

Լ.Լ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՎԻՐՏՈՒԱԼ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ
ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄԸ VOIP ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ

Մշակված է մոդել, որը նկարագրում է ամպային սերվերների հաշվողական ռեսուրսների դինամիկ բաշխումը այդ սերվերների վրա գործող վիրտուալ մեքենաների միջև: Պատկերված է այդ մոդելի կիրառման նպատակահարմարությունը VoIP համակարգերում, նկարագրված են VMware համապատասխան ռեսուրսների դինամիկ բաշխման ծրագրային միջոցները միջավայրում և կիրառման արդյունքները:

Առանցքային բառեր. համացանց, ամպային ծառայություններ, VoIP, հաշվողական ռեսուրսների դինամիկ բաշխում, վիրտուալ մեքենաներ, ձայնային կոդեկներ:

Համացանցի բուռն զարգացումը հիմք ծառայեց նրա ակտիվ ներթափանցմանը, համագործակցմանը, իսկ հետագայում՝ նաև գերիշխմանը ավանդական տեխնոլոգիաների ոլորտում: Այդ ոլորտներից էր նաև հեռախոսային կապը, որի համար ստեղծվեց VoIP (Voice over IP- ձայնի փոխանցում համացանցով) տեխնոլոգիան, որն էապես էժանացնում է հեռախոսային խոսակցության արժեքը, ապահովում է ձայնի փոխանցման բարձր որակ, հուսալիություն և գաղտնիություն:

VoIP-ն սկսվեց համապատասխան սարքավորումների՝ IP PBX (IP հեռախոսակայանների), դրանց ծրագրային ապահովման նախագծումից [1] և հետագա զարգացումից [2, 3]: Վերջին տարիներին այդ VoIP սարքավորումների համար մշակված ծրագրային ապահովումը հարմարեցվում և շահագործվում է ամպային սերվերներում [4]՝ հիմնականում օգտագործելով մեկ սերվերի վրա գործող մի քանի վիրտուալ մեքենաներ: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս կազմակերպություններին՝ սարքավորումների գնման և սպասարկման ծախսերը փոխարինելու ամսավճարով, որը ներկայումս լայնորեն կիրառվում է միջին և փոքր, հատկապես նորաստեղծ կազմակերպությունների կողմից:

Ամպային սերվերներում VoIP ծրագրային ապահովման շահագործումը առաջ է բերում այդ սերվերների ռեսուրսների օպտիմալ կառավարման խնդիրը այս համակարգերի համար, որի լուծման համապատասխան մոդելը և ծրագրային միջոցները նկարագրված են սույն աշխատանքում:

Ներկայացնենք նախ հետևյալ սահմանումները:

$VM = \{VM_1, VM_2, \dots, VM_N\}$ -ը վիրտուալ մեքենաների բազմություն է, որոնք աշխատում են S սերվերի վրա և օգտագործում են ռեսուրսներ S սերվերին

հասանելի $R = \{R^1, R^2, \dots, R^L\}$ բազմությունից, իսկ $v_k(R^k)$ ֆունկցիան վերադարձնում է R^k բազմության կամայական ռեսուրսի օգտագործման թվային չափանիշը:

S սերվերի և $VM_1, VM_2, \dots, VM_N$ վիրտուալ մեքենաների աշխատանքի ժամանակը ներկայացնենք որոշակի T կրկնվող ժամանակաշրջանի $T_1, T_2, \dots, T_M$ ժամանակահատվածներով՝ մեկ շաբաթվա ժամերի նմանությամբ:

Ամեն VM_i վիրտուալ մեքենային և T_j ժամանակահատվածին համապատասխանեցնենք $\{A_{ij}^k\}, \{P_{ij}\}, \{UR_{ij}^k\}, \{C_{ij}\}$ բազմությունները ($i=1,2,\dots,N$), ($j=1,2,\dots,M$), ($k=1,2,\dots,L$), որտեղ $A_{ij}^k = v_k(R_{ij}^k)$ -ն V_i -ը վիրտուալ մեքենային տրամադրված R^k ռեսուրսի չափանիշն է T_j ժամանակահատվածում, P_{ij} -ն՝ V_i -ը վիրտուալ մեքենայի վրա կատարվող խնդիրների բազմությունը T_j ժամանակահատվածում, $UR_{ij}^k = f_k(P_{ij}, R^k)$ -ը, V_i -ը՝ վիրտուալ մեքենայի՝ T_i ժամանակահատվածում R^k օգտագործվող ռեսուրսի չափանիշը P_{ij} կատարվող խնդիրների բազմության դեպքում, որտեղ f_k -ն այն ֆունկցիան է, որը հաշվարկում է R^k օգտագործվող ռեսուրսի չափանիշը P_{ij} խնդիրների բազմության դեպքում, C_{ij} -ն V_i -ը՝ վիրտուալ մեքենայի ռեսուրսների դեկլարման պարամետրերի բազմությունը T_i ժամանակահատվածում:

Անխափան աշխատանքի համար ցանկացած T_i ժամանակահատվածում պետք է տեղի ունենան հետևյալ պայմանները.

