网络空间威胁对抗与防御技术研讨会
暨 第九届安天网络安全冬训营

乱雲飛渡

资源代价与安全算力

探海算沙

——流量检测能力要求变化与算力代价

安天 | 网络安全产品中心

CONTENTS

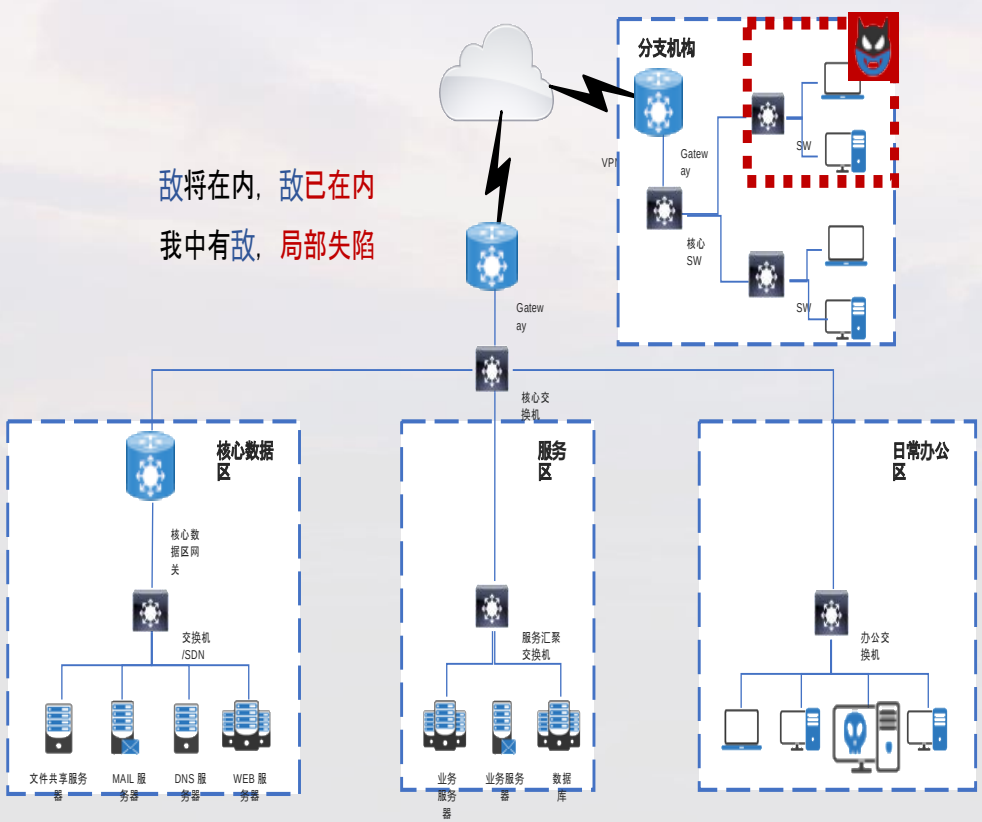
目 录

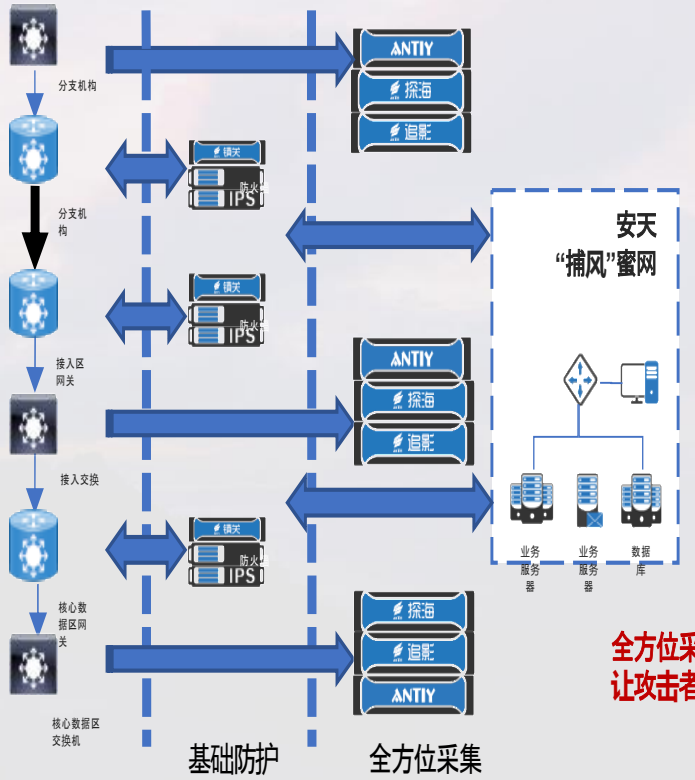
01 无所遁形需要的能力及其算力支撑代价

基于敌情想定，将检测能力部署在攻击者的必经之路

敌将在内，敌已在内

我中有敌，局部失陷



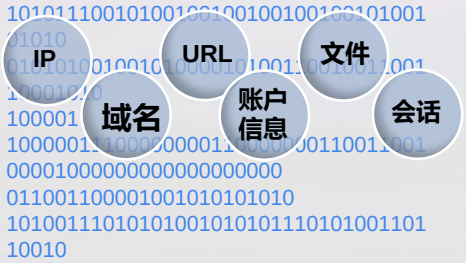


- 参考高价值目标构建合理分区
- 在抵达目标的路径上增加关隘
  - 业务路径
  - 数据路径
- 交叉火力**覆盖无死角**
  - **特别需要注意：设备管理流量**
  - **特别需要注意：包头记录**
- 被动防御能力是积极防御的基础

全方位采集、智能化响应
让攻击者无所遁行、无处可逃、无计可施

多维度的基础检测能力

全要素采集（丰富的检测对象） → 多维度检测能力 → 威胁标注、追踪与响应

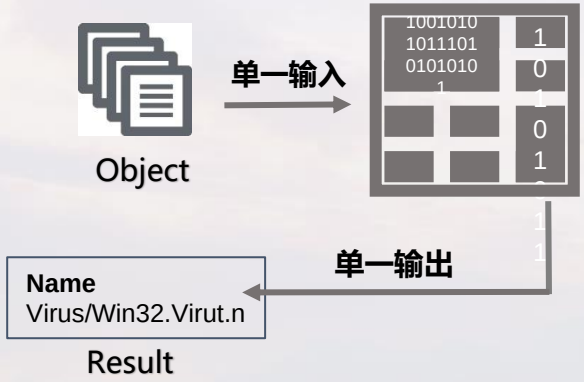


- 全量采集威胁要素，捕获高级威胁攻击中载荷高度定向、一次性投放；

- 获取载荷行为能力，形成对恶意代码的揭示能力，并对关键威胁信息进行留存；

- 通过威胁样本追溯威胁源和传播路径；
- 深度定制规则，提供威胁的向前追溯和向后守候能力；

威胁检测需要综合多个维度--多种输入输出对象

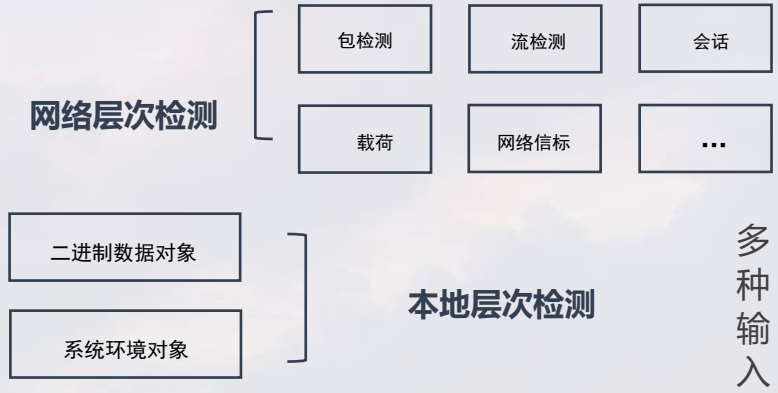


✓ **传统引擎**

主要是以单一对象为输入，以单一结果为输出。而随着威胁的进一步演进和泛化，威胁检测已不能仅仅停留在对单一对象进行鉴定上。

✓ **AVLSDK威胁检测引擎**

多种输入对象，多种输出结果。威胁检测多样化。



输出 1

- 黑白
  - 识别信息
  - 基础信息
- 多向量
  - 附加信息
  - 行为信息
- 核心行为
  - 远控 广告
  - DDOS 下载
  - 窃取
- 威胁行为
  - 传播 伪装
  - 隐蔽 对抗
  - 信息获取 攻击

输出 2

- 黑客组织名称
- 别名攻击目标
- 攻击领域
- 攻击方式
- 活跃时间
- 利用漏洞
- 组织简介

输出 3

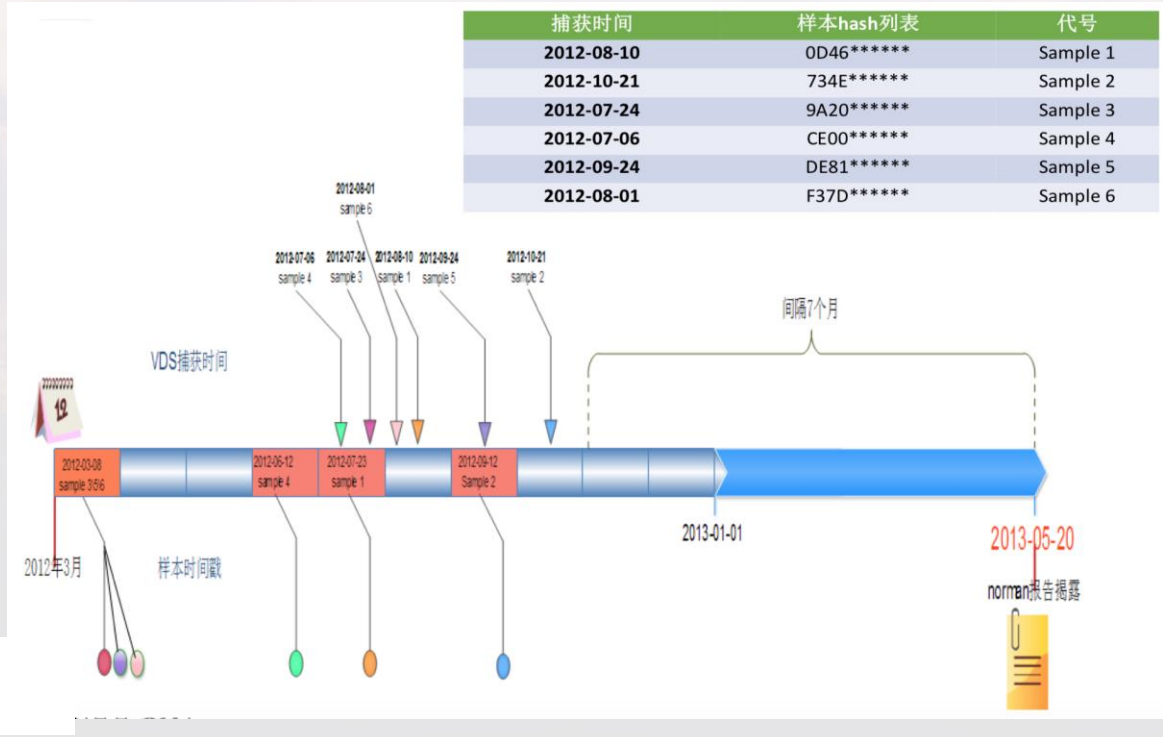
ATT&CK框架信息

初始访问、执行、持久化、提权、防御规避、凭证访问、发现、横向移动、收集、命令控制、渗透

全要素长期留存，猎杀威胁，清点损失，复盘攻击

- HangOver对中国的攻击时间链——超过1年

捕获时间	样本hash列表	代号
2012-08-10	0D46******	Sample 1
2012-10-21	734E******	Sample 2
2012-07-24	9A20******	Sample 3
2012-07-06	CE00******	Sample 4
2012-09-24	DE81******	Sample 5
2012-08-01	F37D******	Sample 6



