

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Նարեկ Լևոնի Նալթակյանի

«Մառախլապատ 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 ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսությունը վերաբերում է մառախլապատ հաշվարկային միջավայրի կազմակերպմանը՝ կենտրոնանալով երեք հիմնական ուղղությունների վրա՝ խափանումների հանդեպ կայունություն ապահովող բազմամակարդակ ճարտարապետության մոդելավորում, ծանրաբեռնվածության դինամիկ հավասարակշռում և տվյալների փոխանցման հիբրիդային կառավարում:

1. Աշխատանքի արդիականություն

Ատենախոսության մեջ արձանագրված է ժամանակակից հաշվարկային համակարգերի կարևոր խնդիրներից մեկը. իրական ժամանակում գործող IoT սարքերի գեներացրած տվյալների ծավալը կտրուկ աճում է, մինչդեռ ավանդական ամպային (Cloud) ենթակառուցվածքների թողունակությունը և հապաղումների (latency) ցուցանիշները մնում են խիստ սահմանափակող: Ըստ մեջ բերված վիճակագրության, մինչև 2030 թվականը ցանցին միացված IoT սարքերի քանակը կգերազանցի 39 միլիարդը: Այս ֆոնին ատենախոսը ճիշտ նկատել է, որ ոչ թե պարզապես ցանցային կենտրոնական կապուլիների հզորացումն է լուծումը, այլ ապակենտրոնացված մառախլապատ (Fog) ճարտարապետության և ռեսուրսների դինամիկ բաշխման մեթոդաբանության մշակումը:

Աշխատանքում ներկայացվում է ֆեդերատիվ բազմակլաստերային ճարտարապետության հիման վրա մառախլապատ հանգույցների կառավարման համակարգ, որը լուծում է վերոնշյալ խնդիրը:

2. Ատենախոսության կառուցվածքը և բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացություններից և օգտագործված գրականության ցանկից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը 117 էջ է՝ ներառելով բոլոր աղյուսակները, գծապատկերներն ու նկարները:

Ներածության մեջ հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը IoT և մառախլապատ համակարգերի զարգացման տեսանկյունից, ձևակերպված են հետազոտության նպատակներն ու հիմնական խնդիրները, գիտական նորույթը և այն առանցքային դրույթները, որոնք ներկայացվում են պաշտպանության, ինչպես նաև ստացված արդյունքների պրակտիկ նշանակությունը:

Գլուխ 1-ում վերլուծվում են մառախլապատ հաշվարկների ոլորտի խնդիրները և առկա ճարտարապետական լուծումները: Աշխատանքի այս հատվածում դիտարկվել են կենտրոնացված (եռաշերտ) համակարգերի հիմնական խոցելիություններն ու սահմանափակումները մեծ ծանրաբեռնվածության դեպքում՝ հիմնավորելով ապակենտրոնացված և ադապտիվ ճարտարապետական նոր մոդելների ստեղծման կարևորությունը:

Գլուխ 2-ում մշակվել և նկարագրվել է մառախլապատ միջավայրի կազմակերպման նոր՝ չորս մակարդակ ունեցող հիերարխիկ ճարտարապետություն: Ներկայացված համակարգը հնարավորություն է տալիս ապահովել շերտերի արդյունավետ փոխգործակցություն և հանգույցների դինամիկ խմբավորում՝ կիրառելով Adaptive Polling ու Raft կոնսենսուսի մեթոդները և դրանով իսկ վերացնելով կենտրոնական խափանման հանգույցի (SPOF) ռիսկը:

Գլուխ 3-ում առաջարկվել են ռեսուրսների ճկուն բաշխման և ծանրաբեռնվածության կարգավորման մի քանի փոխկապակցված մեթոդներ, որոնք միասին լուծում են հանգույցների միգրացիայի և ռեսուրսների ավտոմատ կառավարման խնդիրները: Մշակվել են նաև պասիվացման և ակտիվացման հատուկ ադապտիվ ալգորիթմներ՝ կրիտիկական պահերին տվյալների կորուստը բացառելու և էներգիա խնայելու նպատակով:

Գլուխ 4-ում իրականացվել է առաջարկված մեթոդների ու մոդելների համապարփակ փորձարարական ստուգում: iFogSim2 ծրագրային գործիքի միջոցով կատարվել է համեմատական գնահատում ավանդական համակարգերի հետ՝ ցույց տալով, որ նոր ճարտարապետությունը գերբեռնվածության պայմաններում ապահովում է ցանցային ուշացումների կրճատում շուրջ 45.8%-ով և ռեսուրսների զգալի օպտիմալացում:

