BLUEHAT
SHANGHAI 2019

Kubernetes集群渗透

攻击者视角中的Kubernetes

Zhaoyan Xu
资深研究工程师
Palo Alto Networks

Tongbo Luo
首席AI安全科学家
JD.com

2019年5月29日

日程

背景

Kubernetes的安全特性

攻击方式

横向运动实践

答疑

背景

- **Kubernetes在全球范围内广受欢迎**
  - 所有主流云提供商都提供K8S集群服务，如AKS / EKS / GKE等
  - 根据iDatalabs[1]的报告，大约有3,804家公司使用K8进行Web应用程序部署
  - 年度用户增长率超过150%

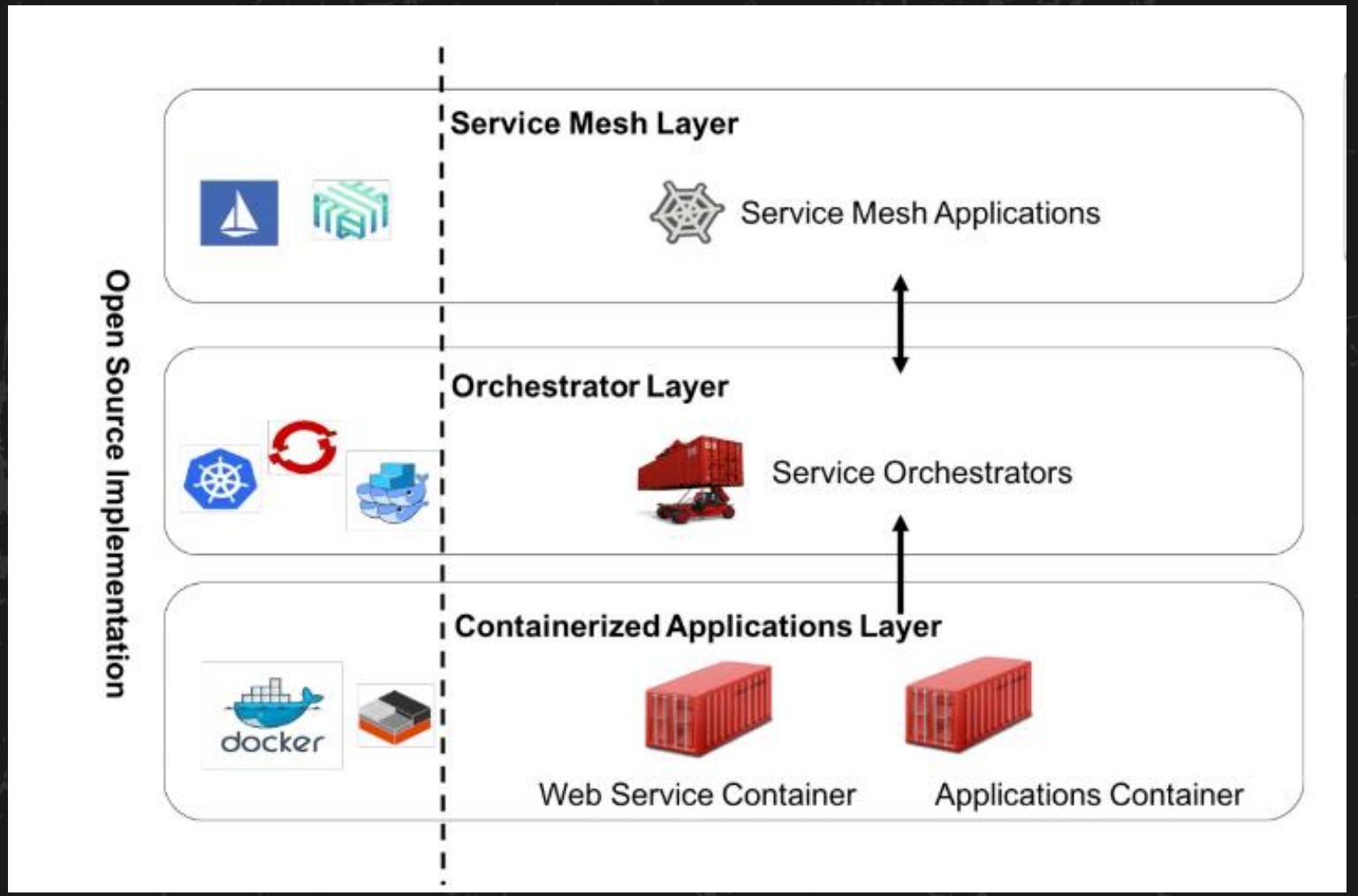
- **K8的安全性如何?**
  - K8S是否容易受到传统攻击?
  - 什么是K8S群集的新攻击方式?
  - 如何在K8S集群上进行渗透测试?

