

AI使能自动驾驶网络

AI Enabled Autopilot Carrier Network

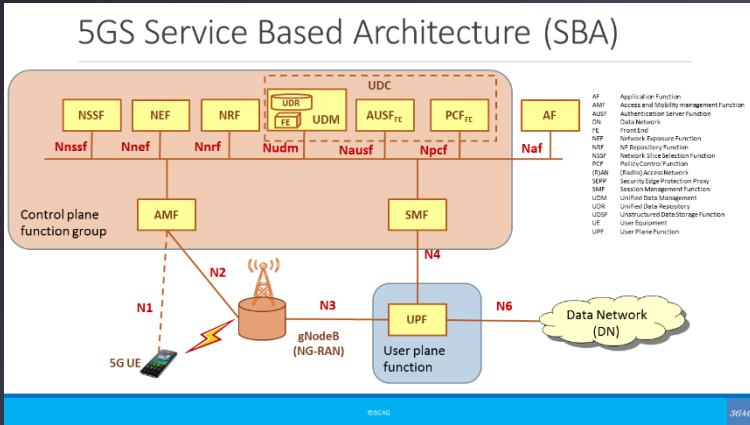
Xiaobin Ye

Network Technology Director of Guangdong Unicom

CONTENTS 大纲

- 5G时代网络维护需要AI赋能(5G & AI)
- 广东联通AI智能维护实践(5 SCENARIOS)

5G新架构及新承载网(IPRan2.0)的要求对于传统维护模式带来新挑战，驱动网络向自动驾驶演进



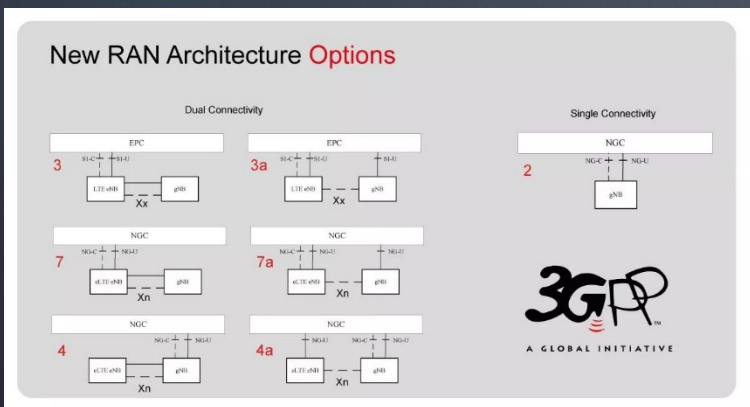
5G核心网由CT向IT演进对维护带来新挑战

5G Evolution from CT to IT brings new challenges

5GC引入SBA(基于服务)架构与NFV网络虚拟化，由234G时期的黑盒+软件转变为以软件服务为主+虚拟机模式

驱动5G网络向自动驾驶演进

Drive the evolution of 5G to autopilot operation

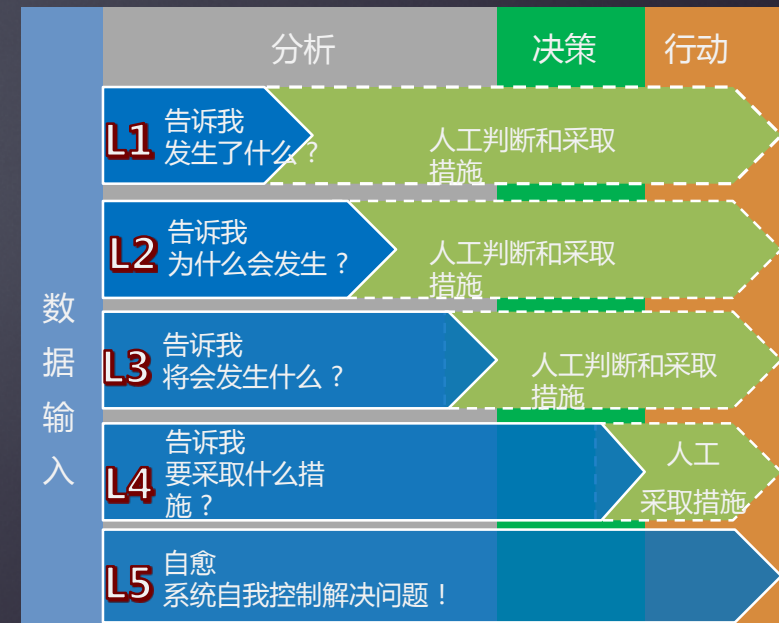


5G网络演进以及基于客户分片承载的要求，对维护带来新挑战

NSA/SA & Network slicing bring new challenges

NSA/SA, 5G过渡期间, 45G网元信令需要交互, 故障定界存在困难。

相对4G, 5G承载需要对业务进行分片承载及管理, 维护难度增大。



广东联通聚焦5G运营中异常、隐患、资源的三个痛点，展开了基于场景化的人工智能在运营中的实践



资源管理

resource management



隐患发现

Hidden hazard finding



异常检测

anomaly detection

人工模式/ Human

- 依赖管理与经验 (rely on experience)
- 受限专业领域知识 (Limited expertise)
- 受限设备管理数量 (Limited device scale)

VS

机器模式/ML

- 依赖数据与模型 (rely on data&model)
- 单域及多域场景 (Single/multi domain)
- 擅长并发及海量处理
(Massive Data Process)



CONTENTS 大纲

- 5G时代网络维护需要AI赋能(5G & AI)
- 广东联通AI智能维护实践(5 SCENARIOS)

广东联通AI智能维护实践



资源管理：源头把控
resource management

场景1:基于算法的最优路
径计算

scene 1: Optimal Path Calculation
Based on Algorithms



隐患发现：防患未然
Hidden hazard finding

场景2:网络最坏性分析
场景3:数据配置隐患分析

scene 2: Network worst-case
analysis
scene 3: Hidden Hazard Analysis
of Data Configuration

