

# 《工业 4.0 概论》课程

## 总 结 报 告

学院 计算机科学与技术

班级 计算机科学与技术 19-3 班

学号 03190886

姓名 王杰永

得分

## 目录

一、 你认为你这门课可以得多少分，说明原因 .....	1
1.1 平时成绩 .....	1
1.2 课程总结报告 .....	1
二、 工业 4.0 及其相关概念 .....	2
2.1 工业 4.0 的产生背景 .....	2
2.1.1 工业 4.0 的提出 .....	2
2.1.2 世界经济发展的需要 .....	2
2.1.3 技术革命发展的需要 .....	3
2.2 工业 4.0 的概念 .....	3
2.3 工业 4.0 的发展历程 .....	3
2.3.1 柔性化、定制化生产 .....	3
2.3.2 企业从产品平台向服务平台演进 .....	4
2.3.3 物联网技术让工业互联网成为现实 .....	4
2.4 工业 4.0 需要的相关技术 .....	4
2.4.1 大数据与机器学习 .....	4
2.4.2 横向和纵向集成 .....	4
2.4.3 云计算 .....	4
2.4.4 工业互联网 .....	5
2.4.5 网络与数据安全 .....	5
三、 工业 4.0 与计算机科学与技术 .....	5
3.1 数据科学与机器学习算法 .....	5
3.2 计算机视觉 .....	6
3.2.1 分类 .....	6
3.2.2 目标检测 .....	6
3.2.3 语义分割 .....	7
3.3 自然语言处理 .....	7
3.4 云计算 .....	7
3.5 边缘计算 .....	8
四、 个人收获 .....	8
五、 授课建议 .....	8
六、 参考文献 .....	9

## 一、你认为你这门课可以得多少分，说明原因

我认为自己本门课程可以得 97.7 分。理由如下：

本门课程的评分标准分为两部分——平时成绩与本课程总结报告。

### 1.1 平时成绩

平时成绩的 30% 分数我认为可以拿到 29.1% 的分数（即百分制下的 97 分）

平时成绩又由四部分组成。其中出勤 5%，学生综合表现 5%，平时作业 5% 以及课堂讨论 15%。

出勤：本课程 16 学时全部到场，无缺勤行为。

综合表现：综合表现良好，没有不良行为。

平时作业：平时作业认真完成，质量较高。

课堂讨论：小组展示的 PPT 与上台展示均有积极参与，对小组贡献率较高，但展示效果有些不足，扣除百分制下 3 分。

### 1.2 课程总结报告

课程总结报告的 70% 分数我认为自己可以拿到 68.6%（即百分制下的 98 分）

课程总结报告主要内容集中在部分二与部分三。

在部分二，涉及大量工业 4.0 的相关概念。本报告中该部分对来自于网络上的内容全部标注并给出参考文献（包括互联网上的一个链接），同时，自己对引用的内容进行深入思考，理解后写入报告。

在部分三，结合自身在计算机视觉方面的科研经历，详细阐述了工业 4.0 与自身专业——计算机科学与技术的联系，包括云计算与边缘计算、机器学习、计算机视觉以及自然语言处理等方面。

最后，在部分五，对本门课程的讲授提出了较为合理的建议。

但报告中可能存在的措词不标准问题，扣除百分制下的 2 分。

## 二、工业 4.0 及其相关概念

### 2.1 工业 4.0 的产生背景

“工业 4.0”的概念是 2013 年在德国汉诺威工业博览会上提出的。这一概念一经提出，由于其突出的效益优势，立刻得到了广泛的传播与追捧。于是，这一概念在全世界深受欢迎，逐渐成为新一轮工业的代名词。

#### 2.1.1 工业 4.0 的提出

德国是一个传统技术的工业强国，因此在新一轮的产业革命中，其传统的竞争优势受到了各方面的挑战。德国国内对国家工业的发展表示担忧，产生了危机意识、机遇意识、领先意识。由此，德国提出了工业 4.0 的概念。

