

AI技术人才 成长路线图

V1.0

CSDN

不止于代码

AI 技术人才成长路线图

V1.0 版

版权声明

《AI 技术人才成长路线图 V1.0 版》由 CSDN 创作，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本路线图，应注明出处来源。

《AI 技术人才成长路线图》编委会

出品单位：CSDN

总策划：蒋 涛 孟 岩 孟迎霞

顾 问：智 亮

主 编：胡永波

编写组：何永灿 谷 磊 周 翔

美术设计：纪明超 张 斌

数据合作伙伴：猎聘网

特邀专家组

陈开江 希为科技 CTO

陈孝良 声智科技创始人

兰红云 《自然语言处理技术入门与实践》图书作者

林 荟 《套路！机器学习：北美数据科学家的私房课》图书作者

刘少山 PerceptIn 联合创始人

刘文志 商汤科技高性能计算部门负责人

刘 昕 中科视拓 CEO

吴金龙 爱因互动合伙人

张相於 转转推荐算法部负责人

（注：排名不分先后，按姓氏拼音排序）

- 企业AI应用的优先级：盈利 > “黑科技”
- AI人才市场需求剧增：技术岗位占比3年猛增3倍，人才缺口将持续增大
- AI人才需求结构呈金字塔型，研究型人才主要依靠学校及学术路线培养，应用型人才则必须依靠社会培训和继续教育补充
- AI工程师要打牢编程基础，软件工程师转型AI要“换脑”

*注：语出前AAAI主席Thomas Dietterich

AI 人才市场新发现 / 3

AI 优先：盈利 > “黑科技” / 5

AI 人才市场数据及现状 / 8

AI 学习的两种方式 / 13

学院派代表人物及其成长路径分析 / 13

学院派代表人物及其成长路径分析 / 18

AI 人才成长十大路线 / 23

路线 1：机器学习算法工程师 / 25

路线 2：数据科学家 / 26

路线 3：异构并行计算工程师 / 27

小结：AI 基础岗位必读 / 28

路线 4：语音识别工程师 / 30

路线 5：计算机视觉工程师 / 31

路线 6：自然语言处理工程师 / 32

路线 7：知识图谱工程师 / 33

小 结：AI 技术层岗位必读 / 34

路线 8：推荐系统工程师 / 36

路线 9：对话系统工程师 / 37

路线 10：自动驾驶工程师 / 38

小 结：AI 应用岗位必读 / 39

一线工程师拥抱 AI 必备 / 41

非技术人员学 AI 必读 / 44

深度学习是新时代的软件开发 / 47

联系我们 / 48

AI 优先：盈利 > “黑科技”

看得见的“AI优先”

Google Brain 是整个行业“AI 优先”的急先锋。耀眼的明星成员、夺人眼球的 AI “黑科技”，一次又一次地站到了媒体聚光灯的中央。在看得见的地方，Google Brain 有明星科学家，有公开发布的产品，有大量影响深远的研究成果……但它真正的能力却是驱动 Google 的产品向 AI 进化。

Google 让你看见了这些……

明星成员：Jeff Dean、Geoffrey Hinton、Samy Bengio、Quoc Le、Ian Goodfellow、François Chollet、Chris Lattner、David Patterson

公开产品：TensorFlow、Google Cloud TPU

研究成果：258 篇论文，Zero Shot、seq2seq、Net2Net、Word2vec、WaveNet、DeepMath、Attention、Capsule、DeepDream、DeepVariant……

混合研究方式：在好奇心驱动与应用驱动的研究之间取得动态平衡

超过 80% 的 Google 内部软件项目都在使用机器学习（#MadeWithAI）：Google Photos、Google Translate、Google Lens、Gmail & Inbox、Google Maps、Google Allo、Google Assistant、YouTube、Pixel Buds

Google 没让你看见这些……

2015 年，YouTube 开始采用 Google Brain 的无监督学习

采用前，YouTube 在 2014 年总营收 40 亿美元，空有 10 亿用户却无法实现净利 *

采用后，YouTube 的 2015 年营收当即翻番，达 90 亿美元左右 *

目前，在移动平台上，平均每个用户每天看 YouTube 视频的时间超过 1 小时；YouTube 成为 Google 营收增长的最大动力之一

“Google Brain 所带来的财富，足以抵消 Google 为整个 X 部门所做的投入之总和”

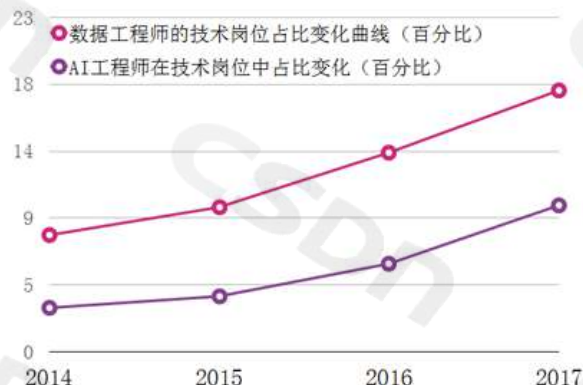
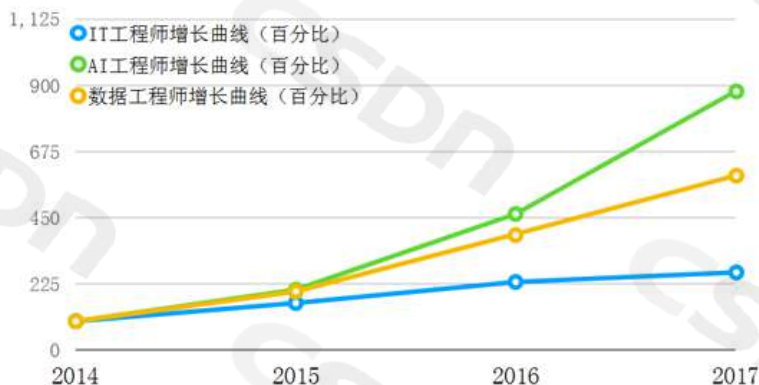
—— Astro Teller, Google X 总监

* 注：数据来自投资机构的分析，因为 Google 对 YouTube 具体的营收数字始终讳莫如深。

AI 人才供不应求
一线岗位需求旺盛

人工智能在一线业务中发展，离不开数据和AI算法方面的技术人才

根据猎聘统计，2017年AI技术类工程师的招聘量是2014年的8.8倍，数据类工程师的招聘量则是2014年的5.9倍，而全部IT技术岗位的招聘量仅为2014年的2.65倍。与此相对，在2014年，AI类工程师和数据类工程师在全部技术岗位中的占比分别是2.97%和7.86%，这一数字到2017年分别涨到9.86%和17.59%；人工智能相关岗位在技术人才招聘中的总比例从10.83%涨到27.45%，是技术岗位中增幅最大的领域。

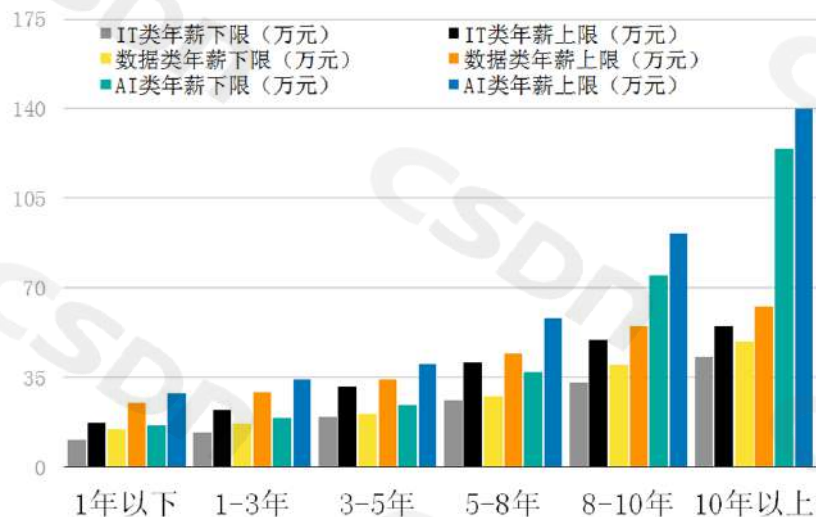
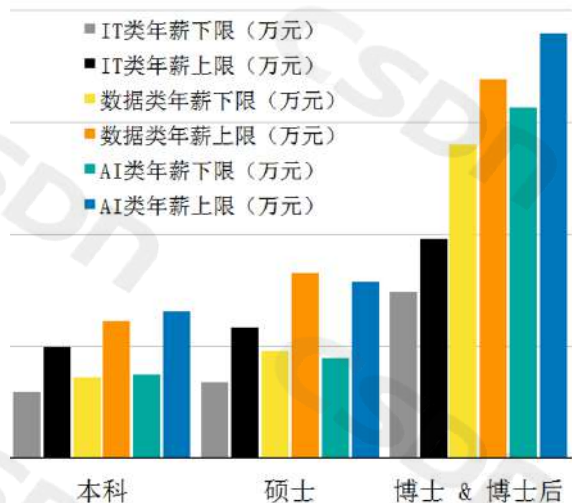