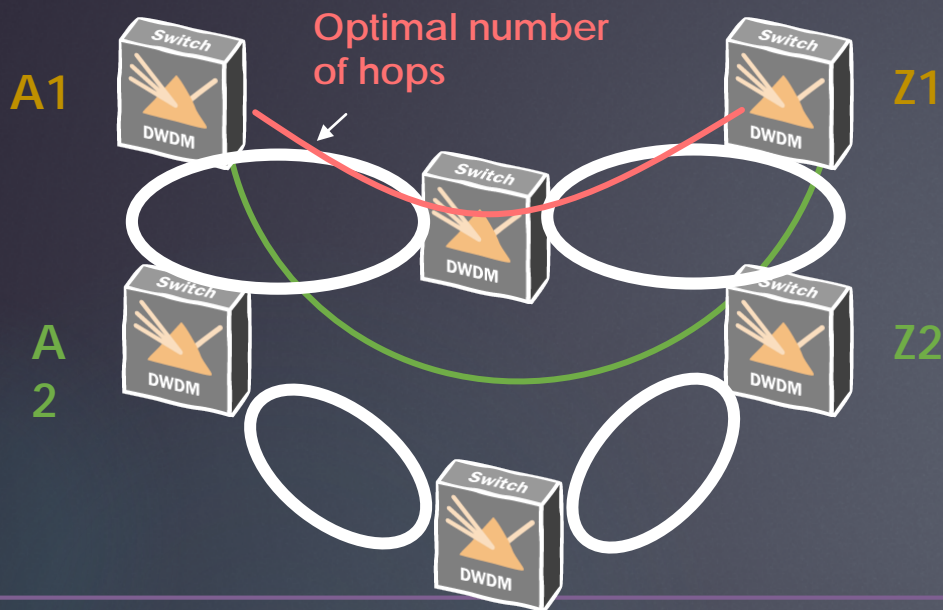


异常检测：快速发现定位
anomaly detection

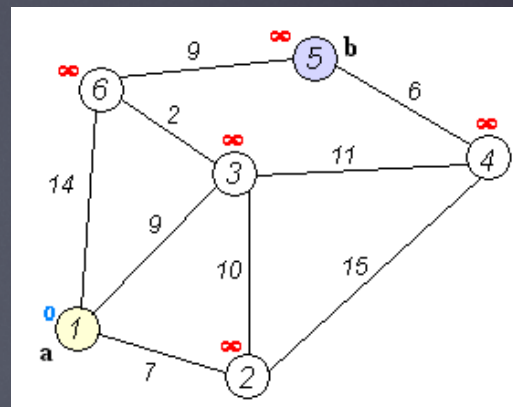
场景4:基于KPI的动态基线学习
场景5:端到端故障自动定位

scene 4: Dynamic Baseline Learning
Based on KPI
scene 5: End-to-end automated fault
location

场景1:基于算法的最优路径计算：解决SDH/MSTP/OTN等非智能化传输网络的资源路径自动计算。(带宽、跳数、延时)

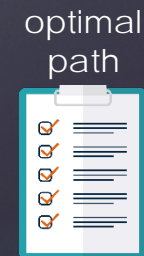


- ①非智能化设备的相关资源及拓扑在虚拟空间中进行动态映射。
- ②在每结点上运算贪婪算法(greedy algorithm)遍历所有的可能性路径，并基于用户需求(时延、带宽、跳数)等推荐可行的资源路径。
- ③基于用历史使用数据如故障率等推荐路径排名(Recommended path ranking)。



最短路径 (Shortest path) :
Dijkstra
路径约束条件 (Path resource constraints) :
Bandwidth/Hops/Delay

K Constrained Shortest Path: KCSP finding shortest paths first and then selecting feasible ones by a constraint filter.



CASE1:SDH/MSTP/OTN 传输专线的SLA资源自动路径计算。 (带宽、跳数、延时等)