#### 2.1.2 世界经济发展的需要

在 2008 年国际经济和金融危机爆发后，尽管不少发达的国家经过几年经济发展，改善了政府的债务危机，但各国仍然期待一个契机，来使本国经济快速发展。<sup>[1]15-20</sup>

对于德国而言，其机械制造业和自动化工业生产等领域一直占据世界领先地位。有别于其他欧洲国家，德国制造业一直是国民经济支柱。德国提出“工业 4.0”的概念，通过这一概念来引领世界的制造业，保持德国在该领域的领先地位。即德国的工业 4.0 战略着重于“硬”制造能力的发展，让工业整个生产体系实现智能化升级转型。

对于美国而言，其工业互联网则更注重“软”服务能力升级转型，以现代的信息技术来使传统制造业转型升级。美国拥有者最先进的信息技术和信息产业，工业 4.0 绝对离不开大数据、云计算等理论的支持。“德国有 95% 的网页搜索流量来自谷歌搜索引擎，而谷歌并非美国信息产业中唯一的跨国互联网巨头”。因此，美国在数据信息上的巨大优势将会在“工业 4.0”的大背景下为美国经济带来惊人的效益。

对于中国而言，为了加快经济发展与产业升级，我国政府提出了中国 2025 战略。这意味着我国已经不满足于做“世界工厂”。从“中国制造”到“中国智造”，它将在未来的高端制造业中占据一席之地。作为全球经济增长最快的经济体，中国队全球经济发展的影响越来越大。

总体来看，“工业 4.0”概念的提出为全球经济增长带来了发展机遇。

### 2.1.3 技术革命发展的需要

科学技术是第一生产力。贯穿前三次工业革命的始终都是技术创新与革命——无论是蒸汽机、发电机的发明，还是集成电路的发展，再或是电子计算机的出现，均与科学技术有着极大的关系。

现代科学技术的发展，特别是数据科学与计算机科学的发展，在学术界提出了很多有着工业应用潜力的模型。概念模型的落地需要时间，而大把新概念模型的提出及其想要指导生产的迫切需要，促使了工业 4.0 概念的提出。同时，技术落地至产业又能大幅度促进新兴技术的出现。在这样的大环境下，才有了工业 4.0 的概念。

## 2.2 工业 4.0 的概念

关于什么是工业 4.0，说法有很多。国内外众多学者与专家及进行解读、研究和探讨。胡鞍桐认为“工业 4.0 是代信息和软技术与传统工业生产的革命性转变，将会对工业产生革命性的影响”。他认为数字化在产品的生命周期内有重要意义。乌尔里希·森德勒<sup>[2]</sup>认为“工业 4.0 包括信息物理系统 CPS、物与服务联网 IOTS、机器对机器 M2M 通信等三个主要部分组成。

制造智能化、信息化、互联和数据化的核心技术，是在前三次工业革命的基础上，为了满足人类社会的发展和工业社会发展提出的，由提出到它的技术成熟以及发挥巨大的影响形成新的技术范式，称其为工业革命 4.0。

## 2.3 工业 4.0 的发展历程

工业 4.0 直接缘于 2008 年金融危机导致的经济危机。当时德国提出，工程和制造业等核心行业要做出改变，变得更有效率，才能够渡过金融危机。自从工业 4.0 的概念被德国提出以来，工业 4.0 经历了三个发展阶段：柔性化、定制化生产；企业从产品平台向服务平台演进；物联网技术让工业互联网成为现实<sup>[3]</sup>。

### 2.3.1 柔性化、定制化生产

起初，德国提出的工业 4.0 认为，在工程和制造业中加入数字化技术可以实现以下两点：一方面更加灵活，更加定制化，企业可以为顾客定制化生产产品。另一方面是显著的提高生产效率。