数据来源：猎聘

10年经验：AI工程师年薪140万，IT工程师不到55万

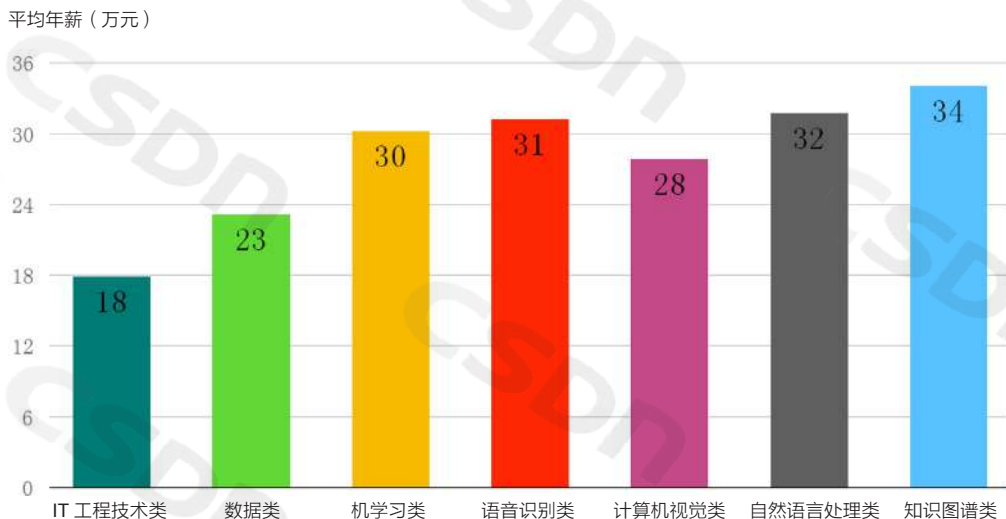
人工智能相关岗位需求强劲，人才薪酬数字亮眼

根据猎聘统计，在学历方面，数据类岗位与AI类岗位薪酬不相上下，其中AI类博士的年薪上限接近95万元，数据类硕士的薪酬表现超过AI类硕士；在薪酬方面，AI类工程师上升曲线显著，10年以上经验的AI工程师年薪高达140万元；相对来说，数据类工程师的上升曲线更趋近IT类工程师的均值，说明数据类岗位的成熟度更高一些。



数据来源：猎聘

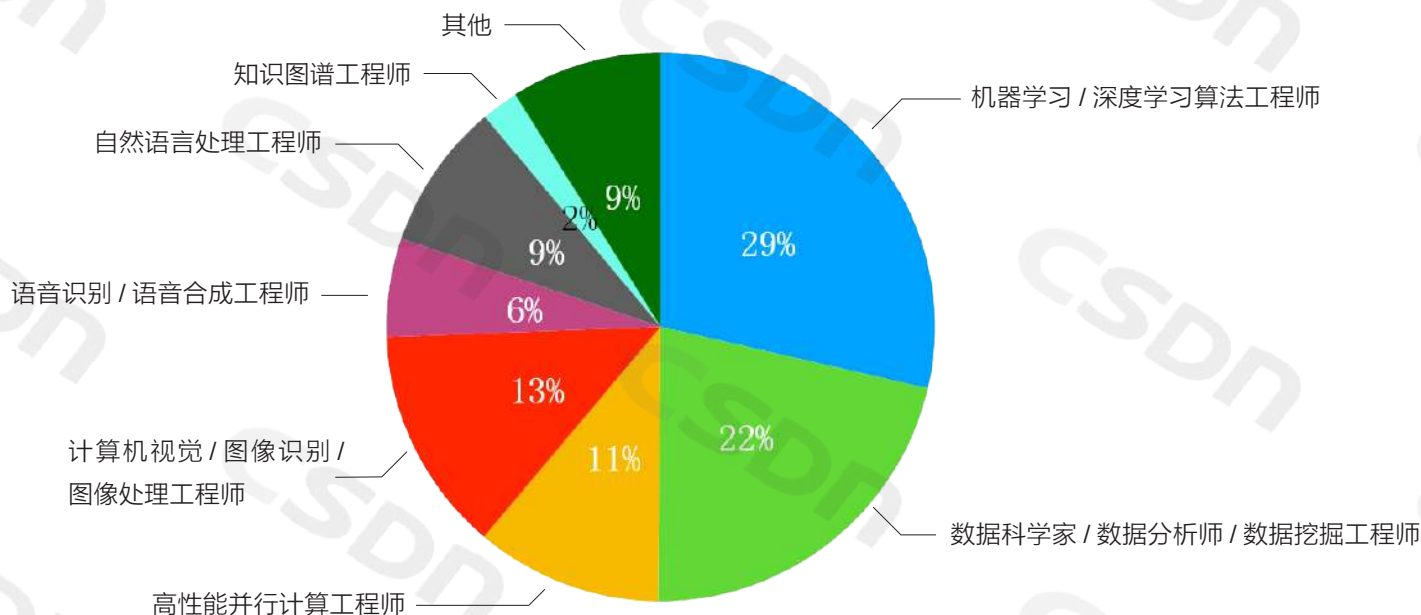
根据猎聘统计，2016 年以来公开发布的招聘岗位中，IT 工程技术类人员的平均年薪为 17.92 万，而 AI 领域知识图谱方向工程师的最高年薪可达 43.42 万，其平均年薪也高达 34.06 万，接近 IT 工程技术类的两倍。在 AI 细分领域中，除了计算机视觉类平均年薪 27.81 万，其他方向薪资均在 30 万元以上。



数据来源：猎聘

机器学习/深度学习算法工程师最为紧缺

根据CSDN 2017年中国开发者大调查数据显示,人工智能相关岗位中,“机器学习/深度学习算法工程师”占比最高,为29%,其次是占比22%的“数据科学家/数据分析师/数据挖掘工程师”,算法类和数据类岗位需求之和占了总需求的一半。算力方面,高性能计算工程师占比11%;细分技术上,计算机视觉、语音识别、自然语言处理等类别的需求分别为13%、6%、9%。



数据来源: CSDN 2017 中国开发者大调查

AI 人才需求结构呈金字塔型

“学院派”路线孕育出能力上乘的领军者

30多年积蓄行业势能——深度学习的缔造者们

苦心孤诣四十余载



Geoffrey Hinton

深度学习“教父”

“大脑是如何工作的？”

反向传播算法、对比散度算法

CS321, UofT

从事 AI 三十多年



Yann LeCun

CNN 之父

“机器应学会理解世界”

OCR、MNIST、CNN

Deep Learning, NYU

起于 2000 年



李飞飞

“改变整个领域研究方向的数据集”

“理解视觉就是在理解智能”

Caltech101、ImageNet

CS231n, Stanford

1998 年遇名师



吴恩达

“Google cat” 吹响 AI 优先的号角

“人工智能是新的电力革命”

Google Brain、Coursera

深度学习专项课程

苹果



Russ Salakhutdinov

深度学习概念、贝叶斯程序学习
多伦多大学
2005 年师从 G.E. Hinton

OpenAI



Ian Goodfellow

GAN
蒙特利尔大学
2010 年师从 Yoshua Bengio

Facebook



贾扬清

Caffe
UC Berkeley
2009 年师从 Trevor Darrell

Amazon



李沐

MXNet
CMU
2012 年师从 Alex Smola

十年树木：深度学习人才案例

Andrej Karparthy

2017 年 6 月起	AI 总监	Tesla	自动驾驶
2016 年—至今	研究科学家	OpenAI	深度学习、生成模型、强化学习
2015 年夏	实习生	DeepMind	深度强化学习
2013 年夏	实习生	Google Research	用于视频的大规模有监督深度学习
2011 年—2015 年	计算机科学博士(师从李飞飞)	斯坦福大学	深度学习、计算机视觉、自然语言处理
2011 年夏	实习生	Google Research	用于视频的大规模无监督深度学习
2009 年—2011 年	硕士生	不列颠哥伦比亚大学	用于实体模拟形象的学习控制器
2005 年—2009 年	本科	多伦多大学	计算机科学和物理学双学士