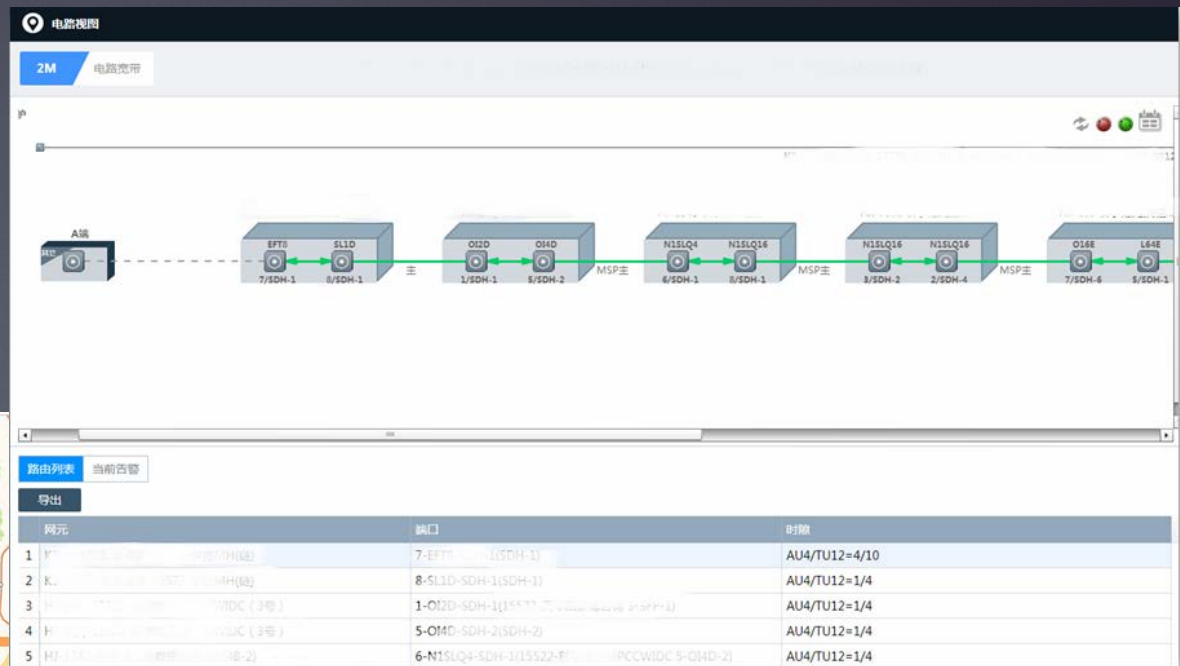
TIME SPENT IN
RESOURCE PLAN

360
MINUTES

10
MINUTES



To support the market
at top speed



区域 站点 机房 网元 端口

带宽: 10M
 起端: 新时空大厦
 终端: 广州科学城

已从249条方案中选出最优的两条

最优方案 次优方案

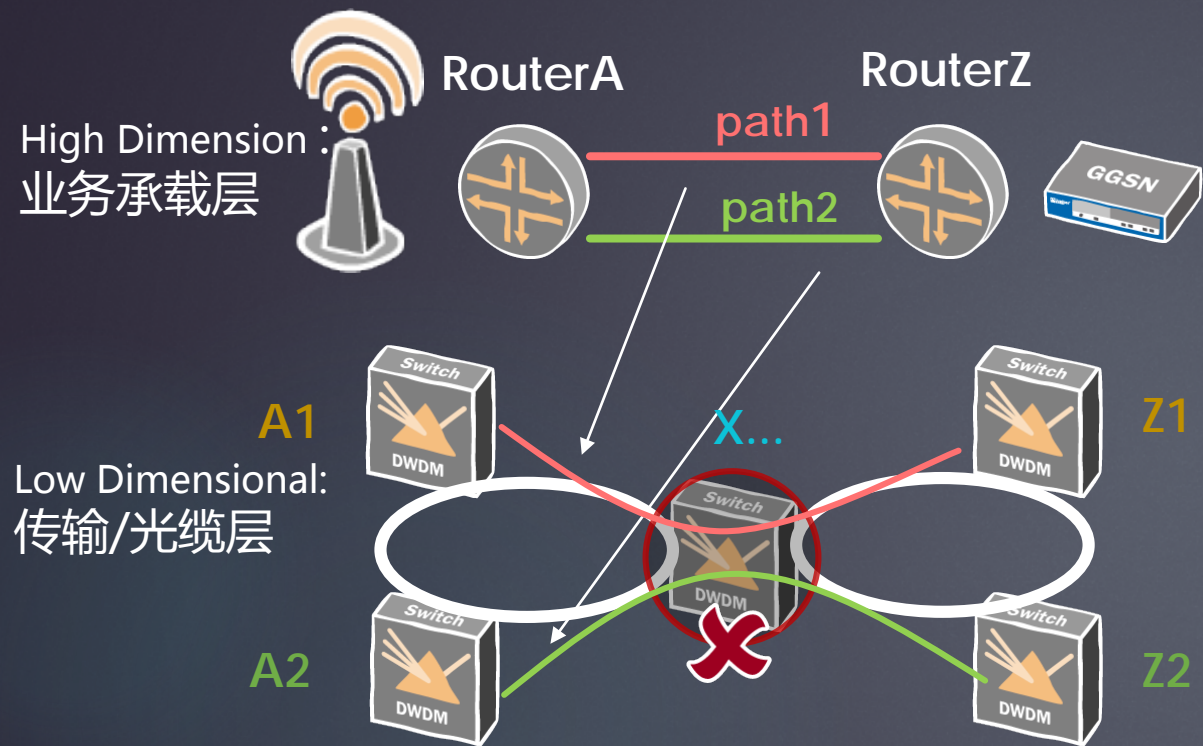
新时空大厦->广州科学城
 采用路径最少优先算法, 搜索方案, 途经设备数: 8

新时空大厦

广州科学城



场景2:最坏性分析：解决业务承载网络与底层光缆网之间跨域隐患关联分析。

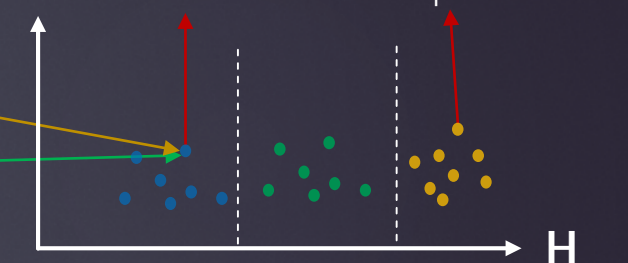


将每组主备链路的海明距离进行分类分析(Hamming Distance Analysis of Main and Standby Links):

Optical fiber path	{A1, A2, X, Z1, Z2}
Path1	{1, 0, 1, 1, 0}
path2	{0, 1, 1, 0, 1}
.....

hidden hazard (marked with X) redundancy (marked with checkmark)

H Too short distance H Proper distance



$$H(\text{path1}, \text{path2}) = 1^{\wedge}0 + 0^{\wedge}1 + 1^{\wedge}1 + 1^{\wedge}0 + 0^{\wedge}1 = 4 < 5 (\text{Total number of optical paths})$$

最坏情况：海明距离越短，重合度越高，隐患越多。
Worst case: The shorter the Hamming distance, the more hidden dangers.

合适距离：海明距离等于2条光纤光路的光路总数。
Appropriate Distance: Heming Distance is equal to the total number of optical paths of two optical fibers.