3. Գիտական ներդրումը

Առաջին գիտական նորույթն է հաշվարկների կազմակերպման նոր բազմամակարդակ (քառաշերտ) հիերարխիկ ճարտարապետական մոդելի մշակումը, որը, ի տարբերություն գոյություն ունեցող կենտրոնական կառավարում ունեցող մոդելների, ապահովում է համակարգի կայուն գործունեությունը նույնիսկ առանձին հատվածների խափանումների դեպքում:

Երկրորդ նորույթը՝ մառախլապատ միջավայրի համար ծանրաբեռնվածության դինամիկ հավասարակշռման մեթոդի առաջարկումն է, որը ներգրավում է առավել քիչ ծանրաբեռնված հանգույցները՝ բացառելով ստատիկ բաշխման ալգորիթմների թերությունները և ապահովելով հաշվողական ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործում:

Երրորդ նորույթը՝ իրերի համացանցի շերտում գեներացվող տվյալների ագրեգացման և դեպի ամպային միջավայր տեղափոխման նոր մեթոդն է, որը գոյություն ունեցող մոտեցումների համեմատ ապահովում է ռեսուրսների խնայողություն և տվյալների կորստի նվազեցում:

4. Գործնական արժեքը

Մշակված լուծումների գործնական արժեքը հաստատված է «ԴատաԱրտ.ԱՄ» ՍՊԸ-ում և «Դատալաբզ» ՍՊԸ-ում դրանց հաջող ներդրմամբ: Մշակված լուծումները կիրառելի են խելացի քաղաքների, արդյունաբերության և առողջապահության ենթակառուցվածքներում: Հանգույցների հարմարվողական ակտիվացման և պասիվացման մեխանիզմի կիրառումը ապահովում է էներգիայի սպառման մինչև 41.8% խնայողություն:

5. Հրապարակումներ

Ատենախոսն ունի հրատարակված 6 գիտական աշխատություն, ընդ որում՝ հրատարակությունների ցանկն ընդգրկում է ինչպես հայաստանյան, այնպես էլ միջազգային պարբերականներ: Հրատարակված աշխատանքները լիովին արտացոլում են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունն ու արդյունքները:

7. Դիտողություններ

1. **Գնահատականների բացակայություն:** Աշխատանքը էականորեն կշահեր, եթե ներկայացված լիներ հուսալիության (Reliability) և հասանելիության (Availability) գնահատականներ: Ցանկալի կլիներ ներկայացնել ձախողման հայտնաբերման ժամանակի (failover latency), վերականգման ժամանակի (recovery time) և նմանատիպ չափորոշիչների քանակական վերլուծություն:

2. **Ալգորիթմների ֆորմալ վերիֆիկացիայի անհրաժեշտություն:** 2-րդ և 3-րդ գլուխներում մշակված դինամիկ կառավարման, ռեսուրսների փոխանակման և հանգույցների ակտիվացման մեխանիզմները հիմնականում գնահատվում են սիմուլյացիոն սցենարներով: Բաշխված ճարտարապետություններում կրիտիկական սխալները բացառելու համար շատ ավելի հուսալի կլիներ կիրառել ֆորմալ վերիֆիկացիայի գործիքներ (օրինակ՝ SMT լուծիչներ), որոնք մաթեմատիկորեն կապացուցեին առաջարկվող կառուցվածքային շերտերի աշխատանքի ճշտությունն ու կայունությունը անկանխատեսելի խափանումների դեպքում:

3. **Սիմուլյացիոն պարամետրերի և ֆիզիկական սահմանափակումների կապը:** 4-րդ գլխում ներկայացված փորձարարական սցենարներում կարևոր է մանրամասնել, թե որքանով են ընտրված սիմուլյացիոն պարամետրերը (պրոցեսորային հզորություն, հիշողություն, ցանցի թողունակություն) համապատասխանում իրական Իրերի համացանցի (IoT) եզրային սարքերի ֆիզիկական սահմանափակումներին:

8. Եզրակացություն

Հաշվի առնելով աշխատանքի գիտական նորույթը, տեսական և փորձարարական արդյունքների հիմնավորվածությունը, արդյունքների գործնական ներդրումը և համապատասխան հրապարակումները, գտնում եմ, որ Նարեկ Լևոնի Նալթակյանի ատենախոսությունը բավարարում է Ե.13.04 «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝

տ.գ.դ
21.05. 2026թ.



Ս.Սարգսյան

Գիտական քարտուղար՝

բ.գ.թ., դոց
21.05. 2026թ.



Ռ.Կասարբովա