数学基础

概率论
线性代数
微积分
凸优化
统计机器学习



理论入门

神经元模型
激活函数
损失函数
训练方法
梯度的消失溢出



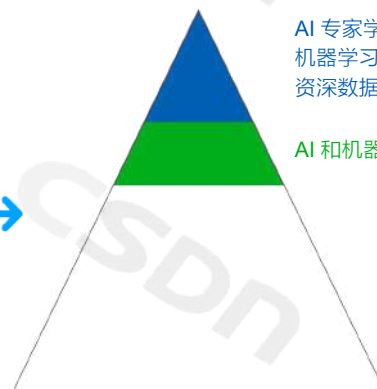
进阶经验

充足的数据
熟练的编程实现能力
充裕的 GPU 资源
创新的方法



深度学习前沿

新的网络结构
新的优化方法
新的学习技术
新的数据集



AI 专家学者
机器学习博士
资深数据科学家

AI 和机器学习工程师

计算机基础

Python/C++
Linux/Shell
CUDA
分布式计算



实战入门

掌握深度学习框架
研读代码
复现 Benchmark
改进方法

AI 人才需求结构呈金字塔型
“实战派”方法培养出 AI 技术雄兵

deeplearning.ai



吴恩达

2017

全方位 MOOC + 证书

Coursera, 机器学习 MOOC (2012)

斯坦福大学, Google Brain, 百度

fast.ai



Jeremy Howard

2016

实战入门 MOOC

Kaggle (2010)

Enlitic, 奇点大学, 世界经济论坛

Udacity



Siraj Raval

2017

入门 MOOC + Udacity 纳米学位

Decentralized Applications (2016)

Twilio, Meetup

Machine Learning Mastery



Jason Brownlee

2013

实战学习材料 + 实战方法

软件工程师, 数据科学家

澳大利亚国家气象局

机器学习真的可以速成吗？

Jason Carter*

第 1 个月

Fast.ai 深度学习第一部分（开始）

第 2 个月

Fast.ai 深度学习第一部分（完成）

第 3 个月

Fast.ai 深度学习 第二部分（开始 + 暂停）
吴恩达机器学习课程：Coursera（完成）

第 4 个月

Fast.ai 深度学习第二部分（开始）

尝试 Kaggle 竞赛

从零开始打造深度学习框架

MNIST 对抗挑战（500px 面试项目实践）

DataCamp 职业训练营：数据科学家与 Python（开始）

DataCamp 职业训练营：数据科学家与 Python（完成）

Capstone：构建并部署端到端深度学习产品（开始）

分享经验：中级
本地 AI 研讨会
（一般讨论）

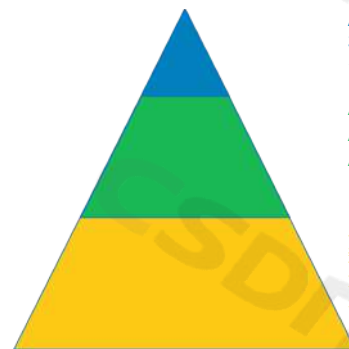
分享经验：中级
本地 AI 研讨会
（AI 讲座与小组讨论）

分享经验：中级
本地深度学习研讨会
（TensorFlow 与 Kubernetes）

分享经验：中级

* 注：Jason Carter 转型 AI 前有软件工程师背景，学习过程详见 <https://towardsdatascience.com/4-months-of-machine-deep-learning-89f6ab56a2fd>

