

Է.Ն. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Է.Ս. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Օ.Վ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

**ԱՄՊԱՅԻՆ ՌՈԲՈՏՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄԸ
ԳԻՏԵԼԻՔՆԵՐԻ ՑԱՆՑԱՅԻՆ ԲԱԶԱՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Դիտարկվում է ինտերնետ միջավայրում գործող իմաստային (սեմանտիկ) ցանցերով ներկայացվող գիտելիքների բազայի կառավարման համակարգի միջոցների մոդիֆիկացումը, որը թույլ է տալիս ստեղծել ամպային տեխնոլոգիայով աշխատող ռոբոտոտեխնիկական համակարգեր:

Առանցքային բառեր. ամպային ռոբոտոտեխնիկա, իմաստային (սեմանտիկ) ցանց, գիտելիքների բազա, խոսքային կառավարում:

Ներածություն. Ինտերնետային միջոցների զարգացման ներկա փուլը թույլ է տալիս ռոբոտոտեխնիկական համակարգերի (ՌՀ) մշակումներում հաջողությամբ կիրառել ժամանակակից ամպային տեխնոլոգիաները [1,2]:

Ռոբոտների կառավարման խնդիրները լուծելիս հնարավոր է օգտագործել համացանցի (ամպի) տվյալների հիշման և հաշվողական գործընթացների կազմակերպման հզոր միջոցներ: Ամպային ՌՀ-երում ռոբոտների կառավարման և ինքնուրույն որոշումների կայացման ծրագրային միջոցները ֆիզիկապես արդեն տեղաբաշխվում են համացանցային սերվերներում: Իսկ այդ միջոցների աշխատանքի արդյունքը, որը ներկայացնում է միկրոքայլերի կատարման սխեման, համացանցով փոխանցվում է ռոբոտում առկա ավելի պարզ հաշվողական միջոցներին: Ռոբոտի արտաքին օրգանները կատարում են իներցիոն բնույթ ունեցող մեխանիկական շարժումներ, որոնց ընթացքում ռոբոտը կառավարող ծրագրային միջոցները գտնվում են սպասման վիճակում, առաջանում են կառավարող ինտերնետային սերվերի պրոցեսորների ժամանակային ազատ ռեսուրսներ: Այս ռեսուրսները կարող են օգտագործվել նաև ռոբոտների խմբի կառավարման համար:

1. Ինտերնետային գիտելիքների բազաների օգտագործումը ամպային ՌՀ-երում. Առաջարկվում է ամպային ՌՀ-երում օգտագործել գիտելիքների բազաների (ԳԲ) և տվյալների բազաների (ՏԲ) կառավարման ծրագրային համակարգեր: ԳԲ-ն և ՏԲ-ն կարող են ներկայացնել այն առարկայական ենթատիրույթի տեղեկատվական մոդելը, որտեղ գործում է դեկլարատիվ ռոբոտների խումբը: Այդ մոդելը կազմ-

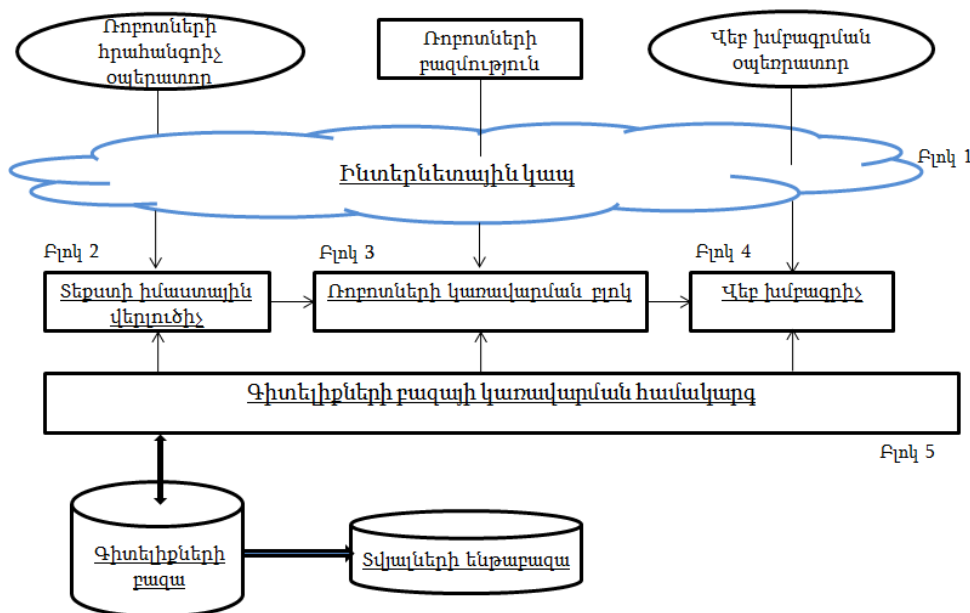
վում և ներանցվում է ԳԲ ռոբոտները կառավարող հրահանգիչ օպերատորի կողմից: Իսկ առարկայական աշխարհի օբյեկտների դիրքերի կոորդինատները և դինամիկան այդ մոդելում ճշտվում են՝ ի հաշիվ իրական տիրույթում գործող ռոբոտների տվիչներից ստացված տեղեկությոնի:

Ինտերնետային բազաների առկայությունը թույլ է տալիս ՌՀ-ի զարգացումն իրականացնել առանց ծրագրային նոր մշակումների. բավարար է լինում միայն մոդիֆիկացնել այդ բազաների պարունակությունը:

Առաջարկվում է ամպային ՌՀ-երում հիմք ընդունել իմաստային ցանցային կառուցվածքի գիտելիքների բազա ունեցող ինտերնետային համակարգը: Նման համակարգի օրինակ կարող է ծառայել ներկայումս ինտերնետում գործող ԻՍՄԱ համակարգը [3]: Նրա մոդուլային կազմն ու կառուցվածքը կարելի է համարել տիպային իր դասի մեջ: Նկ. 1-ում բերված է առաջարկվող ռոբոտների կառավարման ամպային ՌՀ-ի ծրագրային միջոցների ճարտարապետությունը, որի հիմքում ընկած է վերը նշված ԻՍՄԱ համակարգը: Ամպային ՌՀ-ի պահանջներին հարմարացնելու համար անհրաժեշտ է այդ համակարգում իրականացնել ոչ մեծ ծավալի ծրագրավորման աշխատանքներ: Նկարում հաստացված գծերով նշված բաղադրիչները ներկայումս փորձարկված են և գործում են ԻՍՄԱ համակարգի կազմում: Բարակ գծերով ներկայացված են նոր բաղադրիչները, որոնցով պետք է հարստացվի և լրացվի նրա կազմը: Համառոտ նկարագրենք տեղեկատվական հոսքերի և հաշվողական աշխատանքների կազմակերպումը առաջարկված սխեմայում:

2. Խոսքային կառավարման ապահովումը ՌՀ-երում. Ռոբոտների աշխատանքի կազմակերպումը համարվում է արդյունավետ, եթե առկա է նրանց ձայնային ղեկավարման հնարավորությունը: Նախընտրելի է այդ գործընթացում օգտագործել բնական լեզուն: Մարդ-մեքենայական երկխոսության կազմակերպումը պահանջում է մեծածավալ հաշվարկների անհրաժեշտություն: Ամպային ՌՀ-երի դեպքում մուտքային հրահանգների ընդունումն ու նրա տեքստի իմաստային վերլուծությունն արդեն կարող են կատարվել ամպում գործող տեխնիկական և ծրագրային հզոր միջոցներով:

Բլոկ 2-ում (նկ. 1) ԳԲ-ի միջոցով կատարվում է հրահանգիչ օպերատորից ստացված տեքստի իմաստային վերլուծություն, որի արդյունքում ստացվում է այդ տեքստին համարժեք, նրա քերականական վերլուծությունը ներկայացնող հիերարխիական ծառ: Ծառի գագաթը ընդունվել է հրահանգի էությունն արտահայտող բայը, իսկ նրան ստորադաս հանգույցները՝ նախադասության մյուս անդամները:

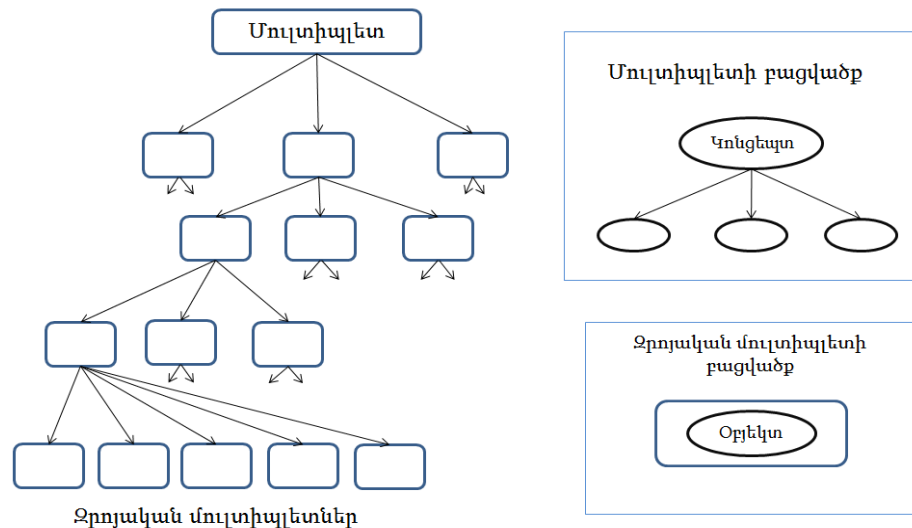


Նկ. 1. Ամպային ռոբոտատեխնիկական համակարգի կառավարման միջոցների կառուցվածքը

Բլոկ 3-ում կատարվում է մուտքային հրահանգն իրականացնող ռոբոտի միկրոգործողությունների պլանի կազմում: Նման պլանավորման ժամանակ հաշվի են առնվում ընթացիկ պահին ռոբոտը շրջապատող իրերի փոխադարձ դիրքերը, որոնք արտացոլված են տվյալների ենթաբազայում:

Նկարագրված սխեմայում ներկայումս գործող ինտելեկտուալ համակարգի հարմարեցումը, դրված նպատակներին հասնելու համար (1, 2, 4 և 5 բլոկներ), պահանջում է այդ համակարգի որոշակի մոդիֆիկացում: Ստորև բերվում են այդ մոդիֆիկացումների իրականացման առաջարկվող սխեմաները:

3. Ամպային ՌՀ-ի տվյալների ենթաբազայի տրամաբանական կազմակերպումը. Առաջարկվում է տվյալների ենթաբազայի կազմակերպչական միավորներն արտահայտել համակարգի ԳԲ-ի միավորներով: Ըստ [4]-ի առաջարկվում է ԳԲ-ն դիտարկել որպես, այսպես կոչված, մուլտիպլետների հիերարխիական կառուցվածք ունեցող իմաստային ցանց (նկ.2):



Նկ. 2. ԳԲ-ի տրամաբանական կառուցվածքը

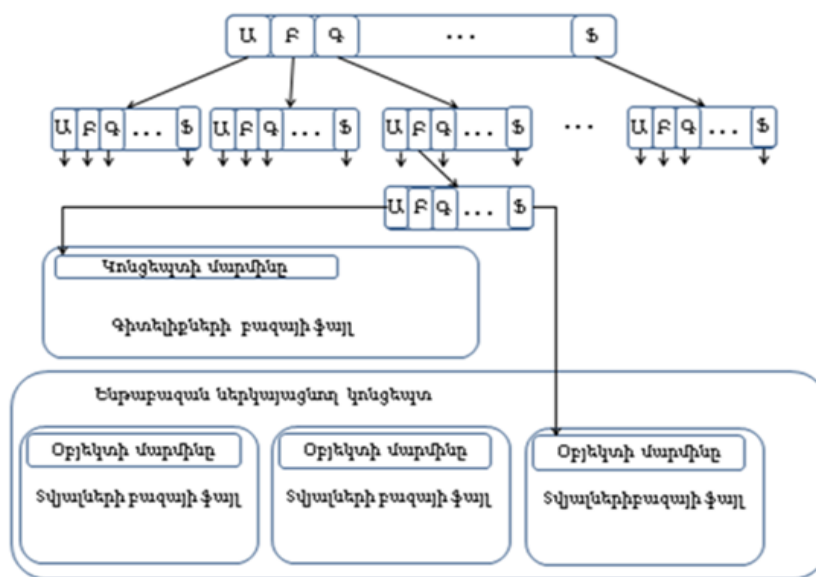
Մուլտիպլետի ներհանգուցային կապերն ապահովում են դաս-ենթադաս ժառանգական հարաբերությունները: Առաջարկվում է ԳԲ մտցնել զրոյական մակարդակի մուլտիպլետներ, որոնց ստորադաս հանգույցներն արդեն կներկայացնեն ռոբոտը շրջապատող առարկայական աշխարհի օբյեկտները: Սրանցից կձևավորվի տվյալների ենթաբազան: Սակայն, որպեսզի այս հանգույցներով լիարժեքորեն մոդելավորվի առարկայական աշխարհը, անհրաժեշտ է գործող համակարգում մտցնել նոր տիպի կապեր.