1. $A_{ij}^k \geq UR_{ij}^k$, կամայական T_i ժամանակահատվածի և R^k ռեսուրսի, այսինքն՝ բոլոր վիրտուալ մեքենաներին տրամադրված R_{ij}^k ռեսուրսների դեպքում A_{ij}^k չափանիշները պետք է բավարար լինեն՝ կատարվող խնդիրներն իրականացնելու համար.

2. $\sum_{i=1}^N A_{ij}^k \leq v_k(R^k)$ կամայական T_i ժամանակահատվածի և R^k ռեսուրսների, այսինքն՝ բոլոր վիրտուալ մեքենաներին տրամադրված R_{ij}^k ռեսուրսների դեպքում չափանիշների գումարը չի կարող գերազանցել R^k ռեսուրսի առավելագույն չափանիշը:

Մյուս կողմից՝ ռեսուրսների օպտիմալ օգտագործման համար անհրաժեշտ է նվազեցնել տրամադրված և իրականում օգտագործվող ռեսուրսների չափանիշների տարբերության՝ $v_k(R^k) - \sum_{i=1}^N A_{ij}^k$ արժեքը, պահպանելով վերոնշյալ պայմանները:

Այս պայմանները պահպանելու համար անհրաժեշտ է օպտիմալ կերպով սահմանել C_{ij} ռեսուրսների դեկլարման պարամետրերի բազմությունները կամայական VM_i վիրտուալ մեքենաների և T_j ժամանակահատվածի համար:

Եթե նույն սերվերում գործող V_i մեքենաների վրա կատարվող P_{ij} խնդիրների բազմությունը տարբերվում է տարբեր T_j ժամանակահատվածներում, ապա պահպանելով (1) և (2) պայմանները և ելնելով խնդիրների բաշխման վերլուծության արդյունքներից՝ նպատակահարմար է C_{ij} դեկլարման պարամետրերի միջոցով

նվազեցնել կամ ավելացնել V_i վիրտուալ մեքենային հատկացված R^k ռեսուրսները T_j -ի ժամանակահատվածում, դրանով իսկ դինամիկ կերպով վերաբաշխելով բոլոր R^k ռեսուրսները:

Այսպիսով, ռեսուրսների դինամիկ բաշխման ընդհանուր համակարգը պետք է բաղկացած լինի երկու առանձին համակարգերից՝

- կամայական VM_i վիրտուալ մեքենաների և T_i ժամանակահատվածների P_{ij} կատարվող խնդիրների մասին տվյալների կուտակման և վերլուծության համակարգ, որը նաև հաշվարկում է UR_{ij}^k արժեքները և սահմանում C_{ij} ռեսուրսների ղեկավարման պարամետրերի արժեքները,

- S սերվերի ռեսուրսների դինամիկ բաշխման համակարգ, որը որպես մուտքային տվյալներ օգտագործում է C_{ij} ռեսուրսների ղեկավարման պարամետրերի արժեքները:

Բնական է, որ S սերվերի ռեսուրսների դինամիկ բաշխումը որոշակի ժամանակաշրջանի ընթացքում նպատակահարմար է կատարել միայն այն դեպքում, երբ տարբեր վիրտուալ մեքենաների վրա կատարվող խնդիրների քանակը կանոնավոր կերպով էապես փոփոխվում է առանձին ժամանակահատվածներում: Հենց այս պայմանին են բավարարում VoIP-ի համակարգերը. դրանց հիմնական խնդիրները հեռախոսագանգերն են, որոնք մեծ մասամբ կատարվում են աշխատանքային ժամերին, իսկ աշխատանքային ժամերը տարբերվում են ըստ երկրների (աղ. 1):

Աղյուսակ 1

Աշխատանքային ժամերի բաշխումը՝ ըստ 0-կան ժամային գոտու

Նոր Զելանդիա																		Ն. Զել.							
						Հայաստան																			
																		ԱՄՆ							
Ժամ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Այս հանգամանքից ելնելով, համաձայն նկարագրված մոդելի, մշակվել են համապատասխան միջոցներ, որոնք իրականացնում են սերվերների ռեսուրսների դինամիկ բաշխումը VoIP-ի համակարգեր սպասարկող վիրտուալ մեքենաների միջև: Տվյալների կուտակումը և վերլուծությունը կատարվում է EpygiArm ընկերության ecMON գործիքի միջոցով, որը կատարում է նաև սպասարկման այլ խնդիրներ՝ վճարումների ստուգում, հասանելիություն, ծրագրային ապահովման թարմացում և այլն: Բաշխման ենթահամակարգն իրականացվել է VMWARE համակարգում տեղադրված վիրտուալ մեքենաների միջև, որոնց վրա գործում են տարբեր երկրների կազմակերպությունները սպասարկող VoIP համակարգեր: Որպես S