从10年到4个月，实战方法培养出AI技术雄兵



AI 专家学者
机器学习博士
资深数据科学家

AI 和机器学习工程师
AI 产品经理
AI 系统架构师

应用开发者
数据工程师
运维人员
行业人员

实战路径学习内容出自 CSDN 顾问专家智亮，TinyMind 总经理

深度学习是一种新的编程形式

深度学习已死，可微分编程万岁！

现在人们正在将各种各样的参数化函数模块组装起来，以构建一种使用神经网络的新软件，并采用某种基于梯度的优化来把它们训练出来，这跟普通的程序相当类似。

——Yann LeCun, Facebook AI 研究院主管

AI 入门两种方法

AI 进阶十大路线

AI技术人才成长路线总图：入门方法与进阶方向

专业路径

数学入门

数学分析
线性代数
概率论
凸优化
本地 AI 研讨会
统计机器学习

计算机基础

Python、C++
Linux
CUDA 编程

实战路径

会矩阵运算
用导数计算梯度
先验、后验概率
吴恩达机器学习课程

Python
TensorFlow



基础岗位 3

机器学习算法工程师
数据科学家
异构并行计算工程师

技术岗位 4

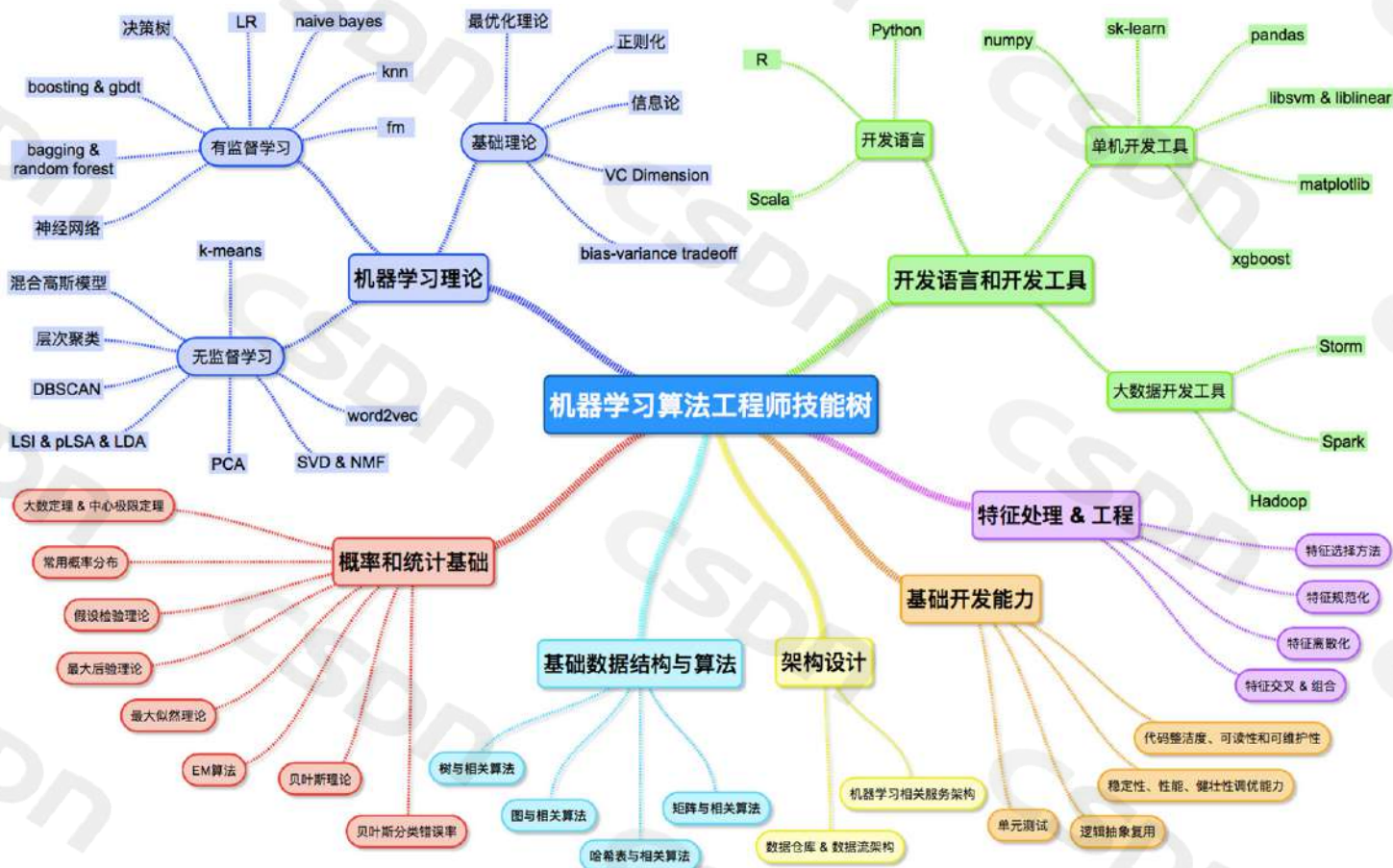
语音识别工程师
计算机视觉工程师
自然语言处理工程师
知识图谱工程师

应用岗位 3

推荐系统工程师
对话系统工程师
自动驾驶工程师

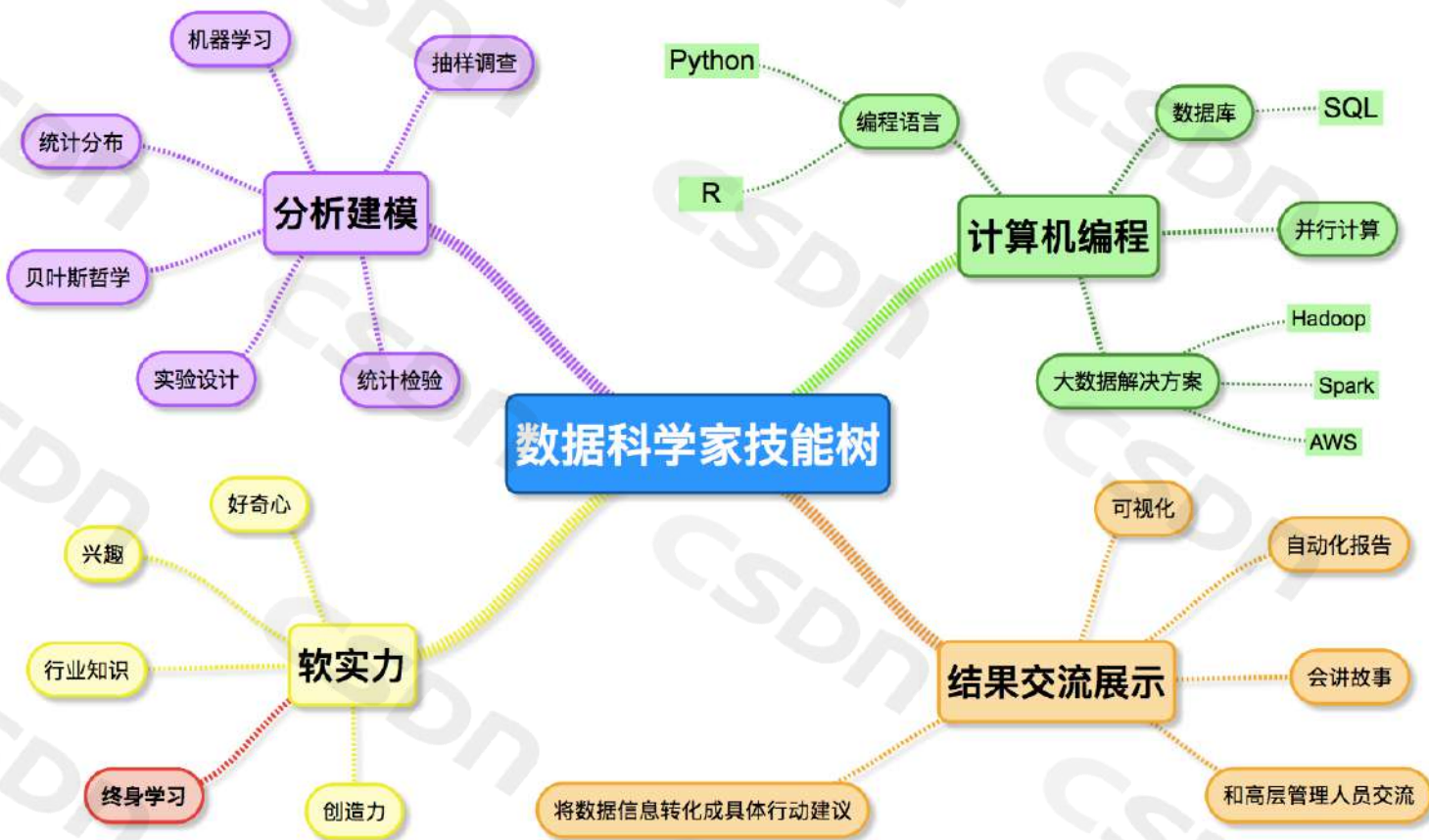


AI 进阶 10 大路线

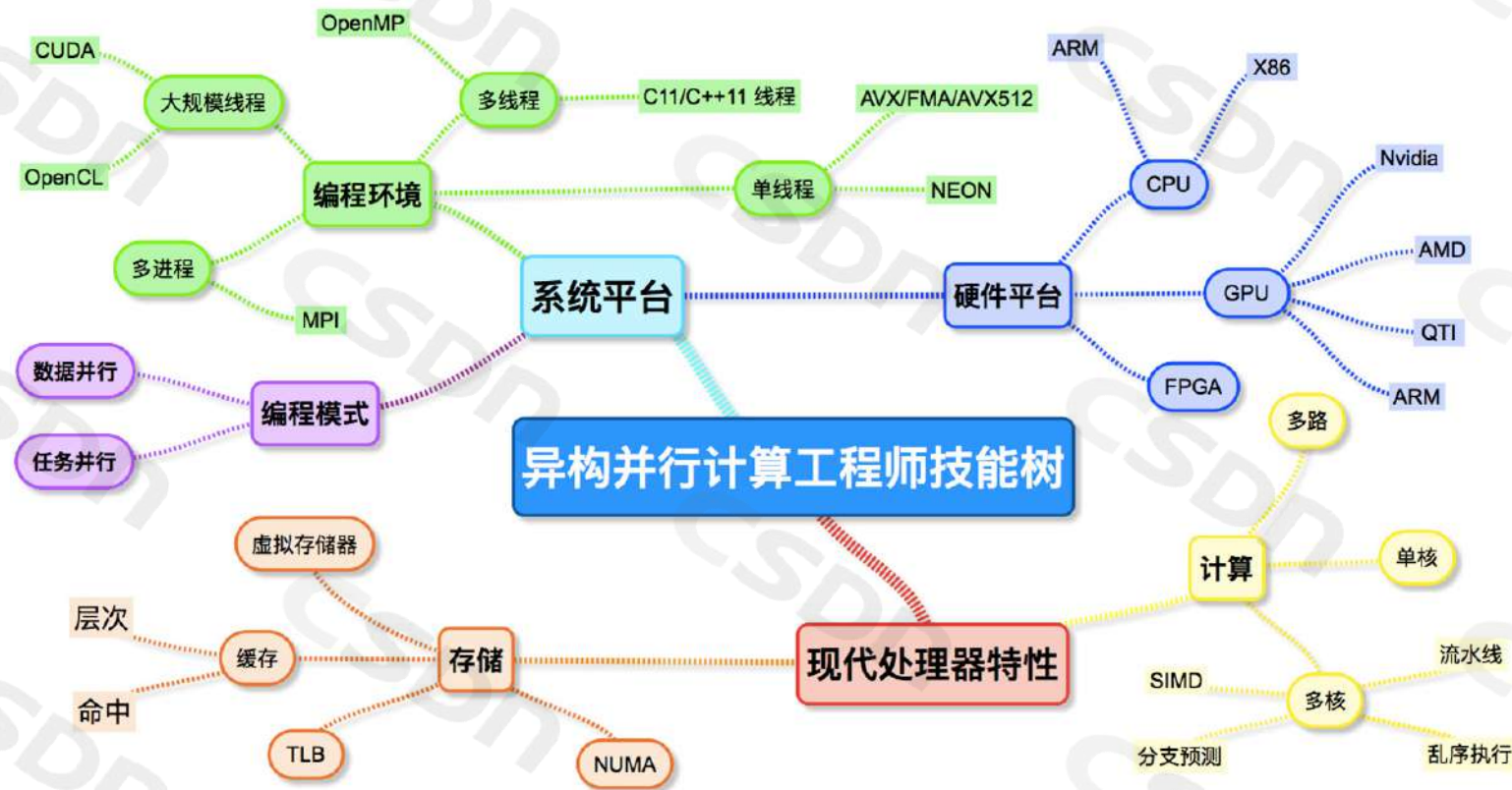


特邀专家: 张相於, 转转推荐算法部负责人

路线 2：数据科学家



特邀专家：林荟，《套路！机器学习：北美数据科学家的私房课》图书作者



特邀专家: 刘文志, 商汤科技高性能计算部门负责人

机器学习算法工程师

- 吴恩达机器学习课程：<https://www.coursera.org/learn/machine-learning/>
- 《机器学习基石》 Learning from Data <https://work.caltech.edu/telecourse.html>
- 《统计学习导论》 <http://www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/>
- Elements of Statistical Learning <https://web.stanford.edu/~hastie/ElemStatLearn/>
- Elements of Information Theory <http://elementsofinformationtheory.com/>
- 朴素贝叶斯和逻辑回归 <http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook/NBayesLogReg.pdf>

