ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Հակոբյան Նաիրի Պարույրի

ՓՈՐՁԱԳԻՏԱԿԱՆ ՄԱՐՏԱՎԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԴԵԿՎԱՏ ՆԵՐԿԱՅԱՑՄԱՆ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԵՎ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ԻՐԱԿԱՆԱՑՈՒՄ

Ե13.04 – «Հաշվողական մեքենաների, համալիրների, համակարգերի և ցանցերի մաթեմատիկական և ծրագրային ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2019

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ НАН РА

Акопян Наири Паруйрович

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ АДЕКВАТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СТРАТЕГИЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04 “Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и сетей”

Ереван – 2019

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայ-ռուսական (սլավոնական) համալսարանում:

Գիտական ղեկավար՝	ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր	Է. Մ. Պողոսյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝	տեխ գիտ. դոկտոր	Հ. Հ. Հարությունյան
	տեխ գիտ. թեկնածու	Մ. Ղ. Գյուրջյան
Առաջատար կազմակերպություն՝	Հայաստանի ամերիկյան համալսարան	

Պաշտպանությունը կայանալու է 2019թ. հուլիսի 15-ին, ժ. 16:00-ին ՀՀ ԳԱԱ Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում գործող թիվ 037 «Ինֆորմատիկա» մասնագիտական խորհրդի նիստում (հասցեն՝ Երևան, 0014, Պ. Սևակի 1):
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԻԱՊԻ գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2019թ. հունիսի 5-ին:

037 մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, ֆիզ.-մաթ. գիտ. դոկտոր Հ. Գ. Սարուխանյան

Тема диссертации утверждена в Российско-армянском (славянском) университете.

Научный руководитель:	доктор физ.-мат. наук	Э. М. Погосян
Официальные оппоненты:	доктор техн. наук	Г. А. Арутюнян
	кандидат техн. наук	М. К. Гюрджян

Ведущая организация: Американский университет Армении

Защита состоится 15-го июля 2019 года, в 16:00, на заседании специализированного совета 037 «Информатика» Института проблем информатики и автоматизации НАН РА по адресу: 0014, г. Ереван, ул. П. Севака 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИА НАН РА.

Автореферат диссертации разослан 5-го июня 2019 г.

Ученый секретарь специализированного совета 037, доктор физ.-мат.наук А. Г. Саруханян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Հետազոտության արդիականությունը

Բազմաթիվ չլուծված կոմբինատոր խնդիրներում առավել արդյունավետ լուծումներ դեռևս տալիս են միայն համապատասխան ոլորտների փորձագետները:

Մենք կենտրոնանում ենք իմացական ֆունկցիաների բնույթի հետազոտության վրա: Այս աշխատանքում ուսումնասիրվում է դրանց կիրառությունը արդիականություն ունեցող կոմբինատոր խնդիրներ ընդգրկող մի դասում (RGT դաս), որոնց լուծումների բազմությունները ներկայացվում են վերարտադրելի խաղային ծառերի տեսքով (RGT):

RGT դասը ներառում է բազմաթիվ կարևոր խնդիրներ՝ համակարգչային ցանցերի պաշտպանությունը հարձակումներից, մրցակցային միջավայրում արդյունավետ կառավարումը և մարքեթինգային ռազմավարության զարգացումը, տարբեր հարձակումներից զինվորական միավորների պաշտպանությունը, հաղորդակցման խնդիրները, համակարգչային ցանցերում անոմալիաների հայտնաբերումը, որոշակի տեսակների ուսուցման եղանակներ, շախմատը և շախմատին նման խաղերը:

Հարց է առաջանում՝ արդյոք հնարավոր է ստեղծել գիտելիքների վրա հիմնված RGT խնդիրների լուծումներ (այսուհետև՝ RGT լուծումներ), որոնք համեմատելի են փորձագետների լուծումների հետ իրենց արդյունավետությամբ: Այլ կերպ ասած, հնարավո՞ր է ստեղծել այնպիսի ծրագրային ապահովումներ (նման ապահովումները հետազոտության շրջանակներում կոչվում են RGT Solvers), որոնք կկարողանան RGT խնդիրներում ադեկվատ մոդելավորել փորձագիտական գիտելիքները:

