到较小的误差。
- 与另一种主流方法神经网络相比，SVM避免了局部最优解和拓扑结构难以确定的问题，有效克服维度灾难，被逐渐应用到智能检测、信号处理等领域。

10.2 智能检测方法

10.2.1 基于支持向量机的智能检测

基本思想

- SVM由线性可分情况下的最优分类面发展而来，其划分超平面将两类数据分开所示说明。
- 图中实心圆和空心圆代表两类数据样本。
- 直观上， H_2 和 H_3 可以将两类数据样本正确分开，但是 H_2 只有很小的间隔， H_3 以最大的间隔将其分开， H_3 的分类效果最好。
- 在寻找最优超平面时，首先要做到使不同的数据样本正确分开，使训练错误率达到最小，保证经验风险最小，其次要做到使分类间隔最大，保证置信范围最小，从而使真实风险最小。
- 这样的超平面所产生的分类结果最鲁棒，对未见样本泛化能力最强，对训练样本局部扰动产生的影响最小



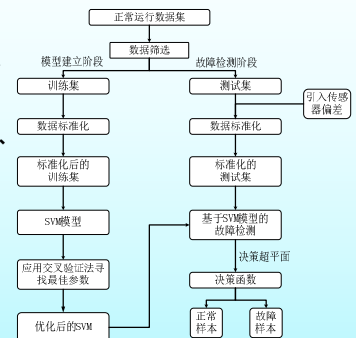
10.2 智能检测方法

10.2.1 基于支持向量机的智能检测

基于支持向量机的传感器故障检测—模型建立阶段和故障检测阶段

模型建立阶段

- 建立包含故障样本和正常样本的训练集；
- 对训练集进行标准化处理（含传信号AD转化、单位化、滤波降噪、坐标化等）
- 将标准化后的数据输入SVM进行训练；
- 用交叉验证法寻找最优参数；
- 基于最优参数建立最优SVM模型。



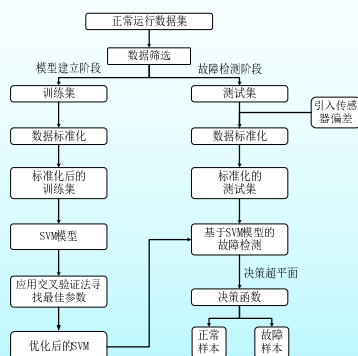
10.2 智能检测方法

10.2.1 基于支持向量机的智能检测

基于支持向量机的传感器故障检测—模型建立阶段和故障检测阶段

故障检测阶段

- 在测试集中引入包含传感器偏差量
- 对融合的测试集进行训练集标准化处理
- 根据最优SVM模型建立故障检测系统
- 将标准化后的测试集输入故障检测系统
- 由SVM数学特征求出超平面和决策函数
- 根据决策函数划分故障样本与正常样本



10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 神经网络技术上世纪80年代中期迅速发展和崛起的研究领域

——当今研究热点

- 理论、模型、实现和应用等各个方面，已经取得较大成果
- 神经网络技术在信号处理领域中的应用更引人注目
- 在目标识别、图象处理、语音识别、自动控制、通信等方面应用极为广阔并可望取得重大突破

10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 在信号处理领域，信号的检测、识别、变换、滤波、建模与参数估计，都采用数字计算机，计算上基于串行及程序的原理和特征，在信号处理中很难发挥作用。
- 在信号检测、估计与滤波中，要求的最优处理与需要的运算量之间存在着很大矛盾，要达到最优处理性能，计算量大到不可接受。
- 神经网络技术来源于人脑信息处理研究成果。
- 利用神经网络的高度并行运算能力，实现难以用数字计算机实现的最优信号处理
- 神经网络不仅是信号处理的有效工具，也是一种新的方法论。

10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 智能检测也广泛开展了对神经网络的深入研究
- 主要应用：实时控制、故障诊断、参数估计、传感器模型、模式识别与分类、环境监测与治理、光谱与化学分析等。
- 实际系统中，传感器的输出特性不仅是目标参量的函数，它还受环境参量的影响；
- 参量之间常常存在交互作用，使得传感器输出大多为非线性并存在静态误差，从而影响测量精度。

10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 为提高传感器稳定性，消除非目标参量对传感器输入-输出特性影响，减小传感器静态误差
- 通常利用多传感器进行数据融合
- 多元回归分析法与神经网络法是两种主流的数据融合方法。
- 多元回归分析法通过建立包括待消除的非目标参量在内的函数解析式，消除非目标参量对传感器的影响