容器化微服务要点

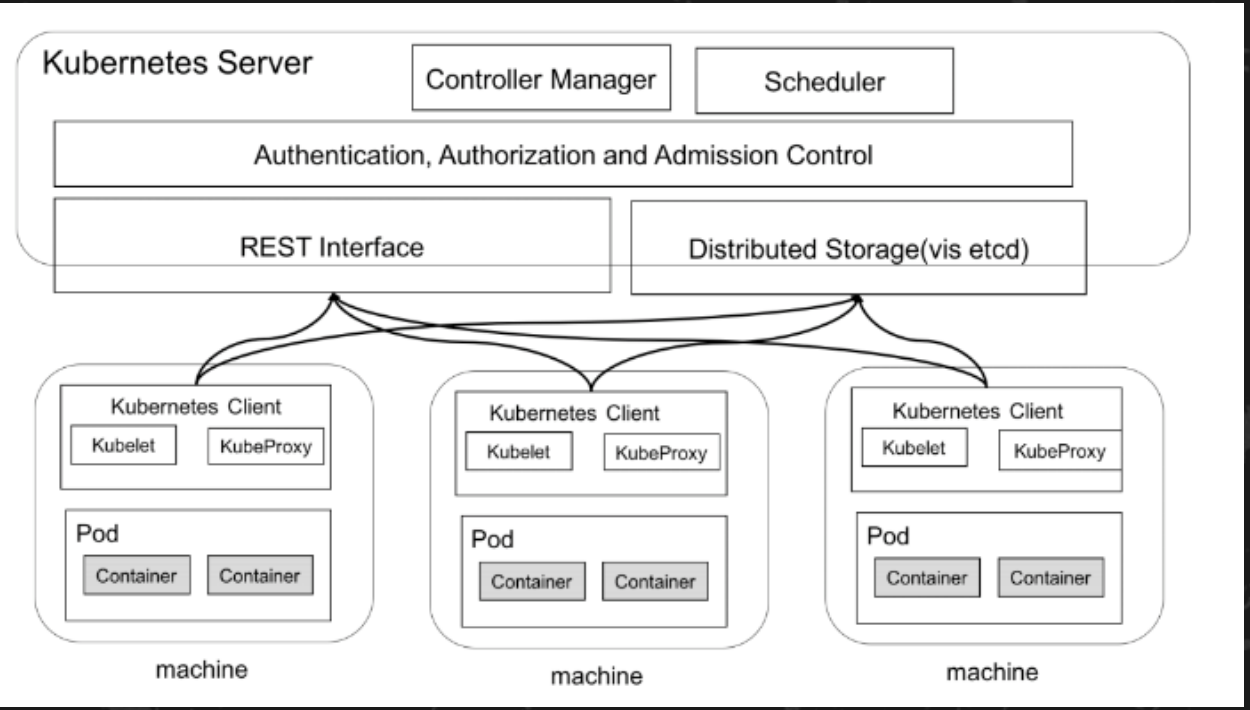
Service Mesh 层
Istio
Linkerd

Orchestrator 层
K8S
Openshift

容器应用层
Docker
Kata Container
Rkt



K8S要点



服务端组件:

api-server: central server

Controller-manger

Scheduler

Authentication/Authorization/Admission Control

etcd: kv store

客户端组件:

kubelet：在每个主机/虚拟主机上安装

kubeproxy：流量管理/重定向

K8S世界的术语

Pod：服务计划的最小单位，包含一个或多个容器。

Deployment-部署：捆绑一个Web应用程序，例如将db，frontend和backend服务器组合在一起。

Service-服务：用于公开Web应用程序的界面。

Service Account-服务帐户：K8S中的用户帐户。

角色/角色绑定 Role/ Rolebinding：K8S中基于角色的访问控制。

日程

背景

Kubernetes安全特性

攻击方式

横向运动实践

答疑

K8S安全功能概述（v1.12.7）

隔离

Pod级隔离

名称空间隔离的网络安全策略

认证

所有流量的HTTP

令牌，客户端证书，第三方身份验证

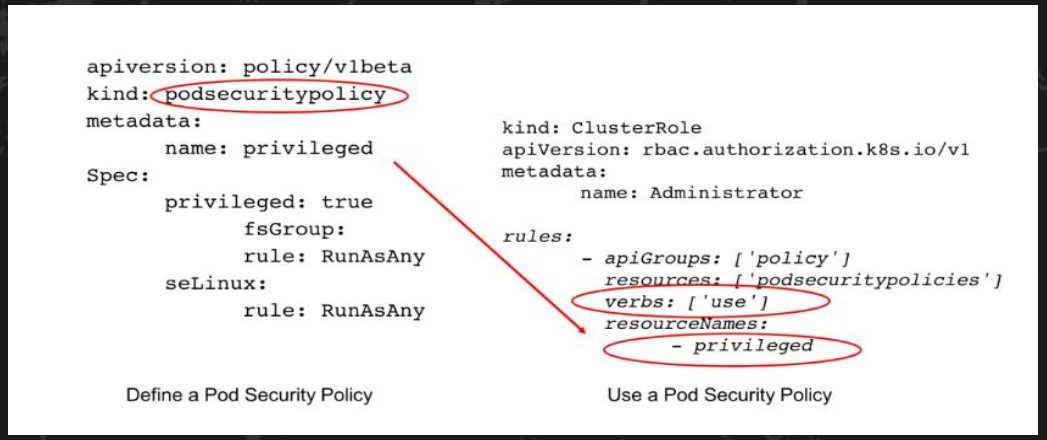
授权

基于角色的访问控制

准入控制（用于pod，部署等）

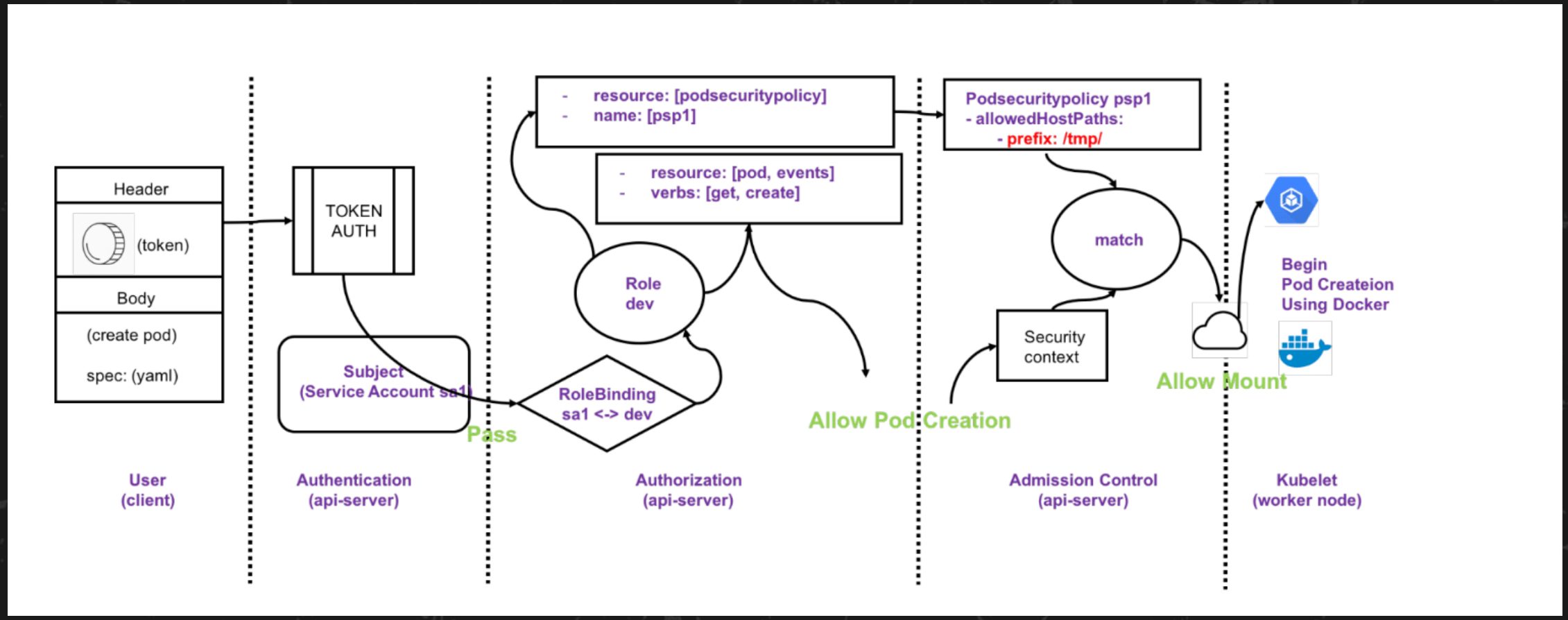
预制的管理控制

Pod安全政策



Pod 安全策略

继续



K8S内置安全功能图示：创建Pod

日程

背景

Kubernetes安全特性

攻击方式

横向运动实践

答疑

隔离躲避

网络扫描

问题：网络隔离通常是通过容器网络接口（CNI）强制执行的第三方插件。 但是，大多数第三方插件都存在漏洞，有些插件无法实施网络安全策略。

CNI 插件	网络模型	支持网络策略	通讯加密
Calico	Layer 3	支持	加密
Canal	Layer2, vxlan	支持	非加密
Flannel	Layer2, vxlan	不支持	非加密
Kopeio	Layer2, vxlan	不支持	非加密
Kube-router	Layer2, vxlan	支持	非加密

隔离躲避 (续)

