

Օ.Վ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

**ԱՄՊԱՅԻՆ ՌՈՐՈՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ՌՈՐՈՏՆԵՐԻ
ԽՄԲԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՊԼԱՆԱՎՈՐՄԱՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՄԱՆ ՈՐՈՇ
ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Առաջարկվում է ամպային ռոբոտատեխնիկական համակարգերում ռոբոտների խումբը կառավարող ծրագրային պլանավորիչի աշխատանքի կազմակերպման սխեմա:

Առանցքային բառեր. ամպային ռոբոտատեխնիկա, համացանց, ռոբոտ, պլանավորիչ, գիտելիքների բազա:

Ռոբոտների միջոցով լուծվող խնդիրների շրջանակների ընդլայնումը հանգեցնում է ռոբոտների խմբի համատեղ գործունեության անհրաժեշտության: Այդ գործունեության պլանավորումը և կառավարումն իրականացնելու համար հեռանկարային է ամպային ռոբոտատեխնիկական համակարգերի (ԱՌՀ) կիրառումը: Նման ԱՌՀ-երում գործող սերվերային համակարգերին ներկայացվում է հետևյալ խնդիրների լուծման պահանջը.

-այդ սերվերներում պետք է վարվեն տվյալների բազաներ, որոնք արտահայտում են ռոբոտների խմբի գործունեության ենթատիրույթի իմիտացիոն մոդելները,

-ռոբոտների խմբին բնական լեզվով տրված հրահանգը վերլուծվում է, և սինթեզվում նրա իրականացման պլանը՝ նշված սերվերներում գործող արհեստական բանականության համակարգերի (ԱԲՀ) միջոցով,

-մշակված պլանները ձևափոխվում են ռոբոտների ղեկավարման սարքերի միջոցով ընկալելի պրոբլեմակողմնորոշված լեզուներով ներկայացված մեքենայական ծրագրերի, որոնք առաքվում են ամպից դուրս գործող ռոբոտների խմբին:

Գործընթացի նման կազմակերպման դեպքում ԱՌՀ-ում գործող պլանավորիչը դիտարկում է կատարվելիք հնարավոր գործողությունների բազմաթիվ տարբերակներ, գնահատում է դրանց հետևանքները և կայացնում վիճակագրորեն հիմնավորված և օպտիմալին մոտ վճիռներ:

Ի տարբերություն մեկ ռոբոտով գործող ԱՌՀ-երի՝ բազմառոբոտային ԱՌՀ-երում առաջանում են հետևյալ խնդիրները.

- ապահովել ինֆորմացիոն փոխանակումը ռոբոտների խմբի առանձին անդամների միջև,

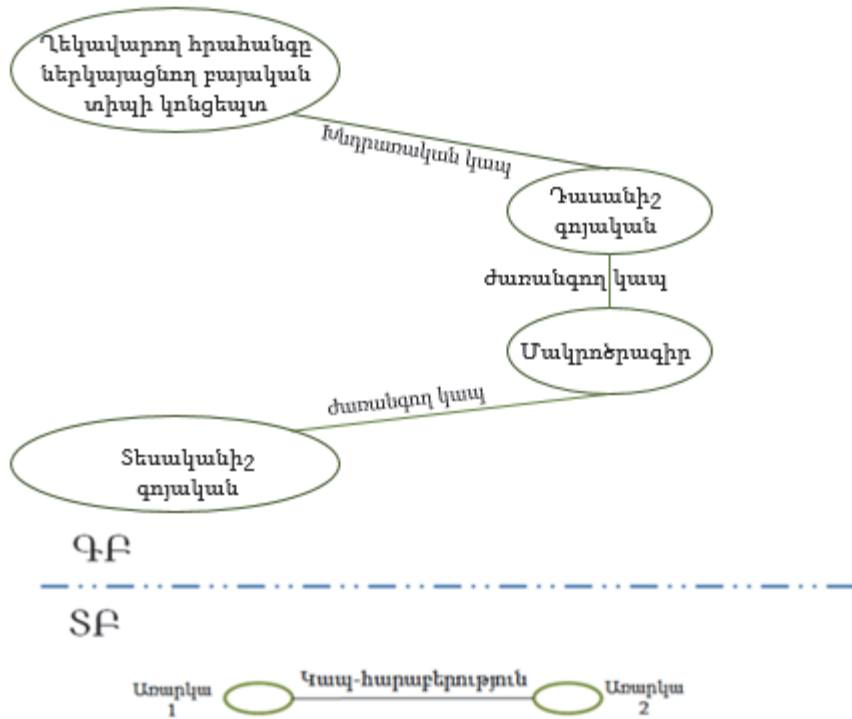
- մշակել ապարատաձրագրային միջոցներ, որոնք կկանխեն բախումները ինչպես ռոբոտների խմբի առանձին միավորների, այնպես էլ դրանք շրջապատող սուբյեկտների և առարկաների միջև,

- ԱՌՀ-ում ապահովել ռոբոտների խմբի աշխատանքի համատեղումը:

Վերը նշված պահանջներն իրականացնող ծրագրային ապահովման միջոցների համար առաջարկվում է դրանց հետևյալ շերտային կառուցվածքը.