10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 该方法存在两个局限性：
 - ①该方法需建立严格的包括非目标参量在内的函数解析式；
 - ②该方法在求解时，方程为多维矩阵，方程可能为病态方程。
- 神经网络法同样是为了消除非目标参量的影响，建模时需要检测这些非目标参量，进行多变量标定实验以获得学习样本；
- 神经网络法不需要建立精确的数学模型，其非线性映射能力能满足传感器非线性输出的特性要求。

10.2 智能检测方法

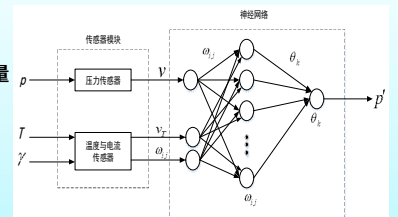
10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 以受两个环境变量（工作温度及电流波动）影响的压力传感器为例
- 介绍基于神经网络法的多传感器数据融合技术的智能压力检测方法
- 利用压力、温度、电流3种传感器，采用神经网络理论对传感器的数据进行融合处理，通过分析3种传感器提供的信息来建立样本进行学习和训练，消除温度变化和电流波动对传感器的影响，提高传感器对压力参量的测量准确度。

10.2 智能检测方法

10.2.2 基于神经网络的智能检测

- 传感器模块中包含有3个传感器：
- 主传感器：压力传感器，用来测量被测压力 P （目标参量），输出电压信号为 v ；
- 辅助传感器：即温度与电流传感器，用来监测非目标参量温度与电流
- 输出电压信号分别为 u_1 和 u_2
- u 、 u_1 和 u_2 作为神经网络模块的输入量
- p' 为误差修正后压力传感器的输出
- w_{ij} 为输入层和中间层间的连接权值
- T_{ki} 为中间层和输出层间的连接权值
- φ_i 、 φ_k 分别为中间层和输出层的节点阈值



10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 深度学习（Deep Learning, DL）是机器学习的分支，是一种以人工神经网络为架构，对数据进行表征学习的算法。
- 观测值（例如一幅图像）可以使用多种方式表示，如每个像素强度值的向量，或者更抽象地表示成一系列边、特定形状的区域等，而使用某些特定的表示方法更容易从实例中学习任务（例如，人脸识别或面部表情识别）。
- 云计算、大数据时代的到来，强大的计算机算力解决了深度学习训练效率低的问题，训练数据的大幅增加则降低过拟合风险
- 深度学习受到人们的关注，并且在**智能检测**、**图像处理**等方面具有优越性能

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 典型深度学习模型是**深层神经网络**。
- **深度置信网络（Deep Belief Network, DBN）**
- **深度卷积神经网络（Deep Convolutional Neural Networks, DCNN）**
- 深度神经网络能够为复杂非线性系统提供建模
- 多出的层次为模型提供了更高的抽象层次，因而提高了模型能力。
- 深度神经网络通常都是前馈神经网络
- 有语言建模等方面的研究将其拓展到循环神经网络。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 对神经网络模型，提高容量的简单办法是增加隐层数目
- 隐层增加会增加神经元连接权、阈值等参数
- 增加了拥有激活函数的神经元数目和激活函数嵌套的层数。
- 深层神经网络很难直接用经典算法（例如标准BP算法）训练，因为误差在多隐层内逆传播时，往往会“发散”（Diverge），使输出不能稳定收敛。
- 卷积神经网络（Convolution Neural Network, CNN）等深度神经网络通常会使用一些方法来避免出现上述问题。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

无监督逐层训练（Unsupervised Layer-wise Training）

- 每次训练一层隐结点，训练时将上一层隐结点的输出作为输入，而本层隐结点的输出作为下一层隐结点的输入，这一过程称为“预训练”（Pre-training）；
- 在预训练全部完成后，再对整个网络进行“微调”（Fine-tuning）训练。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

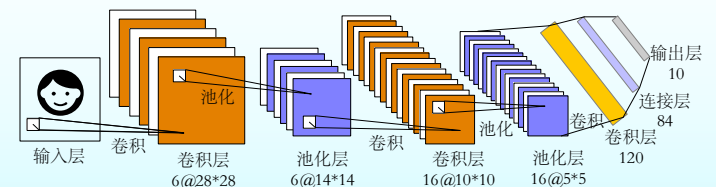
权共享（Weight Sharig）

- 即让一组神经元使用相同的连接权。
- 复合多个“卷积层”和“采样层”对输入信号进行加工
- 然后在连接层实现与输出目标之间的映射
- 每一个卷积层都包含多个卷积映射（Feature Map）
- 每个映射是由多个神经元构成的“平面”

