
对智能科学与技术的理解与思考

——从 IoT 产品的角度

姜帆

(南开大学计算机与控制工程学院智能科学与技术专业, 学号 1410715, 天津 300071)

摘要: 作为对专业概论课程的总结, 本文在对智能科学与技术专业知识与技术体系分析与理解的基础上, 具体结合 IoT 产品原型到产品化的基本流程及相关技术问题, 综述智能科学与技术专业知识与技术体系中的一些要素, 从而对本人和其他的本专业新生提供一定的启发。

关键词: 智能科学与技术, 物联网, 知识体系, 技术体系, 原型, 产品化

1 引言

作为一名刚刚进入南开大学半年的智能科学与技术专业的新生, 通过学习专业概论课程和第一学期的其他课程, 参加学校和学院的入学教育、专业教育等, 以及在课余时间自学与专业相关的网络资源和图书资源[1, 2]等, 我对智能科学与技术专业专业知识与技术体系有了一定的认识和理解。

智能科学与技术专业是一个仅有十多年历史的新专业[3], 是不断与时俱进的跨学科交叉专业, 也是典型的理论性与工程性均较强的专业。作为一个有较强理论性要求的专业, 智能科学与技术的知识与技术体系中的核心与基础部分, 可以作为其他相关专业的重要参考与借鉴; 作为一个工科专业, 智能科学与技术并非空中楼阁, 需要与具体的应用领域相结合。

本文正文部分的内容按以下思路展开对智能科学与技术专业理解与认识, 首先从课程结构、教学计划的角度理解专业知识与技术体系, 然后从专业概论中有代表性的专题的理解角度进一步理解专业知识与技术要素, 进而在上述两层次的理解基础上, 具体结合 IoT 产品原型到产品化的基本流程及相关技术问题, 综述智能科学与技术专业知识与技术体系中的一些要素。

需要强调的是, 本文以 IoT 产品为例, 并不是想“跑题”到包括南开大学在内的很多大学所开设的“物联网工程”专业上去, 而是想尝试对智能科学与技术专业如何“落地”(即与具体的应用相结合)进行一些思考。