Ստորին շերտը միկրոկոնտրոլեր է, որի ելքային պորտերը կառավարում են ռոբոտի արտաքին օրգանները շարժման մեջ դնող շարժիչները: Երկրորդ շերտի ծրագրային միջոցներն ապահովում են ռոբոտի վերջույթների պարզագույն շարժումները: Համակարգի երրորդ շերտը կազմվում է ռոբոտատեխնիկայի հատուկ կողմնորոշված լեզուներով, օրինակ՝ robotc [5]: Այս շերտի միջոցներով կազմակերպվում են պարզ գործողություններն արտաքին աշխարհի առանձին առարկաների վերաբերյալ և ինտերպրետացվում են երկրորդ շերտի ծրագրային ֆունկցիաների միջոցով: Չորրորդ շերտը կազմվում է ծրագրավորման բարձր մակարդակի լեզվով (սահմանափակ բնական լեզվով) և գործում է ինտերնետ միջավայրում, իսկ ինֆորմացիոն կապը նախորդ շերտի հետ ապահովվում է կապի WiFi միջոցներով: Այս շերտում կազմակերպվում է իմաստաբանական ցանցային կառուցվածք ունեցող գիտելիքների բազան(ԳԲ), որը ներկայացնում է առարկայական աշխարհի (ԱԱ) իմիտացիոն մոդելը և նրա օբյեկտների հետ ռոբոտների գործողությունների կարգը:

Աշխատանքում առաջարկվում է ԳԲ-ի իմաստաբանական ցանցի առանձին հանգույցներին կցել ռոբոտի միջոցով ստանդարտ գործողությունների կատարման պլանի պրոբլեմակողմնորոշված ծրագրային լեզվով ներկայացված հատվածներ: Ռոբոտների գործողությունների ընդհանուր պլանն ստացվում է այդ հատվածների «սոսնձման» և որոշակի խմբագրման միջոցով: Երբ հրահանգ է տրվում ռոբոտների խմբին կատարել գործողություն ԱԱ-ի կոնկրետ առարկայի նկատմամբ, ապա ԳԲ-ում որոնվում են առարկան ներկայացնող իմաստաբանական ցանցի հանգույցները, այնուհետև՝ իմաստաբանական ցանցում փնտրվում է տվյալ հանգույցից դուրս եկող ամենակարճ ուղին, որը տանում է դեպի օպերատորի հրահանգը ներկայացնող բայական կոնցեպտը (նկ.1): Ապա այդ ուղու վրա գտնվող իմաստաբանական ցանցի հանգույցներից առանձնացվում են պրոբլեմակողմնորոշված լեզվով գրված ծրագրերը (այսուհետ՝ մակրոծրագրեր): Նման հատվածների «սոսնձումը» և խմբագրումը թույլ է տալիս ստանալ գործողությունների որոնելի պլանն ամբողջությամբ:



Նկ. 1. Գործողությունների պլանավորիչի աշխատանքի կազմակերպման սխեմա

[1,3]-ում մեկ ուրուտի պլանավորիչի կազմակերպման մակրոծրագրերը ներկայացնում են մակրոպրոցեդուրաների կանչերի կոշտ հաջորդականություն: Սակայն, առաջարկված մեթոդները կիրառելի չեն համատեղ աշխատող ուրուտների խմբի դեպքում, երբ ԱՌՀ-ի առջև դրվում են նոր խնդիրներ.