数据科学家

- MIT 数据科学的数学话题 <https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-s096-topics-in-mathematics-of-data-science-fall-2015/>
- 数据科学的 15 门数学 MOOC <https://www.kdnuggets.com/2015/09/15-math-mooc-data-science.html>
- 理解统计推断 <http://www.socialresearchmethods.net/kb/statinf.php>
- 如何将贝叶斯定理、概率和统计结合起来 <https://www.springboard.com/blog/probability-bayes-theorem-data-science/>
- 十大常用数据挖掘算法 <https://www.kdnuggets.com/2015/05/top-10-data-mining-algorithms-explained.html>
- 用于学习的 19 个公共数据集 <https://www.springboard.com/blog/free-public-data-sets-data-science-project/>
- 31 种数据可视化工具 <https://www.springboard.com/blog/31-free-data-visualization-tools/>

关于高性能计算（异构并行计算）

驱动深度学习发展的两大关键因素是计算力和数据。

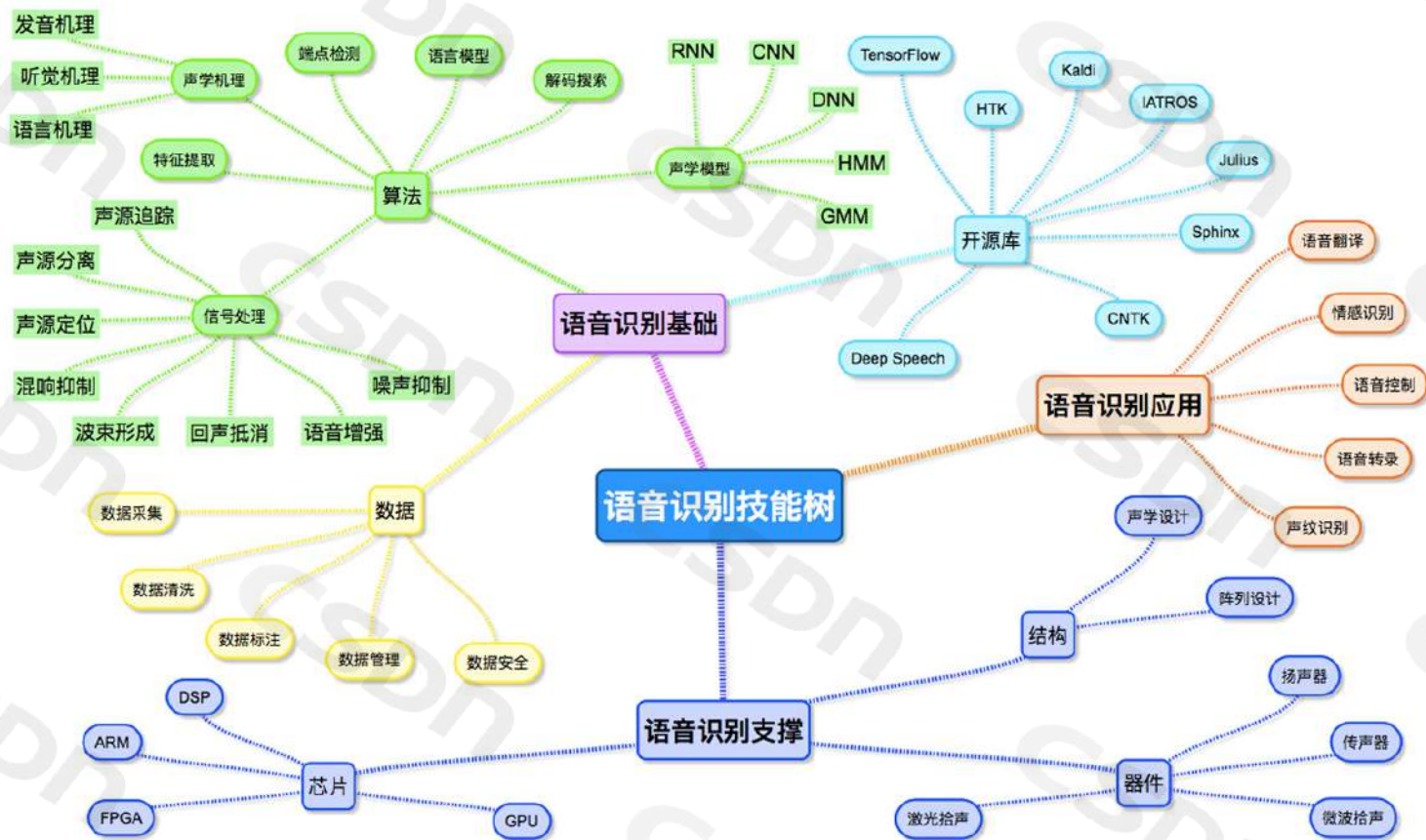
我认为，计算力的进步不是我们被动等待就能实现的。回顾 Adam Coates 和我的深度学生涯，我们的许多成功都要归功于当初对可用计算力的积极投资。

例如，在 2008 年，我们就启动了我所知道的第一个基于 CUDA/GPU 的深度学习任务；2011 年，我创立了 Google Brain 深度学习小组，并率先采用云服务来加持深度学习的计算力，拉开了整个行业拥抱深度学习的序幕；2013 年，Adam Coates 等人实现了第一个高性能计算风格的深度学习系统，计算能力一下子上升了 1 到 2 个数量级。

对于不熟悉高性能计算的人，它相比于云计算，是一套相当不同的工具/人群/会议/方法，能给我们的计算力带来巨大提升。我们认为，高性能计算与大规模数据的结合，将会带来深度学习的下一个重大增长点。