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

权共享（Weight Sharig）

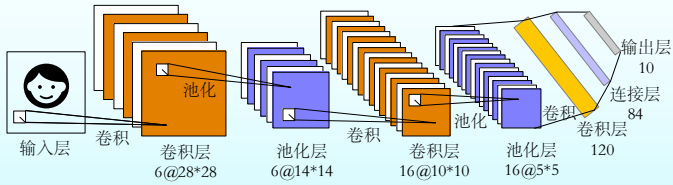


- 图中第一个卷积层由6个特征映射构成，每个特征映射是一个 28×28 的神经元阵列，其中每个神经元通过卷积滤波器提取局部特征。
- 采样层亦称为“池化”层(Pooling)或“汇合”层，作用是基于局部相关性原理进行亚采样，减少数据量且保留有用信息，通常的操作为“平均”或“最大”。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

权共享 (Weight Sharig)

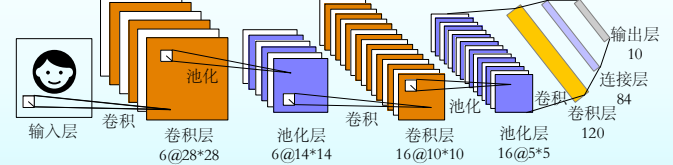


- 图中第一个池化层有6个 14×14 的特征映射，其中每个神经元与上一层中对应特征映射的 2×2 邻域相连，并据此计算输出。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

权共享 (Weight Sharig)



- 通过复合卷积层与池化层，将原始图像映射为120维特征向量，最后通过一个由84个神经元构成的连接层和输出层连接完成检测任务。
- CNN可用BP算法训练，训练中，卷积层和采样层，其每一组神经元（即图中的每个“平面”）都具有相同的连接权，从而大幅减少需要训练的参数数目。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 采用多隐层堆叠、每层对上一层的输出进行处理的机制的深层神经网络，是在对输入信号进行逐层加工，将初始的、与输出目标之间联系不太密切的输入表示，转化成与输出目标联系更密切的表示，使得普通神经网络基于最后一层输出映射难以完成的任务成为可能。
- 通过多层处理，逐渐将初始的“低层”特征表示转化为“高层”特征表示后，用“简单模型”即可完成复杂的分类等学习任务。由此可将深度学习理解为进行“特征学习” (Feature Learning) 或“表示学习” (Representation Learning)。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 深度学习逐渐取代“人工特征+机器学习”，得益于互联网和大量训练数据获取
- 分布式和高性能计算技术带来的算力提升大幅缩短了神经网络模型训练耗时以及算法领域提出了一些适合深层神经网络训练的技巧（例如Relu激活函数、全局平均池化层等降低模型训练难度、防止过拟合的技术）
- 深度学习目前已逐渐成为主流图像检测方法。
- 随着深度学习技术的兴起，智能检测任务的准确率得到很大提高。
- 在计算机视觉领域，卷积神经网络取得了良好的性能。
- DL技术的问题是需要大量训练数据，数据越多，神经网络层次越深，性能越好。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

- 基于深度学习的传感器信号智能检测技术在我们身边随处可见：

CCD人脸检测

停车场车牌检测

自动解析用于构建人脑三维图的显微镜图像

AI回复与语音检测

围棋竞赛的狗等等

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

基于改进Lenet-5深度卷积神经网络检测车牌的方法

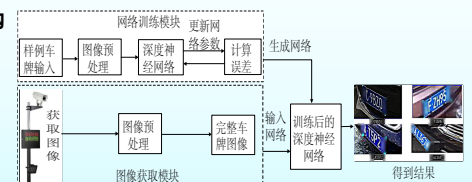
- 主要包含七个层级结构

全连接层一个

输出层一个

卷积层三个

采样层两个

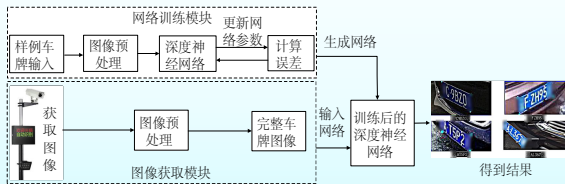


- 首先，在图像检测领域，该网络有着非常高的准确性
- 其次，在相同硬件条件下，该网络可以有着较快的运行速度。
- 最后，可以很容易地训练检测新的字符样式和字体，检测精度不易受到分辨率较低以及其他外部环境导致的图像模糊的干扰。