- 网络安全法要求日志保存不少于六个月

中华人民共和国
网络安全法

第三章 网络运行安全

第一节 一般规定

第二十一条 国家实行网络安全等级保护制度。网络运营者应当按照网络安全等级保护制度的要求，履行下列安全保护义务，保障网络免受干扰、破坏或者未经授权的访问，防止网络数据泄露或者被窃取、篡改：

（一）制定内部安全管理制度和操作规程，确定网络安全负责人，落实网络安全保护责任；

（二）采取防范计算机病毒和网络攻击、网络侵入等危害网络安全行为的技术措施；

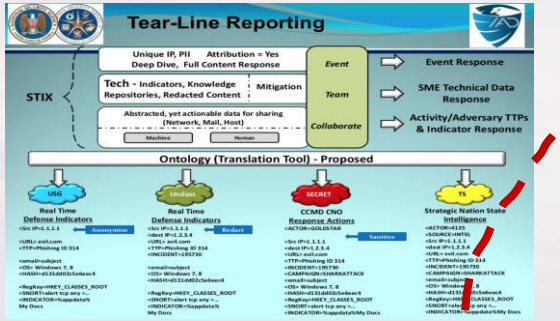
（三）采取监测、记录网络运行状态、网络安全事件的技术措施，并按照规定留存相关的网络日志不少于六个月；

（四）采取数据分类、重要数据备份和加密等措施；

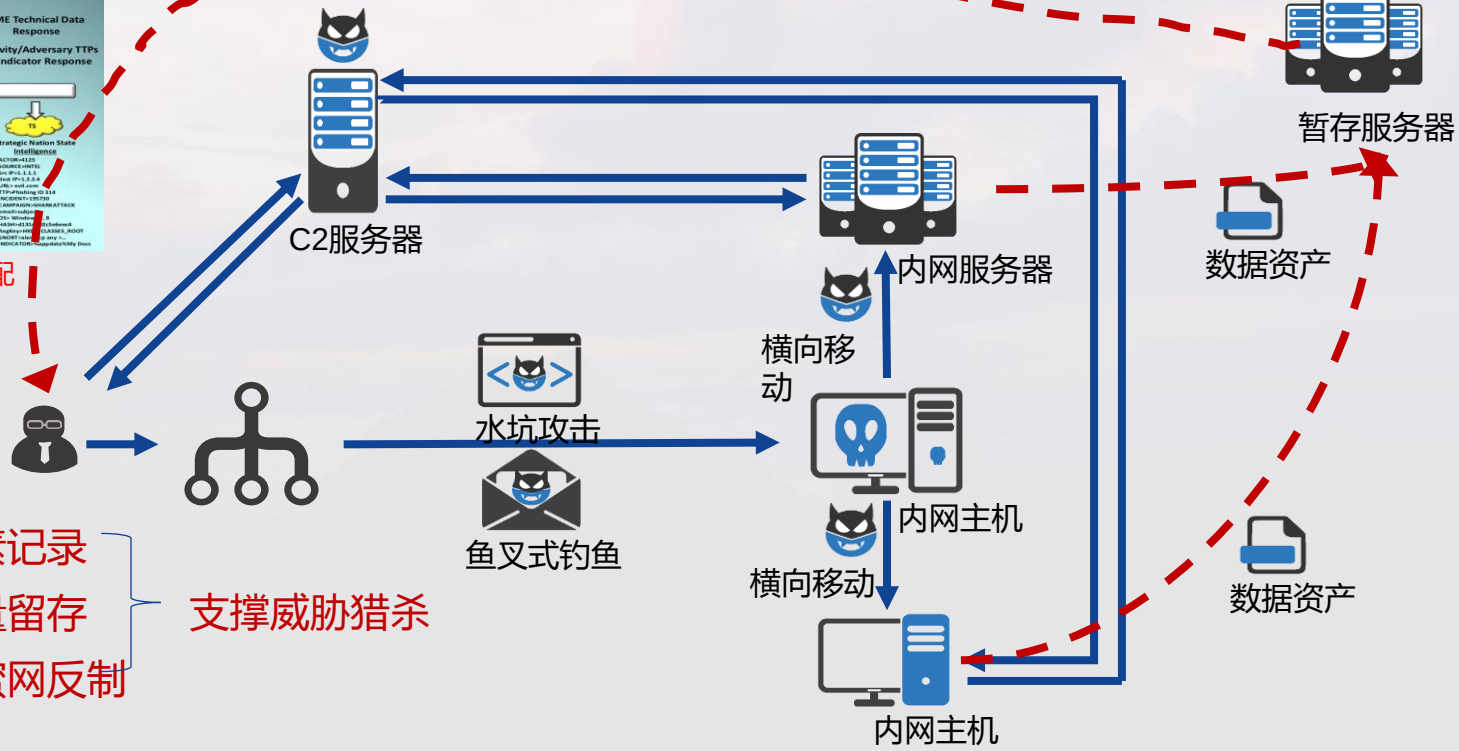
（五）法律、行政法规规定的其他义务。

第二十二条 网络产品、服务应当符合相关国家标准的强制性要求。网络产品、服务的提供者不得设置恶意程序；发现其网络产品、服务存在安全缺陷、漏洞等风险时，应

潜伏者被激活，内部威胁更需要全方位无死角的采集



基于场景，对威胁情报进行适配

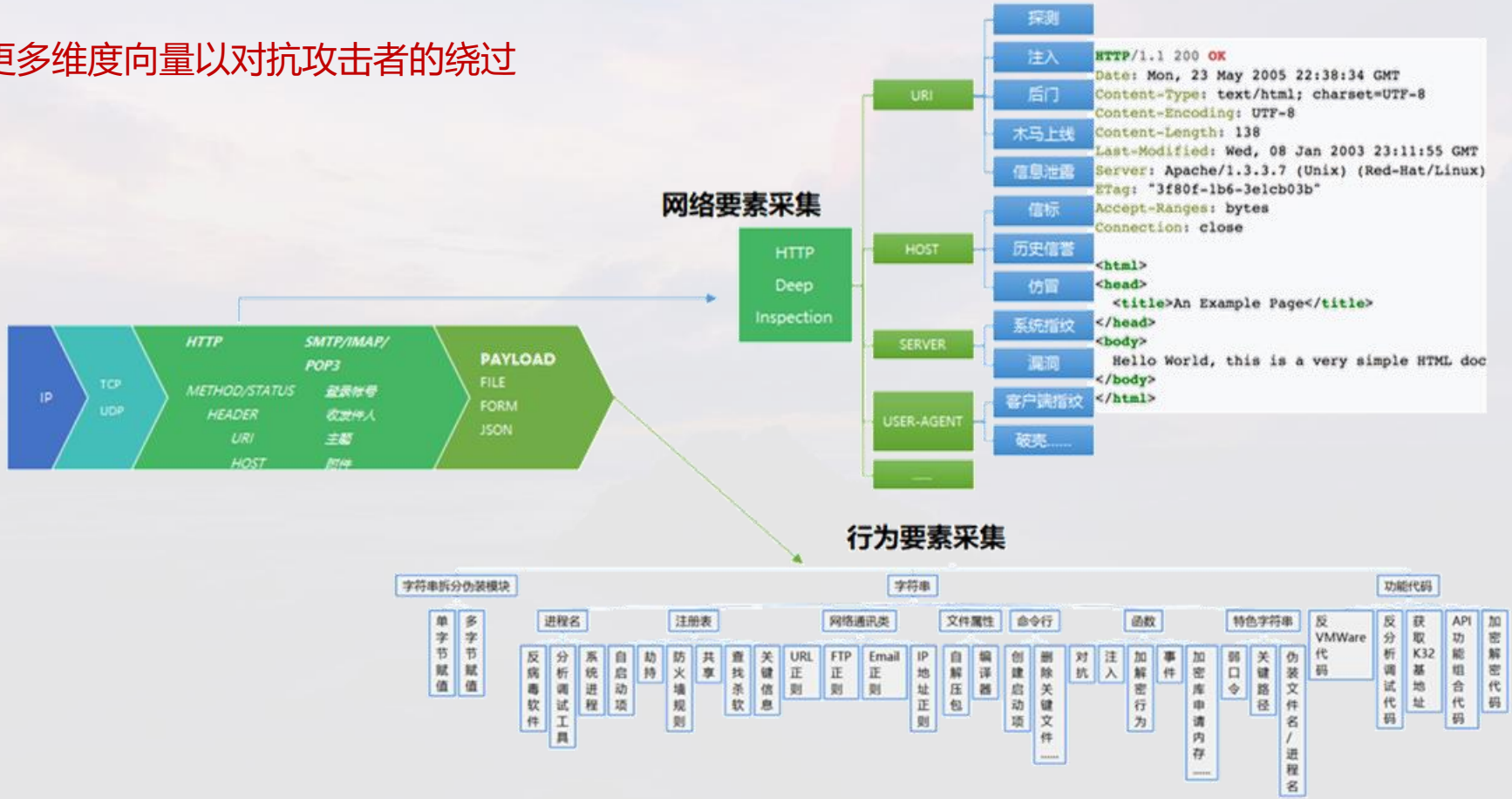


必经路径——全要素记录
失陷节点——全流量留存
信标触发——导入蜜网反制

支撑威胁猎杀

“探海”为融合威胁情报更丰富的要素采集

需要更多维度向量以对抗攻击者的绕过



有效应用向量级威胁情报，进行丰富有效的威胁检测

安天威胁情报系统基于引擎覆盖全球**100万台**网络设备和超**28亿部**智能终端的感知数据。以及持续对捕获样本的进行动静态分析，已构建**超百亿级别**威胁知识图谱。经过安天**20年**分析能力积累，持续输出生产包括机读情报和向量情报2类**20余种**威胁情报类型，以及标识超过**30种**威胁类型情报。在高级威胁分析场景提供完整的运营级情报的同源关联分析能力。在威胁检测场景向全系统供应向量级威胁情报。