Link information analysis report

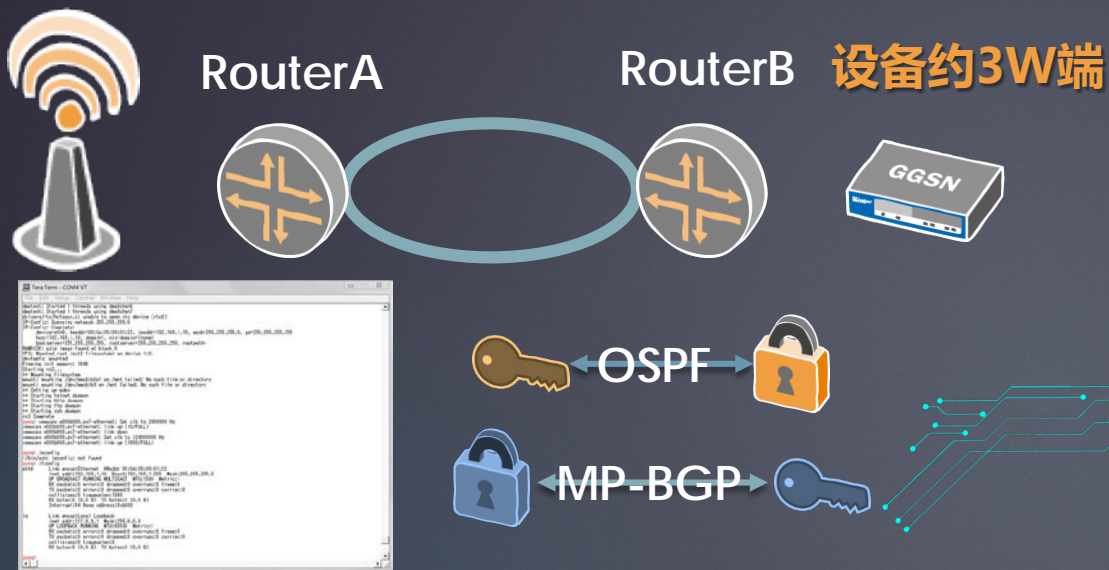


Bearer link
.....
.....

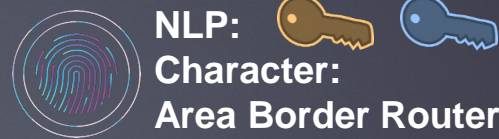


- ①降低目标分析维度(dimension-reduction)，通过二值化引入聚类(clustering)计算。
- ②通过聚类分析(cluster analysis)每组链路的海明距离(Hamming distance)，判断共点隐患(hidden hazard)机率。
- ③实现高维业务承载网与低维光缆网之间的动态资源管理。

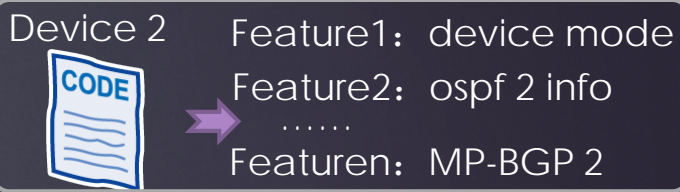
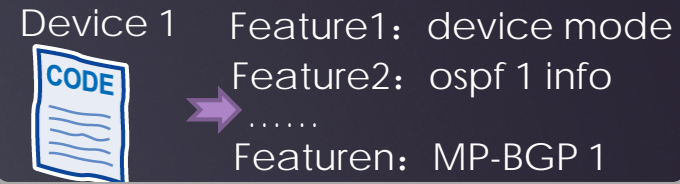
场景3:指纹隐患检测：解决海量设备如5G回传网的角色识别及网元安全基线(隐患)查验。



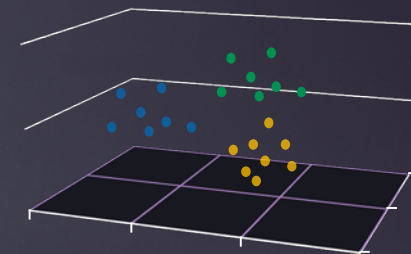
- ①基于知识图谱(knowledge graph)构建特征指纹库(feature fingerprint database)。
- ②NLP(自然语言处理)分析脚本,让机器学会判别设备所处角色(the role of devices)。
- ③基于设备角色与NLP语言处理让机器读懂设备配置,判别可能存在的隐患(large-scale equipment baseline residuals)。



Act: Loop-Prevention Techniques in MPLS L3 VPN (OSPF)

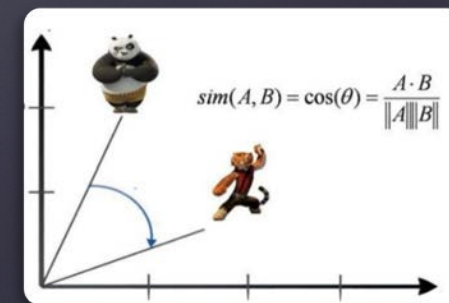


Logical Classification



角色指纹分析 (Cosine Similarity)