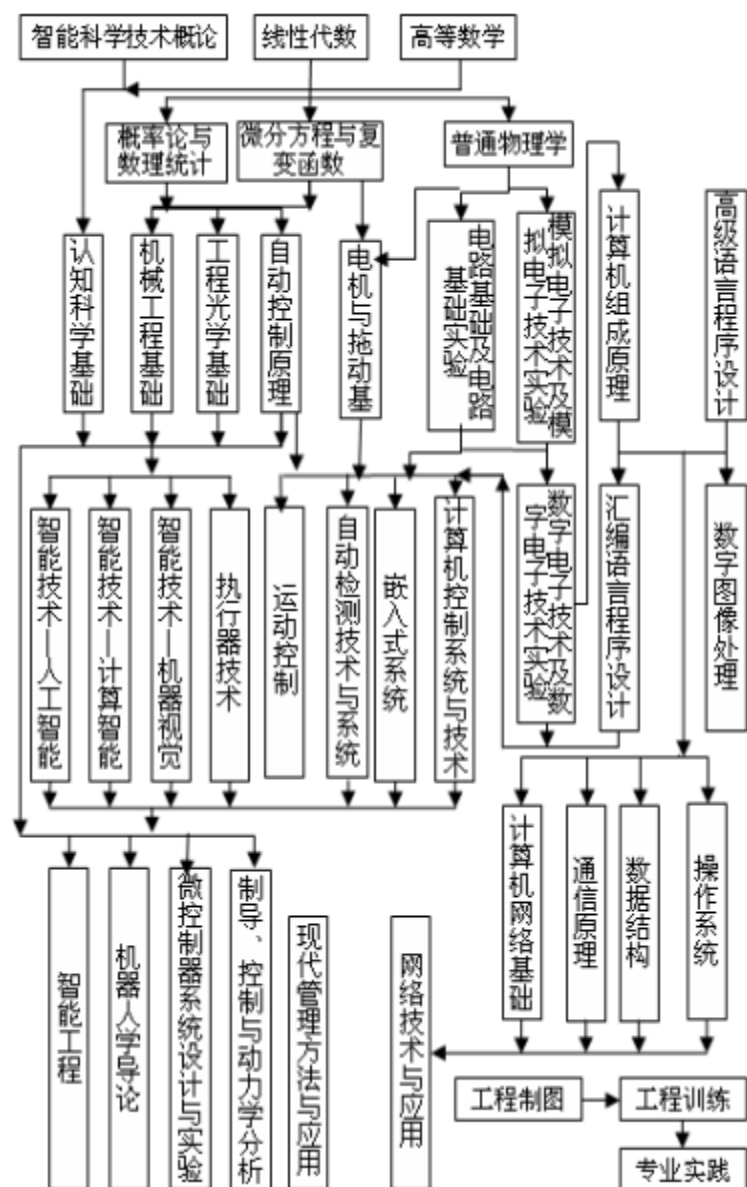
2 从学校教学安排的角度理解专业的知识与技术体系

本部分从课程安排与教学计划, 以及专业概论课程等两个层次, 综述本人对南开大学智能科学与技术专业的理解。

智能科学与技术专业培养掌握计算机、自动化、智能系统、传感信息处理等技术, 具备在信息技术、智能家居、控制工程等领域从事智能信息采集与处理、智能系统设计与集成等方面的研究、开发、管理工作的、具有宽口径知识和较强适应能力及现代科学创新意识的高级技术人才。[4]

2.1 基于专业课程结构和教学计划理解的专业知识和技术体系

南开大学的智能科学与技术专业的课程结构如图 1[5]所示。



该图是对智能科学与技术专业课程体系的一个浓缩，更具体的培养计划如下[6]。

学生应修各类课程学时、学分统计

课程类型	A类	B类	C类	D类	E类	总计
	校公共必修课	院系公共必修课	专业必修课	专业选修课	任选课	
学分数	48	30.5	28.5	28.5	14	149.5
学时数	934	659	450	513	252	2808

课程类型：专业必修课（C类）

课程名称	学时分配			总学时	学分	各学期周学时分配							
	讲授	习题讨论	上机实验			一	二	三	四	五	六	七	八
工程光学基础	54			54	3			3					
自动控制原理	72		18	90	4.5				5				
智能技术 2-1	27		18	45	2				3				
创新研究与训练	18			18	1				3				
机械工程基础	45		18	63	3					4			
智能技术 2-2	54		36	90	4					5			
现代控制论	54			54	3					3			
智能工程	36			36	2						2		
毕业论文					6								#

课程类型：专业选修课（D类）

课程名称	学时分配			总学时	学分	各学期周学时分配							
	讲授	习题讨论	上机实验			一	二	三	四	五	六	七	八
智能科学技术概论	36			36	2	2							
电子测量技术与仪器仪表应用	16			16	0.5		4						
认知科学基础	36			36	2			2					
概率论与数理统计	72			72	4			4					
微分方程与复变函数	54			54	3			3					
数学逻辑	54		48	102	4.5			6					
数据结构	54		30	84	3.5				5				
工程制图	48		24	72	3				4				
计算机组成原理	54		48	102	4.5				6				
电机与拖动基础	54		18	72	3.5				4				
通信原理	64		18	64	4				4				
电子电力技术	32		16	48	2.5				12				
控制系统的可视化编程	32			32	2				8				
AVR 微控制器应用实践	32			32	1				8				
电子电路设计与仿真	32			32	1				8				
模拟电路综合设计及应用	16			16	0.5				4				
微机原理与接口技术	54		48	102	4.5					6			
运动控制	36		18	54	2.5					3			
自动检测技术与系统	36		18	54	2.5					3			
工程训练			36	36	1					2			
有限元方法基础	36		18	54	2.5						3		
计算机网络基础	54			54	3						3		
智能专业实践			36	36	1						2		
执行器技术	36			36	2						2		

