

Լ.Կ. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ, Ս.Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Հ.Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ
FOG ԿԼԱՍՏԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՄԲ ՀԻՎԱՆԴՆԵՐԻ ՄՇՏԱԴԻՏԱՐԿՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Fog to Cloud (F2C) տեխնոլոգիայի հիման վրա հիվանդի տվիչներից հավաքված տվյալների նախնական մշակումը և նվազագույն հապաղումներով փոխանցումը կոնտեյներային հենահարթակ հնարավորություն է ընձեռում՝ ապահովելու դրանց անվտանգ պահպանումը, վերլուծումը և ճկուն կառավարումը: Կոնտեյներային էկոհամակարգը բարդ ցանցերի կառավարման արդի ամենահայտնի միջոցներից է: Ներկայացվել է Kubernetes (K8s) հենահարթակով Fog կլաստերի հիման վրա հիվանդների վիճակի մշտադիտարկումը կազմակերպող համակարգի ճարտարապետության մշակումը:

Առանցքային բաղադրիչներ. Fog կլաստեր, Minikube, միահանգույց և բազմահանգույց կլաստեր, K8s հենահարթակ, միկրոձառայություններ:

Ներածություն: Fog computing-ը կամ Fog networking-ը, որը հայտնի է նաև Fogging անունով, ճարտարապետության տեսակ է, որն օգտագործում է եզրային սարքերից (տվիչներից) տվյալներ հավաքելու, դրանց հետ հաշվարկներ կատարելու, պահպանելու և արագ արձագանքելու և դեպի ամպային սերվեր փոխանցելու համար [1]: Fog-ն արդյունավետորեն համագործակցում է ամպի հետ հատկապես տվյալների կառավարման և վերլուծության առումով, այն դիտարկվում է որպես ամպի օգնական կամ ընդլայնում: Fog computing-ը կարող է կիրառվել ինչպես մեկ հանգույցում, այնպես էլ մի քանի միմյանց միացված հանգույցներում: Այդ ճարտարապետությունը հնարավորություն է ստեղծում՝ ավելացնելու նոր Fog հանգույցներ, երբ ավելի շատ հաշվարկային հզորություն է անհրաժեշտ՝ դրանով էապես բարձրացնելով ցանցի մասշտաբայնությունը, ապահովելով համակարգի հուսալիությունը և էլաստիկությունը:

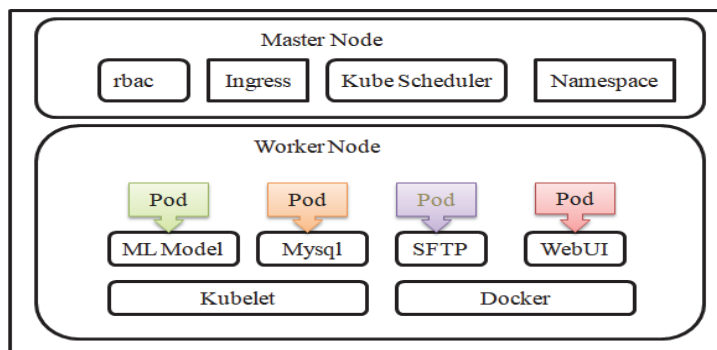
Ամպային լուծումներում անցում է կատարվում մոնոլիտային համակարգերից դեպի միկրոձառայություններ ապահովող հենահարթակներ, ինչպիսին է բաց կոդով դյուրակիր ոչ մոնոլիտ K8s-ը [2]: K8s-ում master հանգույցը կառավարում է կոնտեյներները ֆիզիկական սերվերների և վիրտուալ մեքենաների վրա տեղակայված worker (slave կամ minions) հանգույցների միջոցով: Master-ը պատասխանատու է API սերվերի, ձառայության տեղակայման ժամանակացույցի և ընդհանուր կլաստերի կառավարման համար: API սերվերն իրականացվում է RESTful ինտերֆեյսի միջոցով: Այն հանդիսանում է մուտքի կետ՝ K8s-ի ամբողջ կլաստերը վերահսկելու համար: Օգտագործողները կարող են ուղարկել հրամաններ API սերվերին ներկառուցված K8s-ի միջոցով հրամանի տողի ինտերֆեյ-

տով (CLI), որը հայտնի է որպես kubectl: Kubelet-ն աշխատում է կլաստերի յուրաքանչյուր հանգույցում, գործարկում կամ դադարեցնում է անհրաժեշտ կոնտեյներները, վերադարձնելով API սերվերի կողմից նկարագրված ցանկալի վիճակը, պատասխանատու է ռեսուրսների օգտագործման համար: K8s-ում Pod-ն ընդհանուր պահոց (shared storage), ցանցային ռեսուրսներ ունեցող մեկ կամ մի քանի կոնտեյներների խումբ է, որոնց համար ունի դրանք հստակ գործարկելու մեխանիզմներ: Ելնելով ծառայությունների ծանրաբեռնվածությունից և առկա ռեսուրսներից օգտվելով՝ master-ը տեղակայում է Pod-ը որոշակի հանգույցի վրա: Kubescheduler (KS)-ը ժամանակացույցի լոգիկայի բաղադրիչն է K8s հենահարթակում, որը որոշում է Pod-ի տեղակայման վայրը: K8s հենահարթակի հենքով կարելի է կազմակերպել միահանգույց (single-master/single-worker) և բազմահանգույց (single-master/multi-worker) կլաստերներ [2]:

Խնդրի դրվածքը: F2C տեխնոլոգիայի հիման վրա և K8s հենահարթակի հենքով Fog կլաստերում հիվանդների մշտադիտարկման համակարգի ճարտարապետության մշակումը: Դրա համար.

