



行业评级：增持

报告日期：2017-12-8

港股重点公司：

六大一类标的	代码	ROE摊薄	PE(TTM)
腾讯控股	0700.HK	15.24	50.65
瑞声科技	2018.HK	14.20	23.97
舜宇光学科技	2382.HK	20.29	54.05
金蝶国际	0268.HK	3.05	29.37
吉利汽车	0175.HK	15.50	26.33
中国生物制药	1177.HK	12.73	24.37

人工智能重点公司：

人工智能标的	代码	ROE摊薄	PE(TTM)
苹果	AAPL.O	21.57	16.42
谷歌(ALPHABET)	GOOGL.O	6.04	31.07
亚马逊	AMZN.O	3.97	179.19
FACEBOOK	FB.O	10.47	38.00
百度	BIDU.O	6.28	37.48
腾讯控股	0700.HK	15.24	50.65

海外研究小组

港股/美股

陆丽娜

021-609546118

海外市场 2018 年度策略：AI 与市场齐飞，港股并海外共舞

主要观点：

□ 基于净资产收益率的基本面研究是遴选优质港股的有效指标

人民币中期贬值的大背景下，中国投资者资金大量流入香港和美国市场。港股通的开通推高了港股估值中枢，这一趋势在 2018 年仍将持续。净资产收益率是海外市场评判公司投资价值的最有效指标之一。我们相信企业的增长是建立在 ROE 这个内生性上的，认为 forward PE/ROE 估值方法更能判断当前价位是否适合买入股票和持有股票，这个估值方法的核心思想是以 ROE 作为企业内生增长力的主要考核指标，当 PE 小于 ROE 时候，公司市盈率低于内生增长力，股价被低估，考虑买入或者持有。

□ 真实经济向虚拟经济迁移，是宏观干预失效后解决危机新方式

解决经济危机的教科书方式有战争自然灾害，以及凯恩斯主义的宏观调控。但是从 2008 年开始的这一轮经济危机，却是以货币膨胀为代表的宏观调控的失效而告终。在美联储缩表，中国实行中性货币政策的背景下，真实经济复苏动力不足，而新兴的信息虚拟经济却在 2017 年显示出强大的增长力。我们在游戏行业一季度综述中已经指出：全球经济正在从真实经济向信息虚拟经济迁移，消费主力正从货币幻觉过渡到智能幻觉。我们明显看到美国科技公司 R&D 费用的增长中位数约 26.4%，远远超过中国科技公司。我们认为以科技创新为核心的经济内生增长力才是未来重要看点。

□ 大模型、大计算、大数据是深度学习三大支柱，需要多维度更新

深度学习的成功主要归功于三大因素——大数据、大模型、大计算。模型技术的发展使得训练大模型成为了可能，例如上千层的深度神经网络都已经发展成为现实。同时硬件的提升可以实现大计算，从 CPU 到 GPU，可获取的计算资源越来越丰富。人工智能的模型算法可以分为两个方向：以统计方法为主的机器学习，和以神经网络架构为主的深度学习。近十年来深度学习有了长足的发展，神经网络被应用到图像识别、语音识别、自然语言处理、无人驾驶等许多细分领域。伴随着 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等硬件的更迭，深度学习的平台和系统也逐步建立完善。预计未来硬件和软件的结合将会更加紧密。

□ 谷歌等软技术公司引领 AI 主流，电商和社交巨头耕耘垂直领域

谷歌的人工智能位于全球前列，在图像识别、语音识别、无人驾驶等技术上都已经落地。而百度实质意义上扛起了国内的人工智能的大旗，覆盖无人驾驶、智能助手、图像识别等许多层面。苹果业已开始全面拥抱机器学习，新产品进军家庭智能音箱并打造工作站级别 Mac。另外，腾讯的深度学习平台 Mariana 已支持了微信语音识别的语音输入法、语音开放平台、长按语音消息转文本等产品，在微信图像识别中开始应用。通过 Mariana，识别准确率获得了极大的提升，目前识别能力已经跻身业界一流水平。从上述全球前十大科技公司对人工智能的投入程度和应用的实现，人工智能已经成为 2017 年行业的风向标，是移动互联网之后的科技高地所在。

目录

海外市场策略：问白马何往，唯 ROE 明朗.....	5
1. 2017 年港股牛市是资金推动的估值中枢提高.....	5
2. 展望 2018 年，港股投资应该继续以 ROE 为选股标准.....	6
3. 重点投资主题：中国经济新势能.....	7
TMT 行业：人工智能啼不住，算法已过万重山.....	9
1. 人工智能大模型：谷歌的阿尔法狗和百度的阿波罗计划.....	10
1.1 阿尔法狗：深度学习嵌入蒙特卡洛树搜索.....	10
1.2 百度 APOLLOOS：基于卷积神经网络的车道和车辆检测感知.....	14
2. 人工智能大计算：计算硬件以及深度学习的平台系统.....	16
2.1 硬件芯片方案.....	17
2.2 深度学习的平台和系统.....	19
3. 人工智能大数据：软技术公司引领主流，电商和社交巨头耕耘垂直领域.....	19
3.1 谷歌：全球人工智能翘楚，AI 技术遍地开花无人驾驶和语音识别备受瞩目.....	20
3.1.1 谷歌已经成为一家人工智能为先的公司，在 AI 各个领域均走在世界前沿.....	20
3.1.2 学术研究在神经机器翻译、深度学习、计算机视觉等各个方面成绩斐然.....	25
3.1.3 财务分析：PE/ROE 估值模型下给予公司增持评级.....	26
3.2 百度：扛起国内的人工智能的大旗，覆盖无人驾驶、智能助手、图像识别等.....	28
3.2.1 搜索是人工智能的起点，百度已经在语义匹配模型上卓有建树.....	28
3.2.2 百度人工智能技术主攻智能语音识别和智能驾驶，DUEROS 和 APOLLO 双管齐下.....	29
3.2.3 财务估值模型：广告业务在传统搜索之外寻求突破，重点布局语音识别.....	32
3.3 腾讯：微信三款语音识别产品运用了多 GPU、数据并行的 CNN、DNN 框架.....	34

图表目录

图表 1: 港股通净流入 (亿人民币)	5
图表 2: 港股通成交占港股成交额比例.....	5
图表 3: 南下港股通净流入个股 (以 2017 年 11 月 6 日为基准, 单位: 港币)	5
图表 4: 南下港股通净流出个股 (以 2017 年 11 月 6 日为基准, 单位: 港币)	5
图表 5: 港股 ROE 分析.....	7
图表 6: 重点覆盖公司	7
图表 7: 港股投资基础研究和选股策略.....	8
图表 8: 美国和中国科技公司研发投入对比.....	9
图表 9: 人工智能可比公司	9
图表 10: ALPHAGO ZERO 自我对弈训练的流程.....	10
图表 11: 4 种神经网络的 ELO、预测准确率和 MSE 结果	11
图表 12: 阿尔法狗执黑在一场业余赛中的下棋过程.....	12
图表 13: 强化学习图示	13
图表 14: 蒙特卡洛树搜索	13
图表 15: 深度学习如何嵌入蒙特卡洛树搜索.....	14
图表 16: SAE INTERNATIONAL 汽车智能化的分级标准	15
图表 17: 网格检测方式	15
图表 18: OVERFEAT 网格.....	16
图表 19: 车道边界检测	16
图表 20: DBSCAN 聚类后的车道检测输出	16
图表 21: CPU 和 GPU 的不同架构.....	17
图表 22: CPU 的延迟型设计.....	18
图表 23: GPU 的面向对象设计	18
图表 24: 谷歌 TPU 架构.....	19
图表 25: 深度学习主要市场参与者及开源平台	19
图表 26: MIT 十大新兴科技趋势 2017 年人工智能相关主题	20
图表 27: GOOGLE 近年来收购的人工智能公司	20
图表 28: GOOGLE HOME 功能	21
图表 29: 各家智能音箱对比.....	22
图表 30: 语音和自然语言领域最具前途的人工智能公司	22
图表 31: 谷歌无人车	23
图表 32: 谷歌设计无人车时的思路和方法.....	23
图表 33: 无人驾驶各个公司研发和进展.....	24
图表 34: 谷歌发表 AI 论文数量	25
图表 35: 人类、GNMT、PBMT 翻译模型下的翻译质量	25
图表 36: GNMT 将一个汉语句子翻译成英语句子可视化图.....	26
图表 37: ALPHABET 收入拆分.....	27
图表 38: ALPHABET 的 PE/ROE 估值模型.....	27
图表 39: 百度 SIMNET 框架.....	28
图表 40: 从操作系统接口视角看 DUEROS 核心层	29

图表 41: APOLLO 开放路线图.....	30
图表 42: APOLLO 自动驾驶生态中的合作伙伴.....	31
图表 43: DEEPBENCH 功能.....	31
图表 44: 百度收入业绩及预测.....	32
图表 45: PE/ROE 模型预测百度股价.....	33
图表 46: 微信语音识别产品: 微信语音输入法、语音消息转文字、语音开放平台.....	34

海外市场策略：问白马何往，唯 ROE 明朗

1. 2017 年港股牛市是资金推动的估值中枢提高

人民币中期贬值的大背景下，中国投资者资金大量流入香港和美国市场。投资者为对冲人民币贬值风险，开始转移至香港市场，我们认为跨境资金的开通为香港市场带来支持，尤其是一些估值合理和高品质的港股公司。港股市场调整后，部分市场具有估值吸引。

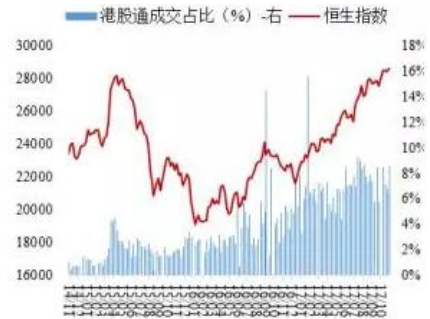
我们以净资产收益率为指引，遴选出港股投资的三类重要标的。其中一类标的 ROE 高、毛利率高、契合经济新动能，包括腾讯控股、舜宇光学、瑞声科技、吉利汽车、中国生物制药。二类标的是 ROE 和毛利率较高、比较契合新动能，包括石药集团、绿城服务、汇丰控股、丘钛科技、金蝶国际。三类标的是 ROE 和毛利率较高、契合度不高，包括周黑鸭、建滔积层板、安踏体育、金山软件、IGG、IMAX CHINA。

图表 1：港股通净流入（亿人民币）



资料来源：wind

图表 2：港股通成交占港股成交额比例



资料来源：wind

在 10 月 31 日-11 月 6 日这一周，南下资金净流入最多的股票是工商银行和腾讯控股；而资金流出最多的是中国财险，其次是融创中国。

图表 3：南下港股通净流入个股（以 2017 年 11 月 6 日为基准，单位：港币）

近一周			近一月			近一年		
股票代码	股票简称	净流入金额(亿元)	股票代码	股票简称	净流入金额(亿元)	股票代码	股票简称	净流入金额(亿元)
1398.HK	工商银行	18.7328	1398.HK	工商银行	66.39	0700.HK	腾讯控股	267.44
0700.HK	腾讯控股	17.6812	0700.HK	腾讯控股	27.94	1398.HK	工商银行	257.38
0981.HK	中芯国际	8.6213	0005.HK	汇丰控股	24.49	0005.HK	汇丰控股	257.24
0005.HK	汇丰控股	5.3501	2318.HK	中国平安	22.69	0939.HK	建设银行	137.84
1336.HK	新华保险	5.2692	0981.HK	中芯国际	22.26	0607.HK	丰盛控股	66.92
0763.HK	中兴通讯	3.2434	0939.HK	建设银行	13.09	1336.HK	新华保险	60.97
2318.HK	中国平安	2.4125	2601.HK	中国太保	9.65	0998.HK	中信银行	37.81
0939.HK	建设银行	2.3764	1336.HK	新华保险	8.29	0981.HK	中芯国际	34.08
2382.HK	舜宇光学科技	2.2597	0763.HK	中兴通讯	5.00	2601.HK	中国太保	30.45
0388.HK	香港交易所	2.2445	2666.HK	环球医疗	4.53	3988.HK	中国银行	28.85

资料来源：wind，华安证券研究所

图表 4：南下港股通净流出个股（以 2017 年 11 月 6 日为基准，单位：港币）

近一周			近一月		
股票代码	股票简称	净流出金额(亿元)	股票代码	股票简称	净流出金额(亿元)
2328.HK	中国财险	-4.1630	0175.HK	吉利汽车	-14.81
1918.HK	融创中国	-2.8855	3333.HK	中国恒大	-3.79
3333.HK	中国恒大	-1.7048	2328.HK	中国财险	-3.41
3993.HK	洛阳钼业	-1.3659	0941.HK	中国移动	-1.54
2238.HK	广汽集团	-1.0886	3993.HK	洛阳钼业	-1.37
3988.HK	中国银行	-0.7849	1958.HK	北汽汽车	-1.12
0285.HK	比亚迪电子	-0.6353	1088.HK	中国神华	-0.83
0656.HK	复星国际	-0.3360	1299.HK	友邦保险	-0.77
0902.HK	华能国际电力	-0.3139	2689.HK	玖龙纸业	-0.02
0175.HK	吉利汽车	-0.2421	0285.HK	比亚迪电子	-0.64

资料来源: wind, 华安证券研究所

10 月到 11 月初, 港股通增持较大的行业是保险业 (+0.45 个百分点)、资讯科技业 (+0.4 个百分点) 和原材料业 (+0.22 个百分点)。

截止 2017 年 11 月 6 日的一周, 南下港股通净流入前十大分别是工商银行、腾讯控股、中芯国际、汇丰控股、新华保险、中兴通讯、中国平安、建设银行、舜宇光学科技、香港交易所。