安天是国内完整具备全域威胁感知、自主情报生产、高级威胁情报分析的全能力型情报厂商。

支持输入数据源

- 静态分析数据
- 动态分析数据
- 多引擎分析数据
- 流量探针数据
- 端点感知数据

- 高级威胁情报
- 自主生产情报
- 开源情报

支持输出的情报类型

机读情报

- 文件情报
- 域名情报
- IP情报
- URL情报
- 邮箱情报
- IP/域名端口情报

威胁类型

- APT情报
- 僵尸网络情报
- C&C情报
- 勒索情报
- DDOS情报
- 挖矿情报

向量级情报

- **指令级向量情报**
- **API级向量情报**
- **功能级向量情报**
- **静态引擎输出情报**
- 注册表情报
- 互斥量情报
- 数字签名情报

需安天下一代威胁检测引擎支撑

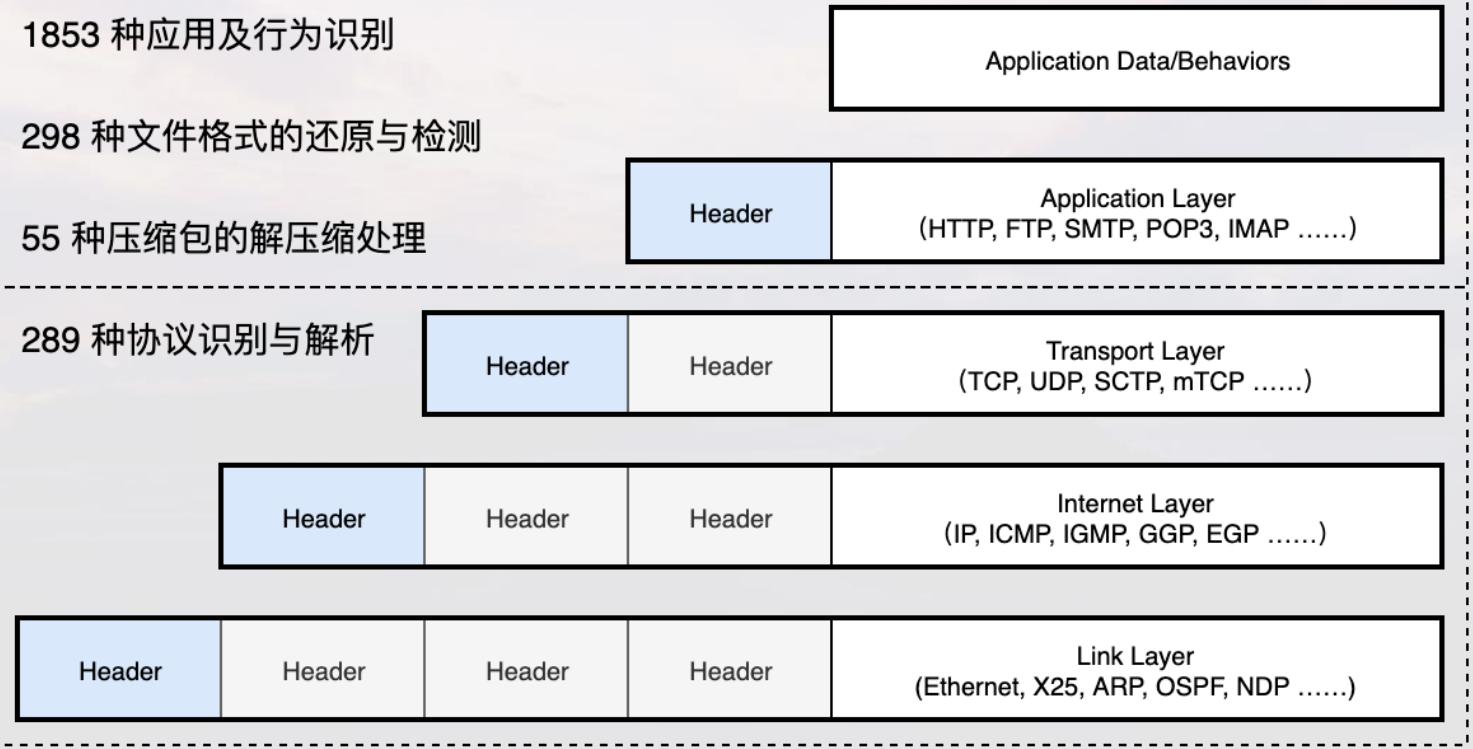
“探海”支持的协议识别、元数据化与要素提取能力

1853 种应用及行为识别

298 种文件格式的还原与检测

55 种压缩包的解压缩处理

289 种协议识别与解析

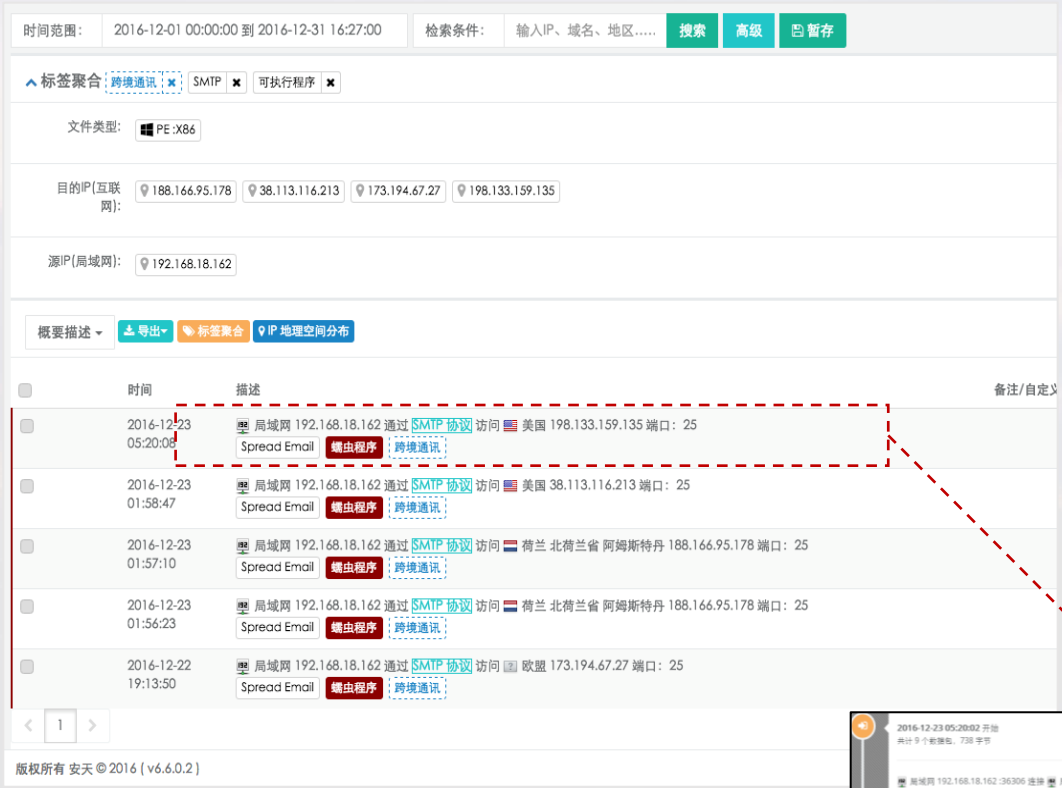


协议识别能力与开源项目对比

产品名称	协议/应用数量
探海	**2142**
OpenAppID	1464
nDPI	248
libprotoident	474

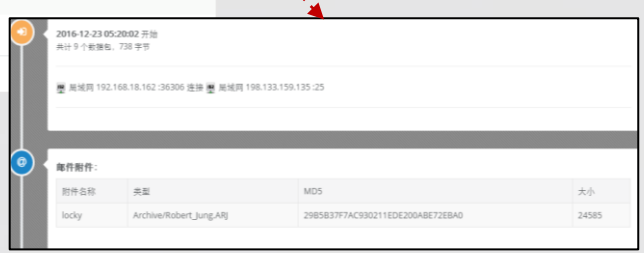
*所有开源项目基于 11 月 3 日版本统计

处理数据需要持续将经验转换为标签规则、场景规则



行为向量 + 标签

多维度呈现



【示例】识别特定攻击

跨境通讯、邮件通讯、压缩包、包含脚本

- **标签化**

1. 减少用户需要关注的信息量
2. 传递标签背后的知识

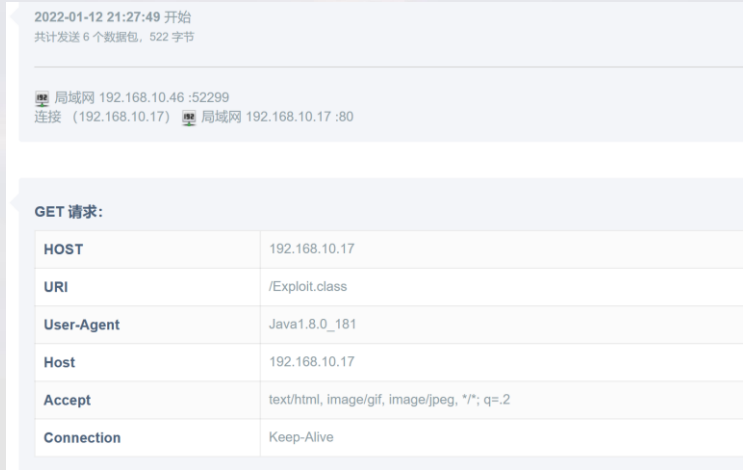
- **场景化**

1. 多个标签恰好构成了不同的场景
2. 自定义条件规则构成场景

另一个例子：Log4J漏洞利用成功

局域网 192.168.10.46
通过 HTTP 协议 访问 （192.168.10.199:8000） 局域网 192.168.10.199 :8000 端口： 8000
发现 可疑字节码文件： [敏感函数]疑似下载攻击组件-执行敏感函数
，标签： 可疑字节码文件 包含敏感函数 RunTime
ATT&CK™ 横向运动
NSA/CSS 接触目标与进攻突防