机器人学导论	45		18	63	3						5		
计算机控制系统与技术	54			54	3						3		
微控制器系统设计与实验	54		36	90	4						5		
嵌入式系统	54		30	84	3.5						5		
建模与辨识	54			54	3						3		
制导、控制与动力学分析	48		9	57	3						3		
通信原理实验			16	16	0.5						1		
Msp430 单片机原理与应用实践	32		32	1							8		
高级数字电路设计	32		32	1							8		
电子系统专题设计	21		32	1							8		
数字信号处理	54			54	3							3	
数字图象处理	54			54	3							3	
人工智能	54		30	84	3.5							5	

从上述课程安排与课程结构可见，本专业的课程始于数学，物理，电路等基础学科，到与智能科学与技术相关学科的导论和某些应用具体的设计原理，再深入到实际应用的技术与设计等更具有针对性的专业课程，综合了计算机，通信工程，电子信息，自动化等学科的内容，拓宽了智能科学与技术的应用领域，进而展开更全面的教学。

本专业很多学科不仅有对理论知识的传授，还包括上机实验的课时，部分课程的实验课时甚至超过理论课时，这尤其强调了动手实践在本专业中的重要性，让理论在实践中得到印证，对知识的掌握进一步加固。

2.2 从专业概论课程的角度理解的专业知识与技术体系

在短短的 36 学时的课程中，每节课都由不同的老师承担教学任务，对各自研究的与智能科技有关的方向以及未来所讲授的课程进行介绍，综合来说，老师们分别对智能科学与技术的专业概况、基础理论、应用领域、未来发展趋势等多个方面进行了详细地讲授，其中多位专业老师的授课内容给了我很大启示，让我对本专业的学习方向有了比较全面的了解。

下面就其中的三个方向谈谈我的收获和理解。

1. 张建勋老师讲授的智能计算——在处理器及编程中的应用

智能计算是智能科学与技术的重要组成部分，是实现智能科学的工具，打破了传统人工智能精确推理的局限性，主要包括：人工神经网络，模糊集理论与模糊控制，进化计算与遗传算法理论，下面对这三方面进行简要介绍。

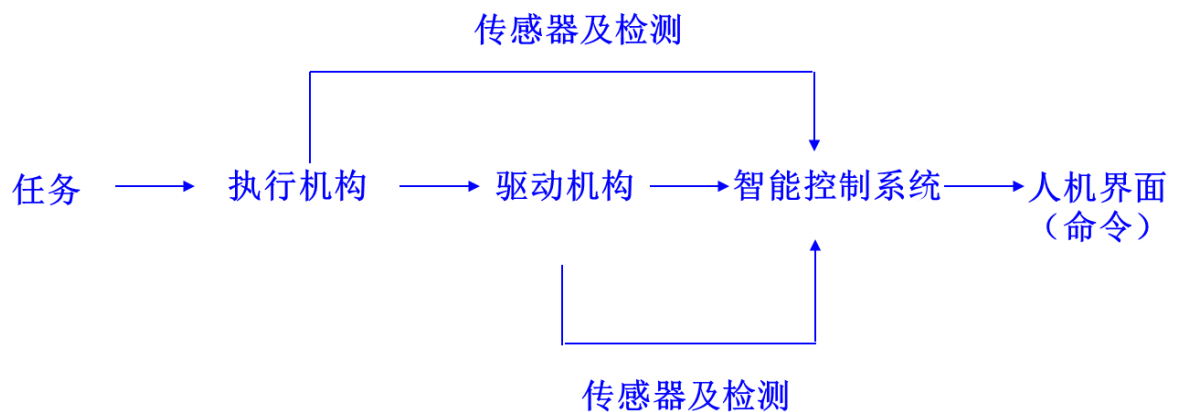
神经网络与模糊控制立足于对人的思维的模拟，它们二者应用的领域因此十分广泛，包括专家系统，模式识别，机器人控制等。