2. 展望 2018 年, 港股投资应该继续以 ROE 为选股标准

我们在策略和公司深度报告多次指出, 净资产收益率是海外市场评判公司投资价值的最有效指标之一。我们相信企业的增长是建立在 ROE 这个内生性上的, 认为 forward PE/ROE 估值方法更能判断当前价位是否适合买入股票和持有股票。这个估值方法的核心思想就是, 以 ROE 作为企业内生增长力的主要考核指标, 当 PE 小于 ROE 时候, 公司市盈率低于内生增长力, 股价被低估, 考虑买入或者持有。卖出股票仍然是以某只股票过去三年扣非后 ROE 是否符合 10% 的原则来决定, 在公司基本面无明显恶化情况下长期持有。我们用 PE/ROE 模型出于以下几个考虑:

1. 在不考虑企业分红的情况下, 企业的内生增长能力等于净资产收益率。在不考虑现金分红的所得税以及股东之间以账面价值转让股份的情况下, 净资产收益率反映了股东价值增值能力。基于对企业成长内生性 ROE 的认识, 我们认为企业的收益是由 ROE 衍发的。

2. 我们的买入卖出标准都是 ROE, 区别在于买入时候考虑了 PE 的因素, 而卖出则只考虑 ROE 的因素。无论 PE 还是 ROE, 都出现 E, 即 EPS, 也即真实收益。这反映了我们更加注重利润表的预测。意味着我们同时对历史的利润表和资产负债表进行观察, 而仅对利润表进行预测。这个结论基于减小预测误差的考虑。

3. 为什么我们没有用 DCF 模型, 是因为我们认识到资产负债表是一个时点数据, 而不似利润表是时期数据。对时点数据的处理如果简单地用线性外推的方法会产生比较大的误差。如果学过数据处理的话, 可以理解到, 离散数据采用线性方法的最小二乘估计会产生一个比较大的误差项。由于对利润表的 2017, 2018, 2019 年预测已经产生误差, 叠加上资产负债表的预测将会使得结果误差更加大。实际上, B/S 项的公开信息有限, 拍脑子的预测意义并不是很大。DCF 考察的是企业的未来现金流, 但是由 P/L B/S 本身误差情况不可控的情况下, 得出的现金流量表也会失真。但是我们还是认识到 DCF 模型考察三张表的内在逻辑, 即现金流的重要性。所以我们把它当做静态考察的一个方法, 即对历史三张表做出分析, 而不是用在预测上。

4. 市面上单纯比较企业和行业 PE, 或者比较企业和对标企业 PE 的预测方法, 是非常失灵的。这是因为 PE 本身是一个波动量, 股价现值不仅包含公司基本面, 也包含了资金市场面状况。以一个波动量来进行对标, 来得出另一个波动量比较失实。所以我们不难看到这个方法经常失灵, 难以准确预测股价, 更不能评判买入和卖出时点。

在我们的 PE/ROE 模型里, ROE 用的是静态数, 表明我们认为企业的内生增长性由历史观察, 而不断预测判断。PE 的数值可以有几个, TTM、forward rolling 12months, forward rolling 24 months。我们之所以选择了 forward rolling 12months 作为第一个决策价位, 是认为当前股价反映的不仅是企业历史业绩, 也应该反映对企业未来的预

期。当然，对这个指标选择的优劣势，我们将会在未来的报告中以实证方法进行检验。

图表 5：港股 ROE 分析

港股通	代码	ROE 摊薄	市值 (亿港元)	最新价 (港元)	毛利率	资产负债率 (%)
腾讯控股	0700.HK	15.2357	35,811	377.00	52.10	51.37
广汇宝信	1293.HK	6.3423	125	4.39	7.94	72.61
周黑鸭	1458.HK	10.7852	175	7.36	61.40	11.07
瑞声科技	2018.HK	14.2025	1,878	153.70	41.40	38.98
建滔积层板	1888.HK	12.4777	426	13.82	28.71	37.39
舜宇光学科技	2382.HK	20.2882	1,356	123.60	20.08	53.36
安踏体育	2020.HK	10.9482	936	34.85	49.71	22.08
达利食品	3799.HK	13.0938	818	5.97	38.07	16.02
石药集团	1093.HK	11.8783	955	15.30	55.10	33.28
中国生物制药	1177.HK	12.7322	778	10.50	79.32	44.34
吉利汽车	0175.HK	15.4990	2,219	24.75	18.90	58.22
中国建筑国际	3311.HK	8.8365	544	10.78	13.77	70.79
IMAX CHINA	1970.HK	7.8604	81	22.85	59.03	30.01
绿城服务	2869.HK	10.0551	144	5.18	19.11	52.43
汇丰控股	0005.HK	3.9863	15,316	75.30	-	92.14
金山软件	3888.HK	5.6400	279	21.30	63.78	35.04
IGG	0799.HK	31.6855	143	10.62	67.38	25.14
丘钛科技	1478.HK	11.6330	189	17.26	10.13	60.02
中国移动	0941.HK	6.1545	16,104	78.65	-	35.14
金蝶国际	0268.HK	3.0469	122	4.21	81.58	39.84

资料来源：wind，华安证券研究所

我们的研究流程是从上而下发掘行业，和从下而上发掘个股。行业的目标是发掘具备长期增长潜力的主题和相关行业，根据净资产收益率、产品利润率水平、公司管理素质等建立研究股票池。个股的基础研究和选股策略上，通过积极的公司基本面研究（包括中大型股），通过与公司高级管理层直接会面以及参与公司实地考察、企业路演和投资研讨会来深度挖掘个股的投资价值。

图表 6：重点覆盖公司

六大一类标的	代码	ROE 摊薄	PE(TTM)	股息率	每股股东自由现金流 (港币)
腾讯控股	0700.HK	15.24	50.65	16%	3.1812
瑞声科技	2018.HK	14.20	23.97	96%	0.2302
舜宇光学科技	2382.HK	20.29	54.05	26%	0.4276
金蝶国际	0268.HK	3.05	29.37	0%	-0.1818
吉利汽车	0175.HK	15.50	26.33	48%	0.7414
中国生物制药	1177.HK	12.73	24.37	57%	0.4122

资料来源：wind，华安证券研究所

3. 重点投资主题：中国经济新动能

中国经济正经历结构性变化。第三产业 2016 年第二季度的增速扩大至同比 8.9%，是自 2012 年以来最快的速度。另外由于产能过剩的问题，第二产业增速下滑至同比 5.9%。在一般情况下新经济行业与政府的发展方向同步，目标为经济转型、提升价值链和推动创新的目标。IT 业务的蓬勃发展使得新经济的表现大幅好于传统行业。

十三五规划指出，未来 5 年经济增速应不低于 6.5%，以到 2020 年实现全面建成小康社会目标，规划建议给出路线图：改革、创新、环境、民生、国家战略等五大主线脉络清晰，助力经济稳定增长。改革的方向是：(1) 提高直接融资比例和扩大金融业双向开放，(2) 国防军队机械化信息化，(3) 公立医院改革引入民资；创新升级体现在 (1) “互联网+”，(2) 新能源汽车/工业 4.0；美丽中国致力于：(1) 设立基金发

展绿色低碳产业，(2) 实行水资源管理制度建设节水型社会，(3) 严禁移植天然大树进城并完善天然林保护；共同富裕需要：(1) 完善社保体系，(2) 脱贫工作责任制以及城乡居民大病保险制度，(3) 完善社会信用体系；大国复兴需要 (1) 能源安全储备制度，(2) 全球合作。

基于十三五计划的投资组合主题是：1. 新生活模式，2. 互联中国，3. 健康中国。新生活模式方面，国内消费行业是国民收入快速增长的主要受益者，政府希望在未来十年增加家庭收入一倍，以家庭收入增长不低于 GDP 增长速度为目标。随着越来越多的可支配收入，中国的消费者可以更专注于提高生活水平的相关消费，不单是基本的消费和服装开支等。生活方式和消费模式的改变提供新的投资机会。我们看好估值吸引和具备增长潜力的非必需消费品行业。互联中国方面，互联网行业巨头腾讯、阿里巴巴和百度等主导着中国的移动互联网行业发展，同时在电子商务，海淘，大数据，云计算，O2O 等相关领域甚至引领着全球的发展风向，从而我们能充分享受到行业巨头独角兽的爆发性成长机会。随着中国移动互联网的快速发展，电子商务、本地服务、移动支付、在线视频、体育、教育和在线旅游等行业呈现出巨大的增长潜力，伴随互联网和智能手机及智能硬件渗透率的进一步提高，我们预计会在不久的将来带动中国互联网行业进入另一个起飞阶段。健康中国方面，中国的人口老龄化以及越来越多国民获得医疗服务和保险成为医疗健康行业持续发展的关键驱动因素，并成就了高盈利能力的市场领导者。

图表 7：港股投资基础研究和选股策略



资料来源：华安证券研究所

TMT 行业：人工智能啼不住，算法已过万重山

对比实体经济复苏内生增长乏力的情况，互联网和移动互联网大企业的寡占优势愈发明显。这是一个信号，我们看到整个社会的消费主力全面迁移到虚拟交易的现象。对比美国和中国科技公司的研发投入，明显看到美国公司 R&D 费用 2016 全年的增长中位数约 26.4%，远远超过中国科技公司。

图表 8：美国和中国科技公司研发投入对比

亿美元		2015/12/31	2016/12/31	16vs15
美国科技公司研发投入				
苹果	AAPL.O	80.67	100.45	24.5%
谷歌	GOOGL.O	122.82	139.48	13.6%
亚马逊	AMZN.O	125.40	160.85	28.3%
脸书	FB.O	48.16	59.19	22.9%
动视暴雪	ATVI.O	6.46	9.58	48.3%
奈飞	NFLX.O	6.51	8.52	30.9%
中国科技公司研发投入				
百度	BIDU.O	15.67	14.63	-6.6%
网易	NTES.O	3.32	4.39	32.1%

资料来源：华安证券研究所

可以看到，美国出现了明显的信息虚拟经济（Virtual Economy）的特点，2016 年，苹果的研发投入为 100 亿美元，谷歌为 139 亿美元，亚马逊为 160 亿美元，主要投入在未来科技产品和创新上。美国的科技创新开发出新的商业模式，使得全球消费者果断掏钱买单。而中国企业正在积极布局研发，由于中国固有的良好互联网网民基础，中国的信息虚拟经济仍然是未被开发的巨大处女地。

图表 9：人工智能可比公司

公司	代码	ROE 摊薄	市值 (亿美元)	PE (TTM)	毛利率 (%)	资产负债率 (%)
苹果	AAPL.O	21.57	8,947	16.42	38.41	59.92
谷歌 (ALPHABET)	GOOGL.O	6.04	7,186	31.07	60.18	16.98
亚马逊	AMZN.O	3.97	5,400	179.19	35.98	73.55
FACEBOOK	FB.O	10.47	5,235	38.00	86.65	9.97
百度	BIDU.O	6.28	849	37.48	47.74	52.91
腾讯控股	0700.HK	15.24	4,590	50.65	52.10	51.37
阿里巴巴	BABA.N	10.01	4,751	56.30	62.42	36.42
网易	NTES.O	15.84	406	20.84	53.84	31.40
京东	JD.O	-0.51	555	-144.50	15.07	71.96

资料来源：wind，华安证券研究所

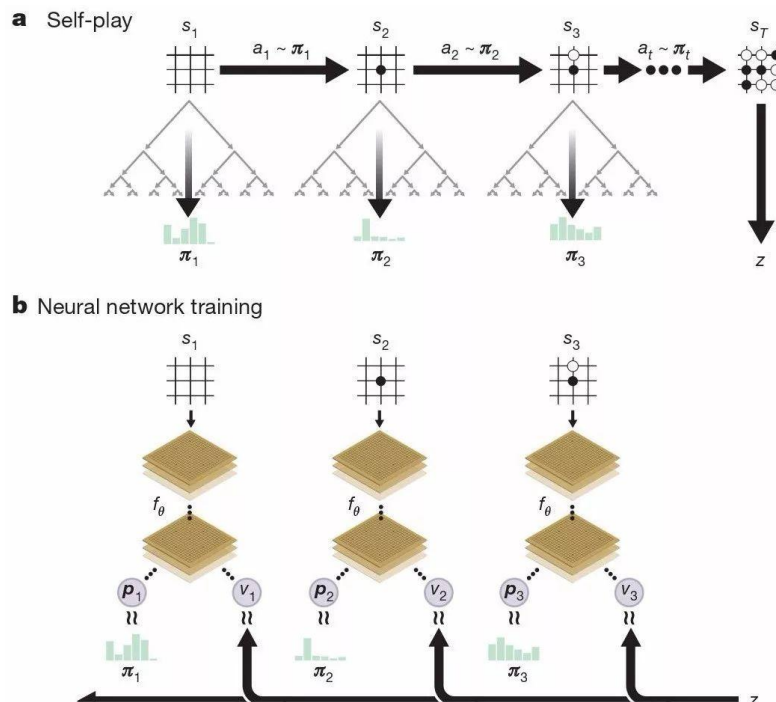
1. 人工智能大模型：谷歌的阿尔法狗和百度的阿波罗计划

1.1 阿尔法狗：深度学习嵌入蒙特卡洛树搜索

2017年10月19日，Nature上发表了新一代AlphaGo版本AlphaGo Zero的技术论文。指出一种仅基于强化学习的算法，AlphaGo Zero不使用人类的数据、指导或规则以外的领域知识，成了自己的老师。DeepMind训练了一个神经网络来预测AlphaGo自己的落子选择和AlphaGo自我对弈的赢家。这种神经网络提高了树搜索的强度，使落子质量更高，自我对弈迭代更强。新系统AlphaGo Zero实现了超人的表现，在进行了3天的自我训练后，AlphaGo Zero在100局比赛中以100:0击败了上一版本的AlphaGo。

