



ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Նարեկ Լևոնի Նալբախյանի «Մառախլապար հաշվարկային միջավայրի կազմակերպման մեթոդների և միջոցների մշակում» թեմայով, Ե.13.04 «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման արենախոսության վերաբերյալ:

Թեմայի արդիականությունը

Ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաների զարգացման ներկա փուլը բնութագրվում է Իրերի համացանցի (IoT) սարքերի էքսպոնենցիալ աճով և հասարակական կյանքի, ինչպես նաև տնտեսության տարբեր ոլորտներում դրանց համատարած ներդրմամբ: Համաձայն միջազգային վերլուծական կենտրոնների կանխատեսումների՝ մինչև 2030 թվականը ցանցին միացված IoT սարքերի քանակը կգերազանցի 39 միլիարդը: Այս թվային հեղափոխությունը հանգեցնում է տվյալների աննախադեպ ծավալների գեներացման, ինչն առաջացնում է հաշվողական և ցանցային ենթակառուցվածքների արմատական վերանայման անհրաժեշտություն:

Ավանդական ամպային (Cloud) հաշվարկային մոդելներն այլևս ի զորու չեն ապահովել իրական ժամանակում գործող համակարգերի արդյունավետ

աշխատանքը: Տվյալների փոխանցումը ցանցի եզրից դեպի կենտրոնացված ամպային սերվերներ առաջացնում է ցանցային մեծ հապաղումներ (latency) և կապուղիների թողունակության (bandwidth) գերբեռնվածություն: Տվյալների անընդհատ հոսքը ոչ միայն սպառում է ցանցային ռեսուրսները, այլև մեծացնում է կիրեռանվտանգության ռիսկերը:

Այս խնդիրների հաղթահարման նպատակով առաջարկվել են «մառախլապատ հաշվարկների» (Fog Computing) տեխնոլոգիաները: Այն բաշխված վիրտուալ շերտ է՝ տեղակայված IoT սարքերի և ամպային կենտրոնների միջև, որն ապահովում է տվյալների տեղային արագ մշակում՝ նվազեցնելով դեպի ամպ փոխանցվող տվյալների ծավալն ու ապահովելով գերցածր հապաղումներ:

Սակայն, մառախլապատ հաշվարկների լայնամասշտաբ ներդրումը բախվում է ճարտարապետական լուրջ խնդիրների: Գոյություն ունեցող դասական մոդելները հիմնականում կենտրոնացված են և հենվում են ռեսուրսների բաշխման ստատիկ մեթոդների վրա: Մեկ կենտրոնական հանգույցից կառավարումը ստեղծում է խոցելի կետ (SPOF), որի խափանումը կարող է կաթվածահար անել ամբողջ ցանցը: Բացի այդ, ստատիկ բաշխման պատճառով հաճախ առաջանում են «թեժ կետեր», որտեղ որոշ կլաստերներ գերբեռնված են, իսկ հարևան ռեսուրսները մնում են պարապուրդի մատնված: Բացակայում են մառախլապատ շերտերի միջև ծանրաբեռնվածության դինամիկ հավասարակշռման մեխանիզմները:

Այսպիսով, մառախլապատ հաշվարկների կազմակերպման նոր, ապակենտրոնացված և բազմամակարդակ ճարտարապետական մոդելների մշակումը, որոնք կապահովեն բարձր խափանակայունություն և ռեսուրսների դինամիկ բաշխում, խիստ արդիական է: Վերոնշյալ հիմնախնդիրների համապարփակ ուսումնասիրությունն ու լուծումն էլ հանդիսանում են Ն.Լ. Նալբալյանի ատենախոսության առարկան, ինչը հաստատում է ընտրված թեմայի կարևորագույն գիտագործնական նշանակությունը:

Ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից, օգտագործված գրականության ցանկից և հավելվածներից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում է 117 էջ՝ ներառյալ գծապատկերները, նկարներն ու աղյուսակները:

Ներածություն: Ներածության մեջ հեղինակի կողմից հանգամանորեն հիմնավորված է ընտրված թեմայի արդիականությունը՝ ժամանակակից Իրերի համացանցի (IoT) և մառախլապատ հաշվարկների զարգացման համատեքստում: Հստակ ձևակերպված են հետազոտության նպատակն ու դրան հասնելու համար առաջադրված և լուծված խնդիրները: Առանձնացված են աշխատանքի գիտական նորույթն ու պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները, ինչպես նաև ցույց է տրված ստացված արդյունքների տեսական և գործնական կիրառական նշանակությունը:

Գլուխ 1-ում իրականացվել է մառախլապատ հաշվարկների հիմնախնդիրների, ոլորտի գրականության և առկա ճարտարապետական մոդելների համապարփակ վերլուծություն: Հեղինակն ուսումնասիրել է ավանդական կենտրոնացված մոդելների (մասնավորապես եռաշերտ մոդելի) առանձնահատկությունները՝ վերհանելով դրանց խոցելիություններն ու թերությունները բարձր ծանրաբեռնվածության պայմաններում: Գիտականորեն հիմնավորվել է նոր, հարմարվողական և ապակենտրոնացված ճարտարապետական մոտեցումների մշակման խիստ անհրաժեշտությունը:

Գլուխ 2-ում առաջարկվել և մանրամասն նկարագրվել է մառախլապատ հաշվարկների կազմակերպման նոր՝ քառաշերտ (IoT, կլաստերային, տարածաշրջանային և գլոբալ) հիերարխիկ մոդելը: Այս բաժնում մշակվել են շերտերի միջև փոխգործակցության հստակ մեխանիզմներ, հանգույցների դինամիկ կլաստերավորման ալգորիթմներ: Առաջարկվել է նաև Raft կոնսենսուսի և հարմարվողական հարցումների (Adaptive Polling) մեթոդների համատեղ կիրառումը՝ համակարգի վիճակի վերահսկման և կենտրոնական խափանման կետի (SPOF) բացառման համար:

Գլուխ 3-ում հեղինակը ներկայացրել է ռեսուրսների դինամիկ կառավարման և ծանրաբեռնվածության հավասարակշռման իր կողմից մշակված մեթոդները: Մանրամասն ներկայացվել են միջկլաստերային ռեսուրսների ավտոմատ փոխանակման, հանգույցների միգրացիայի ալգորիթմները, ինչպես նաև էներգափնայողության նպատակով հանգույցների ադապտիվ ակտիվացման և

պասիվացման մեխանիզմները, որոնք թույլ են տալիս կանխել տվյալների կորուստը կրիտիկական իրավիճակներում:

Գլուխ 4-ը նվիրված է ստացված տեսական արդյունքների փորձարարական գնահատմանն ու մոդելավորմանը: iFogSim2 սիմուլյացիոն գործիքակազմի կիրառմամբ իրականացվել է առաջարկվող մոդելի համեմատական վերլուծություն ավանդական մոդելների հետ: Փորձարարական արդյունքները փաստում են, որ մշակված ճարտարապետությունը կրիտիկական բեռնվածության պայմաններում ապահովում է ցանցային հապաղման ժամանակի զգալի՝ մոտ 45.8% նվազում, ինչպես նաև ռեսուրսների սպառման օպտիմալացում:

Հետազոտության հիմնական նպատակն է մառախլապատ միջավայրի հաշվարկների կազմակերպման մեթոդների և միջոցների մշակումը: Նշված նպատակին հասնելու համար դրվել և լուծվել են հետևյալ հիմնական խնդիրները.