10.2 智能检测方法

10.2.3 基于深度学习的智能检测

基于改进Lenet-5深度卷积神经网络检测车牌的方法



- 训练网络中，通常将图像进行像素归一化后输入神经网络进行迭代训练
- 每次训练中，通过分析损失曲线和准确率曲线，改变超参数（非学习参数，如：基学习率和正则化），优化下一次训练迭代。
- 当损失达到期望值后，可以将该模型应用于摄像头传感器的智能检测中，

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

- 上个世纪60年代，已实现数字式数据采集。
- 能够适应动态按需分析数据的结构化查询语言迅速发展起来
- 信息时代，计算机软件、硬件的快速发展使数据采集和数据存储成为可能
- 计算机和服务器中的文件及数据海量增加，数据仅很少被有效使用。
- 数据丰富而知识匮乏，亟需从海量数据中自动高效提取有用知识的技术
- 数据挖掘技术结合传统数据分析和海量数据处理复杂算法，高效提取有用信息。

10.2 智能检测方法

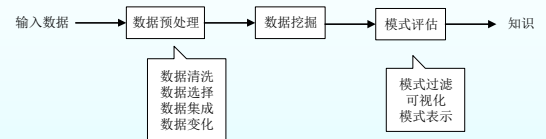
10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

- 数据挖掘技术（Data Mining，DM）亦称从数据库中发现知识（Knowledge Discovery in Databases，KDD）
- 定义：从数据库中发现潜在的、隐含的、先前不知道的有用的信息。
或从大量数据中发现正确、新颖、潜在有用、并能够被理解的知识过程。
- KDD侧重于目的和结果，是将未加工的数据转换为有用信息的全过程，DM侧重于处理过程和方法，KDD通过特定的算法在可接受的计算效率限制内生成特定模式的步骤。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

数据库知识发现过程步骤



- 数据预处理：将输入数据转换成适合分析的形式。清洗不一致和噪声数据；多种数据源集成组合在一起；从数据库中抽取与挖掘任务关联数据集；变换规范数据形式。数据形式多样，预处理费力、耗时。
- 数据挖掘：最基本、最重要步骤，使用智能方法，自动高效地发现有用知识。
- 模式评估：根据评价标准，确保有效和有用挖掘结果集成到专家系统中。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

- 数据挖掘作为发现知识过程中最基本、最重要的步骤，涵盖多学科领域知识。
- 数据挖掘截取了多年数理统计、人工智能以及知识工程等多领域研究成果，已构建理论体系
- 可以集成数据库、人工智能、数理统计、可视化、并行计算机技术等。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

数据挖掘方法

- 预测建模方法：包括**分类**和**回归**两类
- 分类：对新的数据推广到已知结构的任务
- 回归：试图找到能够以最小误差对该数据建模的函数。例如决策树、神经网络、最近邻分类等。
- 关联分析方法：发现隐藏在不同数据之间的相互关系，用以提示此事件和彼事件之间的联系，例如：Apriori、DHP、DIC等算法。
- 聚类分析方法：在未知数据的结构下，发现数据的类别与结构。可以发现数据的分布模式以及可能的数据属性之间的相互关系，例如划分法、层次法、基于网格法、基于密度法等。算法的选择由数据类型、聚类目的和应用而决定。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

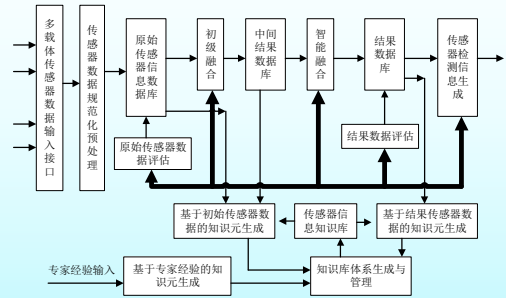
数据挖掘方法

- 异常检测方法：异常检测也称偏差检测，是为了发现与其他大部分数据点不同的数据点。例如基于邻近度法、基于模型法等。
- Web页挖掘：从互联网的海量信息中提取各种有用模式和数据。企业通过Web页挖掘，分析用户访问网站的模式，发现与经营相关的社会环境信息、市场信息、竞争对手信息、客户信息等，及时对外部挑战和内部经营做出反馈和决策，以最佳方式解决面临的危机和潜在问题。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