ա) ռոբոտը շրջապատող տարածքում առկա օբյեկտների դիրքը ներկայացնելու համար առաջարկվում է ԳԲ-ի զրոյական մակարդակի յուրաքանչյուր հանգույցին վերագրել կոորդինատ տիպի հատկանիշ: Սրանք սկզբնական փուլում կտրվեն հրահանգիչ օպերատորի կողմից, իսկ հետագայում կճշգրտվեն ռոբոտի տվիչներից ստացված տեղեկության հիման վրա,

բ) առաջարկվում է համակարգ մտցնել օբյեկտների փոխադարձ դիրքը ներկայացնող («վրա», «տակ», «մեջ», «կից») նոր հարաբերություններ [5]:

4. Տվյալների ենթաբազայի ֆիզիկական կազմակերպումը. ԻՄՄԱ համակարգի ֆիզիկական կազմակերպումը հիմնված է B-ծառերի օգտագործման վրա: B-ծառը ներկայացնում է համակարգի բառարանային բազան, իսկ այս ծառի տերմինալային հանգույցները ցուցում են համապատասխան անունով կոնցեպտի մարմինը: ԳԲ-ով աշխատելու ընդհանրությունը չկորցնելու նպատակով տվյալների ենթաբազայի ֆիզիկական կազմակերպումը նպատակահարմար է նույնպես պահել B-ծառերի տեսքով: Սակայն, եթե չձեռնարկվեն որոշ միջոցառումներ,

ապա այս ենթաբազայի տվյալները ֆիզիկապես կներդրվեն հիմնական ԳԲ-ի ֆիզիկական կազմակերպման միջոցների մեջ: Որպեսզի տվյալների ենթաբազայի հաճախակի փոփոխությունները չազդեն գիտելիքների ենթաբազայի ֆիզիկական կազմակերպման վրա, անհրաժեշտ է դրանք կրող մագնիսական տիրույթները միմյանցից առանձնացնել: Այսպիսի անկախություն ապահովելու համար առաջարկվում է օգտվել ԻՍՄԱ իմաստային ցանցում կոնցեպտների համար սահմանվող գոյության ոլորտ հասկացությունից [6]: Առաջարկվում է որպես գոյության ոլորտներ դիտարկել առարկայական աշխարհի յուրաքանչյուր ենթատիրույթը ներկայացնող տվյալների համապատասխան ենթաբազաները և դրանք ներկայացնելու համար գիտելիքների բազա մտցնել նոր կոնցեպտներ: Անհրաժեշտ է կապ հաստատել տվյալների ենթաբազա մտցվող յուրաքանչյուր օբյեկտի (զրոյական մակարդակի մուլտիպլետի ստորադասի) և նրա ենթաբազան ներկայացնող կոնցեպտի միջև (նկ. 3):

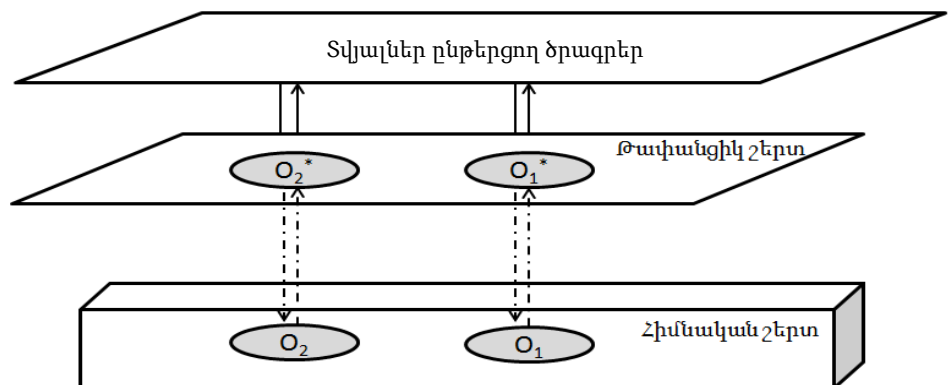


Նկ. 3. Տվյալների բազայի ֆիզիկական կազմակերպումը

Ելնելով օբյեկտին կից ցուցված ոլորտից՝ տվյալների ենթաբազաների օբյեկտները ներկայացնող աղյուսակները և B-ծառի ենթածառը տեղավորվում են իրենց ոլորտին համապատասխան առանձին ֆայլերում: Նման դեպքում ենթաբազաների կազմը փոփոխելիս կարիք կլինի միայն փոփոխել նրանց համապատասխանող ֆայլերի բաղադրությունը: Այսպիսով, առաջարկված կազմակերպման դեպքում տվյալների ենթաբազայի ֆիզիկական ներկայացումը դառնում է անկախ գիտելիքների բազայի ֆիզիկական ներկայացումից: Ֆայլային անկախու-

թյունը հեշտացնում է նոր տվյալների ենթաբազաների ստեղծումը, հեռացումն ու զարգացումը:

5. Տվյալների ենթաբազայի թափանցիկ շերտերի կազմակերպումը. Ռոբոտի աշխատանքը պլանավորող ծրագրային բլոկը սովորաբար գեներացնում է ռոբոտի վարքի տարբեր տարբերակներ՝ հետագայում դրանցից լավագույնը ընտրելու համար: Ռոբոտի հնարավոր գործողությունների պլանի սխեման ունի հիերարխիական ծառի տեսք, որի գագաթը ներկայացնում է այդ պլանի նպատակը: Այդ պլանի յուրաքանչյուր տարբերակը ներկայացնում է ճանապարհ այս գրաֆի գագաթից մինչև իր տերմինալային հանգույցներից որևէ մեկը: Պլանի կազմման յուրաքանչյուր փուլից հետո պետք է կատարվի ստացված պլանի որակի գնահատումը: Անհաջող տարբերակ հայտնաբերելուց հետո անհրաժեշտ է լինում կատարել վերադարձ դեպի հիերարխիական ծառի վերադաս գագաթը՝ հաջորդ ավելի օպտիմալ ճանապարհի որոնման նպատակով: Սակայն վերադարձը պահանջում է վերականգնել ոչ միայն ռոբոտի դիրքը, այլև նախորդ պլանի ժամանակ դրան շրջապատող օբյեկտների փոփոխված դիրքերը: Վերը նշված գործողությունների կազմակերպման համար առաջարկվում է դիտարկել տվյալների ենթաբազայի ժամանակավոր «թափանցիկ շերտ» հասկացությունը (նկ. 4):



Դիմում է O_1 -ին ստանում է O_1^* -ից, դիմում է O_2 -ին ստանում է O_2^* -ից

Նկ. 4. Տվյալների բազայի ֆիզիկական կազմակերպումը

Այդ շերտը կնույնականացվի պլանի տակտի համարով և կարտացույի միայն տվյալ տակտում փոփոխված օբյեկտներն իրենց կոորդինատներով: Գործնականում կառաջանա մի քանի նման թափանցիկ շերտերի վարման անհրաժեշտություն: Նման շերտերի վերադասությունը միմյանց նկատմամբ կարտահայտվի համապատասխան տակտի համարի վերադասությամբ: Եթե ընթացիկ տակտում դիմում ենք մի որևէ օբյեկտի, ապա նրա պարամետրները «կերևան» իրենց վեր-

ջին տարբերակով: Նկարագրված գործառույթային հնարավորության ապահովման համար առաջարկվում է օգտագործել ԳԲ-ի կառավարման համակարգով (ԳԲԿՀ) ներկայումս վարվող կապերը, որոնք տեղադրվում են տվյալ կոնցեպտի մոտ և ցուցում այն ոլորտը, որին դրանք պատկանում են: Առաջարկվում է ոլորտը ներկայացնող կոնցեպտի փոխարեն մտցնել նոր կոնցեպտներ, որոնք ներկայացնում են պլանի տակտերը, և նման դեպքում վերոհիշյալ «ոլորտային» կապն արդեն կապահովի օբյեկտի կապը համապատասխան տակտի հետ:

Որպիսզի ապահովվի նաև ժամանակավոր թափանցիկ շերտերի վրա տեղակայված տվյալների մատչելիությունը, առաջարկվում է գործող ԳԲԿՀ-ն մոդիֆիկացնել հետևյալ միջոցներով.

1. ԳԲ-ի միավորներով աշխատող ԳԲԿՀ-ի բոլոր օպերատորների արգումենտների ցուցակում մտցնել ևս երկու պարամետր՝ ենթատիրույթի անվանումը և պլանի տակտի համարը:

2. Բազայում կոնցեպտի կամ նրա կապեր ստեղծող օպերատորներում ժամանակավոր շերտի կոնցեպտը ստեղծելիս դրա անունը ձևավորել հետևյալ կանոնով՝

<Կոնցեպտի անուն>!!<Ենթատիրույթի անուն>!!<Պլանի տակտի համար>: (1)

Այստեղ '!' նշանը դիտվում է որպես սիմվոլային դաշտերի կցման նշան: Նման անունով կոնցեպտի ստեղծումից հետո նրա մոտ ստեղծվում է ևս երկու կապ: Առաջինը «դաս-ենթադաս» տիպի կապ՝ նախորդ թափանցիկ շերտի այն կոնցեպտի հետ, որի անունը տվյալ կոնցեպտի անունից տարբերվում է անվան երրորդ բաղադրիչով: Այդ տարբերությունը որոշվում է պլանի տակտերի համարների տարբերություններով: Երկրորդը՝ ծառայողական կապ՝ պլանի տակտի համարը արտահայտող կոնցեպտի հետ:

3. Բազայում որոնելի կոնցեպտին դիմելու և այն ակտիվացնելու համար որպես որոնումային բանալի ձևավորվում է նրա ներմեքենայական անունը՝ (1)-ում նշված կանոնով, և կատարվում ուղիղ դիմում ստանդարտ սխեմայով: Եթե տվյալ թափանցիկ շերտի վրա չի հայտնաբերվում որոնելի կոնցեպտը, ապա որոնումային բանալիում մեկով փոքրացվում է պլանի տակտի համարը, և կրկնվում է որոնման փորձը: Նման սխեմայով որոնման հաջող ելքի դեպքում ապահովվում է դիմվող շերտի թափանցիկության էֆեկտը, քանի որ դիմողին թվում է, որ նա ստացավ կոնցեպտը իր դիմած շերտից, այնինչ, իրականում այն բերվում է ստորադաս շերտերից:

4. Ընթացիկ տակտին համապատասխանող թափանցիկ շերտը հեռացնելու համար ԳԲԿՀ-ի ստանդարտ միջոցներով անհրաժեշտ է հեռացնել բոլոր

այն կոնցեպտները, որոնք ծառայողական կապով կապել էինք տվյալ տակտը ներկայացնող կոնցեպտի հետ:

6. Հրահանգների տեքստի իմաստային վերլուծիչի ելքի տվյալների ձևաչափի մշակում. Գործող ԻՍՄԱ տեքստային վերլուծիչում [3] հրահանգի մուտքային տեքստը ձևափոխվում է հիերարխիական ծառի, որը ներկայացնում է մուտքային նախադասության քերականական վերլուծության արդյունքը: Ծառի գագաթը ներկայացնում է հրահանգի էությունն արտահայտող մուտքային նախադասության ստորոգյալը: Այն ներկայացվում է ԳԲ-ի հիմնականում մի որևէ մեխանիկական շարժում արտահայտող բայական տիպի կոնցեպտով (C_0): C_0 -ին ենթակա հանգույցները պայմանականորեն ընդունվում են նշված բայի ստորակարգումներ (R_{oi}), որոնք ներկայացվում են առարկայական աշխարհի ենթատիրույթի օբյեկտներին համապատասխանող ԳԲ-ի կոնցեպտներով (C_i): Այս ծառի մյուս ստորադաս հանգույցները նույնպես ներկայացնում են առարկայական ենթատիրույթի օբյեկտները կամ հատկանիշները, որոնց՝ իրենց վերադասի հետ ունեցած R_{ij} կապը ներկայացնում է շարահյուսական հարաբերություն: Սակայն վերլուծիչի էլքում գրառումների և դրանց միջև առկա հղումներով ներկայացված այսպիսի ծառը հարմար չէ ռոբոտի գործողությունների կառավարման բլոկի աշխատանքի կազմակերպման համար: Առաջարկվում է հրահանգի վերլուծիչն իր էլքում հարստացնել ևս մեկ ծրագրային շերտով, որը թույլ կտա հեշտացնել մուտքային հրահանգի ինտերպրետացիան:

Ստորև բերվում է այդպիսի տեքստային վերլուծիչի ելքի ներկայացման մի ձևաչափ, որում շտեմարանի կոնցեպտների անվանումները հանդես են գալիս ֆունկցիաների անվանումների տեսքով: Դրանց միջոցով էլքային հրահանգը ներկայացվում է որպես միմյանց մեջ ներդրված ֆունկցիաների համակարգ, որն ունի հետևյալ ձևայնացված նկարագիրը:

$$\left. \begin{aligned} <\text{հրահանգ}> := C_0(<\text{արգումենտների ցուցակ}>) \\ <\text{արգումենտների ցուցակի տարր}> := R_{oi} C_i([<\text{արգումենտների ցուցակ}>]) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Այստեղ C_i -ին ներկայացնում է շտեմարանի գոյական կամ ածական տիպի կոնցեպտը, R_{oi} -ին՝ C_0 -ի և C_i -ի միջև առկա շարահյուսական հարաբերությունը, ֆիքսված գիտելիքների բազայի իմաստային ցանցում:

Այսպիսով, հրահանգի էլքային տեքստը համարժեք է հրահանգի քերականական վերլուծման հիերարխիական ծառին C_0 գագաթով և նրան ստորադաս C_i ենթագագաթներով: Միևնույն ժամանակ, նման կառուցվածքի տեքստը հանդիսանում է, այսպես կոչված, լեհական գրառման օրինակ և հեշտությամբ ինտերպրե-

տացվում է ռոբոտների կառավարման բլոկում առկա ստեկային կառուցվածք ունեցող ծրագրային ինտերպրետատորով:

Ընդունվում է, որ ռոբոտների կառավարման համակարգում առկա է robot-c-ով (կամ նման դասի լեզվով) գրված ենթածրագրերի գրադարան, որոնցից յուրաքանչյուրի մեքենայական հրամանների իրականացումը ռոբոտի տեխնիկական միջոցներով ապահովում է ռոբոտի կողմից տարրական գործողությունների կատարումը: Լեռնական գրառման ինտերպրետատորում ներդրված ֆունկցիաների ինտերպրետացիայի համար կանչվում է համապատասխան robot-c ենթածրագիրը: Արդյունքում ստանում ենք robot-c ենթածրագրերի կանչերի հաջորդականություն, որի կատարման դեպքում կստանանք մուտքին տրված հրահանգով առաջադրված նպատակների իրականացումը:

7. Ռոբոտների կառավարման բլոկի աշխատանքի համար առաջարկվող ԻՄՄԱ ԳԲ-ի իմաստային ցանցի որոշ ընդլայնումներ. Գրականությունում [4] նշվում է, որ ԳԲ-ի իմաստային ցանցը կառուցելիս կարելի է օգտագործել բայական տիպի կոնցեպտներ: Մրանք իրենց խնդրառական կապերով հանդերձ կարող են ներկայացնել հետաքրքրող ենթատիրույթի օբյեկտների նկատմամբ ռոբոտների բոլոր հնարավոր գործողությունները: Նման դեպքում հրահանգիչ օպերատորի հրահանգը ինտերպրետացնելիս խնդիրը կլինի միայն հրահանգում նշված գործողություն ներկայացնող կոնցեպտը գտնելը և ընտրելը: Սակայն այսպիսի մոտեցումը հանգեցնում է հետևյալ հիմնախնդիրներին.

- ՌՀ-երի գործունեության տիրույթի առարկաների քանակը կարող է խիստ շատ լինել, այնպես որ, եթե փորձենք արտահայտել թեկուզ տիպային գործողություններ սրանց նկատմամբ, ապա ԳԲ մտցվող և մուտքային հրահանգներին համընկնող կոնցեպտների քանակը խիստ կմեծանա:
- Սովորաբար հրահանգիչ օպերատորի հրահանգի կատարումից առաջ ռոբոտը պարտավոր է իրականացնել նաև բազմաթիվ օժանդակ նախապատրաստական գործողություններ: Սա կարող է խիստ բեռնել հրահանգիչ օպերատորը, և նույնիսկ կարող է հրահանգավորումը դառնալ անհնար, քանի որ օպերատորին կարող են հայտնի չլինել տիրույթի առարկաների դիրքերի փոփոխման հաշվին ստացված ընթացիկ վիճակները:

Նշված հիմնախնդիրների լուծման համար առաջարկվում է ԳԲ-ի իմաստային ցանցի ստեղծման ժամանակ օգտագործել կազմակերպչական նոր միավորներ և դրանց օգտագործման մեթոդիկաներ:

Հետագա շարադրանքի համար բերենք անհրաժեշտ մի քանի հասկացություններ:

Մակրոհրահանգներ. սրանք իրենց կառուցվածքով համընկնում են հրահանգիչ օպերատորի հրահանգներին, ներկայացնում այդպիսի հրահանգների որոշակի խումբը: Այսպիսի հրահանգի տեքստի ձևայնացված նկարագրերում (2) հրահանգի Ցօ արգումենտը արտահայտվում է ԳԲ-ի բայական կոնցեպտով, իսկ Ցi-ները ներկայացնում են ոչ թե տվյալների ենթաբազայի կոնկրետ օբյեկտներ, այլ նրանց վերադաս մուլտիպլետների գազաթները ներկայացնող կոնցեպտներ: Առաջարկվում է այսպիսի մակրոհրահանգներ ստեղծել և օգտագործել իմաստային ցանցի սինթեզման ժամանակ որպես նոր կազմակերպչական միավորներ, որոնց տեքստերը կցվում են Ցօ կոնցեպտներին:

Մակրոծրագրեր. սրանք թույլ են տալիս ներկայացնել բարդ հրահանգների կատարման կարգը ավելի պարզ մակրոհրահանգների հաջորդականությամբ: Մակրոծրագիրը ներկայացնում է որոշակի կառուցվածքի պրոցեդուրաների հաջորդականություն: Յուրաքանչյուր պրոցեդուրա ունի հետևյալ կառուցվածքը՝

<Բլոկ 1 >< Բլոկ 2 >< Բլոկ 3 >< Բլոկ 4 > ,

որտեղ Բլոկ 1-ը պայմանի ստուգման բլոկն է, Բլոկ 2-ը՝ մակրոհրահանգ կամ այլ մակրոենթածրագրի անվանումը, Բլոկ 3-ը՝ նախորդ բլոկի կատարման արդյունքի ծածկագրի մշակումը, Բլոկ 4-ը՝ rorbot-c գրադարանի ֆունկցիան, որն իրագործում է Բլոկ 2-ում դրված հրամանը:

Մակրոծրագրերի նման պրոցեդուրաները կարող են ունենալ սիմվոլային ցուցիչներ, որոնց վրա կարող են տրվել հղումներ այլ պրոցեդուրաների անցման հրամաններից (Բլոկ 3, Բլոկ 1): Պայմանի ստուգման բլոկը (Բլոկ 1) տրամաբանական արտահայտություն է ընթացիկ պահին տվյալների ենթաբազայի ակտիվ կոնցեպտի հատկությունների վերաբերյալ: Որպես այդպիսիք դիտարկվում են օբյեկտների փոխադարձ դիրքը ներկայացնող հարաբերությունները կամ օբյեկտի կոորդինատ տիպի հատկանիշները: Եթե պայմանի ստուգման բլոկը ծրագրի կատարման ընթացքում վերադարձնում է իրական արժեք, ապա կատարվում է Բլոկ 2-ում նշված մակրոհրամանը կամ մակրոենթածրագիրը: Սրանց հաջող ավարտի դեպքում ռոբոտի գործողությունների պլանի ցուցակի վերջում կցվում է Բլոկ 4-ում նշված rorbot-c գրադարանի ֆունկցիան, և կատարվում է անցում դեպի մակրոծրագրի հաջորդ տողում նշված պրոցեդուրան: Եթե պայմանի ստուգման բլոկը վերադարձնում է կեղծ արժեք, ապա կատարվում է անցում Բլոկ 1-ում ցուցված նշիչով տողին: Բլոկ 2-ում նշված մակրոհրամանը կամ մակրոծրագիրը իր կատարումից հետո կարող է վերադարձնել իր կատարման արդյունքում ձևա-

վորված վիճակը նկարագրող ծածկագրեր: Բլոկ 3-ում բերվում է այն տողերի նշիչների ցուցակը, դեպի որոնց պետք է կատարել անցում՝ կախված Բլոկ 2-ի վերադարձրած վիճակի ծածկագրի արժեքից: Ծրագրի կատարման արդյունքում ռոբոտի մինչև այդ ձևավորված գործողությունների պլանը երկարացվում է robot-c գրադարանի մի քանի ֆունկցիաների հաջորդական կանչով:

Առաջարկվում է օգտագործել հետևյալ տիպի մակրոհրահանգներ.

1. Ռոբոտի տեղաշարժի պլանավորման հրահանգներ - այս հրահանգների կառուցվածքը համընկնում է (2)-ում բերված կառուցվածքին, միայն Co-ն ունի ստանդարտ անվանում: Այս ֆունկցիան ունի երեք մուտքային արգումենտներ՝ P₁ P₂ P₃, որոնք հանդիսանում են ռոբոտի տեղաշարժի նպատակային կետի կոորդինատները: Այս մակրոհրահանգը ինտերպրետացնող ծրագիրը կարող է իրականացվել, այսպես կոչված, ալիքային ալգորիթմներով: Այդ ալգորիթմները կորոշեն այն քայլերի հաջորդականությունը, որոնք ռոբոտն ընթացիկ կետից ամենակարճ ճանապարհով կհասցնեն մինչև նպատակային կետ՝ խույս տալով նրա տեղաշարժը խոչընդոտող օբյեկտներից: Մակրոծրագրի նման մակրոհրահանգ պարունակող պրոցեդուրայի Բլոկ 4-ում կստացվի ռոբոտի տեղաշարժն ապահովող robot-c-ի ֆունկցիաների ցուցակ:

2. Տվյալների ենթաբազայի թափանցիկ շերտերի ստեղծման և վերացման հրահանգներ: Սրանք ուղղակիորեն ինտերպրետացվում են ՏԲԿՀ-ի համապատասխան օպերատորներով և, բնական է, չեն պարունակում Բլոկ 3-ը և Բլոկ 4-ը:

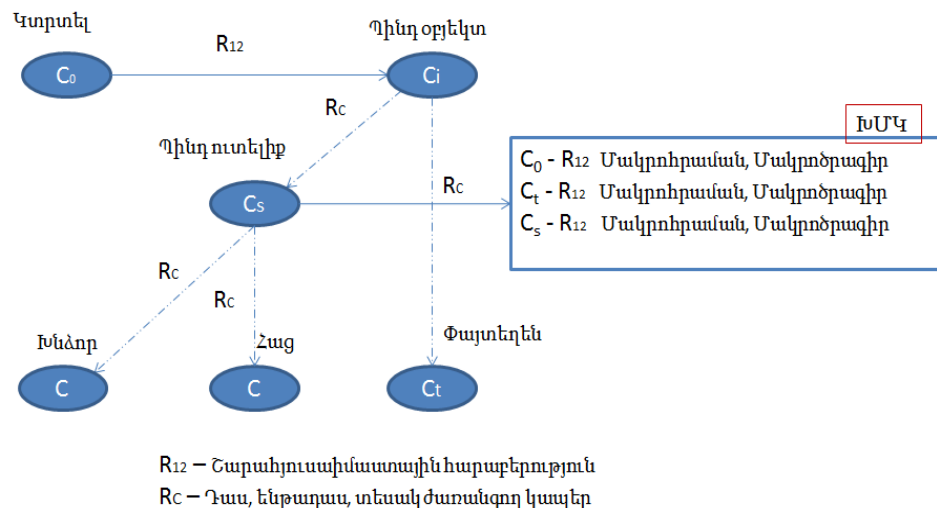
3. Ռոբոտի գործունեության տիրույթում օբյեկտների տեղաբաշխումը ճշգրտող հրահանգներ: Այս հրահանգները ինտերպրետացնող robot-c-ի ֆունկցիաները իրենց կատարման ընթացքում ոչ միայն գործարկում են ռոբոտի սենսորային տվիչները, այլև ՏԲԿՀ-ի օպերատորներով գրանցում են կոորդինատների չափման արդյունքները ԳԲ-ի թափանցիկ շերտերում:

4. Քանակական պարամետրերի օպտիմալ արժեքների որոշման և օպտիմալ լուծումների որոնման հրահանգներ:

Աշխատանքում առաջարկվում է ԳԲ-ի իմաստային ցանցի սինթեզման փուլում օգտագործել կազմակերպչական նոր միավորներ՝ բայերի խնդրառական մասնավոր կապեր(ԽՄԿ) և մակրոծրագրերի տեքստեր: Այս նոր կապը (ԽՄԿ-ն) տեղադրվում է գոյականական տիպի մուլտիպլետի մոտ և ցուցում այն բայերը, որոնք նույն պլանով կարող են կատարել գործողություն տվյալ կոնցեպտի բոլոր ստորադաս օբյեկտների նկատմամբ: ԽՄԿ-ն ներկայացնում է եռատարր ցուցակ, որտեղ առաջին տարրը (Co) բայական տիպի այն կոնցեպտն է, որով նշված գործողությունը կարող է կատարվել ԽՄԿ պարունակող կոնցեպտի բոլոր ստորադասների նկատմամբ միննույն կարգով: Երկրորդ տարրը այն շարահյուսական

հարաբերությունն է, որը իմաստավորված է C_0 կոնցեպտի և $ԽՄԿ$ պարունակող կոնցեպտի միջև: Երրորդ տարրը առաջինում նշված C_0 -ի իրականացման այն մակրոծրագիրն է, որը կիրառելի է $ԽՄԿ$ պարունակող կոնցեպտի ստորադասների նկատմամբ:

Օրինակ, նկ. 5-ում «պինդ ուտելիք» կոնցեպտին կցված $ԽՄԿ$ տիպի կազմակերպչական միավորներից մեկը ցուցում է, որ «կտրտել» տիպի գործողությունը կիրառելի է «պինդ ուտելիք» կոնցեպտի բոլոր ստորադասների նկատմամբ, այդ գործողության իրականացման կարգը դրանց բոլորի դեպքում նույնն է և ներկայացվում է տվյալ $ԽՄԿ$ -ում բերված մակրոհրամանով կամ մակրոծրագրով: Ընդ որում, «պինդ ուտելիք» կոնցեպտի բոլոր ստորադասները այդ ծրագրերում հարաբերվելու են C_0 գործողությանը R_{12} շարահյուսական հարաբերությամբ:



Նկ. 5. Մոդիֆիկացված գիտելիքների բազայի հատվածի օրինակ

8. Ռոբոտների գործողությունների պլանավորման բլոկի աշխատանքի կազմակերպումը. Առաջարկվող ԳԲ-ի կազմակերպչական նոր միավորները թույլ են տալիս Նկ. 1-ում բերված ռոբոտների աշխատանքը պլանավորող Բլոկ 3-ը մասնատել առանձին բաղադրիչների, դրանք բաշխել իմաստային ցանցի առանձին հանգույցներում՝ մակրոծրագրերի տեսքով, իսկ կոնկրետ առաջադրանքի կատարման պլանն իրականացնելու համար կազմակերպել այդ առանձին բաղադրիչների կցումը՝ ամբողջական պլան ստանալու համար: Փաստորեն, ստանում ենք դինամիկ կառուցվածքը պլանավորող բլոկ:

Այժմ ցուցադրենք մուտքային հրահանգի իրականացման սխեման նման բաշխված պլանավորիչի առկայության դեպքում:

Մուտքային հրահանգի ձևայնացած տեսքում բերված C_i-ից սկսվում է վեր-
ընթաց շարժում դեպի վերադաս մուլտիպլետների գագաթները: Դրանցից ընտրվում
է այն C_j-ն, որին կա կցված C₀ բայը (գործողությունը) պարունակող ԽՄԿ: ԽՄԿ-ում
բերված մակրոհրահանգի կամ այն իրականացնող մակրոծրագրերում բոլոր C_j-
ները փոխարինվում են C_i-ի կոնկրետ արժեքով: Փաստորեն, իրականացվում են
մակրոհրահանգների տեքստում առկա ձևայնացված պարամետրերի փոխարի-
նումն իրենց փաստացի արժեքներով: Այս տակտում կատարվող մակրոծրագրի
բոլոր բաղադրիչ մակրոհրահանգները դիտարկվում են որպես համակարգի
մուտքին հրահանգիչ օպերատորի կողմից տրված հրահանգ: Նկարագրված
գործընթացն ավարտվում է, երբ նրա ընթացքում հանդիպած բոլոր մակրոհրա-
հանգներն ունենում են հաջող ավարտ:

**9. Ռոբոտի գործողությունների պլանի՝ robot-c-ի ֆունկցիաների ցուցակի
ձևավորում.** Այսպիսով, մուտքային հրահանգը պլանավորելիս ստանում ենք
իմաստային ցանցի հանգույցներով անցնող մի ճանապարհ, որը սկսվում է մուտ-
քային հրահանգում նշված գործողությունը ներկայացնող կոնցեպտով և վերջա-
նում իմաստային ցանցի մեկ այլ հանգույցով, որով ներկայացվող գործողությունն
ավարտին է հասցնում մուտքային հրահանգում դրված նպատակը: Այս ճանա-
պարհի հանգույցներին կցված են մակրոհրահանգներ և մակրոծրագրեր: Նշված
ճանապարհի յուրաքանչյուր հանգույցով անցնելիս անցել ենք նրա գործողու-
թյունն ինտերպրետացնող մակրոհրահանգների շարքով: Արդեն նշել ենք, որ յու-
րաքանչյուր հաջող ավարտով մակրոհրահանգն ունի իրեն կցված robot-c գրա-
դարանի ֆունկցիաների ցուցակը: Այնպես որ օպտիմալ ճանապարհի հանգույց-
ներին համապատասխանող ֆունկցիաների ցուցակների մեխանիկական կցումը
թույլ է տալիս ստանալ որոնելի մուտքային հրահանգի վերջնական պլանը: Փորձը
ցույց տվեց, որ այս պլանը ավելի հարմար է ստանալ օպտիմալ ճանապարհի
որոնման ընթացքում: Ընդ որում, ճանապարհի փակուղային հատվածների հե-
ռացմանը զուգահեռ, պետք է ապահովել robot-c-ով ներկայացված պլանի համա-
պատասխան հատվածների հեռացումը: Այս նպատակով նշված ճանապարհի
հնարավոր ճյուղավորման կետերում պետք է ապահովել հղումներ պլանի
համապատասխան նշիչներով նշված կետերին, որոնք օգտագործվում են պլանի
ճշգրտման ընթացքում: Քանի որ ճանապարհի ճյուղավորման հանգույցների
տեղը ճանապարհը ձևավորելու ընթացքում մնում է անորոշ, ապա նման նշիչներ
դրվում են բոլոր այն կետերում, որտեղ մակրոծրագրերում կատարվում են ծրագրի
կամ հրահանգի արդյունքի հաջողության կամ անհաջողության ծածկագրերի ստու-
գում և պայմանական անցում: Նշված կետերը դիտվում են որպես ճանապարհի
ճյուղավորման կետերի հավակնորդներ:

Եզրակացություն.

1. Ռոբոտի գործողությունների պլանի ձևավորման առաջարկված մեթոդն ապահովում է անկախություն՝ ռոբոտը անմիջապես աշխատեցնող robot-c-ով կազմած ֆունկցիաների գրադարանի պարունակության, ռոբոտի աշխատանքային ենթատիրույթը ներկայացնող իմաստային ցանցի, մակրոհրահանգների և մակրոծրագրերի կազմի միջև: Արդյունքում՝ ՌՀ-ի վրա դրվող պահանջների, ռոբոտի գործունեության տիրույթի փոփոխման դեպքում վերը նշված բաղադրիչների մոդիֆիկացումներն իրականացվում են միմյանցից անկախ, որը փոքրացնում է համակարգի զարգացման վրա ծախսվող ժամանակը և ֆինանսական միջոցները:

2. ԳԲ-ի ձևավորման համար առաջարկված նոր կազմակերպչական միավորները (ԽՄԿ, մակրոծրագիր) թույլ են տալիս ռոբոտի կառավարման համակարգում առկա և նրա աշխատանքները պլանավորող բոլոր մասնատել առանձին բաղադրիչների, դրանք բաշխել ռոբոտատեխնիկական համակարգի ԳԲ-ն ներկայացնող իմաստային ցանցի առանձին հանգույցներում: Այնպես որ առարկայական աշխարհի նոր փոփոխությունների և ՌՀ-ի նկատմամբ նոր պահանջների դեպքում կարիք չի լինում կատարել պլանավորիչի ծրագրային միջոցների մեծ մշակումներ, փոխարենը կատարվում է ԳԲ-ի իմաստային ցանցի մոդիֆիկացիում Վեբ խմբագրիչով: Այդպիսի մոտեցումը թույլ է տալիս անհամեմատ արագացնել և էժանացնել ՌՀ-ի զարգացման աշխատանքները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Gyula Mester.** CLOUD ROBOTICS MODEL, DOI: 10.7906/indec.13.1.1 10 January, 2015.
2. **Jordán S., Haidegger T., Kovács L., Felde I. and Rudas I.** The Rising Prospects of Cloud Robotic Applications, DOI: [10.1109/ICCCyb.2013.6617612](https://doi.org/10.1109/ICCCyb.2013.6617612)/INSPEC Accession Number.13825266, 2013.
3. **Մանուկյան Է.Ս., Մանուկյան Օ.Վ., Մանուկյան Է.Ն.** Ամպային ռոբոտատեխնիկական միջոցների կազմակերպումը ԻՍՄԱ ինտելեկտուալ համակարգի միջոցով// ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2016. - Մաս 1. - էջ 138-144:
4. **Շարաբչյան Ա.Հ., Մանուկյան Է.Ն., Մանուկյան Ա.Ս., Մելիքյան Ա.Ա.** Մեքենայական թարգմանության համակարգերում գիտելիքների բազաների ձևավորման սկզբունքները // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր. - 2011. - Հատոր 64, N3. - էջ 257-264:
5. **Галаган Н.И.** Планирование действий интеллектуальных роботов, ISSN 1028-9763// Математические машины и системы. - 2000. - № 1. - С. 179.

6. Մանուկյան Է.Ն., Շարաբչյան Ա.Հ., Մանուկյան Ա.Ս., Մելիքյան Ա.Ա. Թարգմանչական համակարգերում կոնտեքստ-կախյալ վերլուծություն իրականացնող մետալեզվի մշակումը // ԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր.-Եր., 2013.- Հատոր 66, N2.-էջ 156-162:

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 21.10.2016:

Э.Н. МАНУКЯН, Э.С. МАНУКЯН, О.В. МАНУКЯН

**ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЛАЧНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С
ПОМОЩЬЮ СЕТЕВЫХ БАЗ ЗНАНИЙ**

Рассматривается модификация системы управления базой знаний. База знаний работает в Интернет среде и представляется семантической сетью, что позволяет создать робототехнические системы с облачными технологиями.

Ключевые слова: облачная робототехника, семантическая сеть, база знаний, речевое управление.

E.N. MANUKYAN, E.S. MANUKYAN, O.V. MANUKYAN

**ORGANIZATION OF CLOUD ROBOTIC SYSTEMS WITH NETWORK
KNOWLEDGE BASES**

The modification of the knowledge base management system is considered. The Knowledge Base operates in the Internet environment, and seems to be a semantic network. The use of the modified base to create cloud-based robotic systems is considered.

Keywords: cloud robotics, semantic network, knowledge base, voice activation.