但最后经过数百个公司的广泛讨论，大家清楚地认识到，德国工业在全球要想保持竞争力，这两个核心概念是远远不够的。

### 2.3.2 企业从产品平台向服务平台演进

德国企业逐渐意识到，尽管更加灵活的服务顾客，为他们定制化生产的产品很有吸引力，提高生产效率的吸引力同样不小，但只是关注这两点却还远远不够。企业需要退一步，看产品本身，将产品本身当作一个服务平台才可以。

于是德国进而提出新的举措，这也是我们国内锁强调的内容：产品离开工厂之后，需要立刻为其提供服务，即服务是在产品离开工厂之后通过平台提供的。

### 2.3.3 物联网技术让工业互联网成为现实

很快有人发现，将产品定义为平台，如各类医疗软件平台、汽车软件平台等，在运营的过程中会产生大量的数据。数据就是财富，要思考如何利用机器学习等方法分析产品产生的数据，要将数据带入到机器的运行周期中，于是，工业互联网的诞生成为了可能。

## 2.4 工业 4.0 需要的相关技术

工业 4.0 的实现需要大量的新兴技术支持<sup>[4]</sup>。

### 2.4.1 大数据与机器学习

在工业 4.0 中，产品的生命周期的各个时期都会产生大量的数据。如果对数据直接丢弃则会损失很大的利润。无论是工厂设备和物联网设备，还是企业资源计划和客户关系管理系统，亦或者是天气和交通应用，都会产生大量的数据。通过机器学习算法提供实时数据分析，可以提高生产供应链管理决策的科学性和自动化水平。

### 2.4.2 横向和纵向集成

通过横向集成，可以实现制造业生产流程的紧密结合，包括在生产车间、跨多个生产设施以及整个供应链中。而通过纵向集成，数据可以自由的从车间流向顶层系统，经分析处理后向下流动。有效解决了生产过程中条块分割带来的信息“孤岛”问题。

### 2.4.3 云计算

目前，计算机的计算水平、存储能力达到了前所未有的高度，且其应用成本大幅度降低，因此云计算被广泛应用于制造业领域。云计算的出现使得软件系统的部署难度大大降低，为中小型企业部署高纬度系统提供了可能。推动了工业 4.0 的发展

#### 2.4.4 工业互联网

工业互联网在工业 4.0 中至关重要。工业 4.0 中的绝大部分生产自动化都是使用传感器、射频识别标签来提供有关状况、性能、位置的实时数据。有了工业互联网或是物联网，公司的供应链运行更为流畅，从而更加敏捷的根据市场需求修改产品。

#### 2.4.5 网络与数据安全

没有信息安全就没有国家安全。在工业 4.0 的企业数字化转型的大背景下，各企业的生产资料、生产数据的安全显得尤为重要。一旦数据安全不复存在，则企业的核心技术必定遭到外泄，产生不正当竞争。

### 三、工业 4.0 与计算机科学与技术

人类社会的进步，从蒸汽革命、电气革命到第三次工业革命，以及现在的第四次工业革命。每一次革命的结果有一个共性，就是生产力的大幅提高，实现的不是从 1 到 2 的进步，而是一个从 1 到 10 的飞跃。也就是说工业 4.0 是未来社会生产发展的主线，是主要的生产力。可以说工业 4.0 在未来的社会运转中起到了一个发动机的作用，提供社会发展的必需品<sup>[5]</sup>。

我的本科专业是计算机科学与技术。可以说，当今社会的进一步发展离不开工业 4.0，那工业 4.0 的发展同样的，也离不开计算机技术。计算机及其相关技术已经成为社会向前发展的必须力量。

#### 3.1 数据科学与机器学习算法

现代社会，人们日常生活中的一举一动都在悄无声息的产生大量数据。在社交平台上发布的每一条信息，在微信里和朋友的闲聊都会被记录在可能距离我们千里之外的服务器数据库中。甚至走在大街上时，我们的一举一动都被遍布沿街摄像头捕捉，于是我们为“行人重识别”这一计算机视觉领域的研究方向做了贡献。