- Մշակել մառախլապատ հաշվարկային միջավայրի խափանումների նկատմամբ կայուն և անընդհատ գործունեությունն ապահովող մոդել, որը թույլ կտա պահպանել համակարգի աշխատունակությունը, նույնիսկ առանձին հանգույցների կամ հատվածների անսարքության պայմաններում:
- Մշակել մառախլապատ հաշվարկային միջավայրում աշխատանքի բեռնվածության դինամիկ կառավարման մեթոդ, որը կապահովի հաշվողական ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործումը և վերաբաշխումը:
- Մշակել իրերի համացանցի սարքերից դեպի ամպային միջավայր տվյալների փոխանցման մեթոդ, որը թույլ կտա նվազեցնել տվյալների կորուստը և ապահովել ռեսուրսների խնայողություն:

Հեղինակի կոնկրետ մասնաբաժինը ստացված արդյունքներում

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները և եզրակացությունները ստացված են անձամբ հեղինակի կողմից: Նրա կողմից ձևակերպված են հետազոտությունների նպատակը, խնդիրները, իրականացված են հետազոտությունները և մշակումները, վերլուծության են ենթարկված ստացված արդյունքները:

Հեղազոտության արդյունքների հավաստիությունը

Ատենախոսության մեջ շարադրված գիտական դրույթներն ու տեսական եզրահանգումները ձևակերպվել են հեղինակի կողմից ինքնուրույն և առաջին

անգամ. դրանց գիտական հիմնավորումն ապահովված է մանրակրկիտ փորձնական ստուգմամբ, ստացված արդյունքների վիճակագրական վերլուծությամբ ու հավաստիության համակողմանի գնահատմամբ, ինչն ապահովում է ատենախոսության հիմնական պնդումների վստահելիությունը:

Հեղափոխության գիտական նորույթը

- Մշակվել է հաշվարկների կազմակերպման բազմամակարդակ ճարտարապետական մոդել, որը, ի տարբերություն գոյություն ունեցող կենտրոնական կառավարում ունեցող մոդելների, ապահովում է համակարգի կայուն գործունեությունը, նույնիսկ առանձին հատվածների խափանումների դեպքում:
- Առաջարկվել է մառախլապատ միջավայրի համար ծանրաբեռնվածության դինամիկ հավասարակշռման մեթոդ: Վերջինս, առկա ստատիկ բաշխման ալգորիթմների հետ համեմատած, ներգրավում է առավել քիչ ծանրաբեռնված հանգույցները՝ դրանով իսկ ապահովելով հաշվողական ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործումը:
- Առաջարկվել է Իրերի համացանցի շերտում գեներացվող տվյալների ագրեգացման և դեպի ամպային միջավայր տեղափոխման մեթոդ, որը, գոյություն ունեցող մեթոդների հետ համեմատած, ապահովում է ռեսուրսների խնայողությունը և տվյալների կորստի նվազեցումը:

Հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակվել են հեղինակի 6 գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական բովանդակությունը:

Հեղափոխության արդյունքների կիրառական նշանակությունը

- Ստացված գիտական արդյունքների հիման վրա մշակվել և «ԴատաԱրտ.ԱՄ» ՍՊԸ-ում ներդրվել են մառախլապատ միջավայրի միջկլաստերային ռեսուրսների փոխանակման մեթոդները, որոնք հնարավորություն են տալիս բարձր բեռնվածությամբ համակարգերում կազմակերպել հաշվողական ռեսուրսների արդյունավետ փոխանակում, որի շնորհիվ ապահովվում է հաշվողական հզորությունների օպտիմալացում, հապաղումների կրճատում և ռեսուրսների առավել արդյունավետ օգտագործում:

- Ստացված գիտական արդյունքների հիման վրա մշակվել և «Դատալարգ» ՍՊԸ-ում ներդրվել է մառախլապատ հաշվարկային հանգույցների կարգավիճակի մշտադիտարկման և ծանրաբեռնվածության հավասարակշռման համակարգը, որը հնարավորություն է տալիս Իրերի համացանցի (IoT) ենթակառուցվածքներում իրականացնել տվիչներից ստացվող տեղեկատվության անխափան հավաքագրում, որի շնորհիվ ապահովվում է տվյալների ժամանակին և արդյունավետ տեղային մշակումը:

Ատենախոսության թերությունները.