局域网 192.168.10.46
通过 HTTP 协议 访问 （192.168.10.199:8000） 局域网 192.168.10.199 :8000 端口： 8000
发现 可疑字节码文件： [敏感函数]疑似下载攻击组件-执行敏感函数
，标签： 可疑字节码文件 包含敏感函数 RunTime
ATT&CK™ 横向运动
NSA/CSS 接触目标与进攻突防



通过识别class文件传输

探海可直接发现Log4j漏洞利用成功事件

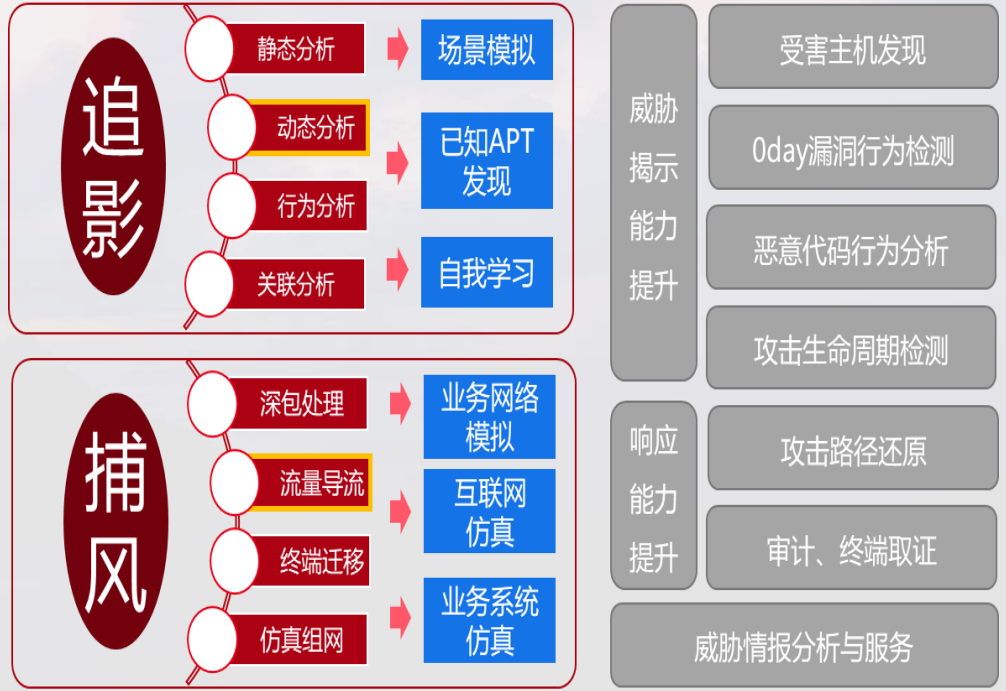
基础数据标签化、场景化，构建定制化威胁守候能力

全面掌握资产、实现实体分析需要全要素支撑

- 全面掌握资产以支撑场景化的分析

业务还原	•资产画像 •业务活动画像 •资产-业务活动链条 •设备资产拓扑
资产、业务活动元原数据提取	•可识别、可分析流量类型扩展 •可提取资产、业务元数据扩展 •构建资产、业务元数据模型的场景化应用
从流量中提取协议要素	•虚拟化流量识别和分析 •标准网络流量识别和分析； •业务流量（网络主流应用）特征识别；分类分析和属性标记； •用户的行为元数据提取及分析

- 构建基于我情的沙箱与蜜网



探海：具备骨干网30Gbps全流量检测能力的ND20000型号

检测分析	场景关联检测		文件特征检测		行为向量检测
	单包检测	单向流量顺序检测	C&C通联检测	自定义检测	SNORT规则导入
协议识别解析	流式协议元数据分向解析			文件解析	
	单包协议猜测	状态转换协议特征		基于协议特征的乱序重定位	基于文件特征的传输识别
	包暂存	有限状态机	数据包保序		
流量接入	数据包池	跨进程通讯	零拷贝内存访问		
	非一致内存访问		直接内存访问	大内存页	内存映射
	分光流量数据接入			TAP分流流量接入	

- 基于X86纯软件实现，2U设备载体

- NUMA高效算力使用
- RSS、FlowDirector等网卡功能应用，加速处理

- 30Gbps骨干网流量全流量高速匹配、文件还原能力
- DDoS等网络攻击检测过滤
- 同时有效跟踪2000万连接
- 超大文件还原，支持跨会话分片还原
- 支持100万以上浮动关键字；1万以上正则表达式匹配

- 静默功耗：300W；
- 全负载有效功耗：450W；
- 最高功耗：600W

骨干网30Gbps全流量检测能力的算力代价

CPU: 2颗 16核至强处理器，开启超线程
内存：384G　　硬盘：4T*2 (RAID1)
网络外发：全要素日志外发占用约200MB每秒（1.6Gbps ）

报文捕获：2C
TCP流还原检测：10C
UDP流还原检测：5C
DNS流还原检测：1C
元数据化、补充上下文信息：4C
标签场景规则检测：6C
模型检测：6C
数据外发：1C
分析索引建立：5C

数据报文池：64GB
（最大保留4192万个报文）
简易追踪流表：9GB
（约1亿项，每项96字节）
深度解析流表：60GB
（2048万项，每项3K）
检测模型：20GB
内部消息通讯内存池：12G
元数据化：30GB
基于统计的分析：80G
分析索引、缓存：105GB

检测模型读取：
35iops
（50MBps）
索引写入、还原文件写入：
10 iops
（20MBps）

查询分析：
120iops
（300MBps）

心跳日志发送：
0.01Mbps

威胁日志发送：
1Mbps

元数据化的全要素日志外发：
每秒200MB
（约20万eps）

探海：海量流量接入处理上的一些经验

以空间换时间

预分配内存池

每个内存分片大小的确定

分段内存

JumboFrame处理

充分利用硬件

Receive Side Scaling

多队列跨CPU分配

VxLAN、MPLS等云环境的哈希不均衡问题解决

FlowDirector的32K表利用

高效

内存直接访问DMA技术

NUMA

Kernel By Pass

HugePage

流式处理

状态迁移方式识别解析

跨内存分片处理匹配

引用计数暂存报文

超量流量应对

Syn、NTP、ICMP、DNS的DDoS

报文伪装、反射

受害者识别&流量过滤

简易流表 / 深度处理流表

探海的元数据化及其算力消耗

解码

正常HTTP传输的压缩：Gzip/Deflate
MIME编码：Base64、 Quote-Printable
URL编码及其利用的规避检测
数字证书：ASN.1
域名Punycode编码及其规避检测
.
消耗CPU
尽量利用SIMD指令，仍有更高性能期望