在现如今这个处处“充斥”着数据的时代，如何分析、处理、利用数据成为人们极其关注的问题。

通过对数据的清洗、标准化、筛选，我们得到了人看起来毫无头绪但对计算机而言最为宝贵的数据；通过特定的机器学习算法，计算机利用数据拟合出机器学习模型；通过这一模型，人们便可以对某一事物进行预测，从而提前掌握事物的发展、时间序列、类别等信息。

从早期的线性回归、逻辑回归，到支持向量机（SVM）以及决策树、决策森林，从单一机器学习算法到集成算法 XGBoost、CatBoost，机器学习算法仍处在一个蓬勃发展期。机器学习算法的研究成果可以得到广泛应用实属不易。尽管学习算法种类众多，但没有一种算法可以解决所有问题，针对不同的应用场景，监督学习、无监督学习都有着最适合的场景去应用。

## 3.2 计算机视觉

工业 4.0 的提出，驱使传统制造业数字化转型。目前企业的生产流水线基本可以达到自动化生产的目标：机械臂、机器人自动组装产品；通过传送带与摄像头的组合实现传送带末端对产品自动分类装箱。这些场景的出现都离不开计算机视觉的发展。

### 3.2.1 分类

如何才能让计算机认得一张图片中内容的类别呢？

早期，人们通过图像处理的方法——对图像的像素矩阵预处理、二值化、腐蚀、膨胀、滤波等操作，提取到若干表征图象的特征。再利用支持向量机 SVM 依据此特征对图像中物体类别进行预测。但结果却很不尽如人意。

1988 年提出的基于卷积神经网络 CNN 的神经网络 LeNet，在 Mnist 手写数字集上取得了较好的成果。但限制于当时的计算机内存与 CPU 算力不足，CNN 并未得到很大的关注。

CNN 真正大放光彩是在 2012 年，基于 CNN 的网络 AlexNet 取得了 ImageNet 竞赛的冠军。其图像分类准确率之高掀动了人们研究基于深度网络的计算机视觉的兴趣。从此，计算机视觉的发展变得极为迅速。

得益于深度学习的快速发展，在企业的自动化生产线上，机器人可以认得特定物品的准确率已经超过了 95%——也就是理论应用于工业的置信度阈值。

### 3.2.2 目标检测

目标检测技术的主要目的是在输入图像中找到目标的位置，同时判断目标的类别属性。随着计算机软硬件和深度学习理论的发展，基于深度学习的目标检测已广泛应用于智能安防、智慧医疗、无人驾驶等领域<sup>[6]</sup>。

目标检测在军事领域存在应用。可以通过目标检测算法实时展示空中武器、敌对目标的位置，从而实现导弹的追踪。目标检测领域一个著名的算法 yolo，其作者曾经说过：



“我现在已经停止了计算机视觉研究，因为我看到了自己工作造成的影响。我热爱自己的作品，但我已经无法忽视它在军事领域的应用以及给个人隐私带来的风险。”

当然，目标检测算法极大的推进了企业的自动化生产。在安防系统中嵌入目标检测算法，可以实时跟踪定位可疑人员的位置信息；在医疗领域应用目标检测算法，可以对医疗影片进行自动化分析；在无人驾驶领域使用目标检测算法，可以让车辆实时的了解到周围的路况并给出响应策略。

### 3.2.3 语义分割

语义分割本质上是对图像中的每一个像素进行分类，有些类似于传统图像处理中的二值化，区别在于语音分割是基于神经网络完成的。

语义分割技术在工业界有着很多应用。基于语义分割技术，可以完成对产品表面缺陷的检测<sup>[7]</sup>；基于语义分割技术，甚至还可以做到水位的监测预警<sup>[8]</sup>。