这个系统从一个对围棋游戏完全没有任何知识的神经网络开始。然后，通过把这个神经网络与一种强大的搜索算法相结合，它就可以自己和自己下棋了。在它自我对弈的过程中，神经网络被调整、更新，以预测下一个落子位置以及对局的最终赢家。这个更新后的神经网络又将与搜索算法重新组合，进而创建一个新的、更强大的AlphaGo Zero版本，再次重复这个过程。在每一次迭代中，系统的性能都得到一点儿的提高，自我对弈的质量也在提高，这就使得神经网络的预测越来越准确，得到更加强大的AlphaGo Zero版本。这种技术比上一版本的AlphaGo更强大，因为它不再受限于人类知识的局限。相反，它可以从一张白纸的状态开始，从世界上最强大的围棋玩家——AlphaGo自身——学习。

图表 10: AlphaGo Zero 自我对弈训练的流程



资料来源：Nature，华安证券研究所

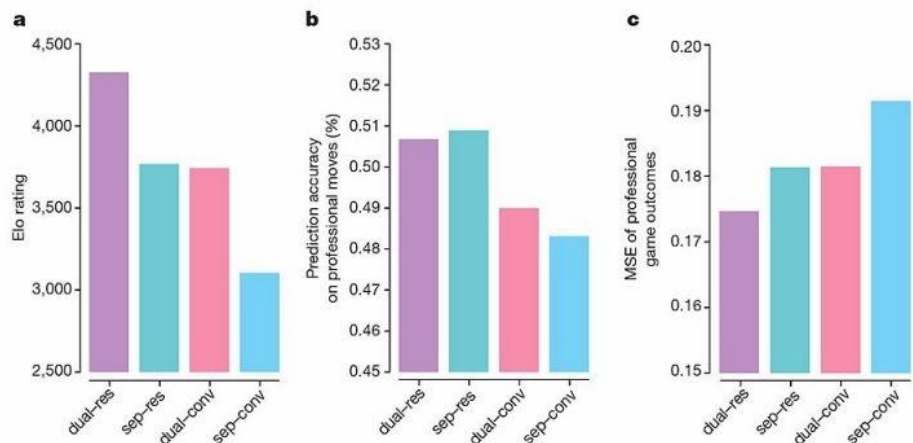
AlphaGo Zero 将价值网络和策略网络整合为一个架构，整合蒙特卡洛搜索不断迭代新方法使用了一个深度神经网络 f_θ ，参数为 θ 。这个神经网络将原始棋盘表征 s (棋

子位置和历史) 作为输入, 输出落子概率和一个值 $(p, v) = f_0(s)$ 。落子概率向量 p 表示选择下每一步棋 (包括不下) 的概率。值 v 是一个标量估值, 衡量当前棋手在位置 s 获胜的概率。这个神经网络将最初的 AlphaGo (下文中的 AlphaGo Fan 和 AlphaGo Lee, 分别指对战樊麾和对抗李世石的版本) 的策略网络和价值网络整合到一个架构里, 含有很多基于卷积神经网络的残差模块, 这些残差模块中使用了批正则化 (batch normalization) 和非线性整流函数 (rectifier nonlinearities)。

AlphaGo Zero 的神经网络使用自我对弈数据做训练, 这些自我对弈是在一种新的强化学习算法下完成的。在每个位置 s , 神经网络 f_0 都会进行蒙特卡洛树搜索 (MCTS)。MCTS 输出下每步棋的落子概率 π 。这样搜索得出的概率通常比神经网络 $f_0(s)$ 的原始落子概率 p 要更加强一些; MCTS 也因此可以被视为一个更加强大的策略提升 operator。系统通过搜索进行自我对弈, 也即使用增强的基于 MCTS 的策略选择下哪步棋, 然后使用获胜者 z 作为价值样本, 这个过程可以被视为一个强有力的策略评估 operator。

可以看到, 使用残差网络的准确率更高, 误差更低, 在 AlphaGo 达到 600 Elo (等级分) 的性能提高。将策略 (policy) 和价值 (value) 结合到一个单一的网络中的话, 走子预测的准确性略微降低了, 但是价值错误也降低了, 并且将 AlphaGo 的性能再提高了 600 Elo。这在一定程度上是由于提高了计算效率, 但更重要的是, 双目标使网络成为支持多个用例的常规表示。

图表 11: 4 种神经网络的 Elo、预测准确率和 MSE 结果



资料来源: Nature, 华安证券研究所

AlphaGo 的思想是把深度学习嵌入蒙特卡洛树搜索, 主要由三部分组成: 策略网络, 负责预测下一步的棋的概率; 估值网络, 负责评估当前局面, 预测获胜方; 蒙特卡洛树搜索, 作用是把系统连为一体。

第一步是训练策略网络。围棋棋盘有 19×19 个棋格, 可以看作是一幅 19×19 像素的图像, 每个像素的值可以有三种: 黑子、白子、无子。每一个特定时刻的棋局, 棋盘其实就是一幅 19×19 的图, 在训练时作为深层网络的输入层。经过多个卷积层和非线性激活函数, 策略网络在输出层预测每一个合法落子的概率。机器预测的下一步和人类棋手的下一步会有偏差, 网络就以经典的梯度下降算法调整每个连接的权重, 纠正偏差。AlphaGo 预测人类棋手下一步的准确率达到了 57%。除此以外, AlphaGo 还具备一个快速走子策略。完整的策略网络虽然能提供很高的正确率, 但是速度较慢 (预测每一步需要 3 ms), 快速走子可以把速度提高 1500 倍, 达到 2 微秒/步, 代价是牺牲一定的准确度。2016 年 1 月发表在自然杂志上的 AlphaGo 的版本中, 策略网络

包含了 13 层神经元，训练数据是从 KGS Go 服务器上取得的 3000 万个人类棋手的真实棋局，和该棋局对应的下一步走法。

第二步是训练估值网络。估值网络的目的是评估当前局面，预测最后的胜者。估值网络是 AlphaGo 相比别的人工智能围棋算法的新颖之处。预测局面是围棋的难点之一，就算是顶尖棋手，在预测的时候也经常出现偏差。训练估值网络有一个小窍门。如果把同一盘棋的每一步局面都当作输入训练的话，因为每两个相邻的棋局都只差一颗棋子，相关性很高，所以很容易造成过拟合的问题。作者就让机器自己生成 3000 万个不同的棋局，每个棋局都属于一盘不同的棋。训练后的估值网络比采用快速蒙特卡洛推演要准确，同时可以达到一般蒙特卡洛推演的准确度，但是要快 15000 倍。AlphaGo 完全没有做任何局部分析，纯粹用暴力训练出一个相当不错的估值网络，实际上证明了深度卷积神经网络的对问题的分解能力。

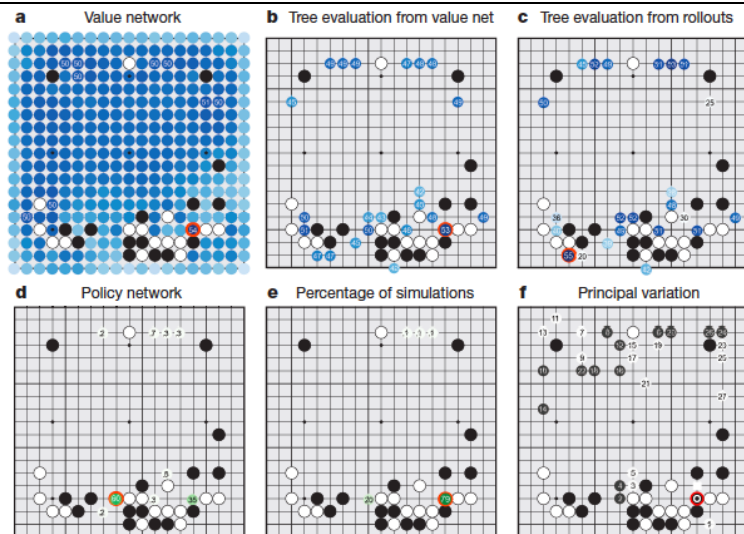
深层卷积网络让 AlphaGo 具备了模仿人类棋手走下一步棋的能力，接下来强化学习进一步优化了预测结果。强化学习，其实就是让机器不再模仿人类，而是自己跟自己下棋。此时的机器分为两个状态，一方是当前的状态，另一方是随机选取的之前某一步迭代的状态。随机选取对手是为了要避免过拟合。如果把只会模仿人类的机器和经过强化学习优化过的机器一对一较量，后者取得了 80% 的胜率。

第三是通过蒙特卡洛树搜索把策略网络和估值网络结合了起来。目前主要有两种随机算法，蒙特卡洛算法和拉斯维加斯算法。简单的说，蒙特卡洛算法是采样越多，越近似最优解，但找到的不一定就是最优解。相反，拉斯维加斯算法是采样越多，越有可能找到最优解，也就是说找到了就是最优解，但是不保证能找到。显然，对于围棋对弈，要求在有限的采样内，必须给出一个解，不要求是最优解，但是要尽量接近。这种情况，蒙特卡洛算法是很合适的，也是各个围棋软件很常用的一个方法。

如何高效的用蒙特卡洛树搜索把策略和估值网络结合，对实际的工程水平是有很高要求的。AlphaGo 选择在 CPU 上运行异步多线程搜索，在 GPU 上平行计算策略网络和估值网络。当时和李世石世纪大战的 AlphaGo 用了 40 个搜索线程，48 个 CPU 和 8 个 GPU。还有一个更强大的分布式版本，拥有 1202 个 CPU 和 176 个 GPU。

策略网络、估值网络、蒙特卡洛树搜索这三个部分并非缺一不可，但是合作在一起，能取得最好的效果。

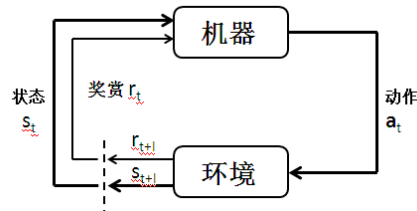
图表 12: 阿尔法狗执黑在一场业余赛中的下棋过程



资料来源: Nature, 华安证券研究所

在 AlphaGo 的设计机制中机器学习发挥了巨大的作用，因为 AlphaGo 的策略和智能主要是在不停看棋谱和左右互搏中进化出来的。由于围棋的天量可能性选择，设计一套必胜规则几无可能，也只有机器学习（强化学习）的进化和自我改进思想才能获得最终胜利。这与战胜国际象棋大师的深蓝不同，因此 AlphaGo 的技术对其它人工智能非常有启发。

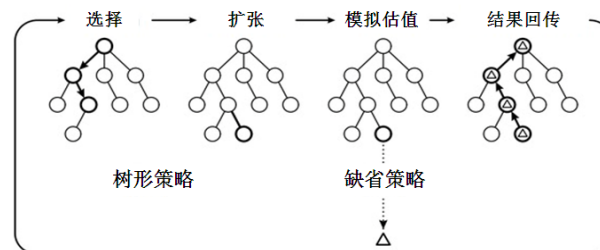
图表 13：强化学习图示



资料来源：Nature，华安证券研究所

强化学习通常用如上框图实现，即机器会根据环境给与的奖赏调整动作的一个反馈系统，最终实现利益最大化，难点在于机器的行为通常改变环境，而环境影响行为策略。而具体到围棋上，这个策略的核心是根据围棋的特性：1. 每一步双方信息完全已知，2. 每一步的策略只需考虑这一步的状态。各种棋类就是最明显的马尔科夫链。由于未来存在不确定性，策略本身也是一个概率分布函数的形式。最终我们要优化采取 $P(s|a)$ 所得到的回报 $R(s)$ 最大。马尔科夫决策过程是在解决未来状态不确定而行为和状态又具有马氏性时十分有利的方法。解决马尔科夫决策过程的一个简单实用粗暴的算法叫做蒙特卡洛树搜索（MCTS）。

图表 14：蒙特卡洛树搜索

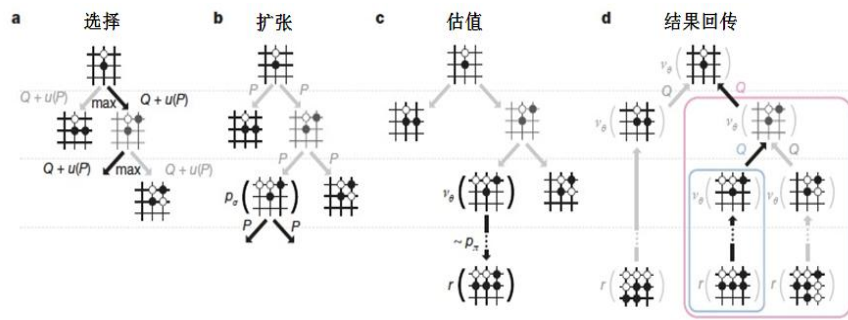


资料来源：Nature，华安证券研究所

整个 AlphaGo 设计最巧妙的地方是将蒙特卡洛树和深度学习两者如何天衣无缝的结合起来。蒙特卡洛搜索可以拆解为 4 步：第一步是选择，在已有的选项（经历过的）中进行抽样选择，第二步是扩张，走到一个先前从未经历的局面，探索新行为，即生成新的枝杈，第三步是估值，得到新行为的回报，第四步是结果回传，把回报的结果反向传递给策略。深度学习的结果可以被非常完美的嵌入到蒙特卡洛搜索的步骤里，首先在扩张的步骤，我们不用从零开始随机的生成一个前所未有的状态，而是用根据前人经验训练的策略网络直接生成新状态，海量减小了无用的搜索。然后，在模拟估值的步骤上，我们可以不需要跑完整个比赛，而是通过深度学习的结果直接算出新落子的回报（此处即估值网络的作用），这个计算出的回报，会在最终游戏完成的