Ապացուցված է[1], որ RGT խնդիրները բերվում են միմյանց, մասնավորապես՝ որոշակի ստանդարտ RGT խնդրի, օրինակ՝ շախմատի:

Այսպիսով, ներգրավելով RGT Solver-ներում որոշ RGT խնդիրների լուծումներում ստացված լավագույն ձեռքբերումները՝ մենք հնարավորություն ենք ստանում կիրառելու դրանք ցանկացած RGT խնդրում:

Նախկինում կատարվել են Solver-ների հետազոտություններ և ծրագրային իրականացումներ[2], որոնցում մոդելավորվել են որոշակի փորձագիտական գիտելիքները:

Շենոնի (Shannon) և նրա հետևորդների առաջարկած շախմատային ալգորիթմներում, ինչպես նաև ժամանակակից շախմատային շարժիչների ալգորիթմներում, շախմատի գիտելիքի էությունը բնութագրվում է պարամետրերով, մինչդեռ, դիտարկվող RGT խնդիրների իրավիճակների կոմբինատոր բնույթը սկզբունքորեն

---

[1] E. Pogossian, "Combinatorial game models for security systems", in NATO ARW on Security and Embedded Systems, Patras, Greece, 2005, pp. 8-17.

[2] S. Grigoryan, “Research and development of algorithms and programs of knowledge and their effective application to resistance problems”, PhD, Yerevan, Armenia (2016), 111 p.

չի կարող ադեկվատ կերպով ներկայացվել պարամետրերի միջոցով, ինչպես դաքնարկվել է Բոտվիննիկի (Botvinnik) աշխատանքներում[3]:

Մյուս կողմից, RGT իրավիճակներում (RGT խնդիրների ներկայացման իրավիճակներ՝ շախմատի համար դատրված շախմատային դիրքն է) կարող են ի հայտ գալ որոշակի անձնավորված դասակարգիչներ, որոնք որոշ ճշգրտությամբ նկարագրվում են պարամետրերով, սակայն առհասարակ չեն կարող նկարագրվել առանց դրանց: Շախմատում նման դասակարգչի օրինակ է «թույլ դաշտը»:

Այսպիսով, RGT Solver-ները, համեմատած նմանատիպ համակարգերի հետ, ունեն որոշ առավելություններ:

- RGT Solver-ները լիովին հիմնված են գիտելիքների վրա, մինչդեռ, օրինակ, շախմատային շարժիչներում (օրինակ՝ Stockfish[4], Komodo[5]), գիտելիքները տեղ-տեղ չեն ներկայացվում որպես առանձին հասկացություններ, այլ ինտեգրված են ծրագրի պարամետրերի մեջ:
- RGT Solver-ներում կարևոր է, հնարավորության դեպքում, տվյալ խնդիրներում փոքր թվով իրավիճակների դիտարկումը, ինչը զգալիորեն նվազեցնում է հատարկման կիրառումը և, հետևաբար, ավելի ռեսուրսախնայողական է:
- RGT Solver-ներում կիրառվող մոտեցումները խնդրի լուծումների հարցում ավելի մոտ են մարդկային մոտեցմանը, ինչը առավելություն է, քանի որ այդ խնդիրների ամենաարդյունավետ լուծումները դեռևս առաջարկվում են փորձագետների կողմից:
- RGT Solver-ները, ի տարբերություն փորձագիտական համակարգերի մեծամասնության, չեն կենտրոնանում որոշակի խնդրի լուծման վրա: Համակարգը հարմար է RGT դասի յուրաքանչյուր խնդրի լուծման համար՝ անհրաժեշտ է այդ խնդրի գիտելիքների յուրացման իրականացումը ոլորտի փորձագետների օգնությամբ:

Այսպիսով, RGT լուծումներում մենք հետևում ենք Բոտվիննիկի, Պիտրատի (Pitrat), Ուիլկինսի (Wilkins), Զադեի (Zade) եւ SOAR ծրագրի հետազոտական ուղղություններին և 1957 թ.-ից Հայաստանի Գիտությունների ակադեմիայի Ինֆորմատիկայի եւ ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտում բարեհաջող կատարվող հետազոտություններին, մասնավորապես՝ իմացական ալգորիթմների և մոդելների լաբորատորիայի հետազոտություններին, որոնք ներառում են արհեստական բանականության ոլորտի տարբեր ուսումնասիրություններ և նպատակաուղղված են կոմբինատոր խնդիրների լուծումներում մարդու մոտեցումների կառուցողական և կանոնավոր մոդելների կառուցմանը:

---

[3] М. Ботвинник, “О решении неточных переборных задач”, Москва, Кибернетика, Советское Радио, 1979, 152 стр.