网络扫描

问题：K8S在命名空间kube-system中有默认服务pod，默认情况下，群集中的任何pod都可以访问这些服务。

- CVE示例：kube-dns pod，CVE-2017-14491

问题：api-server可以通过端口6443上的任何pod访问。如果api-server允许匿名访问，它会泄漏您的群集信息。

- CVE示例：CVE-2018-1002105

RBAC 躲避

认证绕过

问题：某些CNI插件不会加密流量，因此如果api-server不使用HTTP，则令牌可能被盗。

问题：如果撤消角色，则不会自动终止关联的窗格。 所以它仍然具有被撤销角色的特权。

认证滥用

问题：隐式访问流程

有多种方法可以访问相同的资源。

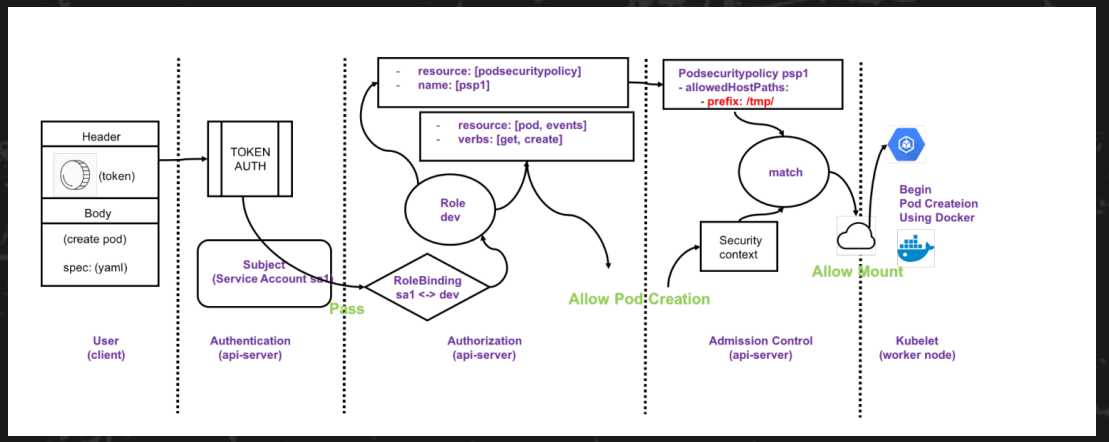
示例

```
kubectl create clusterrole secretadmin --verb=get --verb=list --
verb=create --verb=update --resource=secret
```

如果你没有密码管理权限，你就无法运行 kubectl get secret，以获取secret。
但是，如果您有权创建pod：

```
apiversion: v1
kind: pod                    Create a pod
medtadata:
    - name: mypod-sa-vul
spec:
    containers:
        - name: mypod-sa
          image: alpine
          volumemounts:
           - name: foo
             mountpath: "/etc/foo"
volumes:                                  mount a secret volume
    -name: foo                            instead of getting secret
    secret:
        secretname: mysecret
```

通过一个新的 Pod 嵌入密码



可能的修复措施：定义 PodSecruityPolicy，并定义不允许嵌入密码。

RBAC 躲避 (续)

隐性权限提升

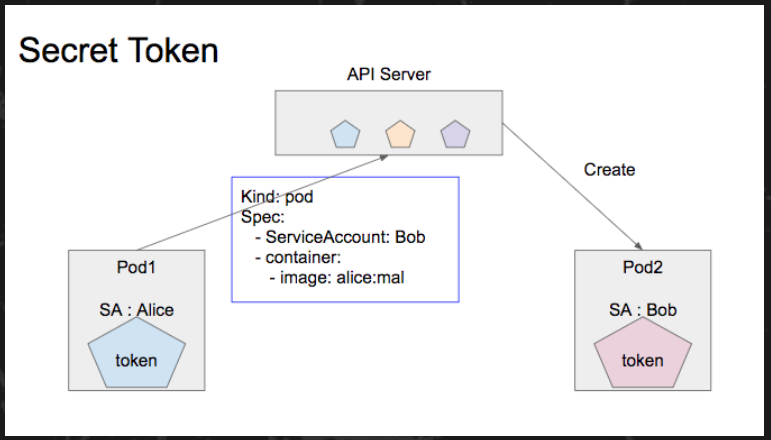
问题：Pod可以通过关联其他服务帐户来升级其权限。

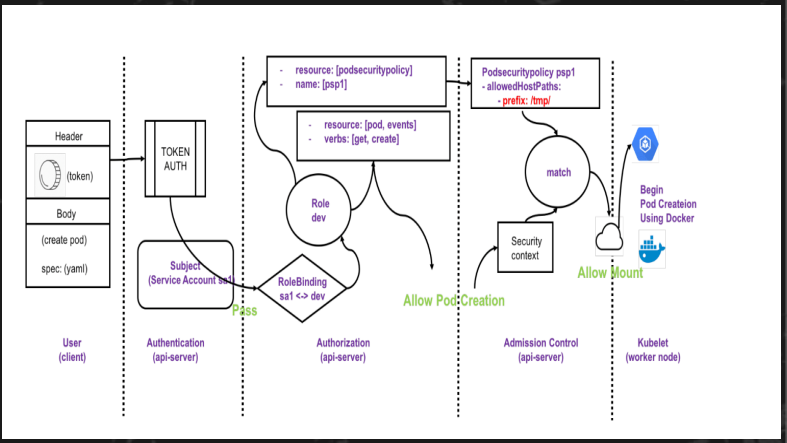
用户与服务帐户`sa1`相关联，

但是，他可以使用另一个服务帐户`sa2`创建一个`pod`

```
apiVersion: v1
kind: pod
medtadata:
    - name: mypod-sa1
spec:
    serviceAccountName: sa2
    containers:
        - name: mypod1
          image: malicious_alpine
```