—— 吴恩达，2015 年 Reddit AMA

路线 4: 语音识别工程师

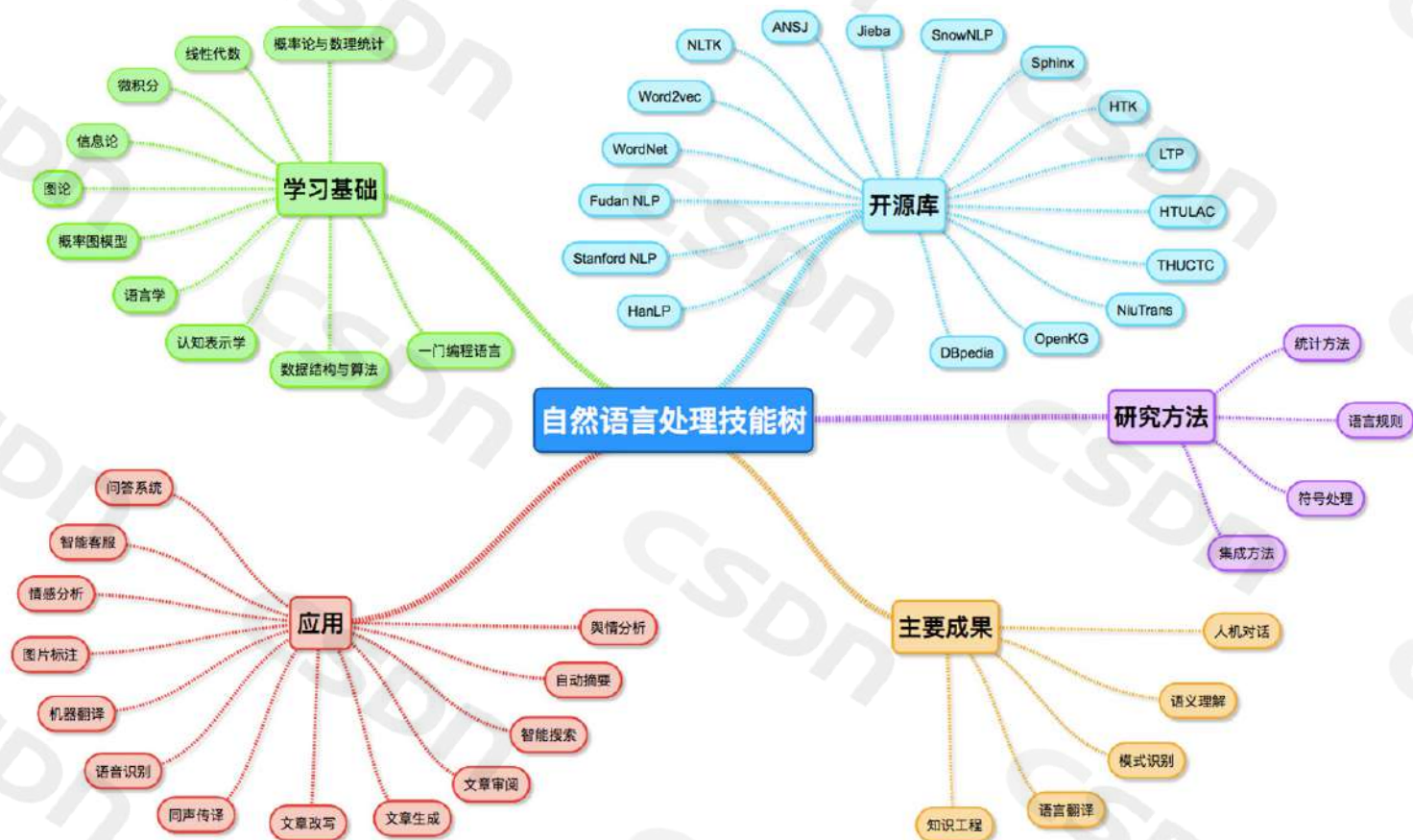


特邀专家：陈孝良，声智科技创始人



特邀专家：刘昕，中科视拓 CEO

路线 6: 自然语言处理工程师



特邀专家: 兰红云, 《自然语言处理技术入门与实践》图书作者



内容参考：北京知识图谱学习小组、Lean Semantic Web、《知识图谱技术综述》等

语音识别工程师

- 《解析深度学习：语音识别实践》
- Automatic Speech and Speaker Recognition: Large Margin and Kernel Methods
- Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm and System Development
- Speech and Language Processing (CS224S - <http://web.stanford.edu/class/cs224s/>) / 书 - <https://web.stanford.edu/~jrafasky/slp3/ed3book.pdf>
- Speech at CMU - <http://www.speech.cs.cmu.edu>
- HTK Speech Recognition Toolkit - <http://htk.eng.cam.ac.uk/>
- Kaldi: 开源语音识别工具箱 - <http://kaldi-asr.org>
- CNTK - <https://www.microsoft.com/en-us/cognitive-toolkit/>

计算机视觉工程师

- Stanford Vision Lab - <http://vision.stanford.edu>
- CS 131 Computer Vision: Foundations and Applications - http://vision.stanford.edu/teaching/cs131_fall1617/index.html
- CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition - <http://cs231n.stanford.edu>
- CS231A: Computer Vision, From 3D Reconstruction to Recognition - <http://web.stanford.edu/class/cs231a/>
- Computer Vision: A Modern Approach - <http://cmuems.com/excap/readings/forsyth-ponce-computer-vision-a-modern-approach.pdf>
- Computer Vision: Algorithms and Applications - http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf
- Computer Vision: Models, Learning, and Inference - <http://www.computervisionmodels.com/>

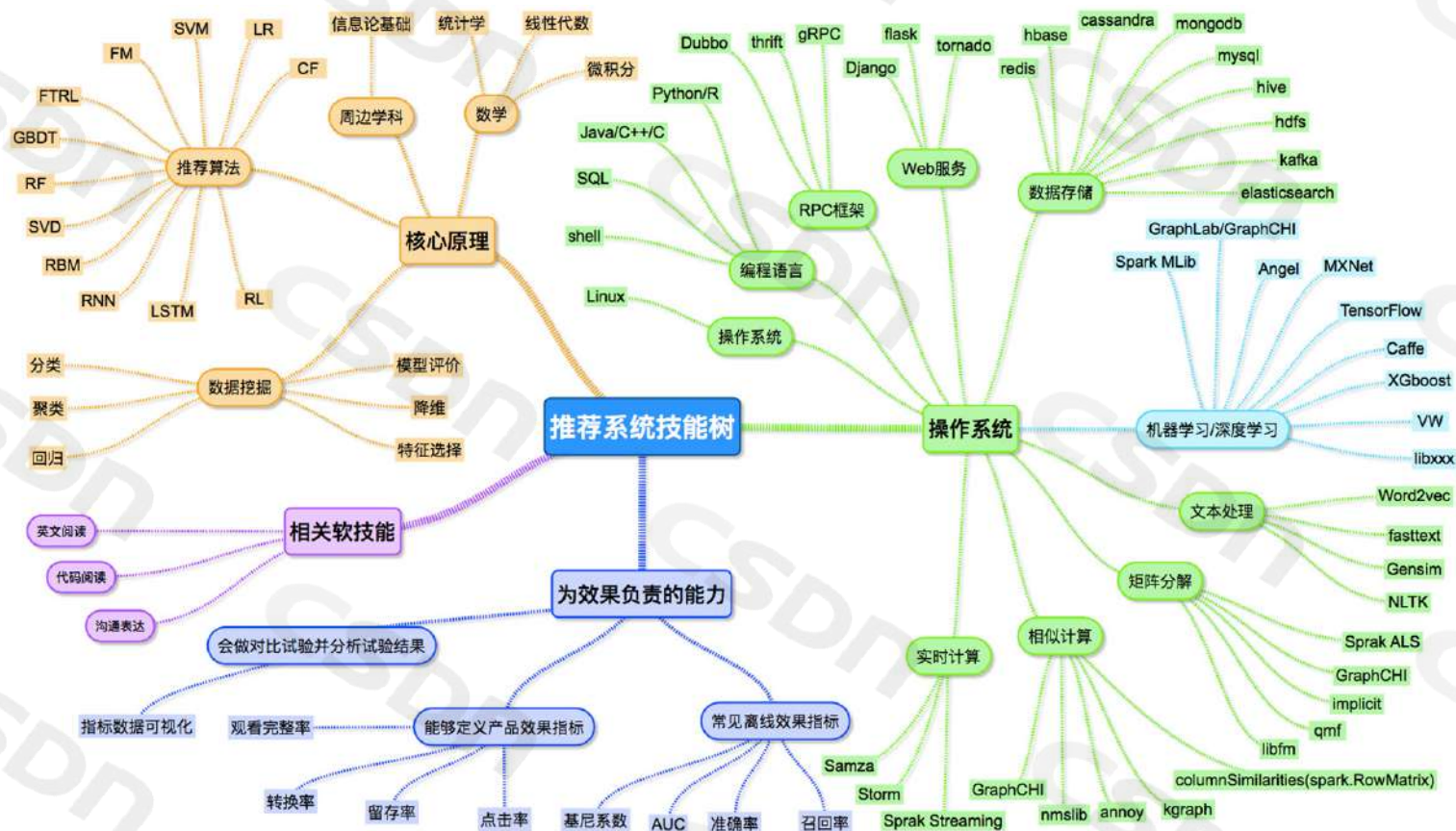
自然语言处理工程师

- CS224n: Natural Language Processing with Deep Learning - <http://web.stanford.edu/class/cs224n/>
- Natural Language Processing with Python - <http://www.nltk.org/book/> (视频: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLQVvva0QuDf2JswnfGkIIBInZnIC4HL>)
- 《自然语言处理综论》英文版 - <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>
- 《统计自然语言处理》
- 《Python 自然语言处理》