基于数据挖掘的智能检测



- 传感器使用中，电子元器件老化会导致测量和数据采集时的准确度和精度下降。

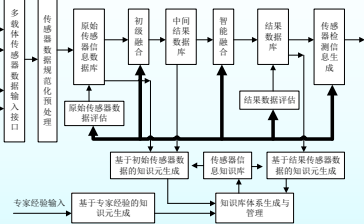
上图是一个基于数据挖掘的传感器信息检测系统的结构图。

10.2 智能检测方法

10.2.4 基于数据挖掘的智能检测

基于数据挖掘的智能检测

- 多载体传感器数据输入接口。
- 数据规范化预处理
- 原始传感器数据质量评估
- 初级融合处理，提供中间结果数据。
- 智能融合处理，在知识库的支持下对中间结果进行综合分析处理
- 结果数据的质量评估
- 基于专家经验的知识元生成，为传感器知识的框架结构提供素材。
- 传感器检测信息生成是最终得出的传感器检测结果。



10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

- 世界多样性使单一传感器不能全面感知和认识自然界，多传感器及其数据融合技术应运而生。
- 传感器信息形式、信息容量及信息处理速度的多样性，需要新的技术对传感器带来的过多的信息进行消化、解释和评估
- 1986年，美国国防部JDL的数据融合小组（Joint Directors of Laboratories Data Fusion Working Group）认为：多传感器信息融合是一种针对多传感器数据或信息的处理技术，通过数据关联、相关和组合等方式以获得被测对象的信息数据。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

- 信息融合定义：利用不同时间与空间的多传感器信息资源，采用计算机技术对多传感器的观测信息在一定准则下加以自动分析、综合，以获得对被测对象的一致性解释与描述，并进行决策和估计的信息处理过程。
- 多传感器系统是信息融合的硬件基础，多源信息是信息融合的加工对象，协调优化和综合处理是信息融合的核心。

10.2 智能检测方法

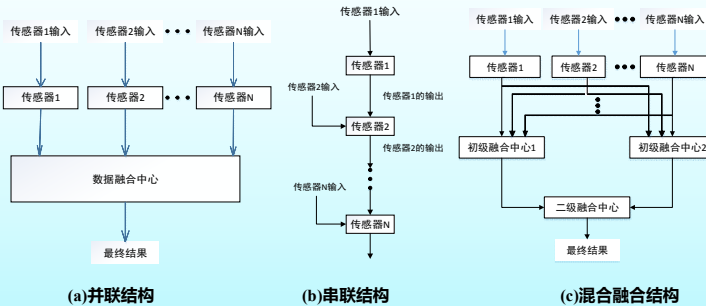
10.2.5 多传感器信息融合

- 基本原理与人脑综合处理信息系统类似，人体通过对各传感器（眼、耳、鼻、四肢）的信息（景物、声音、气味、触觉）组合，使用先验知识估计、理解周围环境和正在发生的事件，由于人类感官具有不同度量特征，因而可以测出不同空间范围内的各种物理现象。
- 多传感器信息融合系统中各传感器的信息可能具有不同特征：实时或非实时、快变或缓变、模糊或者确定、相互支持或互补、也可能互相矛盾或竞争。
- 信息融合利用多个传感器共同或联合操作的优势，更大程度地获得被测目标的信息量，提高传感器系统的有效性。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

信息融合的结构形式



10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

信息融合的结构形式

- **并联融合**：各传感器直接将各自输出信息传输到传感器融合中心，对各信息按适当方法处理后，输出最终结果。联融合的各传感器输出之间互不影响；
- **串联融合**：各传感器既有接收和处理前一级传感器信息的功能，又有信息融合的功能，最后一个传感器综合了所有前级传感器输出的信息，其输出是串联融合系统的结论，因此串联融合中前级传感器的输出对后级传感器输出的影响很大；
- **混合融合**：结合以上两种融合方式，可以是总体串行、局部并行，也可以总体并行、局部串行。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