1. Ռուրուտների խմբին ներկայացվող նպատակը պետք է բաժանել առանձին ենթանպատակների:

2. Պետք է որոշվի ենթանպատակներն իրականացնող ուրուտների օպտիմալ կազմը՝ հաշվի առնելով ուրուտների գործունեության համատեղելիությունը և համաձայնեցումը:

3. Ռուրուտների համատեղ աշխատանքի դեպքում դրանցից յուրաքանչյուրի գործունեության պլանի օպտիմալությունը կախված է հարևան ուրուտների արդեն հաստատված աշխատանքային պլանից և առարկայական աշխարհում տիրող իրավիճակից:

Նշված խնդիրների լուծման անհրաժեշտությունն արդեն իսկ պարտադրում է, որ մակրոծրագրերում կանչվող մակրոպրոցեդուրաները չունենան կանչման կոշտ հաջորդականություն: Մակրոպրոցեդուրաներին պետք է վերագրվեն դրանք իրականացնող ուրուտի կամ ուրուտների ենթախմբի իդենտիֆիկատորները,

իսկ մակրոպրոցեդուրաների իրականացման հաջորդականությունն արդեն կարող է փոփոխվել դինամիկ կերպով:

Դրված խնդիրները լուծելու նպատակով աշխատանքում առաջարկվում է օգտագործել հետևյալ նոր հասկացությունները.

1. Մակրոծրագրի յուրաքանչյուր պրոցեդուրայի կատարման արդյունավետությունը կարող է կախված լինել նախորդ ծրագրի կատարման արդյունքից: Այդ փոխադարձ կապն արտահայտելու համար ներմուծվում է մակրոպրոցեդուրաների փոխկապվածության մատրից՝ $(M[i,j])$ հասկացությունը (սրանք իրենց կազմաերպ-ման և օգտագործման սկզբունքներով նման են խաղերի տեսության մեջ օգտագործվող, այսպես կոչված, վճարային մատրիցներին) [4]: Այս մատրիցի յուրաքանչյուր տողի և սյան համարը համապատասխանեցվում են մակրոծրագրում ներառված մակրոպրոցեդուրայի հերթական համարին: Այդ փոխկապվածության մատրիցի յուրաքանչյուր $m_{i,j}$ տարր մատնանշում է արդյունքի այն քանակական համարժեքը (դրական բալր), որը կստացվի, եթե նախորդ տակտում կատարված i -րդ մակրոպրոցեդուրային տվյալ տակտում հաջորդի j -րդ մակրոպրոցեդուրան: Նկատենք նաև, որ $M[i,j]$ մատրիցի տարրերի ընտրությամբ կարելի է կառավարել մակրոպրոցեդուրաների կատարման հաջորդականությունը՝ անհրաժեշտ չհամարելով, որ այն համընկնի մակրոպրոցեդուրաների գրառման հաջորդականությանը:

2. Իրավիճակն առարկայական աշխարհում բնորոշվում է նրանում առկա օբյեկտների փոխադարձ հարաբերությամբ: Այդ իրավիճակը ներկայացնելու համար ներմուծենք $C[i]$ ($i = \overline{1,k}$) իրավիճակային վեկտոր, որի յուրաքանչյուր տարր՝ c_i , ներկայացնում է առարկայական աշխարհի օբյեկտների միջև եղած որևէ հարաբերություն հաստատող կամ ժխտող տրամաբանական մի արտահայտություն:

3. Իրավիճակն առարկայական աշխարհում կազդի մակրոպրոցեդուրաների կանչի հերթականության վրա: Այդ կապն արտահայտելու համար ներմուծենք $k \times n$ - չափանի $R[i,j]$ մատրից, որտեղ n -ը մակրոծրագրում եղած մակրոպրոցեդուրաների քանակն է: Այս մատրիցի տողի համարը կհամապատասխանի վերը նկարագրված $C[i]$ վեկտորի ընթացիկ տարրի համարին, իսկ j -րդ սյունը՝ մակրոպրոցեդուրայի հերթական համարին: Այս մատրիցի յուրաքանչյուր $r_{i,j}$ տարրը, եթե $r_{i,j} > 0$, թույլ է տալիս հաշվել տվյալ i -րդ իրավիճակում j -րդ հրահանգի ակտիվացման օպտիմալության չափանիշը՝ $F=f(c_i, r_{i,j})$:

4. Ներմուծենք հրահանգների կանչման տակտերի n -չափանի վեկտոր՝ $T[i]$, որի t_i տարրում գրվում է այն տակտի համարը, որում պետք է կանչվի տվյալ i -րդ մակրոպրոցեդուրան: Հրահանգների կատարման հնարավոր զուգահեռությունը կարող է հանգեցնել նրան, որ նույն տակտի համարը գրվի $T[i]$ վեկտորի մի քանի տարրերում:

5. Ներմուծենք նաև ըստ տակտերի հրահանգների կանչման վեկտորը (**Plan[i]**), որի i-րդ տարրը ցույց է տալիս այն մակրոպրոցեդուրայի կամ հրահանգների համարների ցուցակը, որը (որոնք) կարող է (են) կանչվել i-րդ տակտի ժամանակ: Մակրոծրագրում իրականացվող պլանավորիչի աշխատանքի արդյունքն արտահայտվելու է հենց այս **Plan[i]** վեկտորի ձևավորմամբ:

Սույն աշխատանքում, ի տարբերություն մեկ ռոբոտով աշխատող ԱՌՀ-երի, առաջարկվում են նաև մակրոծրագրերի կազմակերպման նոր սկզբունքներ: Յուրաքանչյուր մակրոծրագիր պետք է իր կազմում ունենա ներկայացված մակրոպրոցեդուրաների կանչերի միկրոպլանավորիչ:

[1]-ում առաջարկված է մակրոծրագիրը ներկայացնող մակրոպրոցեդուրաների կառուցվածքը: Երբ տվյալ մակրոծրագիրը նախատեսվում է իրականացնել ռոբոտների խմբի միջոցով, անհրաժեշտություն է առաջանում ձևափոխել նաև մակրոպրոցեդուրայի կառուցվածքը: Դրա համար աշխատանքում առաջարկվում է հետևյալը.

<մակրոծրագրի պրոցեդուրա>:=

< α_1 >[<պրոցեդուրայի մարմին>|<ֆունկցիա robot-c լեզվով>]:

<պրոցեդուրայի մարմին>:=<պրոցեդուրայի ակտիվացման պայման>

[<պրոցեդուրան իրականացնող մակրոհրահանգ>|<պրոցեդուրան իրականացնող ենթածրագրի կանչ>]<կատարված մակրոհրահանգի վերադարձի ծածկագրի մշակիչ>:

Նկարագրված կառուցվածքով մակրոծրագիրը պետք է ներկայացնի ռոբոտների խմբի գործողությունների ընդհանուր պլանի հատված, որը կազմվում է տվյալ ծրագրի մեջ մտնող միկրոպլանավորիչի միջոցով:

Եզրակացություն.

1. Ռոբոտների խմբի բանական հնարավորություններն անմիջականորեն կախված են առարկայական աշխարհը ներկայացնող իմաստաբանական ցանցի հանգույցներին կցված մակրոծրագրերից, որոնք մշակվում են միմյանցից անկախ:

2. Իմաստաբանական ցանցային կառուցվածք ունեցող գիտելիքների բազաների օգտագործումը թույլ է տալիս կազմակերպել ռոբոտների խմբի գործողությունների պլանավորիչի աշխատանքը ցանցի անընդհատ զարգացման պայմաններում՝ ապահովելով անկախությունը թե՛ մակրոծրագրերի և թե՛ ցանցի առանձին միավորներից: Նման անկախությունը պարզեցնում է ԱՌՀ-երի ստեղծման տեխնոլոգիան և ապահովում է դրանց անընդմեջ զարգացման հնարավորությունը:

3. Իմաստաբանական ցանցի հանգույցներին կցվող մակրոծրագրերի ձևավորման առաջարկված սկզբունքները թույլ են տալիս ստանալ համատեղ գործողությունների համաձայնեցված ենթապլաններ գործող ոռոբոտների խմբի յուրաքանչյուր միավորի դեպքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Մանուկյան Է.Ն., Մանուկյան Օ.Վ., Կիրակոսյան Գ.Գ. Ամպային ոռոբոտտեխնիկական համակարգերում ոռոբոտների խմբային աշխատանքի պլանավորման որոշ սկզբունքների մասին // ՀԱՊՀ Լրաբեր.- Երևան, 2018.-Մաս 1.- Էջ 90-95:
2. ROBOTC - a C Programming Language for Robotics, URL:- <http://www.robotc.net/>
3. Սիմոնյան Ս.Հ., Մանուկյան Է.Ս., Մանուկյան Օ.Վ. Նմանակային մոդելավորման սկզբունքների օգտագործումն ամպային ոռոբոտտեխնիկական համակարգերի գիտելիքների բազաներում // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր.- 2017.-Հ.14, N4.- Էջ 636-639:
4. Давидов Г.Э. Методы и модели теории антагонических игр.-М.: Издательство Московского университета, 1978.- 208 с.

Օ.Վ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ГРУПП РОБОТОВ В ОБЛАЧНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Предлагается принцип построения программных модулей планировщиков, организующих групповую работу роботов в облачных робототехнических системах.

Ключевые слова: облачная робототехника, интернет, робот, планировщик, база знаний.

O.V. MANUKYAN

SOME METHODS OF ORGANIZING THE PLANNING OF THE WORK OF ROBOT GROUPS IN CLOUD ROBOTIC SYSTEMS

A scheme which organizes the work of the planners, managing the group work of robots in the cloud robotic systems is proposed.

Keywords: cloud robotics, internet, robotics, planner, knowledge base.