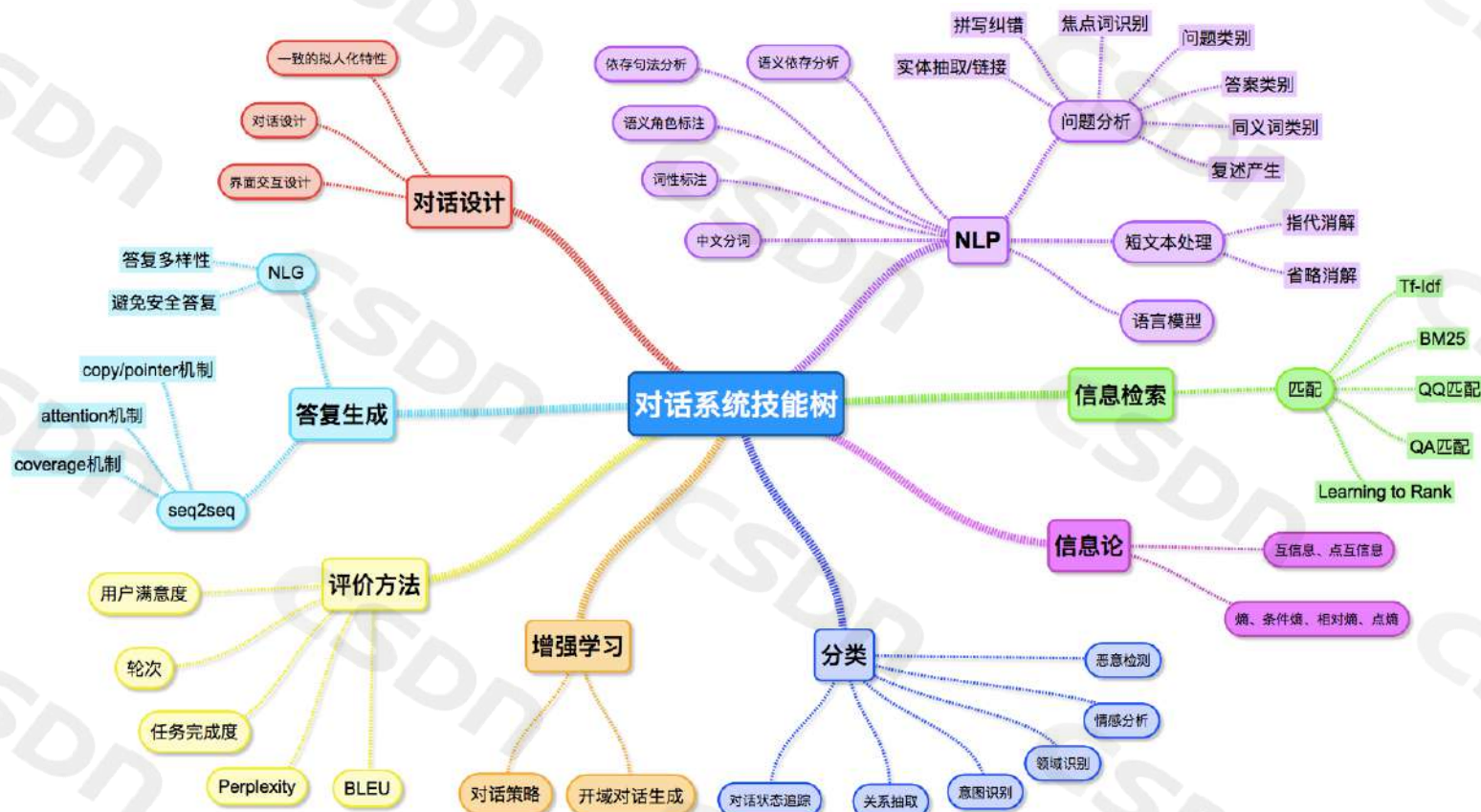
知识图谱工程师

- Introducing the Knowledge Graph: things, not strings - <https://googleblog.blogspot.no/2012/05/introducing-knowledge-graph-things-not.html>
- Knowledge Graph - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLOU2XLYxmslI2vIhzAyW6eouf62ur2Z2q>
- 知识图谱技术综述 - <http://www.xml-data.org/dzkj-nature/html/201645589.htm>
- Lean Semantic Web - <https://github.com/baojie/leansemanticweb>
- 北京知识图谱学习小组 - <https://github.com/memect/kg-beijing>
- 知识图谱怎样入门? - <https://www.zhihu.com/question/52368821>

路线 8: 推荐系统工程师

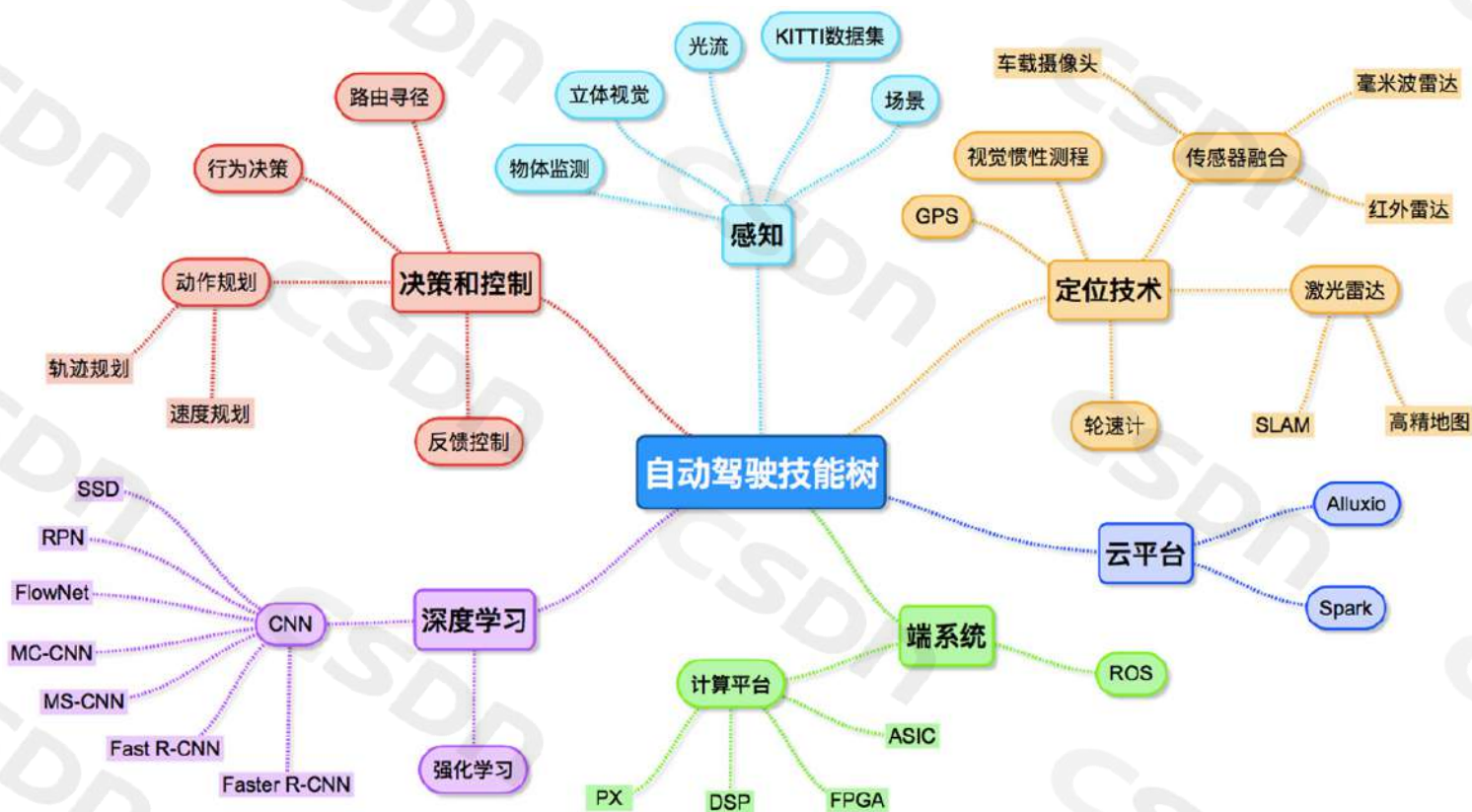


特邀专家: 陈开江, 希为科技 CTO



特邀专家: 吴金龙, 爱因互动合伙人

路线 10: 自动驾驶工程师



特邀专家: 刘少山, PerceptIn 联合创始人

推荐系统工程师

- Coursera Recommender Systems 专项课程 - <https://www.coursera.org/specializations/recommender-systems>
- Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms - <http://www.ra.ethz.ch/cdstore/www10/papers/pdf/p519.pdf>
- The Netflix Recommender System: Algorithms, Business Value, and Innovation - <http://delivery.acm.org/10.1145/2850000/2843948/a13-gomez-uribe.pdf>
- Deep Neural Networks for YouTube Recommendations - <https://research.google.com/pubs/pub45530.html>

关于对话系统

检索型单轮机器人 (FQA-Bot) 涉及到的技术和信息检索类似。因为 query 和候选答案包含的词都很少，所以会利用同义词和复述等技术对 query 和候选答案进行扩展和改写

知识图谱型机器人 (KG-Bot, 也称为问答系统)，利用知识图谱进行推理并回答一些事实型问题。知识图谱通常把知识表示成三元组——(主语、关系、宾语)，其中关系表示主语和宾语之间存在的某种关系

任务型多轮机器人 (Task-Bot) 通过多次与用户对话交互来辅助用户完成某项明确具体的任务。除了与语音交互的 ASR 和 TTS 部分，它的流程还包括语言理解 (SLU)、对话管理 (DM) 和自然语言产生 (NLG)

闲聊机器人 (Chitchat-Bot) 通常使用机器翻译中的深度学习 seq2seq 框架来产生答复。与机器翻译不同的是，对话中用户本次 query 提供的信息通常不足以产生合理的答复，对话的历史背景信息同样很重要