[4] [Online]. Web Resource for Stockfish Chess Engine Available: https://stockfishchess.org/.

[5] [Online]. Web Resource for Komodo Chess Engine Available: https://komodochess.com/.

Այս ոլորտում կան հետազոտության տարբեր ուղղություններ, օրինակ՝ մեքենայական ուսուցման մեթոդները, մասնավորապես՝ նեյրոնային ցանցերը, որոնք կենտրոնանում են մարդու ուղեղի կենսաբանական բնույթի մոդելավորման վրա:

Վերոնշյալ ոլորտները հիմնված են փորձագիտական մոտեցումների մոդելավորման վրա, ներառյալ՝

- իրավիճակին համապատասխանեցման ալգորիթմներ՝ հիմնված գիտելիքների վրա,
- գիտելիքների ճանաչման ալգորիթմներ,
- ոչ հստակ տրամաբանություն և ոչ հստակ բազմություններ,
- գիտելիքների վրա հիմնված որոշումների կայացման ալգորիթմներ:

Mental Doings[6]-ի տեսությունը ապահովում է տարբեր իմացական ֆունկցիաների (ինչպիսիք են դասակարգումը, բացատրությունը և այլն) կառուցողական և ադեկվատ մոդելների ձևավորման եղանակներ:

Այս աշխատանքում առաջարկվում է RGT Solver18 գիտելիքահենք համակարգի իրականացումը, որը կարող է կիրառել այդ իմացական ֆունկցիաները:

RGT Solver18-ը փորձագետներին թույլ է տալիս գիտելիքներ ներմուծել (դասակարգիչների տեսքով), և դա դիտարկվում է որպես գիտելիքներ ձեռք բերելու ունակություն: Այնուհետև, կիրառելով ձեռքբերված դասակարգիչները, համակարգը կատարում է տարբեր իրավիճակների (որոնց ներմուծումը համակարգ առանձին դիտարկվող խնդիր է) համապատասխանեցումը այդ դասակարգիչներին: Solver18-ը իրականացվում է սիստեմիկ դասակարգման հիման վրա, որը ադեկվատ է մարդկային մոտեցմանը:

Մոդելավորման, դասակարգիչների ընկալման, ինչպես նաև դրանց համապատասխանեցման առումով, Solver-ների նախկին տարբերակներում առկա են որոշակի թերություններ, մասնավորապես՝

- որոշ դասակարգիչներ ինտեգրված են որպես անկախ միավորներ (կապված չեն այլ գիտելիքների/դասակարգիչների հետ), սակայն մենք նպատակ ունենք ապահովել բոլոր գիտելիքների կապակցվածությունը,
- որոշակի տեսակի գիտելիքներ անհնար է ավելացնել, օրինակ, դինամիկություն ունեցող գիտելիքներ (դինամիկ գիտելիքներ),
- գիտելիքների ընկալման ժամանակ գործողությունները (actions) կապված չեն գործողություն կատարողի (actors) հետ, ինչը հակասում է մարդկային մոտեցմանը,
- որոշ այլ տեխնիկական թերություններ:

[6] E. Pogossian, “Constructing adequate mental models”, Transactions of IIAP NAS RA, Mathematical Problems of Computer Sciences, vol. 50, pp. 35-51 (2018).