神经网络（Artificial Neural Networks）是一种模仿动物神经网络行为特征，进行分布式并行信息处理的算法数学模型。这种网络依靠系统的复杂程度，通过调整内部大量节点之间相互连接的关系，从而达到处理信息的目的，因而它能够像人脑一样具有自学习和自适应的能力。而且，具有阈值的神经元构成的网络具有更好的性能，可以提高容错性和存储容量。目前，在多种智能控制领域中，最具有实际价值的是模糊逻辑控制，高速微处理器与模糊逻辑控制相结合，通过模糊规则和隶属函数来建立控制系统，让处理器在获取的信息不精确，不完善的情况下仍然可以圆满的完成决策，控制任务。

遗传算法则是一种新兴的全局优化算法，借用了生物遗传学的观点，通过自然选择，遗传，变异等作用机制，实现个体适应性的提高，在优化，搜索以及机器学习等的编程中有着广泛应用。一个典型遗传算法的简要计算过程如下：

- 1) 对待解决的问题进行编码；
 - 2) 随机初始化群体 $X(0) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ；
 - 3) 对当前群体 $X(t)$ 中每个个体 x_i 计算其适应度 $F(x_i)$ ，适应度表示了该个体的性能好坏；
 - 4) 应用选择算子产生中间代 $X_r(t)$ ；
 - 5) 对 $X_r(t)$ 应用其它的算子，产生新一代群体 $X(t+1)$ ，这些算子的目的在于扩展有限个体的覆盖面，体现全局搜索的思想；
 - 6) $t=t+1$ ；如果不满足终止条件继续(3)
2. 李彬老师讲授的智能机械系统

智能机械由五部分组成：原动机部分，执行部分，传动部分，操纵控制部分，传感器与检测部分。智能机械系统的设计过程如下图所示：



下面重点对传感器和执行器进行介绍：

传感器（sensor）及检测技术则是智能科技应用的重点，传感器的集成化，智能化，网络化是传感器发展的主要方向，检测技术逐渐向集成化，组合式，数字化方向发展。智能传感器系统则是在这种大方向下的创新，它具有自检测、自补偿、自校正、自诊断、远程设定、状态组令、信息储存和记忆等功能。与一般传感器相比，智能传感器具有以下三个优点：

- 1) 通过软件技术可实现高精度的信息采集，而且成本低
- 2) 具有一定的编程自动化能力
- 3) 功能多样化

执行器（final controlling element）是自动化技术工具中接收控制信息并对受控对象施加控制作用的装置。执行器也是控制系统正向通路中直接改变操纵变量的仪表，由执行机

构和调节机构组成。很多情况下，可能还需要使用某种器件在真实环境中移动物品，来完成人们所期望的行为。

智能控制系统则广泛应用了智能计算，将传感器获取的信息和机械本身的状态信息通过处理器进行智能处理，然后由执行器接受输出信号并操控变量变化，从而控制驱动机构产生一系列的行为。

3. 代煜老师讲授的认知科学基础——与其它学科交叉的体现

认知科学是当前国际学术界公认的融合技术的四个领域之一，它是多种学科相互交叉，渗透与融合的产物，其中人工智能，认知神经学，认知心理学是主要学科。认知科学的三大发展趋势为：

- (1) 在研究内容上将越来越重视环境对认知能力的影响；
- (2) 在研究层次上将越来越重视多层次的跨学科整合；
- (3) 在研究方法上将越来越注重采用无损性实验技术。

认知科学中与本专业关系最为密切的则是人工智能，它是研究如何用计算机去模拟，延伸和扩展人的智能，综合了计算机科学，心理学，哲学的交叉学科。学习是基本的认知活动，是经验与知识的积累过程，在神经生物学上研究神经网络的结构进而让计算机对其进行模拟，在心理学上研究人在解决问题时如何计划行动、采取措施以及推理等进而提出心理学模型，能够让人工智能更贴切地模拟人类的思维方式。

然而，无论何种智能化产品，没有网络接口，那么版本将永远保持在出厂状态，相应的，制造商也无从获得错误报告的反馈，一个闭塞的系统已经不适合当今的互联网时代。因此，网络通信的内容也是很重要的，这部分在 3.2 将有更为具体的介绍。