自动驾驶入门测试题

基于传感器融合的空间定位技术

基础知识：Android 编程

涉及技术点：时间同步、GPS 定位、IMU 位置跟踪、特征点提取、立体视觉

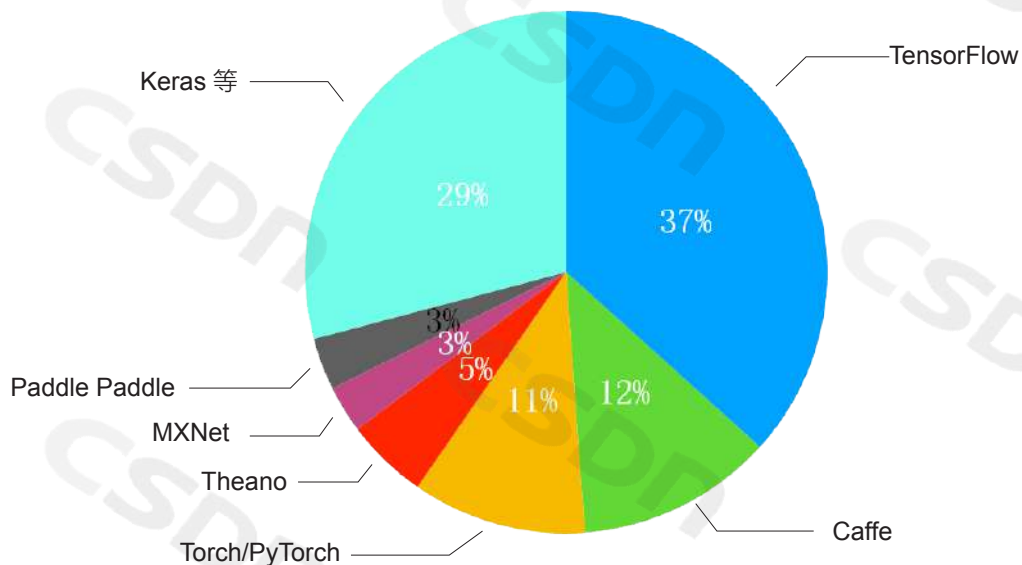
步骤：

- 第一步，取原数据：写一个 ANDROID 程序实时获取当前 GPS 数据，IMU 数据，以及图片数据，在每个数据上打精准时间戳（入门难度）
- 第二步，根据原数据推算出每个图片的位置信息（中等难度）
- 第三步，把每个图片的特征点提取出来，估算出每个特征点的粗略位置（进阶难度）

一线工程师拥抱 AI 必备

AI工作中所用的深度学习框架

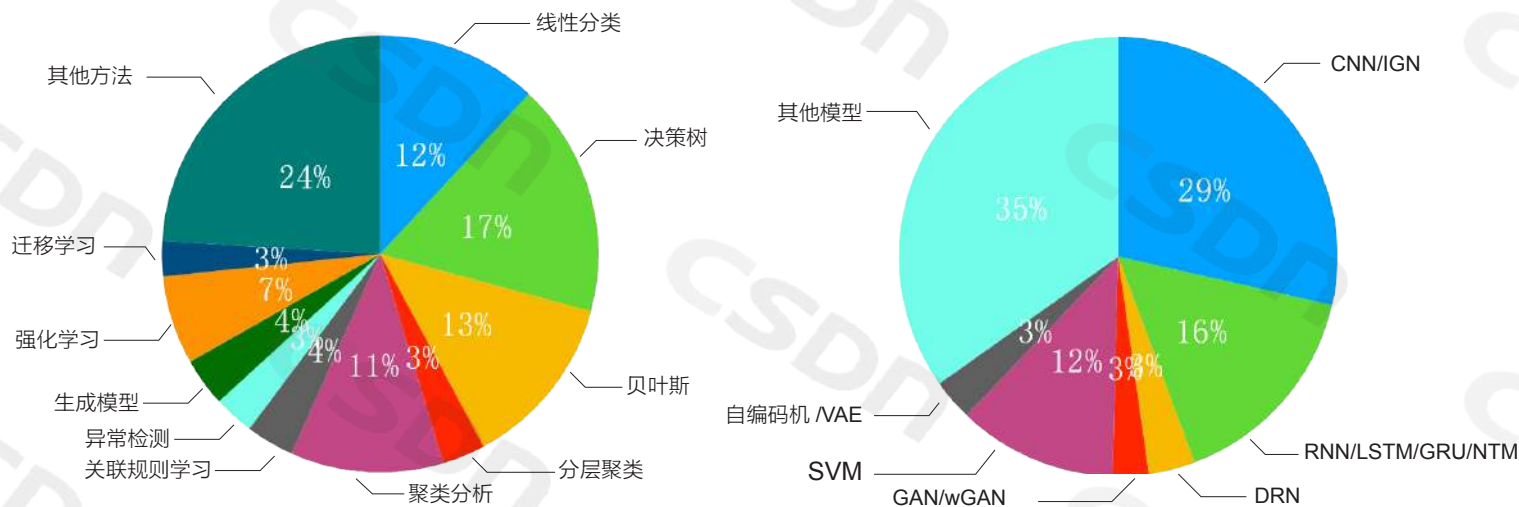
CSDN 2017年中国开发者大调查数据显示，Google的TensorFlow毫无疑问是大家使用量最大的深度学习框架，使用比例高达37%；此外，Facebook的Caffe也有12%的使用比例，Torch/PyTorch为11%。值得一提的是Keras等上层封装更好的开发环境，在新手中颇受欢迎，第二季度便已超过Torch，大有赶超TensorFlow的劲头。



数据来源：CSDN 2017 中国开发者大调查

据CSDN 2017年所做的中国开发者大调查数据显示，**传统机器学习方法使用量接近2/3**。其中，有监督的线性分类、决策树占比29%，无监督的分层聚类、聚类分析、关联规则学习、异常检测占比21%，还有占比为13%的贝叶斯方法。而最新的生成模型、强化学习、迁移学习方法使用量也有14%，表现出一定的热度。

模型使用方面，**当前大热的CNN类、RNN类模型占比45%**，多用于线性分类的支持向量机占比12%；另外，未做进一步细分的传统模型及最新模型占比竟达到35%，说明具体的AI工作几无定式。



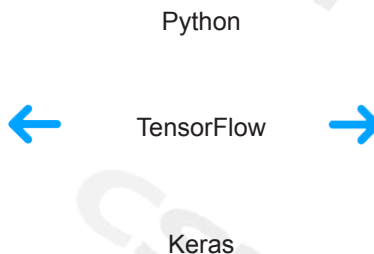
数据来源：CSDN 2017 中国开发者大调查

非技术人员学 AI 必备

浅层学习及其功用

预测	线性回归、回归树 最邻近算法
分类	逻辑回归、分类树 SVM、朴素贝叶斯
聚类	K-means、分层聚类 仿射传播、DBSCAN
特征选取	方差阈值、相关性阈值 遗传算法、逐步搜索
特征提取	主成分分析、线性判别分析 自编码器

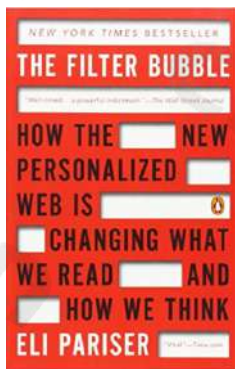
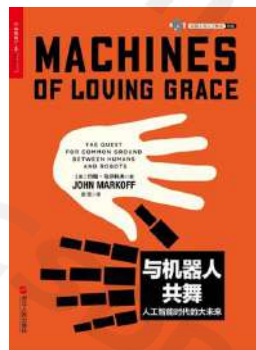
学习的工具



深度学习及其功用

CNN	图像识别
	视频分析
	自然语言处理
	药物发现
RNN	AlphaGo
	语音识别
	机器翻译
	时间序列预测
	机器人控制
	音乐生成

非技术人员学AI：普通人要弄清AI大潮的来龙去脉



- 深度学习已死，可微分编程万岁 by Yann LeCun
- 深度学习本质上是一种新的编程形式——可微分编程 by Thomas Dietterich
- 可微分编程 by David Dalrymple
- “Software 2.0” by Andrej Karparthy



《2017-2018 中国人工智能产业路线图》：人工智能浪潮来袭，企业应该怎么办？本路线图从 AI 基础资源、AI 基础技术以及 AI 技术主要应用领域等方面着手，基于十多位特邀业内专家的支持及众多的实际案例调研，探索不同行业的企业智能化升级的路径，并首次提出了 AIMM——企业智能化成熟度模型，希望成为中国企业实现 AI 转型的有益参考。



《AI 技术人才成长路线图》：人工智能浪潮来袭，开发者应该怎么办？CSDN 重磅推出的 AI 技术职业指南。基于 10 多位专家的切身经验，我们提炼出入门 AI 的两大方式与进阶 AI 的 10 大路线。同时结合 AI 人才的需求结构与人才市场现状，我们想告诉大家人工智能就是新一代的软件开发，值得每一个技术人员用心投入。



关注“AI 科技大本营”

回复“产业路线图”下载《2017-2018 中国人工智能产业路线图》全本

回复“技术路线图”下载《AI 技术人才成长路线图》全本

AI技术人才成长路线图 V1.0

电话: (86)10-51661202

地址: 北京市朝阳区酒仙桥路10号院
恒通商务园B8座二层 100015

网址: csdn.net