Configuration File



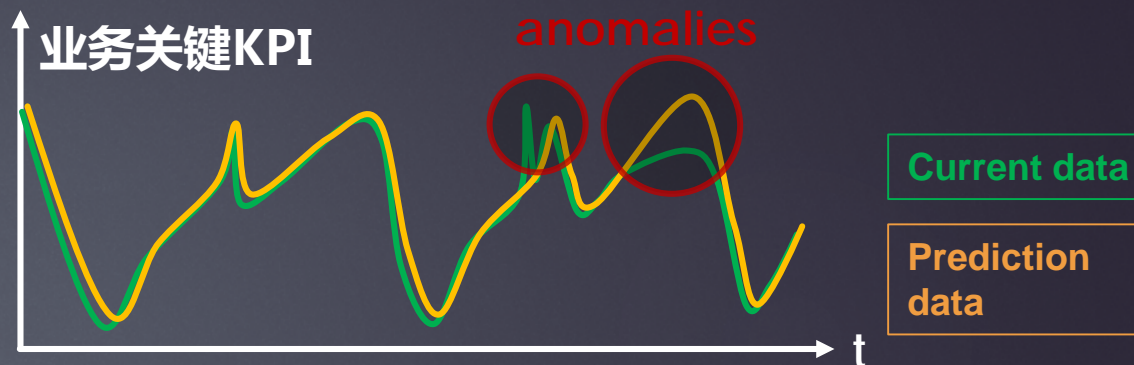
场景4:动态基线学习的异常检测：解决业务关键KPI指标 如何实现机器自学习并替代人工观测的问题。



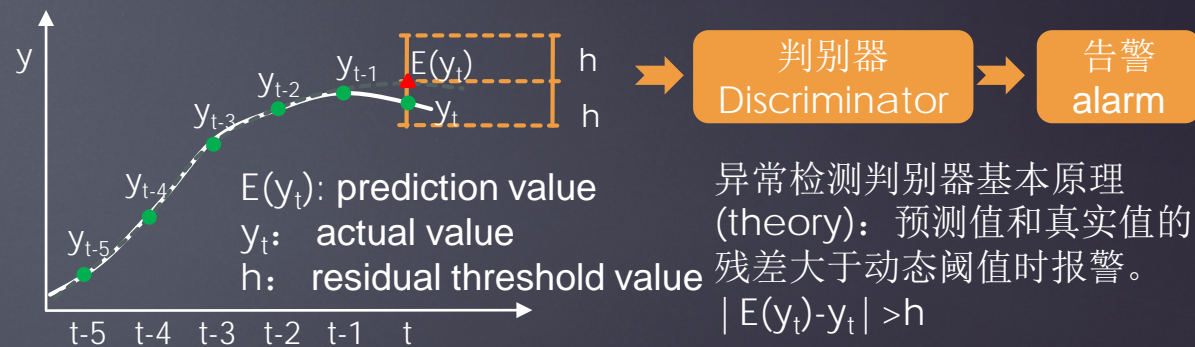
①基于日常数据训练给出业务KPI模型并加以监测 (monitor)。

②动态分析期望值与实际值的差值，替代人工进行实时业务状态判断，异常下联动告警或驱动SDN等其他逻辑。

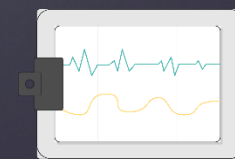
③甚至根据历史增长态势(historical growth trend)预测增长所需资源需求(Predict resource demand)。



预测模型：自回归时间序列模型(Autoregressive Time Series Model)



Metric monitoring



Alarms



CASE1:大客户业务异常检测监测 (Business anomaly detection for large customers)

NON-INTERRUPT FAULT
DURATION
EG: OPERATION ERROR

120
MINUTES

10
MINUTES



To enhance the user's perception



CASE2:异常检测在割接作业中的应用SDN+AI

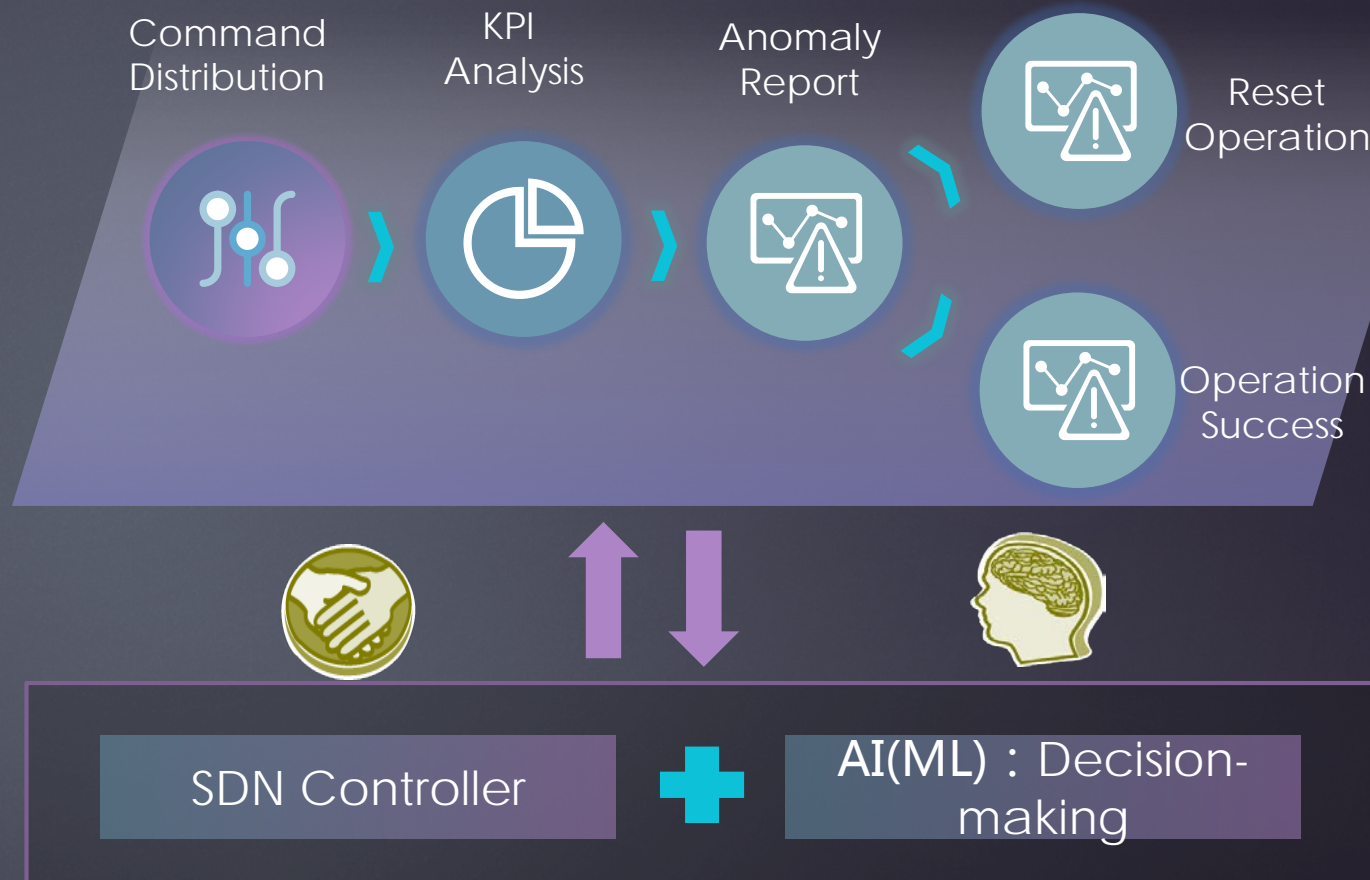
(Anomaly detection in **Cutover operation**, SDN + AI)