信息融合按照数据抽象层次分为三级：即像素级融合、特征级融合和决策级融合。

数据抽象层次——像素级融合

- 像素级融合是直接对采集到的原始数据上进行的融合，在各种传感器的原始检测未经处理之前就进行数据的综合分析，这是最低层次的融合。
- 像素级融合通常用于多源图像复合、图像分析和理解；多传感器信息融合的卡尔曼滤波等。
- 像素级融合的主要优点是能保持尽可能多的现场数据，提供其他融合层次所不能提供的细微信息。但其缺点是数据量大、处理代价高、实时性差等。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

信息融合按照数据抽象层次分为三级：即像素级融合、特征级融合和决策级融合。

数据抽象层次——特征级融合

- 特征级融合可划分为目标状态信息融合和目标特性融合两大类
- **目标状态信息融合**：状态信息的融合，用于多传感器状态监测。融合系统首先进行传感器数据预处理以完成特征提取，计算出特性参数（如均值、方差或谱分析参数等），然后进行状态向量估计。
- **目标特性融合**：在特征层联合识别，融合方法是模式识别的相关技术。
- **优点**：实现了信息压缩，有利于实时处理，提取的特征与决策分析有关，融合结果能最大限度给出决策分析所需特征信息。
- **目前**，大多数加工过程状态监测及故障诊断的信息融合研究在该层次上展开。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

信息融合按照数据抽象层次分为三级：即像素级融合、特征级融合和决策级融合。

数据抽象层次——决策级融合

- **特点**：高层次融合，从具体决策问题的需求出发，充分利用特征级融合所提取的测量对象的各类特征信息，直接针对具体决策目标，融合结果直接影响决策水平
- **优点**：融合中心处理代价低，具有较高的灵活性和容错能力；通信量小，抗干扰能力强等。但是，由于要对原传感器信息进行预处理以获得各自的判定结果，所以预处理代价高。

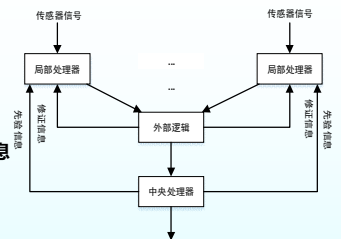
10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

雷达测量信息融合结构

提供目标高度、方位、距离和临近速度等信息

- ①一个中央处理器
- ②一个或多个局部处理器
- ③一个被称做“外部逻辑”的传感器故障检测系统



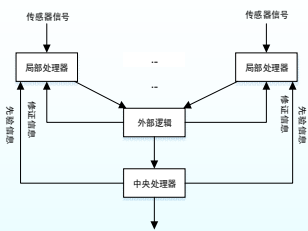
- 该系统能进行局部估算、综合各局部估算值，检查、排除传感器故障。
- 各局部处理器分别处理各个传感器提供的信息，得出一个描述目标在坐标内运动情况的局部状态估算值。
- 从结构上看，各传感器（包括局部处理器）之间并联，属于并联融合结构。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

雷达测量信息融合结构

- 中央处理器主要任务：综合所有测得状态的局部估算值，形成指导性的全局状态估算值。
- 计算过程：
首先，采用一定的融合算法进行处理，再接收并处理来自传感器故障检测系统的有效数据，以坐标形式给出全局状态信息处理结果，结果可能与局部处理器的信息相同，也可能不同。
然后，中央处理器将预先统计的信息反馈给每个局部处理器，这样就在信息融合系统中完成了一个信息流动周期。



10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

雷达测量信息融合结构

- 各传感器都有一个局部处理器，由一个估算器构成，可通过传感器故障检测系统自适应调整。
- 传感器信息融合系统中，有一种传感器故障检测系统。
- 利用中央处理器预先统计信息和传感器探测信息可得出局部状态信息的处理结果，所有局部处理器都采用相同预先统计信息，一个局部处理器出现故障会影响全局；
- 传感器可能出现故障，探测信息可能失真甚至错误，从而降低了局部处理信息的精确性，必要时应对局部处理器的估算器的结构或算法做出适当修正。

10.2 智能检测方法

10.2.5 多传感器信息融合

雷达测量信息融合结构

- 传感器故障检测系统决定局部处理器直接、修正、舍弃，并输入中央处理器的数据。
- 传感器故障一旦被查出，传感器故障检测系统会做出相应的反应。
- 若未检查出传感器故障，测得的所有状态局部估算值就输入中央处理器；
- 局部处理器查出传感器故障，应该先修改对应的局部估算值，然后输入中央处理器。
- 中央处理器融合所有局部估算值，得出全局估算值。

The End