识别

基于协议内容特征的协议识别
可识别443端口传递非加密流量
乱序/未成流流量，根据内容恢复协议
标签化、标签规则、地理位置信息库

消耗CPU

上下文配对

协议头跨包解析留存
HTTP协议头，邮件传输协议头
请求-响应双向在同一会话配对分析
Webmail、FTP等协议跨流配对分析

消耗内存
尽量利用零拷贝能力

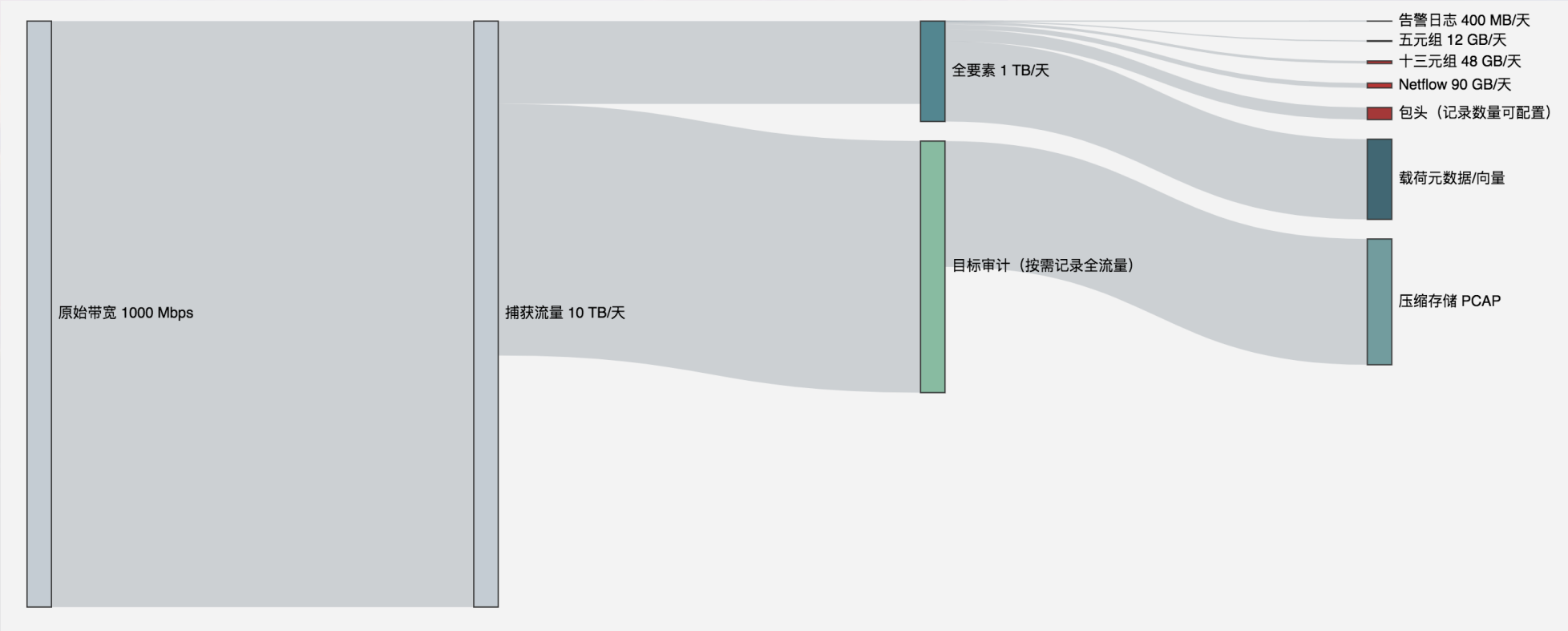
编码发送、索引检索

编码、解码：20万EPS
消耗CPU

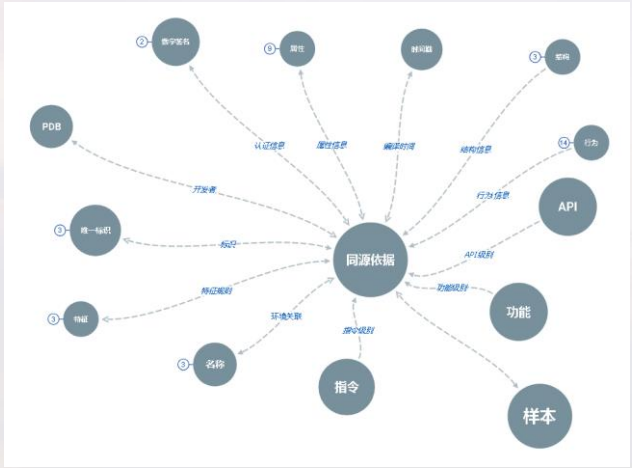
发送：消耗网络带宽

索引：分词，前缀，倒排索引
消耗IO+CPU

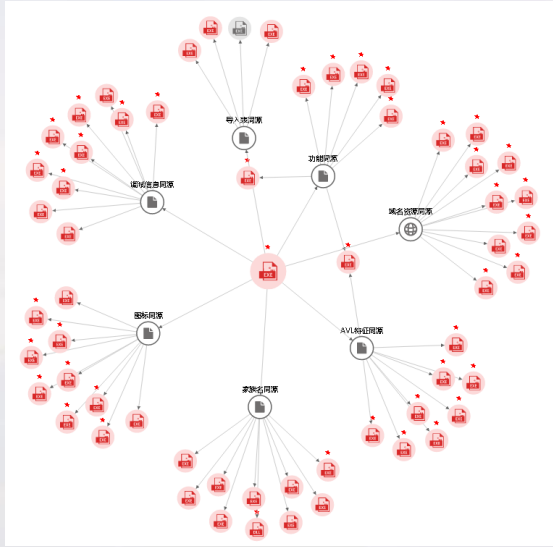
海量数据带来的数据留存分析挑战



更多的威胁检测能力期待更多算力支持



通过静态分析引擎对样本分析生产输出的向量提取点，依据同源分析维度和专家研判，形成向量级威胁情报。在自动化分析和人工分析场景提供**抗变性极强**的检测能力。



基于安天静态分析引擎的向量级威胁情报，将**APT白象**组织使用的攻击工具聚合在一起。但这需要大量算力支持。

- imphash 库
- ssdeep 库
- Vhash 库
- Authentihash 库
- Rich PE header hash 库
- TLSH 库
- Section Hash 库

有效应用威胁情报所需安全检测所需的特殊Hash算法

但待匹配数据的准备和匹配所需算力依然匮乏

02 新能力期待更多算力支撑

NDR的呼唤：情报驱动，AI助力的高级威胁检测

看得见	想得清楚	说的明白	可处置
			
规则覆盖和优化、威胁情报、智能化算法	攻击确认、攻击链、证据链、ATT&CK	事件还原、场景分析、扩线分析	拦截封禁、断网隔离、溯源反制

基于专家经验的数据处理逻辑思路，基于流量检测数据进行智能化推导分析，解决在不同场景下的业务需求

看得见：基于文件行为序列泛化的向量检测能力

✓ **OFFICE**

- 文档说明：标题，主题，标记，类别，备注…
- 文档来源：作者名，公司，版本号，管理者，创建内容时间…
- 文档内容：夹带文件，宏代码 OLE对象…

✓ **BinExecute/Microsoft.PE**

a) 静态向量

- 行为标签（共162项）：
  对抗，传播，控制
  隐藏，窃取，欺骗
  …
- API（51类）：
  模块相关，网络相关
  文件相关，进程相关
  窗口相关，内存相关

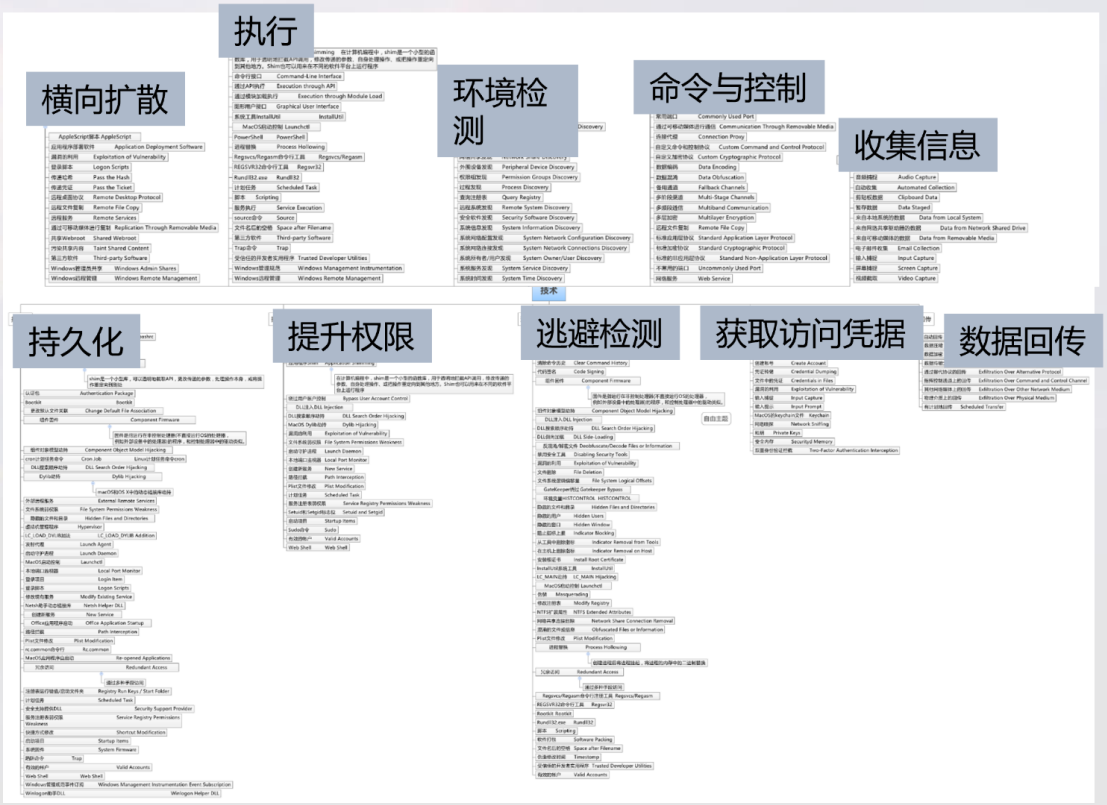
b) 远控静态配置解密

- IP，URL
- MAIL，DOMAIN

c) 数字签名

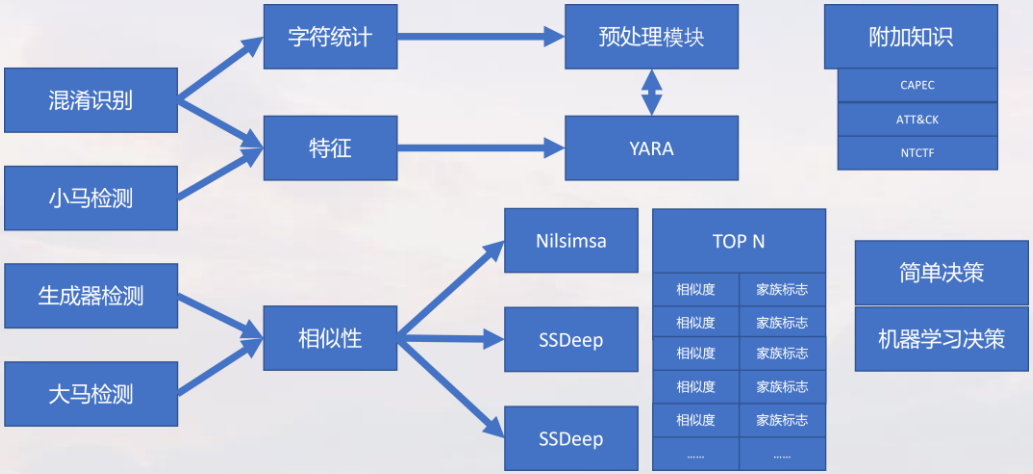
- 证书信息：颁发者，使用者，有效期，算法 …
- 签名信息：证书链，签名人名字，签名时间
- 判定标签：伪造，吊销，过期，证书不完整

向量提取 → 相似计算 → 行为划分 → 误报过滤 → 告警



CPU密集型
主要算力消耗：
提取（查找树遍历）、相似度计算

看得见：语义分析及污点传播执行以应对webshell



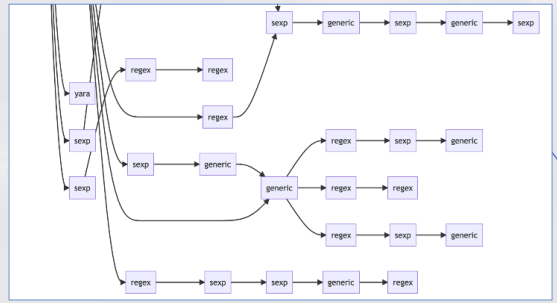
典型家族 100% 检出

- Godzilla
- 冰蝎 2/3
- P.A.S Webshell
  [APT: Sandworm Team]
- Caterpillar
  [APT: Volatile Cedar]
- AA21-259A
  [APT: 未知组织]
- ChamelGang

基于知识图的检测逻辑

344 个节点构成的有向无环图

字符特征（单词、常量和变量名等）
语法结构（函数调用、对象创建和赋值语句等）
语义（先创建再调用、循环处理字符串、删除文件）
——进一步分析污点路径（输入数据变代码、变文件路径）