时候与真正的结果相结合完成学习的步骤

图表 15: 深度学习如何嵌入蒙特卡洛树搜索



资料来源: Nature, 华安证券研究所

1.2 百度 ApolloOS: 基于卷积神经网络的车道和车辆

检测感知

2017年4月19日, 百度对外宣布一项名为“Apollo”的新计划, 将向所有合作伙伴免费开放无人驾驶能力。开放的内容包括: 车辆平台、硬件平台、软件平台和云端平台。百度将开放环境感知、路径规划、车辆控制、车载操作系统等功能的代码或能力, 并提供完整的开发测试工具。在百度的帮助下, 制造商和应用服务商可快速搭建一套属于自己的完整的自动驾驶系统。百度的计划大致如下: 2017年7月, 开放封闭场地的自动驾驶能力; 2017年底, 输出在城市简单路况下的自动驾驶能力; 2020年前逐步开放至高速公路和普通城市道路上的全自动驾驶。

无人驾驶研究领域目前基本分为两个路径: 传统厂商路径和科技公司路径。传统厂商采用渐进式发展方式, 在已经成熟的辅助驾驶技术 ADAS 上进行升级和完善, 达到实现无人驾驶的目的。科技公司通过人工智能、大数据处理、高精度地图等手段, 完成在无人驾驶技术方面的跃升。由于百度和谷歌在同一条技术演进路径上, 因此两者在市场竞争上直接碰撞。无人驾驶是 AI 平台上的重要一环, 涉及到计算机视觉 (CV) 和自然语言处理/神经网络语言学习 (NLP)。

百度此次开放无人驾驶平台的目的, 和谷歌 2007 年 11 月开放安卓系统的初衷相似, 希望成为业界的技术标准, 进入汽车行业的供应链。百度大致从 2013 年开始做无人驾驶相关研究, 2015 年大规模投入技术研发。2015 年 12 月, 百度在北京进行了高速公路和城市道路的全自动驾驶测试。2016 年 9 月, 百度无人驾驶汽车获得美国加州自动驾驶路测拍照。无人驾驶涉及感知, 控制, 规划, 硬件等几部分, 百度无人车系统从传感计算, 地图导航, 位置定位, 物体感知, 追踪目标等方面和谷歌无人车平台类似。方案比较成熟, 但是资金投入很大, 并且实现起来极其繁琐复杂, 百度已经投入 200 亿元在无人驾驶技术上。百度目前落地的无人驾驶方案应该是从 L3 向 L4 演进。

关于汽车智能化的分级, 业界有两套标准。第一是由美国交通部下属的 NHTSA (国家高速公路安全管理局) 制定的; 第二是由 SAE International, 即国际汽车工程师协会制定的。两个机构的标准都把自动驾驶分为了 L0~L5, 其中 L0 指的是人工驾驶。其实 NHTSA 早在 2016 年 9 月份, 就统一采用了 SAE International

的分类标准。所以，这两套标准的差异主要是对于 L4、L5 的定义：在 NHTSA 的老分类中，L4 就已经是全自动驾驶，工况具有局限性；而 L5 则指的是车辆的智能化，已经达到了人类驾驶的水平，可以处理所有的工况。

图表 16: SAE International 汽车智能化的分级标准

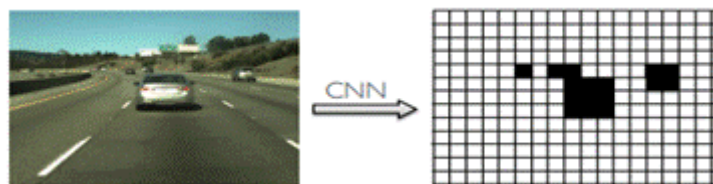
等级	叫法	转向、加减速控制	对环境的观察	激烈驾驶的应对	应对工况
L0	人工驾驶	驾驶员	驾驶员	驾驶员	-
L1	辅助驾驶	驾驶员+系统	驾驶员	驾驶员	部分
L2	半自动驾驶	系统	驾驶员	驾驶员	部分
L3	高度自动驾驶	系统	系统	驾驶员	部分
L4	超高度自动驾驶	系统	系统	系统	部分
L5	全自动驾驶	系统	系统	系统	全部

资料来源：SAE，华安证券研究所

百度实验室 2015 年在首席科学家吴恩达带领下，使用 CNN 卷积神经网络对深度学习在高速公司上的实时自动驾驶做出了实证研究。通过使用摄像头、激光雷达和 GPS 构建了由 17000 像素框架组成的车辆边界框数据集，和超过 616000 个车道标注的数据集。之后通过训练这些数据集使其能够检测所有的车道和车辆。实验使用的是单个 GPU: GTX 780 Ti，系统频率在 44Hz，足够实时检测使用。百度吴恩达团队的实证结果表明，CNN 算法能够优质地进行高速公路车道和车辆的实时检测。

实验中采用的是 Overfeat 算法，将一个像素识别的 CNN 转变为一个“滑动窗口”。然后，在转换了所有的全连接层后，形成了一个单个特征向量，作为一个卷积层，一个最终的特征向量的网格就形成了。为了得到这个窗口的像素空间，可以简单地把每个卷积步相乘。

图表 17: 网格检测方式



资料来源：arXiv，华安证券研究所

实验中的 CNN 低层结构和 Krizhevsky et al 的类似，该实验修正了其中的密集层。当使用更大的图像大小 640×480 像素时，之前的最终特征响应图像从 $1 \times 1 \times 4096$ 变为 $20 \times 15 \times 4096$ 。最终的结果是一个网格探测器大小为 160×120 ，其中每个元素是 4×4 像素，涵盖整个输入图像大小为 640×480 。

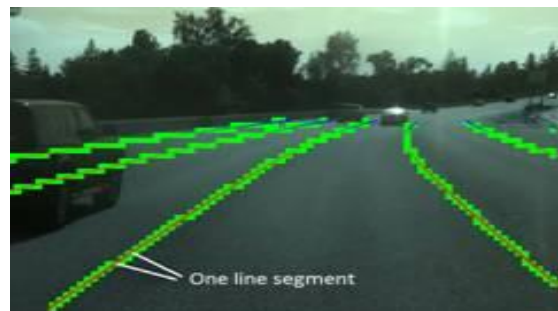
图表 18: overfeat 网格



资料来源: arXiv, 华安证券研究所

类似于车辆检测, 车道检测的实验使用 L1 正则训练回归器。使用 mini-batch 随机梯度下降进行优化。为了获得车道的语义信息, 实验使用 DBSCAN 对车道进行聚类。如下图所示, 不同车道用不同颜色标示, 由于回归输出了深度参数, 因此可以检测车道的 3D 形状。

图表 19: 车道边界检测



资料来源: arXiv, 华安证券研究所

图表 20: DBSCAN 聚类后的车道检测输出



资料来源: arXiv, 华安证券研究所

实验使用的车载配置如下: 2014 英菲尼迪 Q50, 6x Point Grey Flea3 摄像头, 1x Velodyne HDL32E 激光雷达, 1x Novatel SPAN-SE 接收器。传感器连接到 Linux PC 核心 i7 - 4770 k 处理器。

2. 人工智能大计算: 计算硬件以及深度学习的平台系统

深度学习的成功主要归功于三大因素——大数据、大模型、大计算。现在可

以利用的数据特别是人工标注的数据非常多，使得我们能够从数据中学到以前没法学习的东西。另外技术上的发展使得训练大模型成为了可能，例如上千层的深度神经网络，都已经发展成为现实，并且在产品中都有了很广泛的使用。再就是大计算，从 CPU 到 GPU，可获取的计算资源越来越丰富。

大计算整个演变过程是从 CPU 到 GPU 到 FPGA，再发展到公司定制自己专有芯片。同时，深度学习的平台和系统也是各大 AI 或者是互联网公司的重视的方向。有 Google 的 TensorFlow，微软的 DMTK，Facebook 的 Torch7，百度的 PaddlePaddle 等。其中 TensorFlow 是一个用来编写和执行机器学习算法的工具，微软开源机器学习开源工具包 DMTK，其中包含多台服务器上展开训练的模块框架、一个主题建模算法、一个进行自然语言处理的文字嵌入算法，除了开源 Torch7 平台之外，Facebook 还开源人工智能硬件服务器 Big Sur，百度的 PaddlePaddle 相对全功能的深度学习框架。

2.1 硬件芯片方案

CPU 和 GPU 之所以大不相同，是由于其设计目标的不同，它们分别针对了两种不同的应用场景。CPU 需要很强的通用性来处理各种不同的数据类型，同时又要逻辑判断又会引入大量的分支跳转和中断的处理。这些都使得 CPU 的内部结构异常复杂。而 GPU 面对的则是类型高度统一的、相互无依赖的大规模数据和不需要被打断的纯净的计算环境。

在 CPU 和 GPU 的架构图中，绿色的是计算单元，橙红色的是存储单元，橙黄色的是控制单元。GPU 采用了数量众多的计算单元和超长的流水线，但只有非常简单的控制逻辑并省去了缓存。而 CPU 不仅被缓存占据了大量空间，而且还有有复杂的控制逻辑和诸多优化电路，相比之下计算能力只是 CPU 很小的一部分。

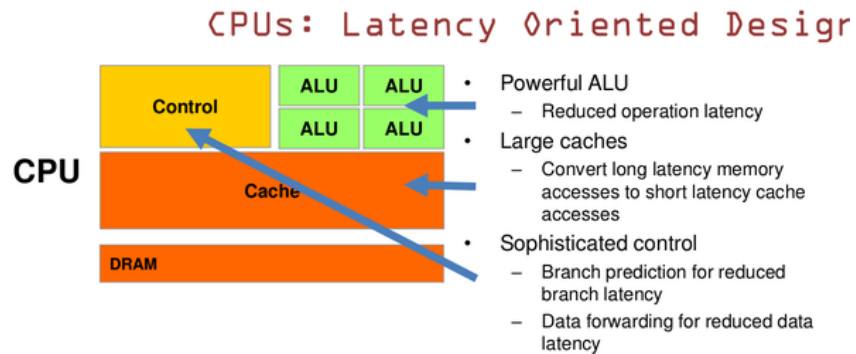
图表 21: CPU 和 GPU 的不同架构



资料来源：nVidia CUDA

CPU 有强大的算术运算单元 ALU，它可以在很少的时钟周期内完成算术计算。当今的 CPU 可以达到 64bit 双精度。执行双精度浮点源算的加法和乘法只需要 1~3 个时钟周期。CPU 的时钟周期的频率是非常高的，达到 1.532~3gigahertz(千兆 HZ, 10 的 9 次方)。大的缓存也可以降低延时。保存很多的数据放在缓存里面，当需要访问的这些数据，只要在之前访问过的，如今直接在缓存里面取即可。

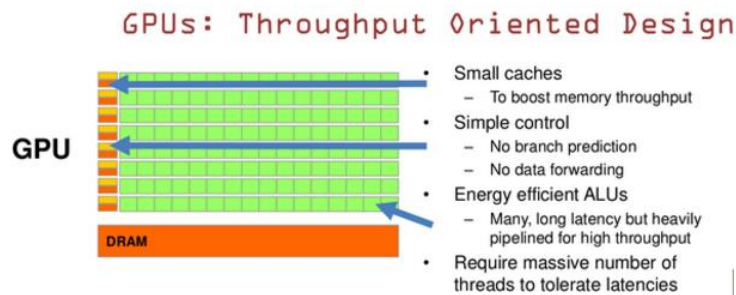
图表 22: CPU 的延迟型设计



资料来源: nVidia CUDA

GPU 是基于大的吞吐量设计的, GPU 的特点是有很多的运算单元和很少的缓存。缓存的目的不是保存后面需要访问的数据的, 这点和 CPU 不同, 而是为线程提高服务的。如果有很多线程需要访问同一个相同的数据, 缓存会合并这些访问, 然后再去访问 DRAM。获取数据后缓存会转发这个数据给对应的线程, 这个时候是数据转发的角色。但是由于需要访问缓存, 自然会带来延时的问题。

图表 23: GPU 的面向对象设计



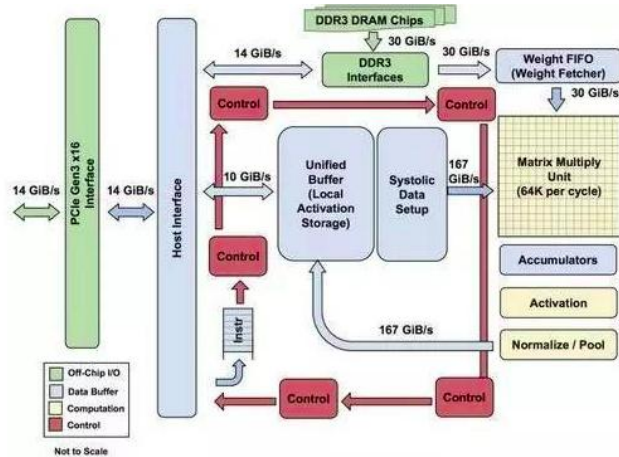
资料来源: nVidia CUDA

FPGA 即现场可编程门阵列, 它是作为专用集成电路(ASIC)领域中的一种半定制电路而出现, 主要为了解决 ASIC 由于大规模工业化生产而导致的结构固化, 无法满足某些特定逻辑结构要求的弊端。FPGA 主要由三部分构成: 可配置逻辑模块 (CLB)、输出输入模块 (IOB) 和内部连线 (Interconnect)。可编程逻辑模块 (CLB) 是 FPGA 的主要组成部分, 是实现逻辑功能的基本单元, 可以根据设计灵活地改变连接和设置, 完成不同的逻辑功能; 输入/输出模块 (IOB) 是芯片和外界接口, 提供器件引脚和内部逻辑阵列之间的连接, 完成不同电器特性下的输入/输出功能; 内部连线 (Interconnect) 包括各种长度的金属连线线段和一些可编程连接开关, 它们将各个 CLB 之间以及 CLB 与 IOB 之间互相连接起来, 构成各种复杂功能的系统。