3 从 IoT 产品的角度进一步理解专业的知识和技术要素

本部分首先基于我对自学的一套（中英文）的图书[1, 2]的理解，分析 IoT 产品从原型到产品化的基本流程以及相关的核心技术，进而结合第二部分所建立的智能科学与技术的理解，进一步对专业的知识和技术要素进行分析与探索。

3.1 物联网产品实施核心流程分析

以下分析限于嵌入式物联网产品，不适合如城市交通系统之类的大规模监控管理系统。

- (1) 需求分析：现今单一的智能化产品虽然多种多样，但综合来看，以 PC 机，智能手机和平板电脑构成的模式占据了主体。然而人们的视线无法一直停留在它们上，更多的接触是与身边的物体，比如水杯，冰箱，床等等。智能手机的便捷性毋庸置疑，但是它只能以有限的方式如图像，文字，音频来传递信息，我们周遭的物体却有着它不具备的独特的属性，雨伞应在下雨天携带，冰箱里贮藏有食物。因此，首先应找到生活中人们获取信息的不便之处与盲点，可以是对人们记忆的巩固，也可以是对信息的汇总处理与反馈等等。
- (2) 核心组件的设计与制作：物联网分为三个层次：感知层，网络层，应用层，分别对应传感器，网络接口与服务器，执行器与微控制器。感知层上根据需要选择传感器及检测系统，网络层上需要考虑协议，安全加密，联网方式等，应用层上选择微控制器平台，编程语言，提供智能化数据处理。最后将组件集成到 PCB 上或单板上。
- (3) 原型的设计与制作：核心组件需要嵌入合适的物体中，设计物体外观也是必要的一步。初步可以以草图的形式，主体框架构建好后，可以使用 3D 设计软件对细

节进行全面的设计，在考虑美观性的同时，应注意现实世界物理规律的限制。制作上，是选择最简单低廉的瓦楞纸板，可塑粘土，泡沫板，还是选择成本较高，精度大的 3D 打印，数控铣削，激光切割，应根据原型的复杂度，成本限制，精度要求和重复性需求来决定。

- (4) 批量生产与上市：服务器和制作的原型经过测试后，需设计批量生产的细致流程并联系相关工厂完成电路板的制作与装配，外壳的制造，产品的检测等。此外，成本的确定，产品的推广，产品认证等琐碎工作可以交给团队的专人负责。
- (5) 社区和产品维护：产品的推广和用户的反馈可以通过各种社交媒体论坛来完成，围绕产品建立相关社区，有助于建立由当前用户及潜在用户构成的读者群，项目的关注度也会有所增加。

3.2 与 IoT 原型到产品化相关基础专业知识与技术分析

3.2.1 嵌入式装置的原型开发

嵌入式装置的主要组件包括传感器，执行器，微控制器。从电子技术的角度看，原型制作的起点通常是面包板，可以简单地通过将元器件和连线插到面包板上的方式构造电路，下一步则是将各个元器件焊接到万用板上以保证稳固持久的电路连接，接下来将电路构建在 PCB（印制电路板）上，最后对电路板进行测试。前两步是为确定电路的构建方式，第三步则需要更加精细的设计。构建 PCB 的过程如下：

- (1) 设计 PCB：首先选择一款合适的 PCB 设计软件，然后在原理图视图中开始做设计，这时只需按照一定的逻辑布设元器件，建立必要的连接，不必考虑物理空间的放置等问题，原理图设计完毕后，就应进行物理单板的设计，仔细设计元器件的布局，走线的路径，但是需要注意设计中存在一些不能改变的环节如连接器都需要沿着一侧布置，排针的位置要和单板匹配。完成对 PCB 执行设计规则检查后，就可以将 PCB 视图打印出来。
- (2) 制作 PCB：最常用的技术是蚀刻电路板，得到经蚀刻处理的电路板后，在所有安装点或通孔元件所在的位置钻孔。还可以使用数控铣削的方法，它实际上围绕每条走线的边界铣出一条通道，将走线和铜箔的其他部分隔离开来。在批量制作 PCB 之前，最好先制作几块测试用板，避免可能出现的问题。