CPU密集型
主要算力消耗：
反混淆。
语法树构建
语法树推导、语义分析

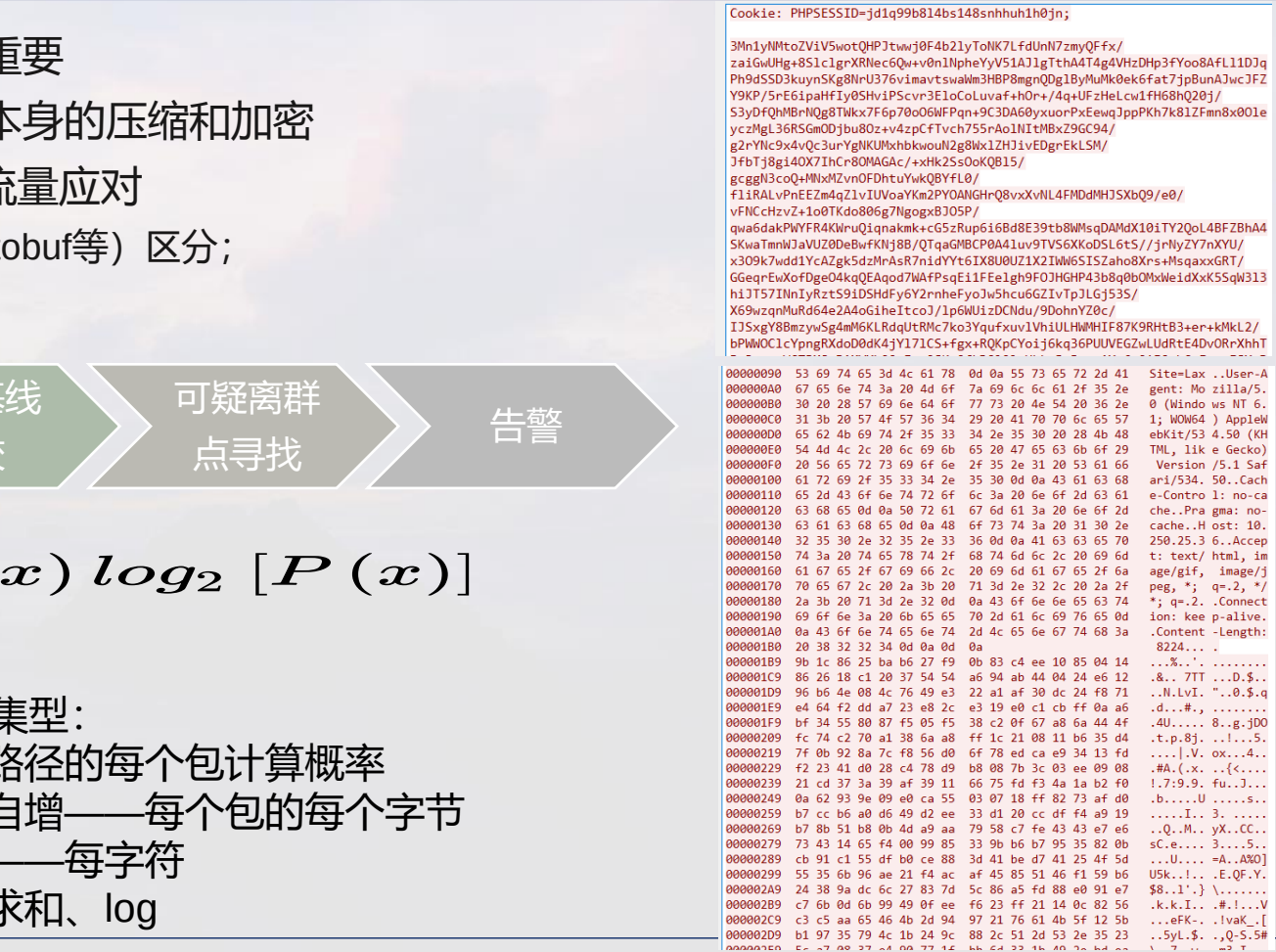
看得见：自适应webshell加密通讯应对

- 对威胁的理解比随意套用模型算法更重要
- 基础数据的准备很重要——刨除协议本身的压缩和加密
- 从特定的事情做起——webshell加密流量应对
  - 与图片区分；与二进制通讯流量（protobuf等）区分；
  - 与特殊通讯协议区分（mmtls）

$$H(X) = -\sum_{x} P(x) \log_2 [P(x)]$$

香农信息熵用于
度量通讯中的信息量

CPU密集型：
对目标路径的每个包计算概率
遍历、自增——每个包的每个字节
求概率——每字符
遍历、求和、log



看得见的未来？基于机器学习的威胁检测建模？

使用随机森林算法解决PE类型恶意样本检测

使用随机森林算法解决PDF类型恶意样本检测

使用关联算法实现攻击链自动关联取证

使用机器学习解决恶意安卓应用检测

使用深度学习解决恶意二进制样本检测

使用机器学习实现用户网络行为分析

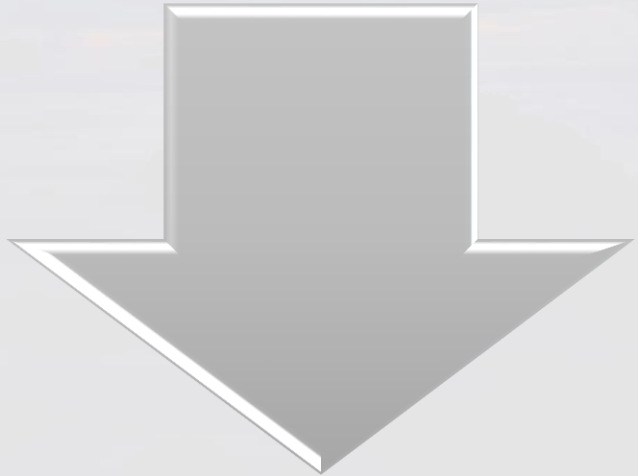
使用人工智能解决异常/加密网络流量检测

使用相似性算法实现恶意软件同源性分析

使用回归神经网络检测二进制恶意软件

更强大，更智能的威胁检测能力
需要更强大的算力支持。

能力、效果和性价比的平衡如何达成



模型大小——动辄上百GB

原始数据清洗——准备对应向量需要大量CPU

算法消耗——简单的距离比较就能消耗大量运算资源

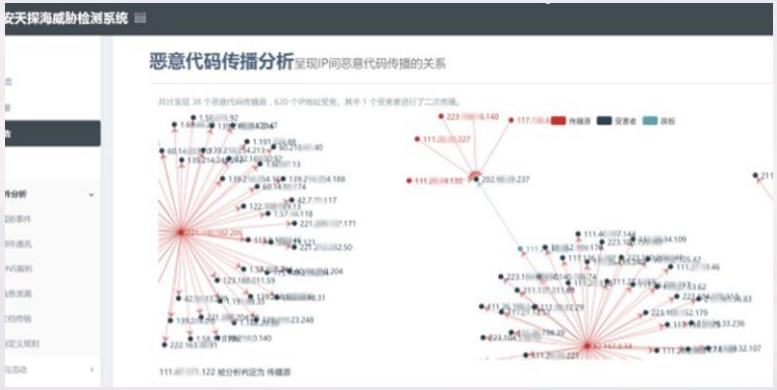
更新难度——模型越大更新包就越大

符合客户的实际环境，迁移学习,现场训练?

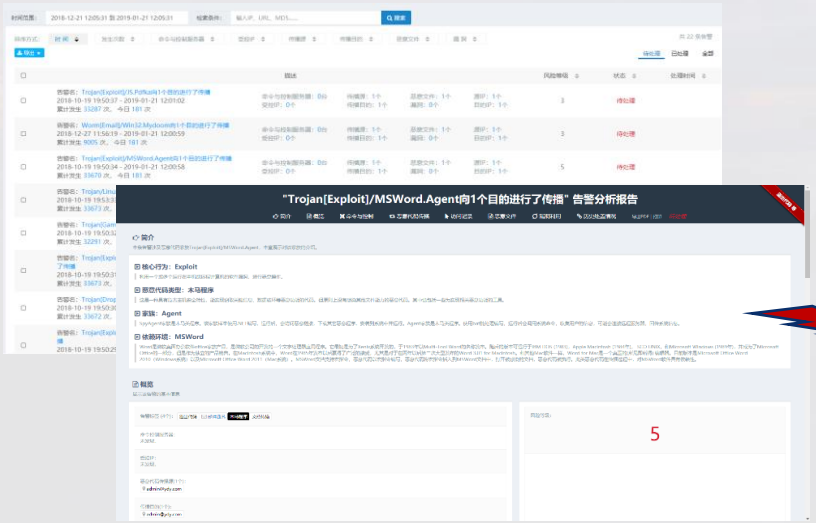
神经网络的阈值调整反向传递?

————2U设备？4U设备？机柜整柜交付?