## 3.3 自然语言处理

自然语言处理是采用计算机方法来理解和使用人类语言的技术与思想，是人工智能领域的重要组成部分。自然语言处理的任务是实现人和计算机之间的有效沟通，并不断提高这种沟通方式的深度和效率。对于自然语言处理与人工智能的关系，比尔·盖茨给出了“语言理解是人工智能皇冠上的明珠”的总结。这种高度评价源自人类语言的特殊属性，即语言是人类思维和情感的重要载体，而且与人脑运行的深层机制紧密相关。

在企业层面，自然语言处理技术的大幅度增加了企业的生产以及运营效率。

通过智能问答机器人，企业可以规避掉大量重复的且答案简单的问题，从而减少人力资源成本，增加利润；通过语音识别技术，企业可以通过语音快速准确的下达命令，转换成计算机语言从而迅速执行相关动作，减少企业设备的管理成本。

## 3.4 云计算

云计算 (Cloud Computing) 是一种计算资源交付模型，其中集成了各种服务器、应用程序、数据和其它资源，并通过 Internet 以服务的形式提供这些资源。通常对资源进行了虚拟化。

企业通过接入云计算服务，大大方便了自身数据的处理过程。通过将数据传入“云”，企业无需关注具体的计算逻辑便可以得到想要的计算结果。方便了企业应用程序的部署，从而使企业将更多的注意力转移至其余事情上，增大了企业效率。

### 3.5 边缘计算

随着云计算的普及，以及当今社会快节奏的需要，越来越多企业接入云计算后，网络带宽不足导致的计算缓慢大大限制了企业的生产效率。通过将计算终端从云移动至网络边缘，减少了网络拥塞的可能性，同时又进一步提高了计算速率，企业的生产效率进一步得到提高。使得企业的数字化转型更加顺利。

## 四、 个人收获

通过本课程的学习，我收获颇丰。

首先，明确了工业 4.0 的发展历史及其相关概念。明确了工业 4.0 需要的技术支持以及国家相关战略。正处于第四次产业革命的我们必须抓住机遇，力争做本轮工业革命的领头国家。

让我收获最大的是这一份课程报告。通过结课报告的撰写，让我课堂上学习到的工业 4.0 有了更深的理解。特别是在报告的三、工业 4.0 与计算机科学与技术部分，我对本专业与工业 4.0 的关系有了更清晰的认识，并了解了本专业未来的若干研究方向、应用场景，相信这些对未来的研究生生活有很大的帮助。

## 五、 授课建议

本门课程学时较短，但在教师的精彩授课中，让我对工业 4.0 有了一个清晰的概论。但小组讨论部分有些难以集中注意力。建议今后将小组讨论的相关主题由教师穿插在课堂上讲授。小组讨论可以让同学结合自己的专业，谈谈工业 4.0 与本专业的关系（类似结课报告的第三部分）。相信这样的小组讨论主题会让同学们兴致更高，产出更加精彩的课堂报告。

## 六、参考文献

- [1] 李文斌. 工业革命 4.0 的实质及其影响研究[D].中国矿业大学,2019.
- [2] 乌尔里希·森德勒.工业 4.0:即将来袭的第四次工业革命[M].北京:机械工业出版社,2015.
- [3] 技术邻.德国的工业 4.0 进展如何? [EB/OL].(2018-11-15)[2022-3-16].  
<https://www.jishulink.com/content/post/425059>
- [4] 张秋旸,孟峻宇.德国工业 4.0 战略及其对我国金融发展的启示[J].华北金融,2021,(04):83-87+94.
- [5] 周靖轶.计算机技术对工业 4.0 的影响[J].电子技术与软件工程,2017(23):119.
- [6] 谢富,朱定局.深度学习目标检测方法综述[J].计算机系统应用,2022,31(02):1-12.DOI:10.15888/j.cnki.csa.008303.
- [7] 王冉,胡升涵.一种基于语义分割的电机换向器表面缺陷检测模型[P].上海市:CN112365478A,2021-02-12.
- [8] 雷佳明.基于语义分割的嵌入式终端水位预警研究[D].华南理工大学,2020.DOI:10.27151/d.cnki.ghnlu.2020.004717.