PCB 制作完成后，还需要把元器件焊接到上面，手工装配和使用装配机器人均可，或者将工作交付封装厂来完成。

最后一步测试应根据实际情况来设计，如果在自动装配过程中包含了一些测试步骤如自动光学检测，在这一步中就无需考虑相关问题。测试的重点并不是确保实现所有正常的操作，而是确保以下三点：PCB 及其上的元器件已被正确地焊接；没有元器件存在故障；PCB 本身没有任何的制造缺陷。这部分内容将在电路基础课程以及本专业嵌入式系统课程中进行深入学习。

3.2.2 嵌入式编程技术

(1) 内存管理

嵌入式系统和标准的计算平台最大的差别之一是可用资源的匮乏，微控制器的资源通常以 KB 为单位，它的内存连一个网页的代码和图像都无法容纳，更不用说对数据进行了。因此在使用内存时需要精打细算。如果一个在 RAM 中的变量内容不会改变，应将其定义为常量，这就意味着它可以使只读的，因此最好将它从 RAM 转移到闪存中，便可以一劳永逸地节省一部分 RAM。即使如此，可用内存仍然可能不足，这时可以额外分配

一个内存缓冲区，把它用作下载或处理网页时的工作区，网页通过分块下载的方式即每次先把缓冲区填满，然后对数据块进行处理，之后再下载下一个数据块。**RAM** 的管理还涉及到堆和栈的使用，在 **RAM** 资源很少的情况下，应该避免使用较为浪费内存空间的堆，使用栈的时候要尽量避免栈溢出，方法之一是避免使用递归算法，而以迭代的方式来实现，二是尽可能减少全局变量的数量，让更多的空间得到重复利用。

(2) 提升代码高效性

- 1) 编写 **if/else** 结构在两个可能的路径间做选择时，尽量把更可能被执行的代码放到第一个分支 **if** 部分
- 2) 避免到处复制内存中的数据。比如在处理协议时，数据从网上下载到应用层处理需经过五层，如果将数据复制五次，代码运行效率很难提高，更好的办法是在各层之间传递一个指向初始缓冲区的指针或是它的引用，需要保存数据的长度，缓冲区中的偏移量，这样能够大幅度减少需要复制的数据量。
- 3) 当数据确实需要复制到各处时，最好使用系统提供的内存复制和移动例程（如 **memcpy** 和 **memmove**），它们能更有效率地复制数据。

(3) 调试

最常用的的调试技术是把字符串输出到一个日志系统，但是这种方法是否可行还需考虑内存大小是否允许装载用来记录日志的字符串和代码。另一种可行性较高的方法是在一个空闲的 **GPIO** 引脚连接一个 **LED** 灯，让代码在指定位置对它的闪烁情况作出控制，用来缩小查找问题的范围。

3.2.3 服务器

购置一台服务器或许是最常见的办法，但是如果需要不断地根据需求的变化对服务进行动态扩展和收缩并且确保服务器的安全性，把服务运行在云计算平台上是一个不错的选择，云计算可以为开发者减少服务器端很多麻烦。例如，亚马逊 **ASW**(**Amazon Web Services**) 平台是最早提供云计算服务的，也是市场份额最多的，它有以下优势

- (1) 快速分析数据
- (2) 弹性增长和收缩
- (3) 保护数据的安全
- (4) 按使用情况付费

3.2.4 网络连接与通信

在网络连接上，接入网线是最简单，最便宜的方式，但美观行欠缺，且在 **IoT** 设备过多的情况下较不方便。**WiFi** 部署广泛，但接入成本相对较高，在功耗方面的优化程度也较低。短距离无线接入方式是物联网应用的主流，它在功耗和成本上有一定优势，但带宽不及前两者，仅限于短距离数据传输，比如 **ZigBee**，蓝牙低功耗协议。**ZigBee** 技术有以下优势：低功耗，低成本，短延时，高容量，高安全，免执照频段[7]。