Assign Different Service Account



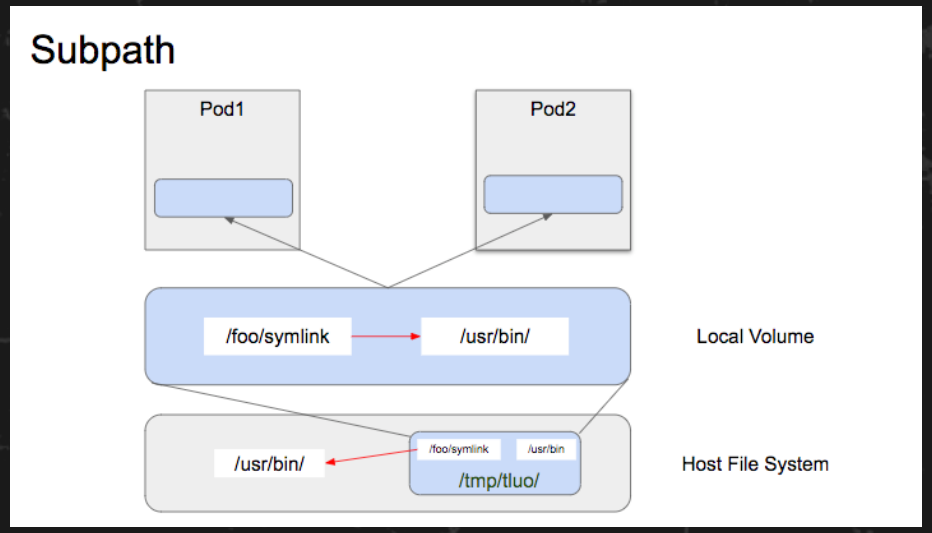


特权提升

问题：K8S允许pod映射主机路径，例如/tmp/, /var/log

特别是，如果使用子路径装入卷，它会将原始主机文件映射到pod的命名空间。

漏洞：CVE-2017-1002101




```
apiVersion: v1
kind: pod
medtadata:
     - name: vuln-container3
spec:
     containers:
          - name: vuln-container3
            image: alpine
            volumeMounts:
               - mountPath: /vol
                 name: host-volume3
          - volumes:
               name:  host-volume3
               hostPath:
                    path: /tmp/test/sym   # symbolic lnk
```

Symbolic Link Points to Sensitive File

日程

背景

Kubernetes安全特性

攻击方式

横向运动实践

答疑

K8S的渗透攻击

问：从攻击者的角度来看，如何针对K8S群集发起横向移动？

挑战：如何实现持久性？

很难，为什么？

- Pod的瞬态生命周期
- Pod的有限特权

如何？

- 注入内核，如：特权容器。
- 注入主机，如：特权提升。
- 注入持久存储。
- ....