1. Աշխատանքն ամբողջությամբ հիմնված է սիմուլյացիոն սցենարների վրա. իրական սարքավորումներով թեստավորման բացակայությունը սահմանափակում է մեթոդների գործնական կիրառելիության լիարժեք գնահատումը:
2. Փորձարարական արդյունքների բաժնում որոշ գրաֆիկների և աղյուսակների մեկնաբանությունները ներկայացված են համառոտ, ցանկալի կլիներ դրանց ավելի խորքային վերլուծությունը:
3. Որոշ բաժիններում օգտագործվում են անգլերեն մասնագիտական տերմիններ առանց միասնական թարգմանական մոտեցման, ինչը բարդացնում է աշխատանքի ընդհանուր ընկալումը:

Նշված դիտողությունները չեն ազդում աշխատանքի ընդհանուր գնահատականի վրա:

Ատենախոսությունը իր ծավալով, գիտական մակարդակով և ձևակերպմամբ լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՍՆ բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, բովանդակությամբ համապատասխանում է Ե.13.04 «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ատենախոսությունը զեկուցվել, մանրամասն քննարկվել և հավանության է արժանացել «Երևանի կապի միջոցների գիտահետազոտական ինստիտուտ» ՓԲԸ-ի 2026թ. մայիսի 18-ին կայացած գիտական սեմինարում: Ներկա էին՝ 8 անձ՝ տ.գ.դ. Ա. Մարկոսյանը, տ.գ.թ. Ա. Ահարոնյանը,

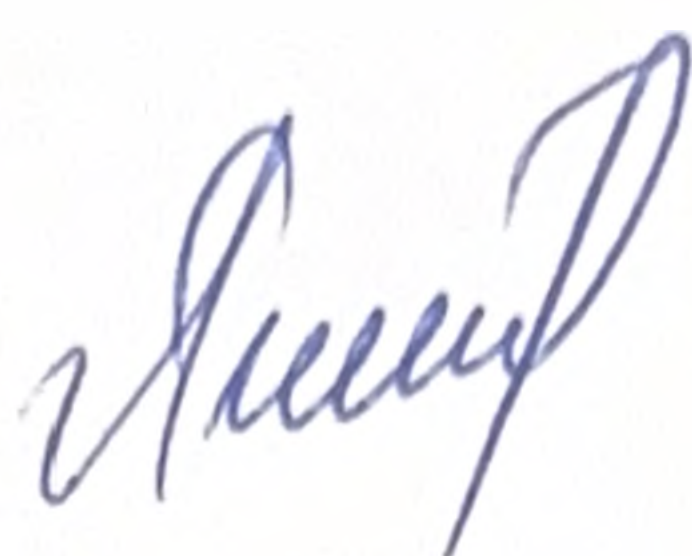
փոխ. տնօրեն Հ. Մարտիրոսյանը, բաժնի վարիչներ՝ Ֆ. Տեր-Չաքարյանը,
Ա. Մակարյանը, լաբ. վարիչ՝ Ա. Զարգարյանը, առաջատար ճարտարագետ
Լ. Մանուչարյանը, ճարտարագետ ծրագրավորող Ա. Կայծակովը:

ԵրԿՄԳՀԻ-ի գիտխորհրդի նախագահ,
տ.գ.դ., պրոֆեսոր՝



Մ. Մարկոսյան

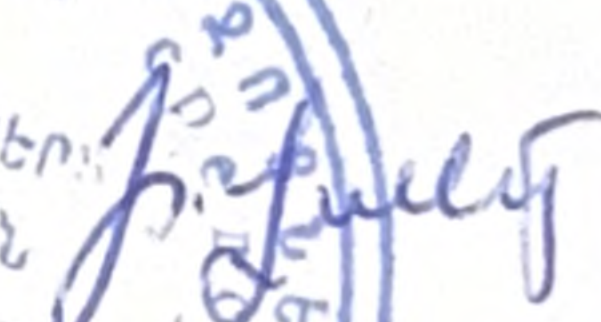
Գիտական քարտուղար՝



Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում են

Կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ



Ի. Վանդունց