FPGA 与 GPU 以及 CPU 相比, 具有性能高、能耗低以及可硬件编程的特点。虽然 FPGA 的频率一般比 CPU 低, 但是可以用 FPGA 实现并行度很大的硬件计算器。比如一般 CPU 每次只能处理 4 到 8 个指令, 在 FPGA 上使用数据并行的方法可以每次处理 256 个或者更多的指令, 因此 FPGA 的数据吞吐量远超 CPU。根据微软研究院对 CPU、GPU 及 FPGA 在加速计算方面的研究, FPGA 和 GPU 算法的单次迭代时间均优于 CPU, 且随着矩阵运算规模的增加, GPU 与 FPGA

相比于 CPU 的加速优势会越来越明显。

图表 24: 谷歌 TPU 架构

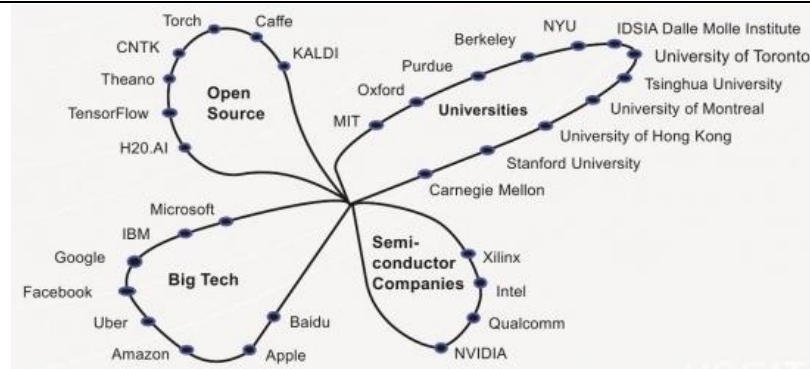


资料来源: google, 华安证券研究所

2.2 深度学习的平台和系统

在深度学习的广阔前景下，全球各大人工智能巨头争相开源自身的深度学习平台。不仅可以为机器学习提供大量的数据支持，同时为机器智能的训练提供大量现实的场景。由于深度学习需要海量的数据作为训练集，还需要根据系统输出和目标之间的误差调整模型各层参数，因此深度学习的系统和开源平台可以为行业发展提供很好的技术平台。

图表 25: 深度学习主要市场参与者及开源平台



资料来源: Tractica, 华安证券研究所

3. 人工智能大数据：软技术公司引领主流，电商和社交巨头耕耘垂直领域

互联网和游戏公司是主业高毛利的行业，但是它们会布局很多烧钱的业务，比如电商、比如共享经济，这是很有意思的。事实上，我们可以把这种行为比喻成“挖矿”。在机器学习领域里，挖矿机是用来挖掘数据的。同样，这些科技巨头不惜成本布局这些低回报业务的目的是获取用户的大数据，为迎接人工智能时代的来临作准备。我们在最后一部分讲大数据，可以建立在大模型和大计算的基

基础上，彻底理清全球科技类公司的业务逻辑，揭开表面的混沌看清人类历史发展的方向。

图表 26: MIT 十大新兴科技趋势 2017 年人工智能相关主题

技术	技术突破:	主要研究者:	成熟期
强化学习	强化学习是一种人工智能方法，能使计算机在没明确知道的指导下像人一样自主学习。比如AlphaGo能打败李世石主要由于强化学习突破。 重要意义：假如机器不能够自主通过环境经验磨练技能，自动驾驶汽车以及其他自动化领域的进展速度将受到极大地限制。	国外：DeepMind、Mobileye、OpenAI、Google Uber 国内：科大讯飞、阿里巴巴、微软亚洲研究院、中科院、百度	1~2年
自动驾驶货车	技术突破：可以在高速路上自动驾驶的长途货车。 重要意义：这项技术的发展将帮助货车司机更高效地完成运输任务，但这一岗位的薪酬可能会因此下降，货车司机最终也将失业。	Otto、沃尔沃 (Volvo)、戴姆勒 (Daimler AG)、皮特比特 (Peterbilt)、百度 (Baidu)	5年到10年
刷脸支付	技术突破：人脸识别技术如今已经可以十分精确，在网络交易等相关领域已被广泛使用。 重大意义：该技术提供了一种安全并且十分方便的支付方式，但是或许仍存在隐私泄露问题。	旷视Face++、百度、科大讯飞、阿里巴巴	现在
实用型量子计算机	技术突破：制造出稳定的量子比特。比特是传统计算机中的信息单位，而量子比特是量子计算机的信息单位。 重要意义：在运行人工智能程序以及处理复杂的模拟和规划问题时，量子计算机的速度可能是传统计算机的指数倍，而量子计算机甚至能制造出无法破解的密码。	荷兰量子技术研究所QuTech、英特尔、谷歌、微软、IBM	4~5年

资料来源：《麻省理工科技评论》2017 年十大突破技术，华安证券研究所

3.1 谷歌：全球人工智能翘楚，AI 技术遍地开花无人驾驶和语音识别备受瞩目

3.1.1 谷歌已经成为一家人工智能为先的公司，在 AI 各个领域均走在世界前沿

人工智能领域为例，2011 年以来 Alphabet 收购了近 140 家初创公司，其中仅 2016 年一年的收购就达 40 家（截至 2016 年 10 月 7 日）。2013 年，谷歌选择多伦多大学计算机科学系下的深度学习与神经网络创业公司 DNNresearch（深度学习大神 Geoffrey Hinton 的 3 人公司），此次收购帮助谷歌为其未来的图像搜索功能进行了重大升级。2014 年谷歌花费 6 亿美元收购了英国的 DeepMind Technologies，即创造出世界闻名的阿尔法狗的公司。最近，它又收购了视觉搜索创业公司 Moodstock，以及 bot 平台 Api.ai。

图表 27: Google 近年来收购的人工智能公司

收购时间	公司	交易	国家	收购价格	用途或融合
2016/9/19	APLAI	自然语言接口	美国		
2016/7/6	Moodstocks	图像识别	法国	-	Google Photos
2014/10/23	Dark Blue Labs	人工智能	英国	数千万英镑	Google DeepMind
2014/8/17	Jetpac	人工智能，图像识别	美国		Picasa
2014/8/6	Emu	即时通讯客户端	美国	-	Google Hangouts, Google Now
2014/1/26	DeepMind Technologies	人工智能	英国	6.25 亿美元	Google DeepMind
2013/10/2	Flutter	手势识别技术	美国	4000 万美元	Google, Android, X
2013/4/23	Wavii	自然语言处理	美国	3000 万美元	Google Knowledge Graph
2013/3/12	DNNresearch Inc.	深度神经网络	加拿大	-	Google, X
2012/10/1	Viewdle	面部识别	乌克兰	4500 万美元	Android
2011/12/13	Clever Sense	移动应用	美国	-	Android
2011/7/23	PittPatt	面部识别系统	美国	-	Android
2011/1/25	SayNow	语音识别	美国	-	Google Voice
2010/12/3	Phonetic Arts	语音综合	英国	-	Google Voice, Google Translate
2010/7/16	Metaweb	语义搜索	美国	-	Google Search
2006/8/15	Neven Vision Germany GmbH	计算机视觉	德国	-	Picasa, Google Goggles

资料来源：雷锋网，华安证券研究所

谷歌展示其语音识别的最直观的产品是 2016 年发布的 Google Home 智能音箱。Google Home 内置了一枚 3 英寸的扬声器, 2 个麦克风阵列来实现远场拾音。Home 不仅仅是单纯的语音命令系统, 而且加入了一定的人工智能、神经网络特性, 不仅能够听懂用户在说什么, 还能够实现互动式的交谈。

从技术上看智能音箱的核心内容有三块: 远场拾音, 即能够在超过 5 米以上的距离跟人工智能设备进行自然语音对话; 自然语意理解: 在一些话题上人工智能设备能够理解人讲的话; 可扩展的技能: 即人工智能产品有开放平台, 可以不断的扩展技能。远场拾音的出现意义非常大, 是人机交互体验上突破, 人们可以在家里任意角落, 轻松的跟智能音箱进行交流。虽然 apple 的 siri、google 的 google now, microsoft 的 cortana 等语音助手很早就实现了自然语意的理解, 但是都是近场的, 和远场的便利度相比略输一筹。目前的远场识别采用的都是麦克风阵列+激活词。从技术上来说, 麦克风越多性能越好, 但是成本越高。激活词越短, 体验越好, 但是技术难度越高。amazon echo 采用 7 麦克风+三音节激活 (alexa), google home 认为算法改进可以缩减麦克风的配置数量, 因此采用 2 麦克风+四音节激活 (ok google)。

图表 28: Google Home 功能







Google Home 2016 年发布功能	
语音管家	HOME 能直接从云端抓下高品质音乐串流播放, 而且支持 Cast, 可以做到多喇叭联动, 或是直接通过 Chromecast 在电视上播放视频等。
Google Assistant	在给出建议或回答问题时, 应该能给出更准确的反应。而且它也会依照你的行事历进行提醒, 让你在出门前对一天的行程有一个大致的了解。
流媒体服务	支持 Spotify、Pandora 和 iHeartRadio 等流媒体音乐服务, 我们可以设置默认的 Android 或 iOS 应用而不必在 Spotify 应用中查找。
Google Home 2017 年升级功能	
主动式通知助手	新加入了 Proactive Assistance 主动式助手, 会自动通过底部的指示灯, 提醒用户接下来的行程、事件、重要约会等
免提电话	新功能为 Hands-Free Calling 免提拨打功能, 无需设置可免费拨打电话, 支持现有的电话号码。
更多流媒体服务支持	支持更多音乐流媒体服务商, 并加入蓝牙连接播放手机上音乐支持, 视频流媒体也加入更多电视内容。比如 Spotiry, Soundcloud, Deezer, YouTube MUSIC, Google Play Music, pandora, tuncin, iHeartRadio, one 等
可视化反馈	可视化反馈让 Google Home 可以通过 Chromecast 连接用户家中的电视, 作为屏幕显示 Google Assistant 搜索返回的内容。

资料来源: Google, 华安证券研究所

智能语音音箱作为智能家庭中一个, 新的接入口, 各大厂商都在争相进入这个新的领域。在美国亚马逊的 Echo 创造了 2016 年销量超过 650 万台, 2017 年销量已经接近 1000 万台的态势下, 谷歌的 Google Home、苹果的 HomePod 也被陆续推出。中国国内厂商也紧跟潮流发布智能音箱产品, 但是智能音箱在国内的销量却是乏善可陈, 叮咚智能音箱 2016 年销量仅为 10 万台。另一方面, 亚马逊等国外产品在中国有销售局限性, 汉语和英语相比有特殊性, 汉语同音不同义的特点使得机器学习、识别和理解更加困难。

市场调研机构 StrategyAnalytics 指出, 2016 年智能音箱全球出货量 590 万台, 并将在 2022 年增长 10 倍, 市场价值达到 55 亿美元。而 Gartner 预测, 到 2018 年 30% 的人机交互将通过自然语言完成。

图表 29：各家智能音箱对比

国家	公司	智能音箱	图片	发布时间	价格	硬件	功能
美国	亚马逊	Echo		2014年11月	1298元	具有7个收音的麦克风，具有两个扬声器，高235mm，直径84mm	不仅是智能家居中转器，还可以帮用户叫车、陪用户玩游戏、订外卖等只要你想让它就能做到功能
美国	谷歌	Google Home		2016年10月	1199元	内置两个收音的麦克风，具有两个扬声器，直径96.4mm，高142.8mm，分上下两部分，下半部分可以更换	支持多房间音频功能，包括与 Chromecast 等设备联动。Google Home 目前可实现日历、购物清单、计划表、飞机航班查询、快递查询等功能
美国	苹果	HomePod		2017年6月	2399元	6个麦克风环绕，具有7个扬声器，高172mm，直径142mm	可以完成的工作有获取天气、新闻和交通等热点信息，也可以利用语音指令控制连接到 HomePod 上的其它 HomeKit 智能家居产品，也可以像其它智能音箱一样，搜索查询需要的内容
中国	京东	叮咚		2015年6月	798元	具有7个麦克风，高242mm，直径114mm	支持音乐+电台听新闻和讲笑话，它可以通过语音控制智能设备，例如智能电灯、智能插座等，这些设备必须为京东智能家居产品。
中国	联想	智能音箱		2017CES	899元	具有8个收音的麦克风，支持5M远场语音识别，360°声源定位，AEC本地回声消除设计，	拥有国内和海外两个版本。国内版中文自然语义理解系统，能更精准地理解用户，进行多轮语言自然互动。例如在询问天气状况时，它会直接回答空气质量相关信息
中国	喜马拉雅	小雅		2017年6月	999元	支持2、4、7、线性麦、环形麦定制；包含回声消除，声源定位，波束成型，语音增强等能力，支持5米远场交互	通过对资源方的数据进行高度的语音语义训练，对资源方数据进行优化清洗，另外，包含天气、智能家居控制、闹钟、情感聊天等特色功能，更能够满足用户的多层次需求。
中国	阿里	天猫精灵		2017年7月	499元	底部环形led灯，具有6个收音的麦克风，具有1个扬声器，高126mm，直径82mm，上下两部分，两部分材质不同	功能大致包括播音乐、叫外卖、查天气、设闹钟、智能家电操控等。天猫精灵是支持网上购物的，采用语音进行交互，使用声纹进行支付。
中国	小米	AI 音箱		2016年11月	299元	顶部环形音量键，支持滑动调节，顶部配有环形LED灯，211.6mm，直径88mm	这款音箱可以和其他小米智能设备进行很好的互动，绑定米家APP，可以随时随地控制家电