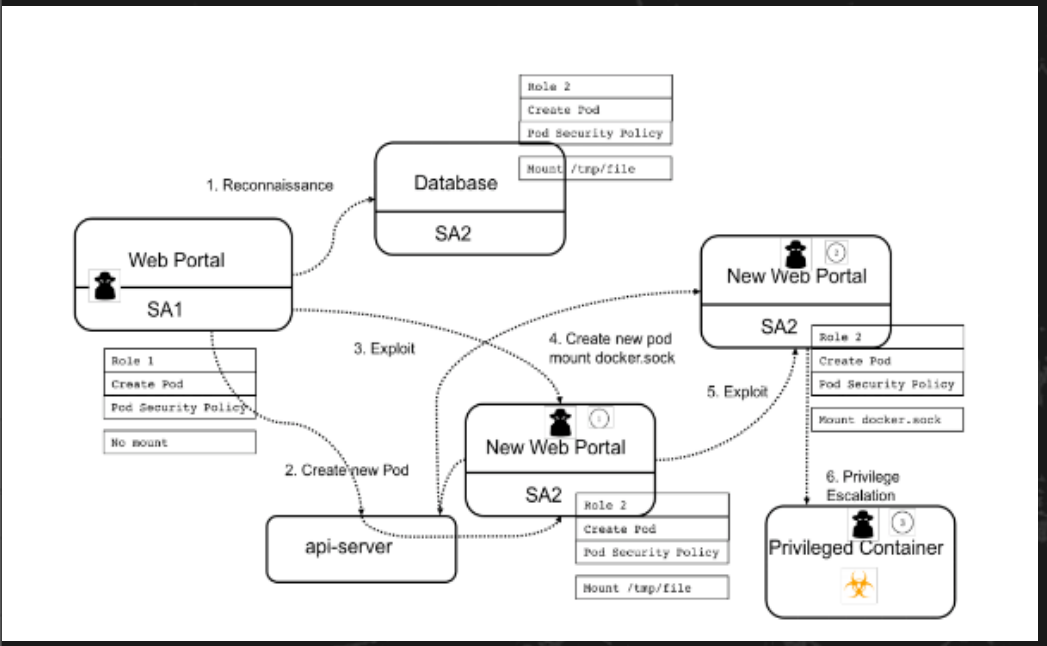
攻击者的军火库

潜在方法	难度	持续性	前置条件	问题
入侵一个Pod (完全控制)	中等	取决于实际情况	• Pod将其服务暴露给外部 • Pod的映像存在漏洞	• Pod的瞬态生命周期 • Pod的有限特权
从受损的pod中入侵api-server	困难	是	• Pod可以访问api-server • Api-server存在漏洞	• Pod只对api-server的有限权限 • 很难在api-server中找到漏洞
扫描网络	简单	否	• Flat 网络	
集群侦察	简单	否	• Flat network or • 能访问到api-server	
来自被入侵的pod的DDoS攻击	简单	否	• Pod可以访问网络 • Pod已创建pod权限	• 容易被检测到

攻击者的军火库(继续)

潜在方法	难度	持久性	前置条件	问题
绕过RBAC	简单	取决于实际情况	• 被控制的Pod具有创建pod权限	• 需要了解高特权服务帐户
进入内核	简单	是	• 被控制的Pod是一个特权Pod	
	困难	是	• 利用容器运行时漏洞	
替换主机可执行文件	中等	是	• Hostpath Mount 权限	
映射 docker.sock	中等	是	• Hostpath Mount 权限	
将恶意软件下载到持久性存储	简单	是	• Pod可以访问持久性存储	• 难以执行恶意软件（需要创建pod权限）