割接操作
Cutover operation
113 times



人力减少
labor costs
280 person-time



负责驱动作业逻辑
(DRIVING JOB LOGIC)

AI算法替代缓慢
易错的人脑决策
AM0:00~6:00

CASE2:异常检测在业务/割接作业中的应用SDN+AI

(Anomaly detection in **Business/Cutover operation**, SDN + AI)



割接操作

Cutover
operation

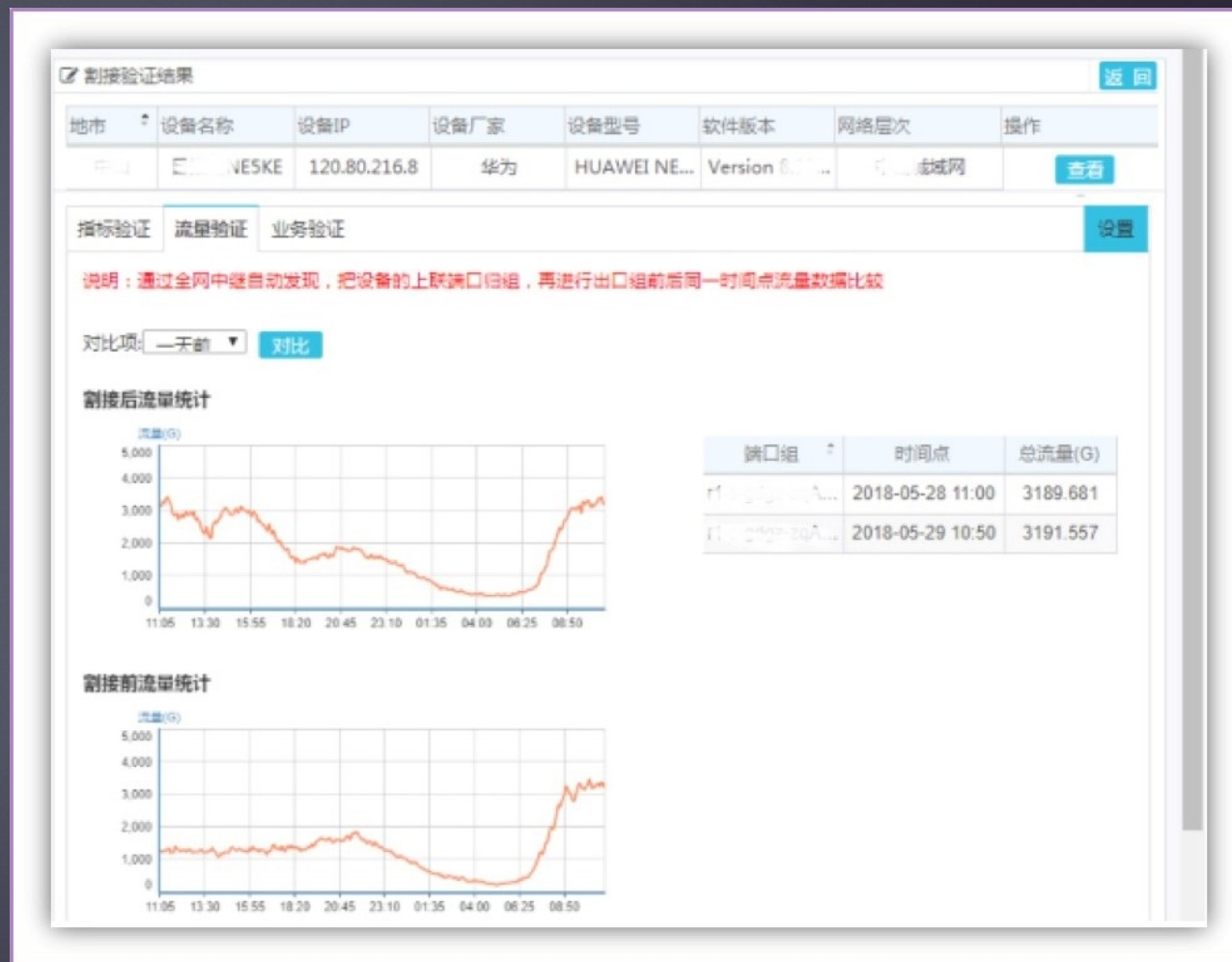
113 times



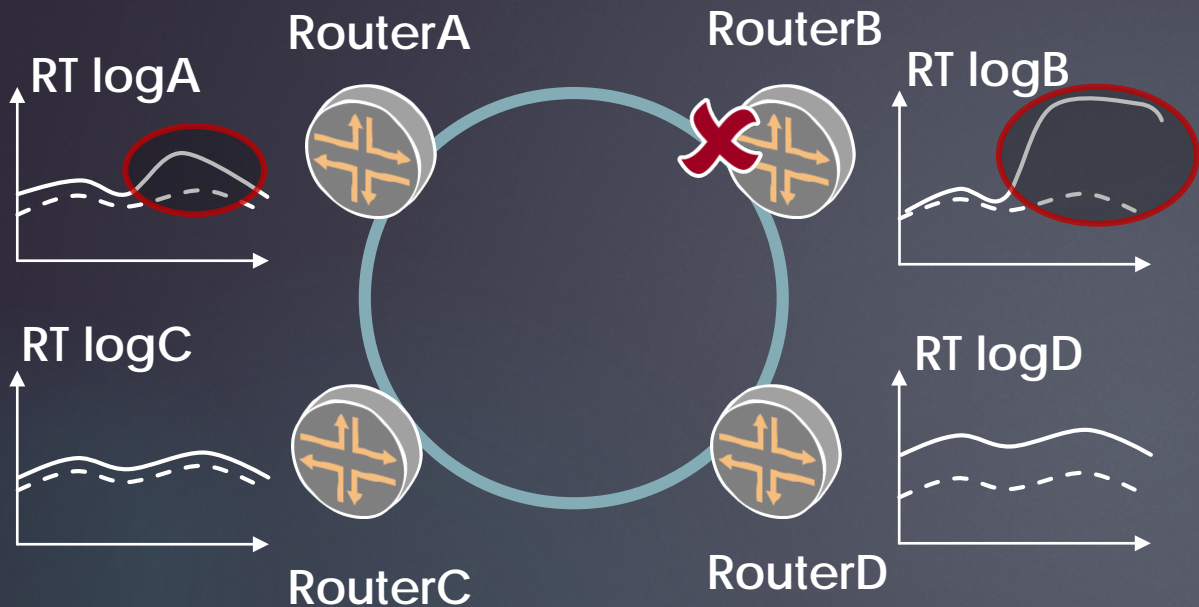
人力减少

labor costs

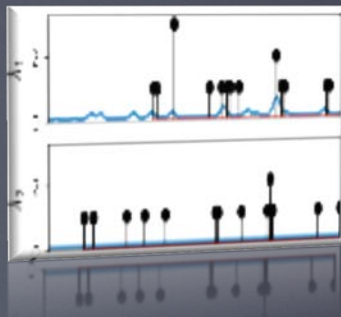
280 person-time



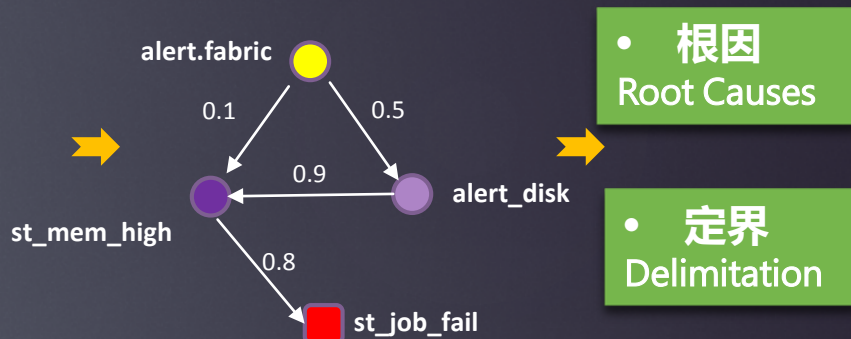
场景5:根因定界：解决CT及IT(通信云)混合环境下对故障快速根因定界的通用方案。



- ①网络CT及IT的事件通常以日志(syslog)形式产生，以日志为基础训练出行为模型(models)并加以监测(monitor)。