资料来源：公开资料，华安证券研究所

自然语言处理，简称 NLP (Natural language processing)，就是用机器来处理人类赖以交流的书写字和口头语言。它利用语言学和统计学，加上机器学习，以便在自动化服务中对语言进行建模。在谷歌内部，谷歌大部分的软件工程师都有硕士或博士学位以及在所研究课题上先前的工作经验。他们把这份专业知识应用在了产品开发的各方面，如搜索质量、广告质量、垃圾检测等等。与此同时，谷歌的许多长期项目致力于解决整个谷歌公司应该在未来几年内解决的问题。对于大多数的这些问题，谷歌把复杂的挑战细分成可处理的更小的问题，以便快速进步。

图表 30：语音和自然语言领域最具前途的人工智能公司

	国家	技术研究	产品应用	市值/估值/融资额
X.AI	美国	自然语言处理 语音识别，自然语言处理，人工智能	个性化智能助理	三轮融资 3.4 亿美元
Api.ai	美国	自然语言处理	自然语言交互系统	四轮融资 860 万美元
Maluuba	加拿大	自然语言处理	自然语言理解的基础研究，智能设备的自然交互应用	两轮融资 1100 万美元
Synapsify	美国	自然语言处理	用于对内容的加速发现、观点提取和建议。	两轮融资 145 万美元
KITT.AI	中/美	自然语言处理	聊天机器人平台 ChatFlow	
科大讯飞	中国	语音技术和自然语言处理	输入法，教育、电信等行业解决方案	市值约 368 亿人民币
思必驰	中国	智能语音交互和自然对话	车载、智能家居和智能机器人等智能硬件的语音交互服务	C 轮融资 2 亿人民币
云知声	中国	语音技术和自然语言处理	车载、医疗和智能家居等物联网	B 轮融资 5 千万美元

语言处理	网的智能语音解决方案
出门问问 中国	语音技术和自然语言处理
	智能手表和车载智能语音应用 累计融资 7500 万美元

资料来源：机器之心，华安证券研究所

无人驾驶汽车项目已经分离出来成为 Alphabet 的子公司 Waymo，其成果基本在其作为 Google X 的自动驾驶汽车业务时候实现。谷歌的无人车使用了三种主要的传感器：摄像头 (cameras)，激光雷达 (lidars) 和测距雷达 (radars)。激光雷达 (lidars) 价格可高达几十万，能够用来形成周围物体的三维特征。测距雷达 (radars) 与普通汽车上的倒车雷达类似，用来探测前面的车的距离和车速。

图表 31：谷歌无人车



资料来源：Google，华安证券研究所

自动驾驶的基本需求之一是充分理解周遭环境，比如复杂的交通场景。户外场景理解的复杂任务包括若干个子任务，比如深度估计、场景分类、目标探测与追踪、事件分类等，其中每一个子任务描述场景的一个特定方面。联合建模这些特定方面以利用场景不同元素之间的关系并获得一个整体理解。大多数场景理解模型的目标是获得一个丰富但紧凑的场景表征，这个场景包含所有的元素，比如布局元素、交通参与者以及彼此之间的关系。

当前最先进的自动驾驶方法包含大量的模型，例如（交通信号、灯、汽车、行人的）探测、（车道、门面的）分割、运动估计、交通参与者的跟踪、重建。然后，这些组件的结果按照控制系统的规则组合起来。但是，为了解决操控汽车方向和速度的问题，需要稳健地解决场景理解中的诸多开放性难题。最近学术界提出了作为替代性方案的若干个端到端自动驾驶方法。端到端驾驶使用的是从一个感觉输入（比如，正面摄像头图像）直接映射到驾驶操作（比如，转向角）的独立系统。

图表 32：谷歌设计无人车时的思路和方法

关键步骤/算法	实现方式	目的
为无人车建立专属地图	谷歌会为他的无人车建造地图，该地图会包含更多的信息，如路缘的高度，十字路口的宽度，交通标志、红绿灯的高度和准确位置等信息。	这么做的好处是无人车在真正上路的时候能够知道自己在什么样的位置时会遇到什么东西，也能更专注于处理移动的目标，比如行驶的车辆和行人等，还有本不该出现的障碍物等，还可以减少路面永久性的物体对无人车真正上路进行识别定位其它车辆、行人、障碍物时的干扰。
鸣笛算法	谷歌的无人车还被设计了鸣笛算法以提醒其他司机注意自己的存在，比如当一辆车突然转向进入它的车道时。	谷歌会教无人车区分真正需要鸣笛的情景和看起来需要但是并不需要的情景，比如车在掉头的时候你需要等待而不是鸣笛，但是车跑在了错误的车道时候你可能就需要鸣笛提醒。在进行鸣笛算法测试的时候，谷歌会让测试驾驶员记录无人车每一次鸣笛的情况以帮助工程师优化算法。

谷歌无人车的三点掉头

三点掉头指的是从马路的最右侧做回转,当接触到最左侧的路沿时做后退动作,同时后退时继续将车头进行调整,最后换成前进档,继续完成掉头动作。

人在进行三点掉头的时候会使车子向前向后多次移动来观察整个路况然后调整角度和距离来掉头,不过无人车有360度的视角,能够计算出最短或最快路径,为了让车上的乘客感觉起来更舒适,谷歌选择教无人车模仿人掉头的方式。

试图理解其他移动物体的目的

谷歌的无人车会根据其他的车或行人已经作出的一些行为或指示来预测这个车将要做什么。

资料来源: 知乎, 华安证券研究所

英伟达和谷歌的工程师们构建了一个基于神经网络的全新系统 NVIDIA PilotNet。PilotNet 通过人类驾驶者操作的数据和道路图像的配对进行训练,它通过道路情况的图像调整方向盘的角度。其中卷积神经网络(CNN)被训练以输出给定输入图像的转向角前进的道路,训练数据是来自前方的图像。PilotNet 旨在消除编码的手动编译需要,创建一个通过观察学习的系统。实验结果显示, PilotNet 的确学会了识别道路上的重要物体。除了画线、道路边缘和其他车辆以外, PilotNet 还学会了工程师们难以进行预先编程的其他特性,如识别乡间小路的边缘,以及识别非典型类别的车辆。

谷歌在过去一年不断扩大自己的无人驾驶汽车项目,雇用了更多的工程师,同时将其设在美国的测试中心从两个增加至四个。自2009年以来,谷歌的自动驾驶原型车在道路上累积行驶了相当于300年的驾驶时间,而在过去一年时间里,谷歌自动驾驶汽车的模拟行驶里程也已超过10亿英里。尽管谷歌的无人驾驶能力已经处于世界领先水平,但是仍然希望完成更多的工作,包括构建更详细的地图,让汽车行驶更加平稳,让自动导航系统能够适应极端恶劣天气,如大雨和雪天等等。

图表 33: 无人驾驶各个公司研发和进展

公司	类型	商业模式	加州测试牌照	研发路径	进展	测试车队
Alphabet-Waymo	科技公司	整体方案+服务	有	直接研发 L4 级别自动驾驶,是 Lidar,Ai 和 3D 高精地图路线的开拓者	2009 年起步,2016 年 12 月组件独立公司 Waymo,2017 年 1 月,首款与传统车企合作的无人驾驶车 Pacifica 上市。已经积累了 300 万英里无人驾驶里程测试数据,每 1000 英里需要人工干预 0.2 次。自研 Lidar 成本已降低了 90%。	2017 年底 180 辆,车型为豆荚车,普锐斯和克莱斯勒大捷龙
百度	科技公司	整体解决方案+增值服务	有	L4 级完全无人驾驶为主,支持 ADAS,提供高精 3D 地图	2015 年成立自动驾驶事业部,2017 年成立智能驾驶事业群组,2018 年小规模量产 L4 无人驾驶汽车,2021 年大规模量产无人驾驶汽车。	约 30 辆
特斯拉	制造商	汽车销售+增值+出行	有	从 ADAS 向 L4 级别演进,采取摄像头加毫米雷达方案,硬件成本 8000 美金。	目前车型已经具备 L2-L3 级别能力,L4 级别车型今年底路测,已有 10 万辆车能够回传驾驶数据,积累了数十万亿驾驶里程。	-
通用汽车	制造商	汽车销售+出行	有	完全自动驾驶,L4 级别和 ADAS 方案并行。	2018 年将生产数千辆无人驾驶汽车,用于 Lyft 的租车服务。10 亿美元收购 Cruise Automation,5 亿美元入股美国第二大打车软件 Lyft。L2-L3 级别的 ADAS 技术将率先应用于凯迪拉克。	350 辆,雪佛兰 Bolt
Uber	科技公司	出行	有	直接做 L4 级别的完全无人驾驶	2016 年 9 月在匹兹堡首次将无人驾驶投入出租车服务,同年 10 月改装了一辆卡车运送了一车百威啤酒。目前测试成绩不佳。	43 辆,车型是沃尔沃 XC90
苹果	科技公司	汽车销售+增值	有	初步目标是直接做 L4 级别	2016 年底启动路测,2017 年确定是否可在第一辆车上实现 L4 级别自动驾驶能力	-
丰田汽车	制造商	汽车销售+X	无	L4 级别完全无人驾驶和 ADAS 并行	L3 级别的能力已经具备,L4 级别的车型已经在测试,2020 年实现完全无人驾驶能力	-

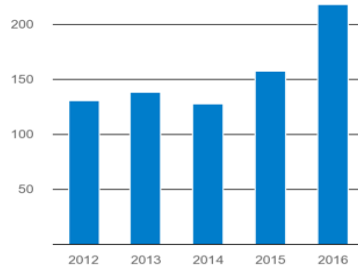
英特尔	科技公司	整体方案+芯片+5G+服务器	无	ADAS 和 L4 级别能力并线。英特尔为 OEM 提供一整套垂直解决方案，包括：车载处理器，5G 通讯，核心摄像头，云端服务器。核心产品：英特尔 GO	英特尔是世界上顶级供应商，除了车载处理器外，其他领域都很强。目前的战略合作伙伴是宝马。收购 MobileEye 以后，已经和所有 OEM 建立了合作关系。英特尔认为 2021-2025 年，无人驾驶技术就会到位。英特尔专门成立了汽车事业部，这个部门由 MobileEye 领导。	-
福特汽车	制造商	汽车销售+出行	有	直接做 L4 级别的完全无人驾驶	拥有庞大的无人驾驶测试车队，2021 年全自动无人驾驶汽车上路行使。率先用于共享出行，2025 年销售给私人用户。	2016 年 60 辆，2017 年将达到 90 辆 Fusion

资料来源：电子产品世界，华安证券研究所

3.1.2 学术研究在神经机器翻译、深度学习、计算机视觉等各个方面成绩斐然

谷歌有着不同于传统科技型公司的经营方式，其中最显著的特征就是商学结合。虽然大多数研究人员总是以产品或者销售作为衡量一家公司的基础，但是我们在谷歌身上发现了学术的力量。根据 Google 向《麻省理工科技评论》提供的数据表明：仅在 2016 年，Google 就发表了 218 篇期刊或会议论文，这数据几乎是两年前的两倍。

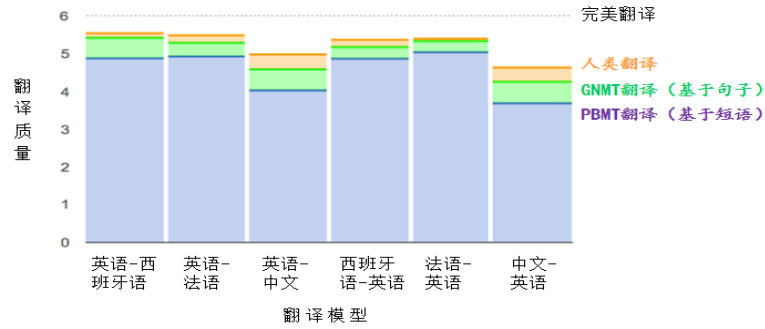
图表 34：谷歌发表 AI 论文数量



资料来源：SOHU，华安证券研究所

2016 年，谷歌的 Google Brain 团队和 Google Translate 团队参与的谷歌神经机器翻译（GNMT: Google Neural Machine Translation）系统发布，目前移动版和网页版的 Google Translate 的汉英翻译 100% 使用了 GNMT 机器翻译，每天大约翻译 1800 万条。GNMT 基于谷歌的开源学习平台 TensorFlow 和 TPU（Tensor Processing Units）。谷歌神经机器翻译系统使用了当前最先进的训练技术，能够实现到目前为止机器翻译质量的提升。神经机器翻译（NMT）和十年前发布的基于短语的机器翻译（PBMT: Phrase-Based Machine Translation）的不同之处在于：PBMT 将输入句子分解成词和短语，然后很大程度上对它们进行独立的翻译。GNMT 则将整个输入句子视作翻译的基本单元，相比于之前的基于短语的翻译系统，这种方法所需的工程设计更少。

图表 35：人类、GNMT、PBMT 翻译模型下的翻译质量

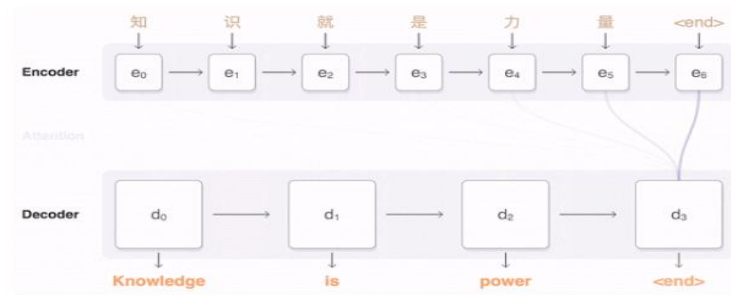


注：得分范围是 0 到 6，其中 0 表示“完全没有意义的翻译”，6 表示“完美的翻译”。

资料来源：Google，华安证券研究所

如下的可视化图展示了 GNMT 将一个汉语句子翻译成英语句子的过程。首先，该网络将该汉语句子的词编码成一个向量列表，其中每个向量都表征了到目前为止所有被读取到的词的含义。一旦读取完整个句子，解码器就开始一次生成英语句子的一个词。为了在每一步都生成翻译正确的词，解码器关注了与生成英语词最相关的编码的汉语向量的权重。蓝色链接的透明度表示解码器对一个被编码的词注意力机制。