远距离数据传输需要选择安全性高的网络协议，在应用层协议的选择上，对于支持 **HTTPS** 库的平台，选择 **HTTPS** 协议是最简单可靠的办法。

同时，考虑到物联网装置的数量将来会出现爆炸式增长，**IPv4** 协议所提供的 43 亿地址数量难以满足各种联网装置的需求，因此地址长度为 128 位的 **IPv6** 协议很可能逐渐代替 **IPv4**，**IPv6** 协议也许是更好的选择。相关知识将会在本专业网络技术与应用科目中进行深入学习。

3.3 智能科学与技术应用的优势与可行性分析

物联网产品如果缺少智能技术的嵌入和支持，无异于接入网络可被操控亮暗的 LED 灯。智能科技渗透到的诸多应用，都与物联网有着紧密关联。

在如今的物联网时代，智能不仅应用于信息的获取，还要将采集的信息通过网络传输到数据中心，有数据中心做出判断和控制，进行实时调整，可称为一个动态的控制反应过程，自动化，信息化，网络化是智能的主流。[9]以下对智能科技在物联网中应用的三方面进行阐述。

(1) 传感与网络通信

无线传感网络由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成，通过无线通信方式形成一个多跳的自组织网络系统，适合嵌入物联网装置中。它具有众多类型的传感器，可探测包括电磁，温度，噪声，光强，移动物体的大小和速度等周边环境多种多样的现象。[8]虽然目前它很大程度上应用于军事，工业等领域，但从理论上讲，一个小型的无线传感器网络可以应用到对室内宜居指数的评估，对包括温度，湿度，光照，噪声等因素的综合分析，而如果只使用单一的传感器，达不到无线传感器网络所具备的动态性，自组织，以数据为重心的优势。

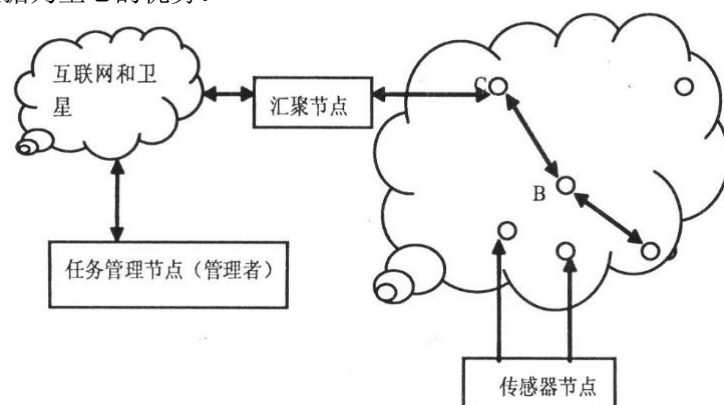


图1 传感器网络结构

(2) 自动控制

如果想让装置或另一个客户端能即刻作出响应，却无法确定想要作出响应的事件的发生时间，一种解决办法是使用轮询技术。轮询技术是定时发出询问，依序询问设备是否需要其服务，在固定的间隔时间过后再进行下一轮询问。显然，轮询的时间间隔难以把握，过短会造成服务器负载过大，过长又导致响应速度过慢，因此可对其进行动态分组轮询，根据历史信息采取自动调节轮询间隔时间的措施，达到高效地自动控制。

(3) 智能信息处理

小到可穿戴产品的信息反馈，大到上文所述的对室内宜居指数的评估，任何 IoT 产品都需要足够的信息处理的能力。以可穿戴产品为例，在服务器端或移动端应用智能计算，可穿戴产品获取的人体某些方面的数据，不仅能将数据传送到服务器并可以在其他移动端显示，还能通过对当前数据和过往数据的综合分析反映健康状况的变化并提出建议，通过对当前数据和当前环境等信息的综合分析反映可能出现的隐患。

总而言之，基于物联网的智能家居是综合了智能科技的多方面的一个应用，但目前仅实现了在家电，手机端，PC 端的物联，对普通物品的物联开发尚未成为主流，若在将来家里或办公室内 IoT 产品数量增加，物联网对信息的智能处理，传感器的无线网络将更加依赖。