一个横向运动的例子



第一步：利用具有远程执行漏洞的Web Portal Pod

第二步：下载kubectl并查询api-server

嗅探结果：（1）被利用的pod已经与服务帐户SA1创建了pod权限

（2）还有另一个db pod已经安装了“/ tmp /”主机路径

（3）db pod服务帐号为SA2

第三步：创建一个新的pod

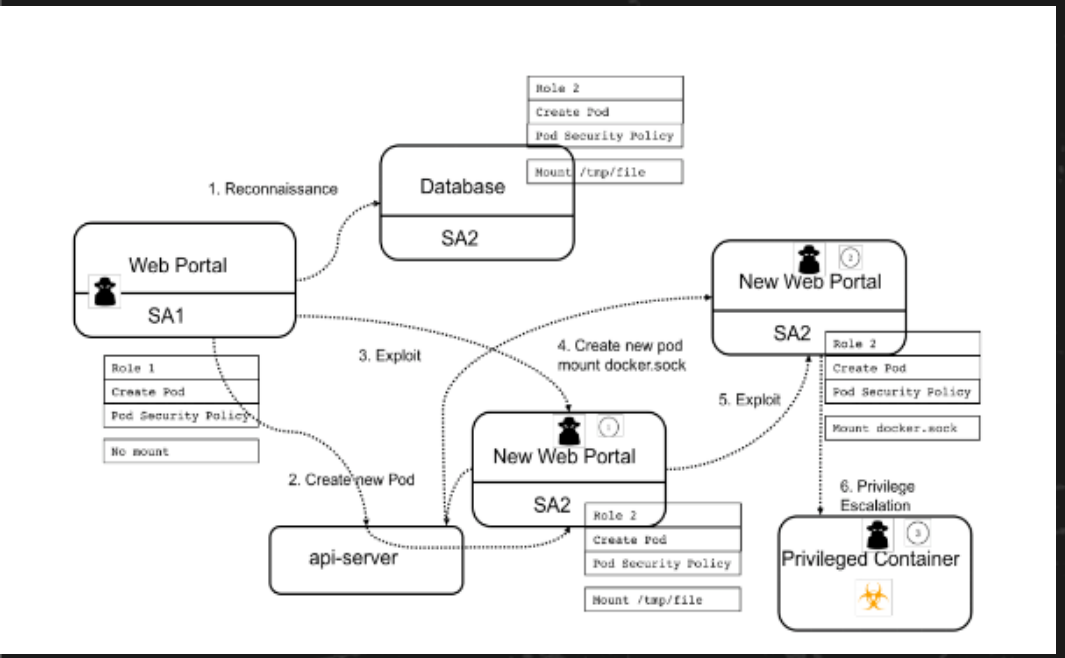
- 该pod具有易受攻击的Web门户图像
- 该pod使用服务帐户SA2和mount / tmp /文件夹

第四步：利用新的pod

（1）创建/ tmp / sym

（2）将/ tmp / sym指向/var/run/docker.sock，它是docker主及

一个横向运动的例子



第五步：创建另一个新Pod

（1）使用服务帐户SA2

（2）挂载子路径/ tmp/sym，/tmp/sym指向主机/var/run/docker.run

第六步：将创建特权容器的命令发送到/tmp/ sym

（1）新容器具有特权并且可以访问内核

备注：

1）谷歌部分修复了子路径漏洞，目前的解决方案是使子路径文件只读。

但是，如果攻击者将文件指向密码文件，我们仍然认为它会导致信息泄漏等问题。

2）攻击成功有两个根本原因：

a. Pod容易受到攻击

b. 关联的服务帐户具有**创建 pod 权限**

日程

背景

Kubernetes安全特性

攻击方式

横向运动实践

总结

Kubernetes 安全防护总结

我们回顾了Kubernetes的安全功能，其中包括：

网络隔离

- 使用支持隔离的CNI插件

认证

- 禁用匿名访问并使用第三方身份验证服务进行外部访问

授权和访问控制：基于角色的访问控制

- 启用RBAC
- 小心地将创建Pod/执行权限授予服务帐户

权限控制 - Pod安全政策

- 对每个Pod应用最小特权原则
- 了解特权Pod的潜在影响

横向移动总结

了解攻击者如何在云原生环境中执行横向移动：

- 防止群集中的外部可访问和高权限Pod
- 授予服务帐户和Pod的最小权限
- 阻止/检测群集中的扫描流量并为每个Pod设置适当的资源限制
- 使用网络安全策略和Pod安全策略来管理K8S群集
- 升级/修补Kubernetes的漏洞

推荐的防护工具

映像漏洞扫描工具

https://github.com/coreos/clair

https://github.com/aquasecurity/kube-hunter

Kubernetes 安全性/合规性 检查工具

https://www.cisecurity.org/benchmark/kubernetes/

https://www.cisecurity.org/benchmark/docker/

Pod 安全审计工具

https://github.com/sysdiglabs/kube-psp-advisor

Run time Kubernetes Monitoring

https://github.com/falcosecurity/falco

答疑