- ②基于拓扑及时间的时空关联(Spatio-temporal correlation)让机器学习事件与日志变化之间的变化关联，并推导出因果关系。
- ③基于知识图谱(knowledge graph)的实现让机器替代工程师进行快速故障定因决策(decision-making)。



异常日志学习判别
Abnormal log Learning
Discrimination



事件因果关，有向无环推理
Event Causality Directed Acyclic
Inference

Log file + Topology

Intelligence Strategy



CASE: 基于日志的异常定位在5G网络中尝试

The practice of log-based anomaly localization in 5G network

CT

4G/5G 承载网上对日志异常检测与故障根因进行了尝试

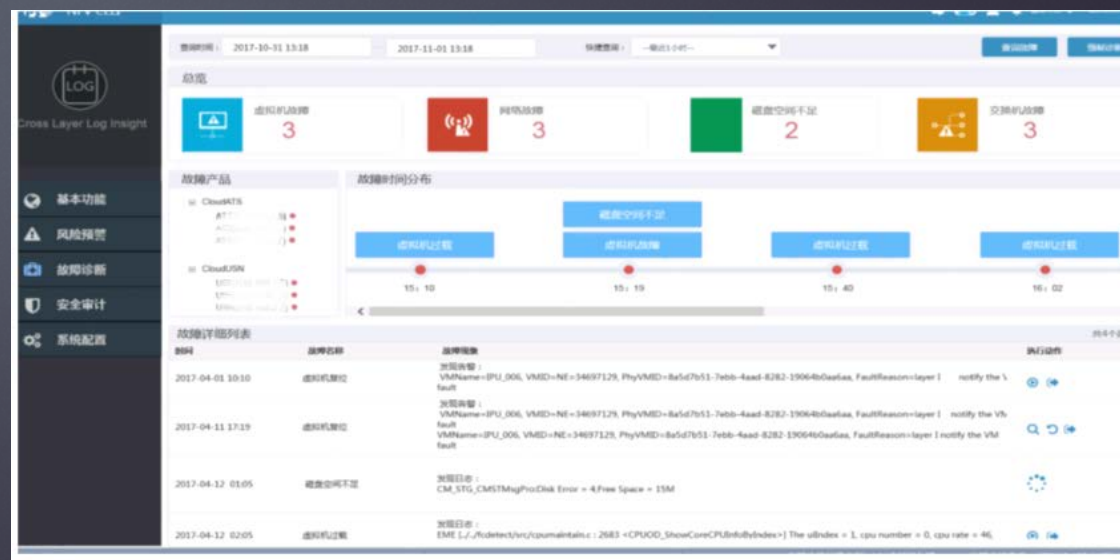
(Log-based anomaly detection and root cause analysis on 4G/5G Bearer network)