图表 36：GNMT 将一个汉语句子翻译成英语句子可视化图



资料来源：Google，华安证券研究所

GNMT 的翻译实现完全基于注意力机制的翻译架构，彻底放弃了循环和卷积。GNMT 系统得出的翻译相比于之前基于短语的翻译提升极大，GNMT 在多个主要语言对的翻译中将翻译误差降低了 55%-85% 以上。尽管如此，GNMT 仍然会出现例如漏词和错误翻译专有名词或罕见术语，以及将句子单独进行翻译而不考虑其段落或页面的上下文的错误。谷歌的工程师仍然为提高翻译的准确度继续努力着。

3.1.3 财务分析：PE/ROE 估值模型下给予公司增持评级

Alphabet 的收入由谷歌子公司和其他业务（射月部门）组成。其中谷歌子公司收入分为三块：谷歌实体广告收入、谷歌网络成员广告收入、谷歌其他收入。谷歌实体包括搜索、Gmail、Google Maps、Google Play 和 YouTube，谷歌网络成员包括 AdMob、AdSense 和 DoubleClick AdExchange。

在已经停止增长的 PC 市场，作为搜索引擎的 Google 拥有 86% 左右的市场份额。而在屏幕更小的手机和平板电脑设备上，Google 差不多拥有约 95% 的搜索份额。从比例上看 Google 似乎占据了绝对优势。但实际上，PC 端的搜索广告价

格最近三年来一直在下跌，手机端每千次点击带来的广告收入从去年也开始下降了。而全球手机市场从去年也进入了缓慢增长阶段，正因如此 Google 开始全面调整，正在用人工智能的方式在手机上进一步挖掘它核心搜索功能的商业价值。我们也认为 AI 不仅对搜索业务，也会对包括 Youtube 和其他业务带来业绩提升。

我们细致拆分 Alphabet 各块收入构成如下，其中搜索在总收入中占比 57.8%，我们预测未来三年平均增长率为 8.4%；Youtube 收入占比 11.6%，预测未来三年增长率在 20% 以上，到 2019 年收入达到 192 亿美元。我们认为广告收入以外的其他收入增长率将达到 28%，其他业务部门增长率未来三年将在 30%-40% 之间。2017 年总收入达到 1009 亿美元，2018 年达到 1126 亿美元，2019 年达到 1266 亿美元。

图表 37: Alphabet 收入拆分

	2016A	占比	16vs15	2017E	17vs16	2018E	18vs17	2019E	19vs18
收入									
google_search	52,202	57.8%	-	56,576	8.4%	61,200	8.2%	66,291	8.3%
google_Youtube	10,500	11.6%	-	13,031	24.1%	15,936	22.3%	19,203	20.5%
google_gmail etc.	1,083	1.2%	-	1,195	10.3%	1,312	9.8%	1,426	8.7%
google_admob etc.	15,598	17.3%	-	16,066	3.0%	16,564	3.1%	17,094	3.2%
google_other	10,080	11.2%	-	12,902	28.0%	16,193	25.5%	20,726	28.0%
other bets	809	0.9%	-	1,133	40.0%	1,484	31.0%	1,958	32.0%
收入合计	90,272		-	100,902	11.8%	112,688	11.7%	126,699	12.4%

资料来源：华安证券研究所

根据我们对 Alphabet 的营业收入和净利润的估算，2017 年至 2019 年 EPS 预估为 US\$33.07, US\$39.44, US\$46.53。根据 wind 一致 ROE，对应 rolling 12m 的 EPS 为 US\$36.25, rolling 24m 的 EPS 为 US\$42.99。第一阶段股价看到 1082.77 美元，上涨空间 13.7%；第二阶段股价看到 1283.83 美元，上涨空间 34.9%，给予增持评级。

图表 38: Alphabet 的 PE/ROE 估值模型

	2016A	2017E	2018E	2019E
营业收入	90,272	100,902	112,688	126,699
增长率	20.4%	11.8%	11.7%	12.4%
净利润	19,478	23,128	27,584	32,545
EPS (摊薄)	27.85	33.07	39.44	46.53
ROE(摊薄)wind 一致	14.01	15.50	15.10	14.50
PE/ROE 系数	1.93			
EPS rolling 12m (US\$)		36.25		
EPS rolling 24m (US\$)		42.99	951.99	close price
price rolling 12m (US\$)		1,082.77	13.7%	+upside
price rolling 24m (US\$)		1,283.83	34.9%	+upside

资料来源：wind，华安证券研究所

由于我们的模型关注公司 ROE，因此在估值中特别引入 ROE 的评估指标。当 PE/ROE 数值低于系数时候表示公司市盈率低于内生增长力，股价被低估，考

考虑买入或者持有。卖出股票仍然是以某只股票过去三年扣非后 ROE 是否符合 10% 的原则来决定，在公司基本面无明显恶化情况下长期持有。

3.2 百度：扛起国内的人工智能的大旗，覆盖无人驾驶、智能助手、图像识别等

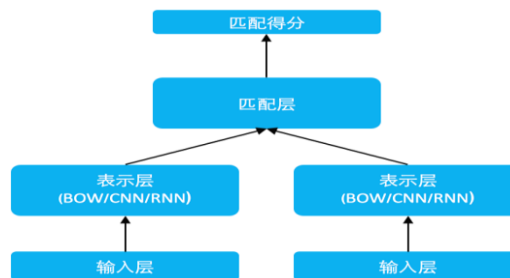
3.2.1 搜索是人工智能的起点，百度已经在语义匹配模型上卓有建树

搜索引擎是人工智能的一个起点，网页搜索可以抽象为网页同用户搜索的相关匹配性问题。传统的文本匹配技术有信息检索中的向量空间模型 VSM 等，可以解决词汇层面的匹配问题。但是，在实际中面临的三大问题：1. 语言的多义同义问题，如相同的词语在不同语境下可以表达不同的语义；2. 语言的组合结构问题，如相同的词语所组成的短语或者句子，由于语序的不同表达的意思不同；3. 匹配的非对称问题，文本匹配类的任务并不单单是文本相似的问题。因此对文本的匹配任务不能只停留在字面匹配上，而需要语义层面上的匹配。

2013 年百度设计研发了一种有监督的神经网络语义匹配模型 SimNet，大幅提升语义匹配计算效果。SimNet 在语义表示上继承隐式连续向量表示，但对语义匹配问题在深度学习框架下进行端对端建模，将词语的 embedding 表示与语义表示、语义的向量表示与匹配度计算、文本对的匹配度计算与成对的有监督学习统一在一个框架内。百度的大数据训练 SimNet 在实际应用场景下显示了超越了主题模型类算法的效果，并首次实现了可完全取代基于字面匹配的策略。百度的 SimNet 模型在网页搜索任务上初次使用就带来了相关性的明显提升。

百度对 SimNet 模型进行了持续优化，使得模型的适用场景不断扩大效果持续提升。模型在网页搜索之外，更被应用到广告、新闻推荐、机器翻译、深度问答等多个产品和应用系统中。百度除了模型算法本身的优化之外，也将深度学习模型与自然语言处理技术相结合。百度的模型针对中文的语言特性，从中文区别于英文的需要分词理解等角度，在实用性上提高了神经网络语义匹配技术在中文使用上的应用效果。

图表 39：百度 SimNet 框架



资料来源：百度，华安证券研究所

百度的 SimNet 框架主要分为三个层面：输入层、表示层和匹配层。输入层通过查询表将文本词序列转换为 word embedding 序列。表示层主要的功能是构建词到句的表示转换，即将序列的孤立的词 embedding 表示转换为具有全局信息的一个或者多个低维稠密的语义向量。根据应用的场景不同，百度研发了两种算法。

第一种是 Representation-based Match 算法，侧重对表示层的构建，将匹配的两端都转换到等长的语义表示向量里。百度设计了两种计算方法在两端对应的两个

语义表示向量基础上进行匹配度计算。一种是通过固定的度量函数，常用的是 cosine 函数非常简单高效。另一种是将两个向量再通过一个多层感知器 MLP，经过数据后拟合出匹配度得分，这种方法对训练的要求比较高。

第二种是 Interaction-based Match 算法，强调待匹配两端更充分的交互以及交互基础上的匹配。首先基于表示层采用双向 RNN 得到文本中间位置表示，然后对两端文本按词对应交互，由此构建两端文本之间的匹配矩阵。基于局部匹配特征矩阵，进一步使用卷积网络来提取从单词到 N-Gram 的多层次匹配特征，再经过 pooling 和 MLP 得到最终匹配得分。

作为中国最大的搜索引擎，百度搜集了数千小时的普通话语音数据，这为训练百度的语音识别引擎 Deep Speech2 提供了大数据。Deep Speech 2 的测试运行的单词拼写正确率超过谷歌语音的 API、wit.ai、微软的必应演讲和苹果的 10%。截止 2 月，百度公布 Deep Speech 2 的短语错误率为 3.7%，而谷歌之前公布的错误率约为 8%。

3.2.2 百度人工智能技术主攻智能语音识别和智能驾驶，DuerOS 和 Apollo 双管齐下

我们经历的硬件体验可以抽象为人机交互的进化。20 年前人机交互的方式是键盘和鼠标，10 年前智能手机带来了触屏交互方式，百度等人工智能公司认为人机交互的下一个时代是语音交互。斯坦福大学联合百度与华盛顿大学做了一项研究，表明目前的手机端语音输入要比键盘输入快 3 倍还要多。通过百度的 DuerOS 智能语音平台，百度产品上的语音日使用量在 12 个月内增加了一倍，语音输入更加受到高效率用户的青睐。

DuerOS 以唤醒万物为己任，认为听清、听懂、满足是唤醒万物的核心三要素。目前百度的语音识别准确率已经达到 97% 以上，在远场语音识别方面，百度正在研发的技术包括麦克风阵列、回声消除、波束成型、语音唤醒和远场识别等。听清之上听懂，是打造对话系统的必要条件，要求语音系统不仅理解关键词，还能理解文本语句以及各种场景中的自然语言输入。

百度的积累基于深度学习的实践、自然语言处理技术、多轮对话技术和搜索技术。其中搜索技术方面，百度具有世界首家语音图像多模态智能化搜索，率先从关键字索引进化到语义索引。对话技术方面，百度具有基于深度学习和增强学习应用的多轮对话系统，率先实现设备场景个性化的多轮对话系统。加上 10 多年覆盖所有自然语言处理技术的经验，已经将深度学习应用到对话、自然语言处理、搜索、广告的各个方面。

图表 40：从操作系统接口视角看 DuerOS 核心层

android	DuerOS
Android手机, Android平板...	DuerOS音箱, DuerOS电视, DuerOS车机...
Android设备驱动程序接口	DuerOS对话服务 (DuerOS Conversational Service)
<ul style="list-style-type: none"> 定义Android能够运行的基本硬件 定义Android运行时与硬件的交互方式 	<ul style="list-style-type: none"> 定义能够搭载DuerOS的基本终端能力 定义DuerOS在对话时和终端的交互方式
Android Application Framework	DuerOS技能框架(DuerOS Bot Framework)
<ul style="list-style-type: none"> 第三方开发者基于此为Android开发软件 软件可以运行在各种Android设备上 	<ul style="list-style-type: none"> 第三方开发者基于此为DuerOS开发技能 技能可以运行在各种DuerOS产品上

资料来源：百度、华安证券研究所

语音识别技术在国外市场已经进入到白热化竞争阶段，包括亚马逊 Alexa，谷歌 Google Assistant，苹果 Siri，微软 Cortana，中国市场仍然具有巨大的潜力。百度的 DuerOS 不仅运用在度秘的智能语音聊天助理端，更与合作伙伴开发智能家居、智能驾驶助理、生活服务等各方面。2017 年 7 月 5 日百度开放赋能的 DuerOS 包括核心层的小度对话核心系统、能力层的小度技能开放平台，应用层的小度智能设备开放平台，面向开发者提供技能开发工具和开发套件。

Apollo 系统将带领中国的无人驾驶技术在 3-5 年来到世界前沿。回顾过往，百度于 2013 年启动无人车项目，2015 年底完成多种路段测试，2016 年 9 月和 10 月分别获得美国加州自动驾驶汽车道路测试许可证和完成加州首次公共道路测试，2016 年 11 月乌镇世界互联网大会上，百度无人车开放了嘉宾体验。乌镇的项目是国内首次 L4 级别上的自动驾驶汽车全程无干预在全开放城市道路上行驶。2017 年 7 月 5 日，百度在 AI 开发者大会上开源了其无人驾驶的平台 Apollo 系统，这是百度工程师精神的新起点和新出发。

阿波罗智能驾驶系统开放过程依次是，封闭场地循迹自动驾驶、固定车道自动驾驶、简单城市路况自动驾驶、特定区域高速和城市道路自动驾驶、高速和城市道路自动驾驶 Alpha 版、高速和城市道路全路网自动驾驶。7 月首次开源 Apollo1.0 平台，数据包括 3D 障碍物标注数据、Road Hackers 数据和高精地图技术联合测试。9 月将开放人工编辑仿真场景数据，到 12 月开放 Apollo 数据平台 2.0，包括障碍物行为标注数据、2D 障碍物标注数据、日志提取仿真场景数据，之后每年都将继续提高阿波罗平台的能力。阿波罗技术框架包括云服务平台（开源数据平台、DuerOS）、开放软件平台（开源定位系统、控制器、HMI、Runtime 框架、RTOS）、参考硬件平台（开源计算单元、GPS/IMU、HMI 设备）、参考车辆平台（Drive-by-wire 车辆）。百度力图通过开源平台，聚集开发者的能力获得智能驾驶的大数据。