智能技术的支持，很大程度地提高了 IoT 产品对预设事件的应对能力，对数据的获取和处理力，成为物联网高效，准确，便捷的基础。但同时，物联网产品的设计与制作所涉

及的嵌入式系统,服务器架构等,是智能技术得以应用的基础。

4 结论

经过一学期概论课程的学习,我对智能科学与技术学科有了进一步的了解,对将来所学的知识的应用平台有了明确的认识,对未来智能科技的发展方向有了基本的了解。在这些认识和了解的基础上,我对自己大学本科四年有如下规划

- 1) 前两年将基础学科如数学,物理,编程知识掌握扎实牢固,但不拘泥于教材的内容,还要对知识的原理以及应用性建立明确的认识。
- 2) 后两年对专业课程如智能技术,执行器技术,嵌入式系统等进行学习与实践,此外,我对游戏引擎兴趣浓厚,将会在课程较少的学期进行自学。
- 3) 通过网络与科学杂志了解前沿知识与本学科发展方向,比如:环球科学、电脑爱好者、码农等。
- 4) 课外阅读参考书籍进行深入学习,尤其是与人工智能有关联的生物学,心理学,同时阅读一些历史类书籍、文学名著等开拓视野。
- 5) 仔细观察身边人群的需求,思考新创意并适当地应用 TRIZ 理论进行完善和修正,随时在云笔记上记录新想法,提高自己的创新意识,培养创新能力。

上文对 IoT 产品的开发流程, IoT 原型化到产品的相关技术的以及其中与智能科技结合的应用做了详细阐述,可以说是当今智能技术与网络的飞速发展催生了物联网这个新兴行业,但也由于 IoT 开发资源与经验的匮乏,在实际开发过程中仍将面对许多不可预知的问题。

智能科学与技术学科的学习内容绝大多数都涵盖在 IoT 产品设计与制造之内, IoT 产品是对这些内容的整合与延伸,上文所述的制作体系将会是 IoT 产品开发者首先需要定制和完善的。我国物联网的发展虽然迅猛,但仍处于初级阶段,集中在交通、安防、农业、零售、电力、金融、环保、医疗等重点领域,尚未走进普通家庭中,因此我国 IoT 产品的开发前景十分广阔,而且如今大众对这类高度智能化产品的接受能力强,若经大范围推广,很容易引起民众的兴趣。

以智能科学技术为基础或重要组成部分的产业,物联网如此,大数据的兴起也与之紧密关联,生活中人们面临的不便捷,世界所面临重大难题,应用智能科学技术可能将是解决的关键。

参 考 文 献 (References)

1. McEwen, A. and H. Cassimally, 物联网设计从原型到产品. 2015: 人民邮电出版社.
2. McEwen, A. and H. Cassimally, Designing the Internet of Things. 2013: John Wiley & Sons.
3. 百 度 百 科 . 智 能 科 学 与 技 术 专 业 . 2014; Available from: http://baike.baidu.com/link?url=F48yj_rbnEfiRizzWj2YcqtoBrSugP_F9PG2sYGrVnl4vBeMltBVB4ReGCKE6xz6qdPFCDELiSAyqQTx77i8q#3.
4. 南开大学招生办公室. 招生院系简介_南开大学_计算机与控制工程学院 2013; Available from: <http://zsb.nankai.edu.cn/second.php?act=read&module=307&id=376>.
5. 计算机与控制工程学院. 智能科学与技术_课程结构图_南开大学_计算机与控制工程学院 2013; Available from: <http://cc.nankai.edu.cn/StudentEducate/ISCCourse.aspx>.
6. 计算机与控制工程学院. 智能科学与技术_教学计划_南开大学_计算机与控制工程学院 2013; Available from: <http://cc.nankai.edu.cn/StudentEducate/ISCPProgram.aspx>.
7. 豆丁.物联网在智能家居中的应用基础论文 2013; Available from: <http://www.docin.com/p-667059708.html>.

-
8. 好搜百科. 无线传感器网络_信息简介 2014; Available from: <http://baike.haosou.com/doc/5567557-5782703.html>.
 9. 好搜问答. 物联网智能物流是什么 2013; Available from: <http://wenda.haosou.com/q/1364416539061180>.