想得清楚：攻击链识别，助力事件还原



自动关联攻击链：
从外网用什么技术攻击了哪里，
然后分别攻击到了哪里



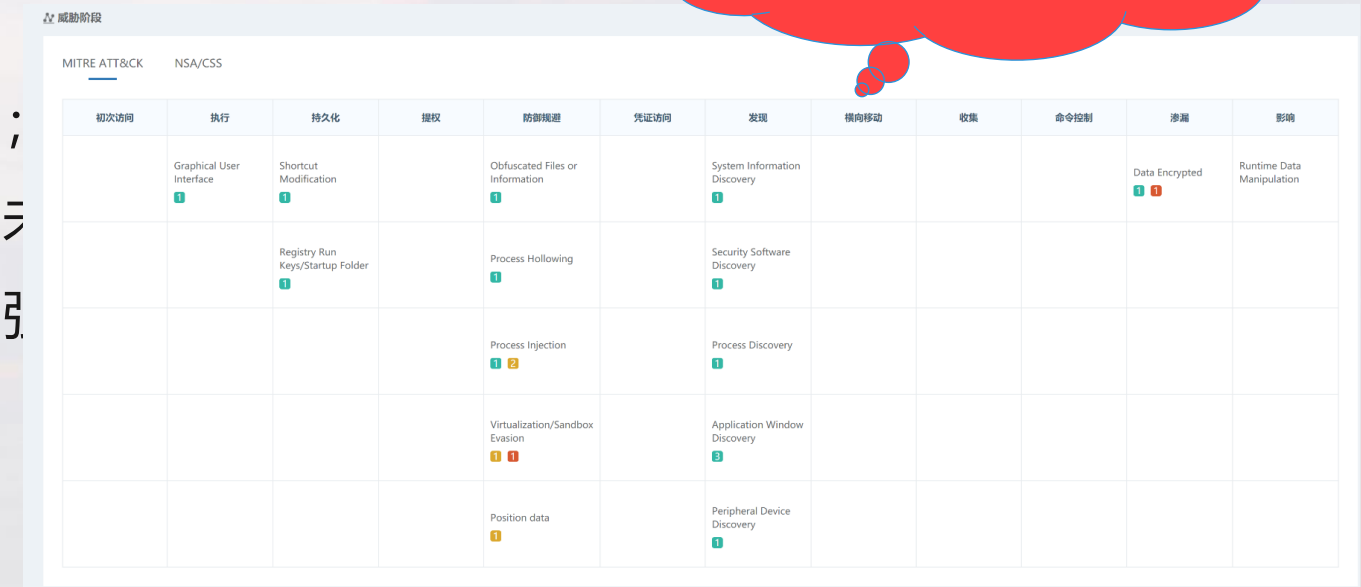
锁定攻击组织
描述攻击资源及装备
还原攻击过程

依据上下文得出结论

想得清楚：ATT&CK / NSACSS两大威胁框架，呈现攻击全貌

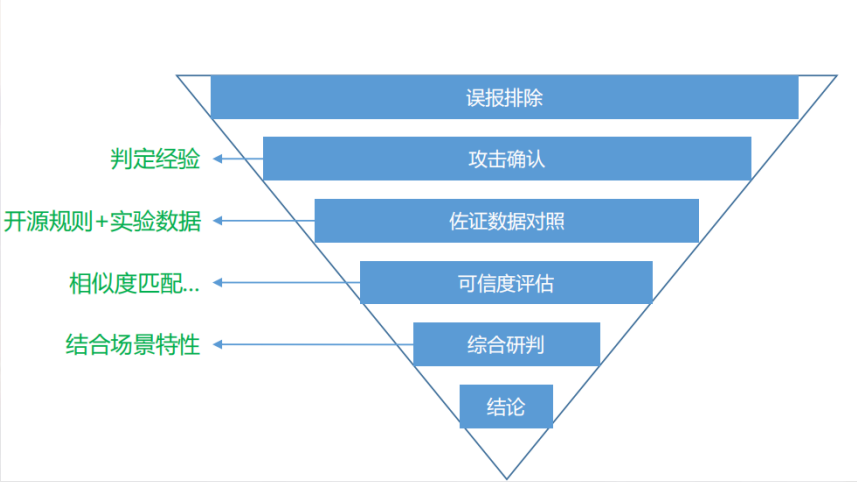
- 揭示威胁所处的攻击阶段；
- 呈现攻击方法和手段；
- 帮助建立对攻击链的完整认知；
- 帮助发现最新攻击技术，检测
- 指导开展安全分析、响应，加

ATT&CK模型将攻击行为按照目的分为12个类别，并详细描述了各类别中具体的攻击技术。



借助威胁框架，告别单点式的载荷检测分析，统观全局，开展系统性的关联分析

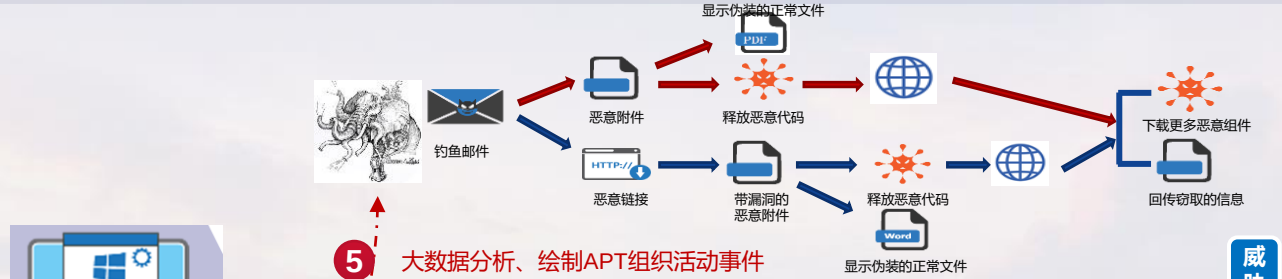
想得清楚：威胁框架研判和攻击链识别的算力代价



风险资产识别的处理模型

- 基于中观理解上下文
  - 微观：单一告警事件
  - 宏观：网内整体情况
- 过去发生了什么，现在正在发生什么，未来将要发生什么
  - 过去：数据识别、索引、提取、老化
  - 未来：
    - 威胁情报匹配，TTPs支撑
    - 资产数据支撑
- 消耗：磁盘IO、内存缓存

说的明白：猎杀分析闭环，支撑APT组织追踪，绘制事件全貌



威胁情报

5 大数据分析、绘制APT组织活动事件

0DAY、1DAY信息；

1 某APT组织C&C主机信息：发送至探海探针

威胁情报生产

平台聚合分析

3 新的威胁情报发送至其它探海探针

某台探海探针根据C&C主机->流量分析：发现受害主机、恶意文件、新的C&C主机地址、放马源、新的漏洞利用方法、检测规则，信息上传

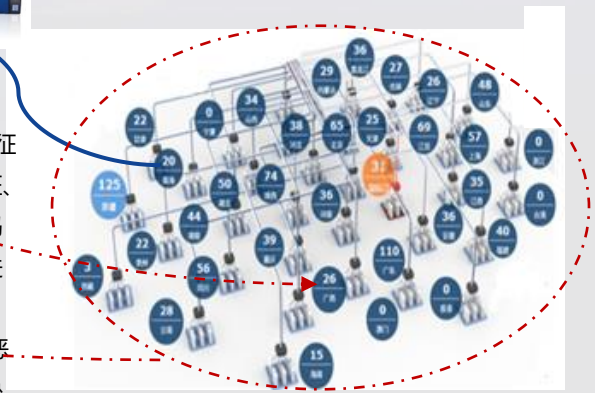
2

1、接收威胁情报（其它情报源、探海）
2、分析情报特征，向探海下达数据提取指令；
3、分析接收到的探海数据，深入分析威胁；

PCAP、恶意文件、事件日志、威胁事件信息、威胁情报信息上传

4 探海网络返回新的情报信息

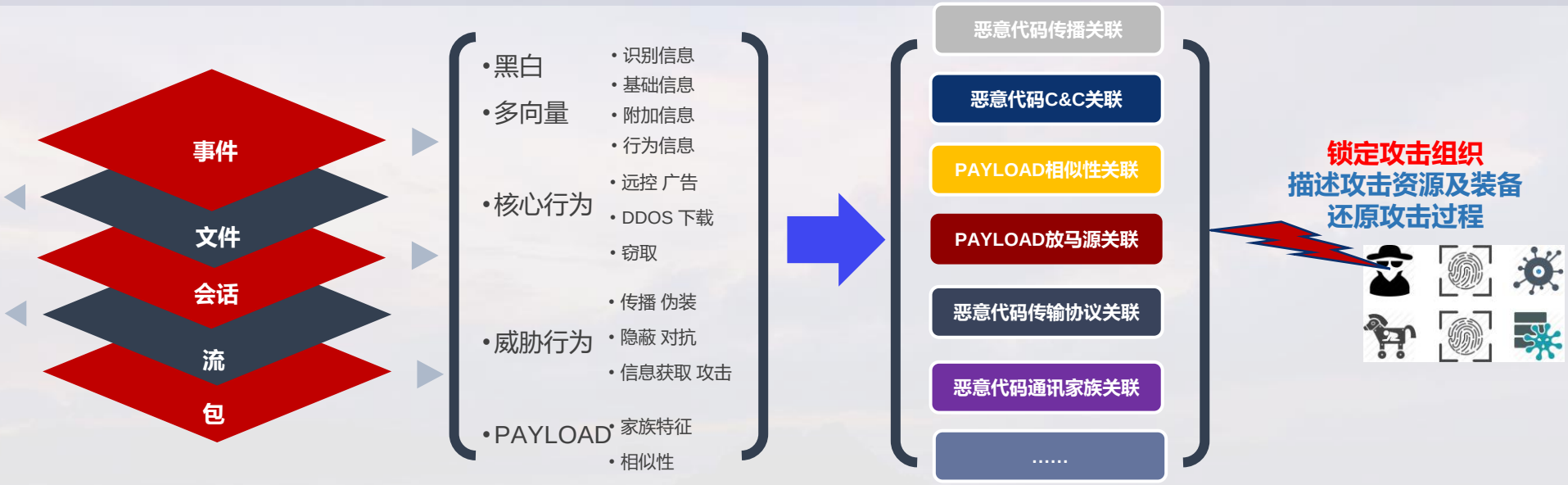
1、根据威胁情报0DAY、1DAY特征信息，进行特征关联分析；分析家族特征、变种特征，生成恶意代码样本、恶意行为特征、进行威胁检测；
2、抓取、上传PCAP、恶意文件、事件日志、威胁事件信息、威胁情报信息；



探海探针网络

1、基于恶意代码精确分类的 C&C静态、动态提取方法
分类为木马家族后的恶意代码，可基于还原出的文件实体，对对应家族进行静态快速的C&C解密，发现C&C地址。对不能静态解密的家族，可以基于沙箱进行动态分析，获取其C&C地址，同时，沙箱产生的pcap可用于生产流量检测、识别规则。
2、基于流量规则的C&C服务器识别方法
基于产生的恶意代码通讯特征，可进行流量的控制端、被控主机识别。发现的C&C控制端，可针对性进行升级行为采集，从流量中捕获新的恶意代码。

说的明白：有效支持归纳攻击组织、资源及装备



恶意代码传播关联

多个IP地址传播了同一个恶意代码，发现同一攻击组织。

PAYLOAD相似性关联

根据攻击的payload的相似程度，发现属于同一个商业军火。
攻击的payload被PTD发现后，留取pcap，可发送至平台。

恶意代码传输协议关联

基于同一恶意代码家族的放马协议的放马文件协议（http、tftp、ftp）、路径、用户名、文件名进行关联。在PTD发现同一恶意代码家族的传输时，可同时提供对应协议的这些信息，供进行分析关联。此项目由PTD的全要素进行支持，同时由恶意代码的精确命名进行支持。

恶意代码C&C关联

发现多个恶意代码连接了同一个C&C服务器，发现同一攻击组织使用了这个恶意代码。

PAYLOAD放马源关联

根据攻击的payload，提取放马源的放马协议（http、tftp、ftp）进行关联，根据放马协议的路径、用户名、文件名进行关联。发现多个放马源及攻击源属于同一个攻击组织。