- Ներկայացվել է K8s հենքով միահանգույց Fog կլաստերի մոդելը, որը հնարավորություն է ընձեռում՝ իրական ժամանակում հավաքելու հիվանդի վերաբերյալ տվյալները և դրանք գրելու լոկալ տվյալների հենքում:
- Մշակվել է հիվանդանոցից դուրս գրված հիվանդների մշտադիտարկումը կազմակերպելու համար անհրաժեշտ գործառնություններն ապահովող K8s կոնտեյներային հենահարթակի հենքով հիվանդանոցի ցանցի ճարտարապետությունը:

Միահանգույց Fog կլաստերի ճարտարապետությունը: Minikube-ի միջոցով կազմակերպված միահանգույց Fog կլաստերը ներառում է գլխավոր (master) հանգույցը կառավարող ռեսուրսը, որը kubectl-ի միջոցով հրամանների կատարումը փոխանցում է API սերվերին (նկ.1) [3]:



Նկ. 1. Minikube միահանգույց K8s-ի բաղադրիչները

K8s worker հանգույցում գործում են SFTP թրաֆիկի մշակման, MySQL տվյալների հենքի հետ գործողությունների կատարման, մեքենայական ուսուցման տվյալների մշակման և որոշումների կայացման մոդելի, Web ինտերֆեյսով կազմակերպված համակարգի միկրոծառայությունները: Յուրաքանչյուր ծառայություն իրականացվում է որպես կոնտեյներային APIs և տեղակայվում Pod-ում: MySQL տվյալների հենքում պահվում է SFTP արձանագրության միջոցով հիվանդին մշտադիտարկող ցանցի Fog հանգույցից փոխանցված տեղեկությունը: Web ինտերֆեյսն ապահովում է հիվանդի և նրան հետևող անձնակազմի միջև տեղեկատվական կապը: Fog հանգույցում հիվանդի առողջական վիճակին հետևող սարքերն են՝ տվիչները, Arduino-ն, Raspberry Pi 4 միկրոքոմպիյութերը, Mikrotik Hap lite երթուղավորիչը, որոնց միջոցով կատարվող հիմնական գործառույթներն են՝

- ջերմաստիճանի, սրտի ռիթմի, արյան մեջ թթվածնի պարունակության և այլ անհրաժեշտ ցուցանիշների հավաքում ու անվտանգ փոխանցում Fog կլաստեր SFTP արձանագրության միջոցով,

- հիվանդի ընթացիկ վիճակի տվյալների հասանելիության ապահովում հիվանդին կամ նրան հետևող անձանց,

- հիվանդի վիճակի վերաբերյալ ծանուցումների իրազեկում և տվյալների պահպանում լոկալ տվյալների հենքում:

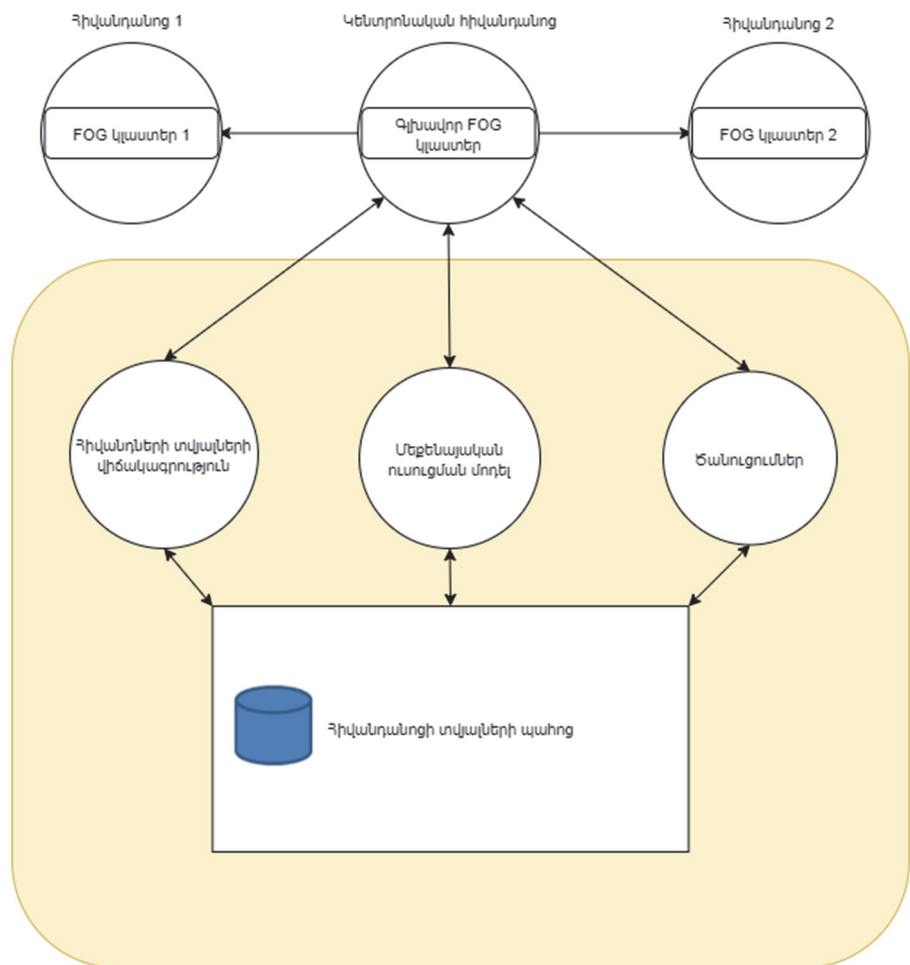
Minikube միահանգույց կլաստերում օգտագործված ծրագրային ապահովումը ներկայացված է աղյուսակում:

Աղյուսակ

Միահանգույց K8s-ում օգտագործվող ծրագրային ապահովումը

Ծրագրային ապահովումը	Տարբերակը
Kubectl	v1.19
Docker	docker.//19.03.12
Linux Kernel	v 5.7.10
Ubuntu	v 18.04.1 LTS

Հիվանդների մշտադիտարկման համակարգի համար Fog կլաստերը գործարկվում է որպես բազմահանգույց կլաստեր (նկ.2): K8s էկոհամակարգում Fog կլաստերների միջև համագործակցությունն ապահովում է բարձր անվտանգություն, հուսալիություն և հասանելիություն:



Նկ. 2. Fog կլաստերների և գլխավոր կլաստերի միջև համագործակցությունը

Եզրակացություն: Ներկայացված է K8s էկոհամակարգում Fog կլաստերներով կազմակերպված հիվանդանոցների մշտադիտարկման համակարգի ճարտարապետությունը, որն ընձեռում է հետևյալ հնարավորությունները.

- Fog կլաստերների միջոցով տարատեսակ տվիչներից տվյալների հավաքում, անհրաժեշտության դեպքում՝ արագ արձագանքում, հուսալիության համար՝ տվյալների կուտակում, տվյալների անվտանգ փոխանցում և ստացում:

- K8s էկոհամակարգում Fog կլաստերների միջև համագործակցությամբ կազմակերպվում է տվյալների մշակում, փոխանցում, հոսքերի ծանրաբեռնվածության կառավարում, անհրաժեշտության դեպքում՝ նույն պարամետրերով լրացուցիչ Pod-երի ստեղծում, ինչպես նաև բարձր անվտանգության ու հասանելիության ապահովում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Անդրեասյան Լ.Կ.** Բժշկական տվյալների հավաքման և մշակման համար Fog հենքով ցանցի նախագծումը // ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Մաս 1.-Երևան: Ճարտարագետ, 2020. - էջ 64-70:
2. <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/>
3. **Jose Santos , Tim Wauters, Bruno Volckaert, Filip De Turck.** Towards Network-Aware Resource Provisioning in Kubernetes for Fog Computing applications // Sensors.-2019.- P. 351-359.

Л.К. АНДРЕАСЯН, С.А. АРУТЮНЯН, О.М. ГРИГОРЯН

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАЦИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FOG КЛАСТЕРА

Предварительная обработка данных, собранных датчиками пациента на основе технологии Fog to Cloud (F2C), и передача на контейнерную платформу с минимальными задержками обеспечивают безопасное хранение, анализ и гибкое управление. Экосистема контейнеров - одно из самых популярных современных средств управления сложными сетями. Представлена разработка архитектуры системы мониторинга состояния пациентов с использованием Fog кластера на платформе Kubernetes (K8s).

Ключевые слова: Fog кластер, Minikube, одноузловой и многоузловой кластеры, k8s платформа, микросервисы.

L.K. ANDREASYAN, S.A. HARUTYUNYAN, H.M. GRIGORYAN

DEVELOPING THE PATIENT MONITORING SYSTEM ARCHITECTURE USING FOG CLUSTER

The preliminary processing of data from patient sensors based on Fog to Cloud (F2C) technology provides transmission to the container platform with minimal delays and secure storage, analysis and flexible management. Container ecosystem is one of the most popular modern tools of managing complex networks. The development of the architecture of a patient monitoring system using Fog cluster on the Kubernetes (K8s) platform is presented.

Keywords: Fog cluster, Minikube, single-node and multi-node cluster, k8s platform, microservices.