սերվերի բաշխվող R^1 և R^2 ռեսուրսներ հանդիսացել է պրոցեսորի և ցանցային թողունակություն օգտագործումը, իսկ խնդիրներ՝ հեռախոսագանգերի կատարումը: Այս հեռախոսագանգերի համար R^1 և R^2 օգտագործվող ռեսուրսների արժեքները կախված են կիրառվող ձայնային կոդեկներից, իսկ f_1 և f_2 ֆունկցիաները հաշվարկում են օգտագործվող ռեսուրսների չափանիշները ներկայացված արժեքների հիման վրա (աղ. 2):

Աղյուսակ 2

Ռեսուրսների օգտագործման արժեքները՝ ըստ ձայնային կոդեկների [5-8]

	G.711u/G.711a	G.726-40	G.729a	iLBC-13.33
Պրոցեսոր (MHz)	1.2	4.1	8.5	18.4
Ցանցային թողունակություն (kb/s)	84	53	29	27

Ստորև ներկայացված են դինամիկ բաշխման իրականացման հիմնական քայլերը.

- Նոր VoIP համակարգը վիրտուալ մեքենայի վրա տեղադրելիս հատկացվում են ռեսուրսներ, որոնք ապահովում են համակարգի անխափան աշխատանքը՝ ըստ պատվիրած հեռախոսագանգերի առավելագույն քանակի: Դրանք ընդգրկում են նաև այն ռեսուրսները, որոնք անհրաժեշտ են բուն համակարգին և մնում են անփոփոխ ամբողջ ժամանակ:

- Ամեն մի վիրտուալ մեքենայից, որի վրա գործում է համապատասխան VoIP-ի համակարգը, ստացվում են կատարվող զանգերի մասին տեղեկություններ, որոնցից են կոնկրետ ժամերին կատարված զանգերի քանակը և VoIP կոդեկի տեսակը մեկ շաբաթվա բոլոր ժամերին:

- Ամեն մի վիրտուալ մեքենայի համար հաշվարկվում է պահանջվող ռեսուրսների քանակը, և սահմանվում են ռեսուրսների ղեկավարման պարամետրերի արժեքները:

- VMWARE PowerCLI-ի միջոցով իրականացվում է դինամիկ բաշխումը:

Նման մոտեցումը հնարավորություն է տալիս նույն սերվերին ավելացնել տեղադրված VoIP համակարգերի քանակը, ինչը էապես նվազեցնում է շահագործման ծախսերը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Wallingford T.** Switching to VoIP, O'Reilly Media, Inc., 2003. - 477 p.
2. **Harutyunyan L. Gardishyan H.** Real time resource management in VoIP voice data processing systems //Proc. of the IASTED International Conference on Automation, Control and Information Technology with cooperation of Russian Academy of Science.- Novosibirsk, 2005. -P.62-65.

3. Гардишян Г., Арутюнян Л. Об одном подходе к организации систем обработки звуковых данных в IP сетях //Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2005.- Т. LVIII, №1. -С.115 -119.
4. **Marinescu D.** Cloud Computing: Theory and Practice.- Newnes, 2013. - 416 p.
5. G.711 : Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies, <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/en>
6. G.726 : 40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.726-199012-I/en>
7. G.729 : Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP), <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-201206-I/en>
8. Internet Low Bitrate Codec, <https://www.ietf.org/rfc/rfc3951.txt>

«ՀՓԻՁԻ Արմ» ՍՊԸ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 18.03.2021:

Լ.Լ. ԱՐՄԵՆՅԱՆ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ VOIP СИСТЕМ

Разработана модель динамического распределения ресурсов облачных серверов между функционирующими на них виртуальными машинами. Показана целесообразность применения этой модели для систем VoIP. Представлены программные средства динамического распределения ресурсов между виртуальными машинами в среде VMware и результаты их практического применения.

Ключевые слов: Интернет, облачные технологии, VoIP, динамическое распределение вычислительных ресурсов, виртуальные машины, голосовые кодеки.

L.L. HARUTYUNYAN

SOLVING THE PROBLEM OF OPTIMAL MANAGEMENT OF VIRTUAL MACHINE RESOURCES FOR VOIP SYSTEMS

A model for the dynamic distribution of cloud server resources between virtual machines operating on them has been developed. The expediency of using this model for VoIP systems is shown. Software tools for the dynamic allocation of resources between virtual machines in the VMware environment, and the results of their practical application are presented.

Keywords: Internet, cloud technologies, VoIP, dynamic computing resource allocation, virtual machines, voice codecs.