恶意代码通讯家族关联

基于检出恶意代码通讯家族、检出恶意代码C&C服务器的国籍及端口信息，发现攻击组织。

说的明白：威胁猎杀，分析扩线的算力代价

- 威胁猎杀的核心：建立假设——证实、证伪
  - 证据的加入——扩展问题边界，或缩小范畴
  - 响应时间——适合人类处理
  - 协同工作——多个分析会话，会话间协同。
  - 报告——数值、统计、列表
- 工作：
  - 原始数据：解析、分词、索引、检索、抽样、统计、分布……
  - 分析过程：快速判断有无、抽取、步骤快照记录、撤销操作……
- 算力需求
  - 技术：哈希、位图、红黑树、倒排索引、列式存储、 压缩、LSM……
  - 对CPU、磁盘存储、内存、IO的全面需求

可处置，策略执行


外部情报
信号情报
持续监测
定点清除
加固
虚拟安全设备
重定向、阻断
态势感知
内部情报
指挥威胁对抗
加固
阻断
加固
网空欺骗环境
持续监测
高速深度包处理
入侵检测
重定向
引流

03 新变化——基于国产化载体的流量检测

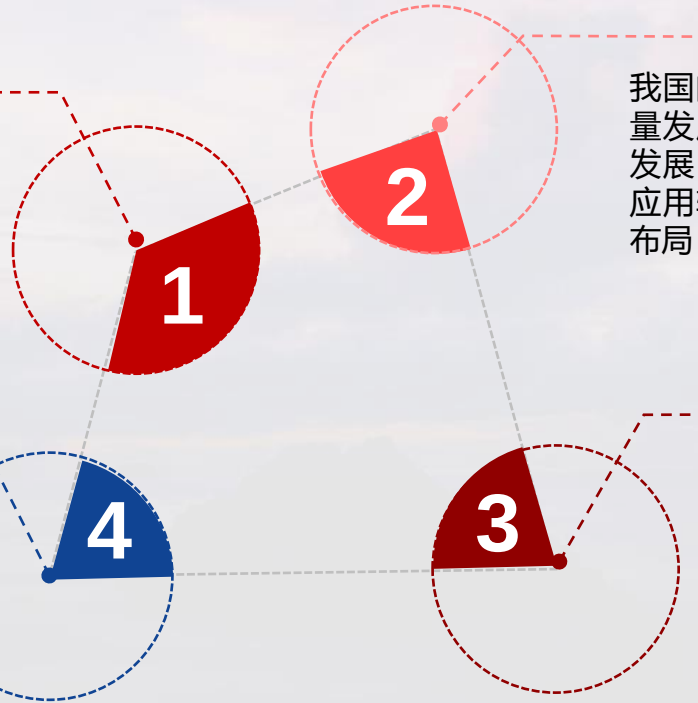
预防“卡脖子”，推进国产改进势在必行

数字化需求

随着国内企业数字化进程推进，不断提出对适合中国市场的基础软件、应用软件、基础设施、信息安全的需求，催生出巨大的信创市场

产业升级

我国的经济由高速发展进入了高质量发展的新常态，为了推动高质量发展，我们就必须加快在基础软件、应用软件、基础硬件等创新领域的布局



信息安全

过去很多年间，我国IT底层标准、架构、生态等多由美国公司制定，因此存在着诸多安全风险。为了保护我国信息安全，建立自主可控的信息网络，国家提出了信创的要求

国际环境变化

关键核心技术是国之重器，在大国博弈的背景下，摆脱受制于人的局面，必须解决关键核心领域的技术缺失，坚定走自主创新之路。

追随自主创新号角，全面兼容，提升安全可控能力

安天积极支持自主创新战略，助力推进国产产业、网络安全领域的深度融合。

探海在流量检测响应领域已推出基于龙芯、兆芯、飞腾、海光自主可控平台的设备。

兆芯

龙芯中科 LOONGSON TECHNOLOGY

中标麒麟 NeoKylin

Phytium 飞腾

HYGON 中科海光

国产化性能及功耗有长足进步，但算力缺口依然存在

国产CPU性能盘点

公司	CPU	主频	核心数	单核性能	工艺	时间	备注
申威	SW3232	2.4G	32	25+	14/16nm	2020	32核rate 600+
	SW432	2.4G	4	25+	14/16nm	2021	
龙芯	3A5000	2.5G	4	25+	12nm	2020	单核25至30
	3C5000	2.5G	16	25+	12nm	2021	
飞腾	FT-2000/4	2.6G	4	16.5	16nm	2019	
	D2000	2.3G	4	14.6	14nm	2020	
	新一代服务器CPU	?	64至128	25+	?	?	64核rate 1000+
兆芯	KX-6000	2.7G	4、8	18+	16nm	2019	
	KH-40000	3G	32	25+	16nm	2021	32核rate 1000+（ICC）
	KX-7000	3G	?	25+	16nm	2021	
海光		3.5G	8、32	35+	14nm	2018	

数据来源：
Eefocus测试数据

单核性能测算方法：
软件：SPEC CPU 2006

SPEC组织推出的CPU系统性能评估测算

国产CPU典型功耗：100W-150W（飞腾S2500、申威SW1621等）

典型Intel的CPU单核性能：40-50

机器学习需求的浮点数计算——一个不恰当的对比

机器学习的算力消耗：浮点矩阵计算

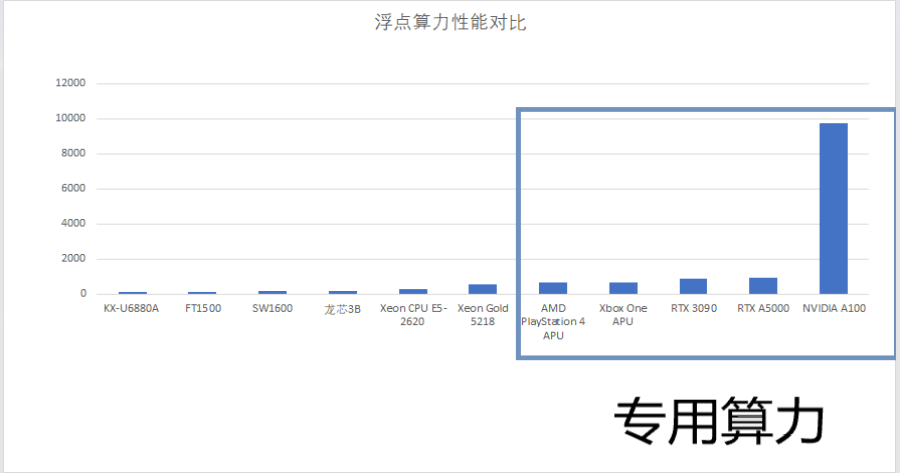
网络安全的算力消耗在哪?

流追踪、解码
哈希、浮动关键字、正则表达式?
模型抽取、匹配?

高CPU、高内存，SIMD应用困难。

厂家	型号	单精度浮点数性能	双精度浮点数性能
兆芯	KX-U6880A		192 GFLOPs.
飞腾	FT1500		144 GFLOPS
申威	SW1600		140.8 GFLOPS
龙芯	3B系列	256 GFlops	128GFlops
Intel	Xeon CPU E5-2620		268.8GFlops
Intel	Xeon Gold 5218		665GFlops
AMD	AMD PlayStation 4 APU	1.84TFlops	
微软	Xbox One APU	1.31 Tflops	
Nvidia	RTX 3090	35.58 TFLOPS	556.0GFLPS
Nvidia	NVIDIA RTX A5000	27.77 TFLOPS	867.8 GFLOPS
Nvidia	NVIDIA A100	19.49 TFLOPS	9.746TFLOPS

数据来源：新闻稿及公开数据收集



04 资源代价的一些思考

他山之石和不便之处

通用处理器

核心技术：NUMA、SIMD、网卡offload等

处理能力增长：更多核心+SIMD指令

价格降低：摩尔定律

限制：显著慢于流量增长速度

SmartNIC

核心技术：片上FPGA、高速片上互联、并行计算

处理能力增长：高效片上算法

价格降低：流量NIC领域发展

限制： IP核、时序处理、片上内存、并行计算

匹配表和安全所需量级差距太远

发展方向偏向SSL Offload，而非匹配

GPU

核心技术：并行计算、内存RDMA

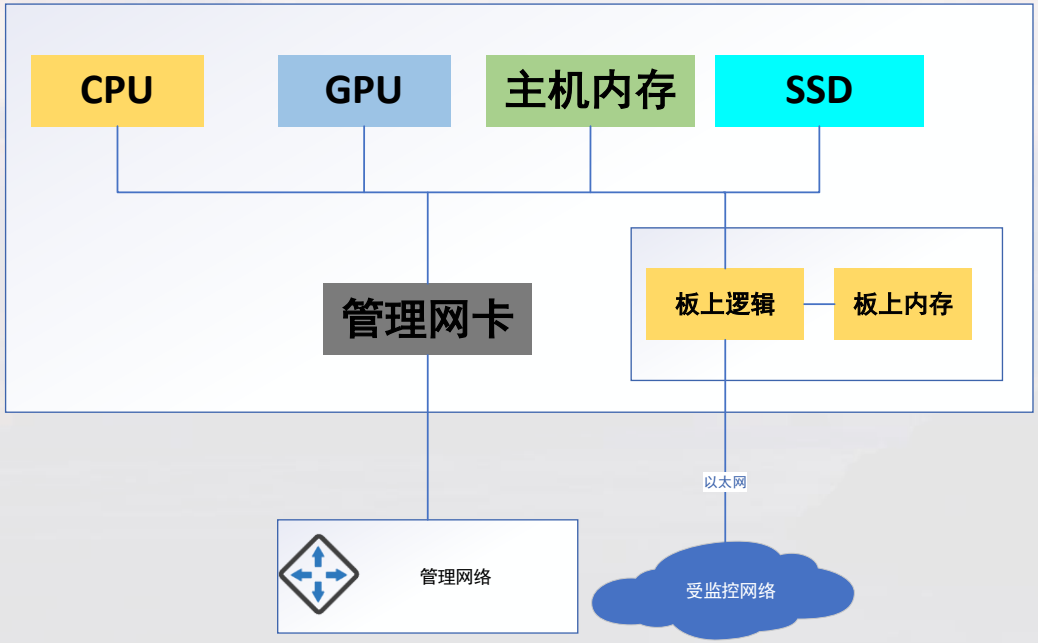
处理能力增长：并行度、GPU核心数

价格降低：GPU制造工艺

限制：GPU片上内存太小

数据包拷贝、总线带宽

未来，我们一直在努力！



安全算法

特征匹配引擎

浮动关键字

情报匹配算法

流offload

加密解密

压缩解压

正则表达式

CPU、内存、主板为国产化的环境下，在单一设备上达成100Gbps骨干网流量处理，具备一定的复杂规则处理能力的设备

谢谢大家

安天冬训营 wtc.antiy.cn