4G/5G NFV核心网上使用日志异常

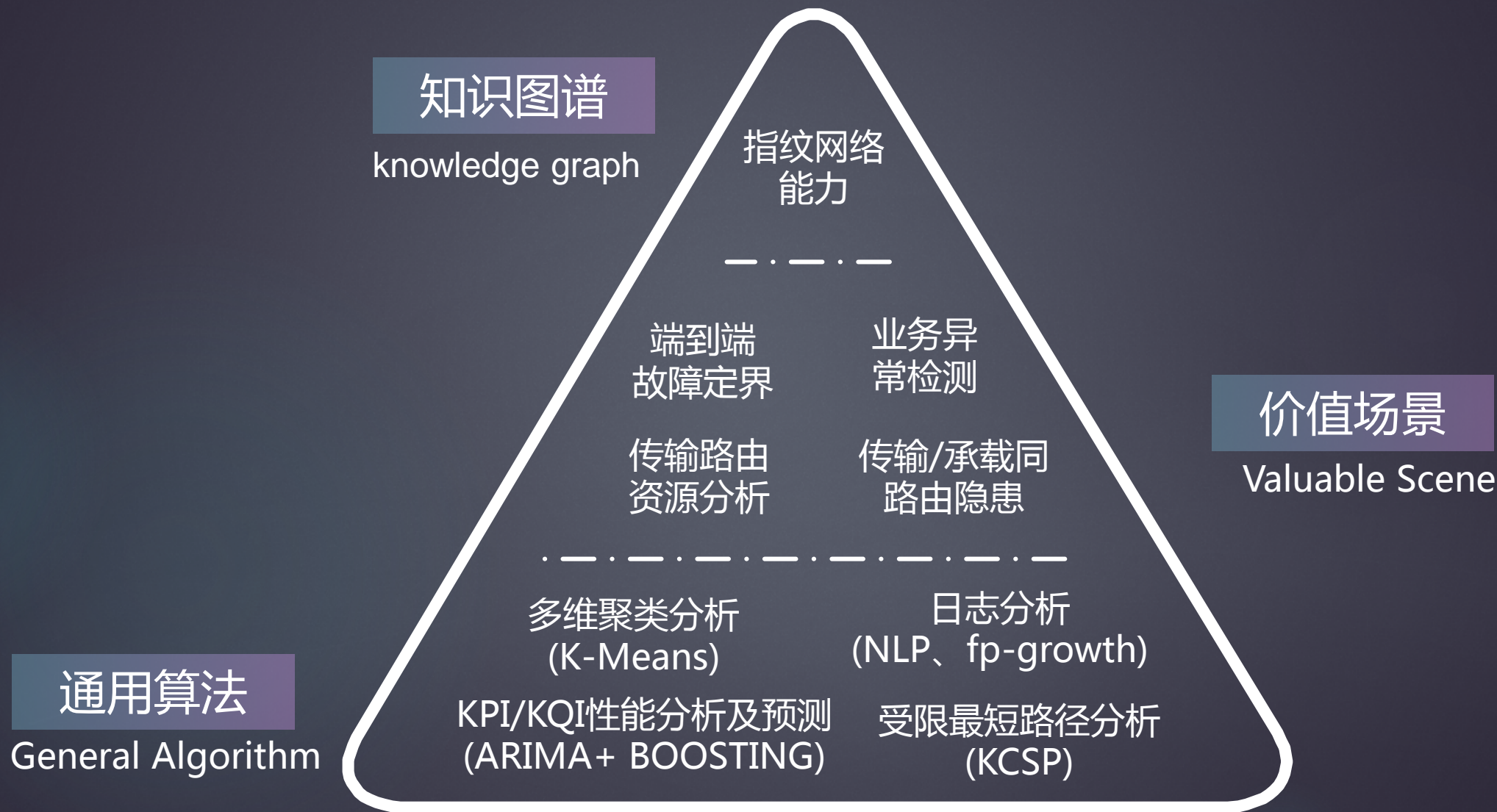
CT+IT 检测与故障根因进行了尝试

系统上线不足2个月监测出硬盘读写异常，网元（虚拟机）间丢包等隐患。

(The anomalies of I/O read/write and packet loss amongst VMs are detected.)



研究愿景：构建通信行业智力资本=价值+算法+图谱



5G时代网络自动驾驶的倡导：电信行业在-模型共享、算法共研、场景挖掘做出各自的贡献。



Syslog standardization

基站，核心网，承载网，传输端到端日志解耦，非单一厂家专有格式



Topology standardization

基于IP化协议栈的标准化的拓扑发现协议，构建并推演事件的时空关联



knowledge graph & model library

基于NLP构建的知识图谱及指纹模型库，识别角色、隐患、故障



拥抱合作
共创未来

谢谢