图表 41: Apollo 开放路线图



资料来源：百度、华安证券研究所

根据 Rand 公司推算，无人驾驶需要在各种交通场景下对 100 辆车进行 24 小时测试，并连续测试 225 年才能证明比人类驾驶更安全。为此，百度搭建了 Apollo 仿真引擎，利用计算机模拟多种交通场景下的车辆驾驶状况。在与此呼应的真实世界中，百度构建了自动驾驶工业最完整的布局，合作伙伴已达 52 家，整车厂包括福特公司和戴姆勒公司，芯片厂包括英伟达和英特尔。值得一提的是奇瑞和百度的合作从 2015 年开始，在吴恩达时代进行了 L4 水平上的无人驾驶合作。我们曾在今年 4 月的上海车展对奇瑞展台观察，其下一代平台 FUN TO DRIVE 最有能力落地阿波罗系统里的智能语音和智能驾驶的部分功能。通过和合作伙伴打通产

业链，百度的愿景是中国自动驾驶产业在 3-5 年有能力和机会站到世界的前沿。

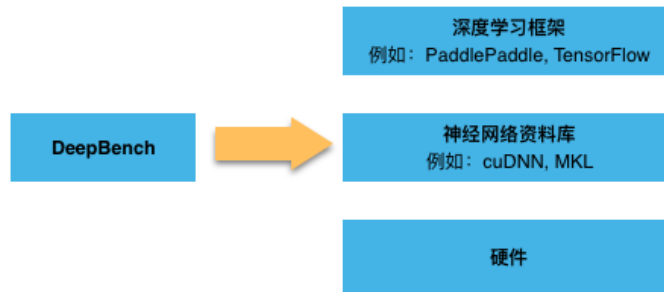
图表 42: Apollo 自动驾驶生态中的合作伙伴

标志	公司名称	所属行业	标志	公司名称	所属行业
	奇瑞汽车	汽车		英特尔	半导体芯片
	蔚来汽车	汽车		微软公司	计算机软件
	博世	精密机械		英伟达	芯片
	戴姆勒汽车	汽车		清华大学	科研
	一汽解放汽车有限公司	汽车		上海交通大学	科研
	东风汽车公司	汽车		Velodyne LiDAR	激光技术
	福特汽车	汽车		美国德尔福公司	汽车线束系统
	德国大陆轮胎	汽车零配件		TomTom	汽车导航配件
	地平线机器人	电子硬件		德国采埃孚(ZF)	传动系统
	北京智者科技	智能汽车		中兴通讯	通信设备
	北汽福田	汽车		富迪科技公司	语音处理技术

资料来源：百度，华安证券研究所

2016 年 9 月百度推出了第一版 DeepBench，它是一个开源基准测试工具，用于测试训练深度学习神经网络的基本性能指标，可兼容不同硬件平台上的神经网络库。DeepBench 的主要目的是测试深度学习系统在不同硬件平台上的运行效果，它使用神经网络库来测试硬件系统的表现，而非深度学习框架或模型训练时间。下图展示了百度 DeepBench 如何应用于不同深度学习系统。

图表 43: DeepBench 功能



资料来源：百度，华安证券研究所

PaddlePaddle 是百度自主研发的性能优先、灵活易用的深度学习平台，是一个已经解决和将要解决一些实际问题的平台。目前百度有超过 30 个主要产品都在使用 PaddlePaddle。PaddlePaddle 的整体架构是：多机并行架构、多 GPU 并行架构、Sequence 序列模型和大规模稀疏训练。PaddlePaddle 在 2013 年启动时比较流行的架构是 Pserver 和 Trainer 的架构。在多机并行架构中数据分配到不同节点，下图里灰色部分表示机器，方框里表示一个进程，Pserver 和 Trainer 是分布在两个进程里，中间的部分是网络通讯连接。

在 7 月 5 日的 Create2017 百度全球开发者大会上，英伟达与百度宣布建立广泛的合作关系，将全球领先的人工智能技术运用于云计算，自动驾驶和人工智能家居助手。百度与英伟达合作的合作将会从以下几个方面推进：1. 将下一代英伟达 Volta 架构芯片运用到百度云的基础设备中，为客户提供世界领先的深度学习平台。2. 采用英伟达的 DRIVE PX 作为百度自动驾驶汽车计划的平台，并与中国

主要汽车制造商合作开发自动驾驶汽车。3. 构建联合团队，使用 Volta 架构 GPU 优化百度的 PaddlePaddle 开源深度学习框架，并将成果提供给学术界与开发人员。4. 在英伟达 SHIELD TV 中加入百度的对话式人工智能系统「DuerOS」，为中国消费者提供人工智能语音识别功能。

百度是目前国内领先的云服务提供商之一。在开发者大会上，百度已宣布将在其服务器阵列中部署新一代的英伟达 HGX 架构与 Tesla Volta V100 和 Tesla P4 GPU 加速器，用于数据中心的人工智能训练和推理。结合百度的 PaddlePaddle 深度学习框架和英伟达 TensorRT 深度学习推理软件，研究人员和公司可以利用最先进的技术开发产品和服务，实时了解图像、语音、文字和视频。

3.2.3 财务估值模型：广告业务在传统搜索之外寻求突破，重点布局语音识别

我们对百度估值建立的基础一是看核心竞争力能否稳固，即以搜索引擎为起点的技术原创能力是否可以留住和增加流量。二是看百度能否顺应人机交互方式的发展风向，站在整个行业发展的制高点。我们看到，第一点百度 2016 年除去魏则西事件砍掉医疗事业部，服务业务这块包括百度糯米和百度外卖都没有能够为百度带来新的收益增长，即没有带来新的流量爆发点。这是因为，百度并不是一家具有做线下基因的公司，涉足这些领域并没有认识到自己的核心竞争力在于信息技术的创新力和在中国地区的技术引领地位。但是可喜的是，百度在第二点上大踏步前进。我们在这部分财务分析之前着重写的就是由人工智能技术带来的人机交互新方式，包括不限于语音交互技术（脑波交互也是一种交互方式）。

从 2017 年的情况看，语音交互技术仍不足以取代现有的触屏交互，百度在移动互联网时代的搜索业务的增长能力仍旧捉襟见肘。扣除掉 2016 年砍掉的医疗事业部的影响，2016 年实际搜索业务的增长大致在 20%-25%。我们给予搜索业务 2017-2019 年的收入增长速度分别为 16.8%，14.0%，12.8%。

图表 44：百度收入业绩及预测

百万人民币	2014A	2015A	2016A	15vs14	16vs15	2017E	17vs16	2018E	18vs17	2019E	19vs18
收入											
搜索业务	43,727	55,667	55,375	27.30%	-0.50%	64,678	16.8%	73,733	14.0%	83,171	12.8%
服务业务	3,822	7,006	4,894	83.30%	-30.10%	4,982	1.8%	5,032	1.0%	5,082	1.0%
爱奇艺	2,874	5,296	11,283	84.30%	113.00%	17,827	58.0%	24,281	36.2%	31,079	28.0%
业务间调整	-1,371	-1,587	-1,003	15.80%	-36.80%	-1,003		-1,003		-1,003	
总收入	49,052	66,382	70,549	35.30%	6.30%	86,484	22.6%	102,042	18.0%	118,329	16.0%

资料来源：华安证券研究所

从艾瑞咨询给出的预测数据看，中国网络广告市场未来三年大体稳定在 25-33% 的增长率，搜索广告和其他广告形式的市场份额进一步被挤压，电商广告在过去 5 年的爆发式增长后也逐步趋于稳定（主要受益者是阿里巴巴）。未来三年的网络广告增长点在于创新形式的广告，例如信息流广告（主要受益者是腾讯）和人机交互新方式下的广告。去年 9 月，Emarketer 报告显示，阿里巴巴集团控股公司已经取代百度成为中国数字广告市场的领先者。百度希望人工智能能够帮助其收回在搜索市场份额，同时促进在其他领域的进一步发展。

近年来广告形式推陈出新，除 Facebook 创新的信息流广告外，谷歌也用人工智能的算法更好地运用在搜索业务上，在文字搜索之外，翻译、图片搜索、视频搜索的算法也不断提升。特别值得期待的是，在智能交互方面广告收入的落地。尽管目前各家硬件刚刚上市，广告形式还不明确，但是我们认为新的交互形式必然带来新的广告利润点，正如搜索时代那样。

全球在线视频用户付费的战火愈演愈烈，根据 App Annie 的报告，Netflix、

HBO NOW、爱奇艺和 Hulu 在全球热门应用综合收入排行 TOP10 中占据了四席。爱奇艺在全球收入规模中列为第七，是亚洲在线视频平台在全球收入榜排位历史以来的最高位。在线视频订阅服务已经成为拉动娱乐应用内付费收入增长的重要一极。

目前视频网站的主要盈利模式是：网络广告+会员收费+自制节目/剧集返销，但不同网站的战略不尽相同。爱奇艺界定为前向收入和后向收入，前向是向用户收费，后向收入是指广告。爱奇艺视频、优酷视频、腾讯视频同属于综合性的视频平台，既拥有影视机构制作的专业节目，又不乏草根阶层普通用户的自创内容。三家视频网站功能覆盖各自有所侧重。爱奇艺的主要受众是年轻化群体，以 85 后、90 后为代表，内容策略偏重年轻化内容。A+ 大剧、自网剧、自制综艺和爱奇艺独家出品，成为爱奇艺优质内容的核心。优酷超级 IP 打造“版权大剧+顶级自制网剧”的精品内同布局。腾讯视频凭借在内容资源上的大规模和全面布局和腾讯产品的强大平台，在多个细分领域发力，成功吸引了大规模用户覆盖。

爱奇艺已经从一家定位视频观看的网站转向了一家可以提供视频上下游服务的综合视频门户，通过视频内容带来流量，再将流量引入到其他服务中。在爱奇艺的“大苹果树”模型中，IP 是核心，技术是躯干，视频内容是叶瓣。深度挖掘 IP 价值，拓展 IP 周边如电影、动漫、游戏和文学等，可以形成视频内容的完整产业链，获取更高的收益。爱奇艺做到了两点，一是不断促进优质用户从免费用户向付费用户的转化，二是将会员权益从视频观看的特权拓展到电影、游戏、电商领域，可以增强会员的忠诚度。根据百度 2016 年报，爱奇艺日活数为 1.25 亿，月活数 4.8 亿，2016 年 12 月的月度用户使用时长为 3350 亿分钟。

我们从最新美国视频流媒体服务提供商 Netflix 的二季度财报看到，Netflix 第二季度营收为 27.85 亿美元，较去年同期的 21.05 亿美元增长 32%；第二季度净利润为 6560 万美元，较去年同期的 4075 万美元增长 61%。订阅用户大幅度提升并超过华尔街分析师预期。一季度的时候华尔街还在为奈飞的盈利担忧，可以看到，奈飞所走的用头部 IP 和精品自制剧吸引流量变现的道路，和爱奇艺的生态链模型一样。因此我们看好爱奇艺 2017 年扭亏为盈的能力。

我们对百度采用 ROE 估值法，EPS 采用我们模型的 Rmb33.60、35.14、36.61，对应 EPS rolling 12month 是 Rmb34.37。根据 wind 一致预期 ROE，对应股价为 192.74 美元，我们给予中性评级。百度总裁兼首席 COO 陆奇正在将美式的管理和技术开发模式带进百度，百度需要陆奇来力挽狂澜，但是能否推动百度内部制度的变革才是更为重要的，也是我们估值的基础。

图表 45：PE/ROE 模型预测百度股价

预测输出 (百万Rmb)	2016A	2017E	2018E	2019E
营业收入	70,549	86,484	102,042	118,329
增长率	6.3%	22.6%	18.0%	16.0%
净利润	11,632	12,265	12,829	13,365
EPS (摊薄)Rmb per ADS	31.86	33.60	35.14	36.61
ROE(摊薄)wind一致	12.61	11.95	14.57	15.97
汇率 (US\$/Rmb)	6.77			
PE/ROE系数	3.18			
EPS rolling 12m (Rmb)		34.37		
EPS rolling 24m (Rmb)		35.87		
price rolling 12m (US\$)		192.74		
price rolling 24m (US\$)		201.18		

资料来源：华安证券研究所

3.3 腾讯：微信三款语音识别产品运用了多 GPU、数据并行的 CNN、DNN 框架

腾讯的深度学习平台 Mariana 包括三个框架：深度神经网络（Deep Neural Networks, DNN）的 GPU 数据并行框架，深度卷积神经网络（Deep Convolutional Neural Networks, CNN）的 GPU 数据并行和模型并行框架，以及 DNN CPU 集群框架。Mariana 通过此三个框架完成并行加速，针对多种应用场景，以解决深度学习训练极慢的问题；Mariana 通过模型并行，支持大模型；Mariana 提供默认算法的并行实现以减少新算法开发量，简化实验过程。Mariana 面向语音识别、图像识别、广告推荐等众多应用领域。

目前，腾讯深度学习平台 Mariana 已支持了微信语音识别的语音输入法、语音开放平台、长按语音消息转文本等产品，在微信图像识别中开始应用。通过 Mariana，识别准确率获得了极大的提升，目前识别能力已经跻身业界一流水平。同时可以满足语音业务海量的训练样本需求，通过缩短模型更新周期，使得微信语音业务可以及时满足各种新业务需求。此外，在广告推荐及个性化推荐等领域，也正在积极探索和实验中。

图 46：微信语音识别产品：微信语音输入法、语音消息转文字、语音开放平台



资料来源：腾讯、华安证券研究所

基于对腾讯控股（0700.HK）的长期跟踪研究，我们认为公司市值仍有上涨空间，是港股第一类投资标的。

投资评级说明

以本报告发布之日起 12 个月内，证券（或行业指数）相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

行业及公司评级体系

买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；

增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；

中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；

减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；

卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深 300 指数。

信息披露

分析师承诺

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告中的信息均来源于公开可获得资料，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。