Տարբեր խնդիրներում իրավիճակների բնական ներկայացումները տարբեր են, իսկ բնական իրավիճակների փոխակերպումը ծրագրային ներկայացման լայնորեն քննարկվող հետազոտական թեմա է, որտեղ լուծումները հաճախ տրվում են մեքենայական ուսուցման մեթոդներով: Մեր հետազոտության մեջ նույնպես անդրադառնում ենք այս խնդրին՝ մեքենայական ուսուցման մեթոդների միջոցով RGT դասի որոշ խնդիրների համար իրավիճակի բնական ներկայացման փոխակերպմանը դեպի սիմվոլիկ ներկայացում:

RGT Solver-ներում առկա են բազմաթիվ բաց խնդիրներ, որոնցից որոշները կուսումնասիրվեն այս աշխատանքում, ինչպես նաև կառաջարկվեն դրանց լուծումները:

Հետազոտության նպատակները

1. RGT Solver18-ում սիստեմիկ դասակարգիչների մոդելավորում և դրանց ձեռքբերման ալգորիթմների ներկայացում:
2. Սիստեմիկ դասակարգիչներին համապատասխանեցման ալգորիթմների մշակում:
3. Ոչ հստակ տրամաբանության և ցուցադրված օրինակների միջոցով անձնավորված սիստեմիկ դասակարգիչների ադեկվատության բարելավում:
4. Նեյրոնային ցանցերի ուսուցման միջոցով իրական իրավիճակներից սիմվոլիկ ներկայացման կանոնավոր փոխակերպման համակարգի մշակում:
5. Փորձարկումների միջոցով ներկայացված դասակարգիչների ընկալման և իրավիճակում դրանց համապատասխանեցման ալգորիթմների ադեկվատության ցուցադրություն:

Հետազոտության առարկաները

Հետազոտության առարկաներն են Mental Doings-ի տեսությունը, RGT Solver-ները, պատկերների դասակարգումը և պատկերներում օբյեկտների ճանաչումը, ալգորիթմները, ոչ հստակ տրամաբանությունը:

Հետազոտության մեթոդները

Հետազոտության մեթոդները հիմնված են սիստեմիկ դասակարգիչների, նեյրոնային ցանցերի, ծրագրավորման լեզուների (C++, Python), գիտելիքահենք փորձագիտական համակարգերի, իմացական համակարգերի վրա:

Գիտական նորույթը

1. Իրականացվել է սիստեմիկ դասակարգիչների մոդելավորումը:
2. Մշակվել են սիստեմիկ դասակարգիչների ընկալման/ձեռքբերման և դրանց համապատասխանեցման ալգորիթմները:
3. Կատարվել են փորձարկումներ՝ որպես վերոնշյալ մոդելների ադեկվատության ցուցադրություն:

4. Ոչ հստակ տրամաբանության եւ կուտակված փորձի միջոցով ներկայացվել է անձնավորված դասակարգիչների որոշակի տիպի ինտեգրումը RGT Solver18-ին, բարելավվել է այդպիսի դասակարգիչների ադեկվատությունը:
5. Նեյրոնային ցանցերի միջոցով մշակվել է պատկերներից սիմվոլիկ ներկայացում կանոնավոր փոխակերպման համակարգ, և այն ինտեգրվել է RGT Solver18-ին:

Կիրառական նշանակությունը

1. RGT դասը ներառում է գործնական խնդիրների մեծ խումբ: Մշակված փորձագիտական գիտելիքների ներկայացման մոդելները, ինչպես նաեւ համապատասխանեցման ալգորիթմները և ռազմավարության որոնման մեթոդները կարող են օգտագործվել RGT դասի ցանկացած խնդրի համար՝ որոշումների կայացման նպատակով:
2. Աշխատանքի արդյունքները կիրառելի են ռազմական միավորների/միջոցների հայտնաբերման եւ ստացված իրավիճակներում լավագույն հակազդեցությունների (հարձակում, նահանջ, հետազոտություն եւ այլն) ընտրման արդիական խնդիրներում՝ անօդաչու թռչող սարքերի եւ դրանցից ստացված պատկերների միջոցով:

Ներդրում

RGT Solver18-ը կիրառվել է UCOM LLC ընկերությունում հաճախորդների սպասարկման ռազմավարության վերլուծության համար՝ հիմնված ոլորտի փորձագետների գիտելիքների վրա: Ծրագրային ապահովումը ներկա պահին ներառում է գիտելիքների ընկալումը որպես սիստեմիկ դասակարգիչներ և իրավիճակների (օգտատերերի տվյալների) համապատասխանեցումը այդ դասակարգիչներին: Ռազմավարության որոնման ալգորիթմները ուսումնասիրվում են ներկայումս:

Պաշտպանության են ներկայացվում հետևյալ դրույթները

1. RGT փորձագիտական գիտելիքների ներկայացման կառուցվածքներն ու մոդելները, ինչպես նաև սիստեմիկ դասակարգիչների ձեռքբերումն ու դրանց համապատասխանեցման ալգորիթմները:
2. Որոշ անձնավորված դասակարգիչների ինտեգրում RGT Solver18-ին և դասակարգիչների ադեկվատության բարելավում ոչ հստակ տրամաբանության և օրինակների միջոցով:
3. Նեյրոնային ցանցերի միջոցով իրավիճակի բնական ներկայացումը RGT Solver18-ին ընդունելի ձևաչափի փոխակերպող համակարգի իրականացում:

Աշխատանքի արդյունքները ներկայացվել են

1. Հայ-ռուսական համալսարանի ամենամյա գիտաժողովին, Երևան, 2016, դեկտեմբեր:

2. Հայ-ռուսական համալսարանի սեմինարին, Երևան, 2019, ապրիլի 23:
3. Ավարտական որակավորման աշխատանքի պաշտպանությանը, ՀՌՀ, Երևան, 2019, ապրիլի 25:
4. Computer Science and Information Technologies միջազգային գիտաժողովին, Ինֆորմատիկայի և ավտոմատացման պրոբլեմների ինստիտուտ, Երևան, 2017, սեպտեմբերի 25-29:

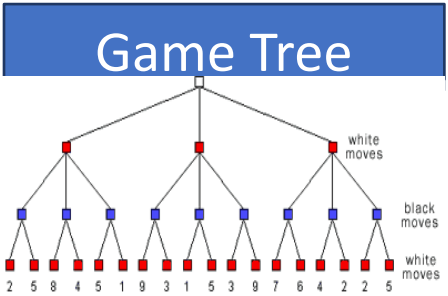
Հրապարակումները

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները հրապարակված են հետևյալ աշխատություններում [1-6]:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածական գլուխը նկարագրում է աշխատանքի արդիականությունը, նպատակները, գիտական նորույթը, գործնական արժեքը և կիրառությունը:

Գլուխ 1-ը նվիրված է ուսումնասիրվող խնդիրների ընդհանուր քննարկմանը: Աշխատանքը կենտրոնացած է մի շարք մեթոդների վրա, ինչպիսիք են սիստեմիկ դասակարգիչները, փորձագիտական համակարգերը, նեյրոնային ցանցերը, ոչ հստակ տրամաբանությունը և այլն: Այս գլխում մենք քննարկում ենք աշխարհում այս մեթոդների ժամանակակից (state-of-the-art) հետազոտությունների արդյունքներն ու նվաճումները, մասնավորապես՝ մեր հետազոտության խնդիրների (շախմատի և ռազմադաշտի խնդիրների) ոլորտում:



Նկար 1. Խաղային ծառ

Բաժին 1.1-ում քննարկվում են օպտիմալ ռազմավարության (ստրատեգիաների) ապահովման խնդիրները (OSP), մասնավորապես՝ RGT դասի խնդիրները: RGT դասը նկարագրում է այն խնդիրները, որոնց լուծումը ներկայացվում է վերարտադրելի խաղային ծառերի (RGT - Reproducible Game Trees) տեսքով:

Ինչպես նկարագրված է *1.1.1 ենթաբաժնում*, RGT դասի խնդիրների համար կան հետևյալ պահանջները.

ա) փոխազդող դերակատարների (խաղացողներ, մրցակիցներ և այլն) առկայություն, որոնք կատարում են

բ) որոշակի սահմանված գործողություններ

գ) որոշակի ժամանակահատվածներում և

դ) իրավիճակների որոշ տեսակներում:

Որոշ իրավիճակներ սահմանվում են որպես նպատակային կոնկրետ մասնակցի համար: Իրավիճակների համախումբը խաղային ծառ է (նկար 1), որի հանգույցները իրավիճակներն են, իսկ կողերը՝ փոխազդող կողմերի՝ իրավիճակը փոխակերպող համապատասխան գործողությունները:

1.1.2 ենթաբաժնում ներկայացված են այս դասի եւ Solvers ծրագրային ապահովումների կիրառությունները, մասնավորապես՝ շախմատի, հարձակումների դեմ ցանցի պաշտպանության և տարբեր տեսակի հարձակումների դեմ միավոր նավի պաշտպանության խնդիրները:

Բաժին 1.2-ում ուսումնասիրվում են գիտելիքահենք փորձագիտական համակարգերը, մասնավորապես՝ օրինակները, նվաճումները և այլն: Մասնավորապես՝ *1.2.1 ենթաբաժնում* քննարկվում են շախմատային համակարգերը (Stockfish, Komodo): RGT Solver-ները նույնպես գիտելիքահենք փորձագիտական համակարգեր են, ուստի դրանց ձեռքբերումները ներկայացվում են *1.2.2 ենթաբաժնում*:

Քանի որ RGT Solver18-ի իրականացումը հիմնված է Mental Doings-ի տեսության վրա, **1.3 բաժնում** ներկայացվում են այդ տեսության հիմք հանդիսացող սիստեմիկ մոտեցումը և սիստեմիկ դասակարգիչները: Ներկայացվում են պնդումներ, ինչպես նաեւ որոշակի հասկացությունների սահմանումներ՝ mdoers, msystems և այլն: Մասնավորապես՝ *1.3.1 և 1.3.2 ենթաբաժիններում* նկարագրում ենք տեսական մասերը և որոշ տեխնիկական բաղկացուցիչներ քննարկում ենք *1.3.3 ենթաբաժնում*:

Այստեղ նաև ներկայացնում ենք համապատասխանության ալգորիթմների (ներառյալ վիրտուալ համապատասխանեցումը), դասակարգիչների տարբեր տեսակների, պլանների և նպատակների որոշ հիմնական նկարագրություններ:

Բաժին 1.4-ում քննարկվում են մեքենայական ուսուցման մեթոդները՝ պարամետրիկ, ոչ պարամետրիկ: Քննարկվում են մեթոդների կառուցվածքը, ձեռքբերումները, առավելությունները և թերությունները: *1.4.3 ենթաբաժնում* հատուկ ուշադրություն է դարձվում նեյրոնային ցանցերին: 1.4.3.1.1 ենթակետում քննարկում ենք նեյրոնային ցանցերի և մեքենաների ուսուցման այլ մեթոդներով շախմատի ոլորտում ձեռք բերված նվաճումները, մասնավորապես՝ շախմատային տախտակների հայտնաբերման և շախմատային խաղաքարերի դասակարգման խնդիրներում: Քննարկվում են արդյունքները, մոդելների ճշգրտությունը և հիմնական թերությունները, որոնցից ամենատարածվածը կախվածությունն է տախտակի և խաղաքարերի կառուցվածքից: 1.4.3.1.2 ենթակետում քննարկվում են ռազմական նշանակության խնդիրներում նմանատիպ խնդիրների (հակառակորդի ռազմական միջոցների հայտնաբերում և դասակարգում) առկալուծումները:

1.4.4 ենթաբաժնում նկարագրված են տվյալների աուգմենտացիայի մեթոդները, որոնք նախատեսված են տվյալների որակական բարելավման և ինչ-որ իմաստով նաև տվյալների քանակական ավելացման համար:

Մեր նպատակներից մեկը անձնավորված դասակարգիչների ադեկվատության բարելավումն է: Դա անելու համար օգտագործում ենք ոչ հստակ տրամաբանություն և **1.5 բաժնում** քննարկում ենք, թե ինչ է ոչ հստակ տրամաբանությունը և որտեղ է օգտագործվում: Քննարկվում են նաև շախմատում ոչ հստակ տրամաբանության կիրառությունները:

1.6-րդ և 1.7-րդ բաժինները ներկայացնում են այս գլխի եզրակացությունը եւ աշխատանքի ընդհանուր նպատակների կարճ ձեւակերպումները՝ 1. իրավիճակների փոխակերպում՝ պատկերներից սիմվոլիկ ներկայացման, 2. սիստեմիկ դասակարգիչների մոդելավորում, համակարգի կողմից դրանց ընկալում և իրավիճակներին դրանց համապատասխանեցման ալգորիթմներ, 3. ոչ հստակ տրամաբանության և ցուցադրված օրինակների միջոցով անձնավորված դասակարգիչների ադեկվատության բարելավում:

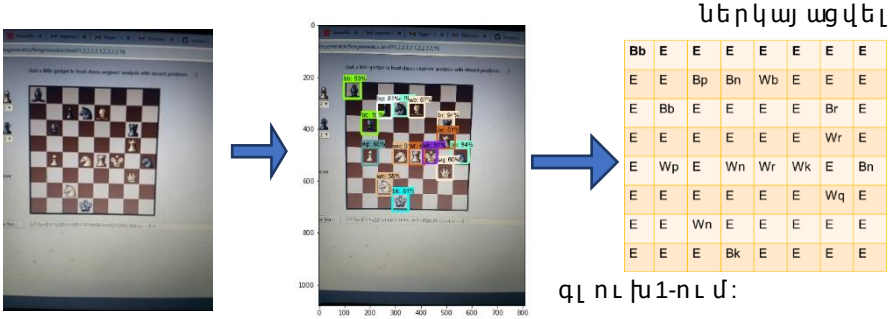
Իրավիճակի վերամշակումը Solver-ների գործընթացի մի մասն է: Solver-ների նախորդ տարբերակներում առաջին շերտը (սենսորները) իրավիճակի սիմվոլիկ ներմուծումն է, որը իրականացվում է փորձագետների/ծրագրավորողների կողմից և անբարենպաստ է, քանի

որ տարբերվում է իրավիճակների բնական ներկայացումից և լրացուցիչ բարդություններ է առաջացնում:

Գլուխ 2-ում նպատակ ունենք լուծում գտնել այս խնդրին՝ կենտրոնանալով իրավիճակների ներկայացման և RGT Solver-ում դրանց փոխակերպման վրա: Գլխում նկարագրում ենք պատկերներից Solver փոխակերպման համար մեր առաջարկած ալգորիթմները և ծրագրային իրականացումները:

Այս նպատակի համար առաջարկվում է երկու ալգորիթմ. առաջինը (այսուհետև՝ Simple algorithm) ներառում է իրավիճակի հայտնաբերումը (շախմատային դիրք), դրա բաժանումը հավասար մասերի (դաշտերի) և յուրաքանչյուր դաշտի դասակարգումը կամ որպես դատարկ դաշտի, կամ որպես որևէ խաղաքարի (կախված գույնից և տեսակից): Երկրորդ ալգորիթմը (այսուհետև՝ Enhanced algorithm) ներառում է պատկերից օբյեկտների (խաղաքարերի) հայտնաբերում, դրանց միջև եղած հեռավորությունների ըմբռնում՝ ըստ կոորդինատների, դրանց միջև եղած դատարկ դաշտերի լրացում և տախտակի ընդլայնում՝ ըստ բացակայող տողերի և սյուների: Ալգորիթմները մանրամասն նկարագրված են **2.1** (Simple) և **2.2** (Enhanced) **բաժիններում:**

Բաժին 2.1-ում նկարագրված ալգորիթմը մշակելու համար նախ հավաքվել է տարբեր ձևերի խաղաքարերի պատկերների տվյալների հավաքածու, և դրա հիման վրա ուսուցանել ենք նեյրոնային ցանց՝ VGG7 նեյրոնային ցանցի նմանությամբ: Մոդելի ճշգրտությունը կազմում է մոտ 97%, և ավելի ունիվերսալ է (մոդելը կանվանենք ունիվերսալ, եթե ընդունակ է տարբերել նույն խաղաքարի տարբեր կառուցվածքները) քան հայտնի մոդելների մեծ մասը, որ ներկայացվել է գլուխ1-ում:



Նկար 2. Enhanced ալգորիթմի աշխատանքի օրինակ

Բաժին 2.2-ում ներկայացված ալգորիթմը (նկար 2-ում ներկայացված է օրինակ) ներառում է հետևյալ քայլերը:

1. Պատկերում շախմատային խաղաքարերի հայտնաբերում (ենթաբաժին 2.2.1) նեյրոնային ցանցերի օգնությամբ

[7] Simonyan, Karen & Zisserman, Andrew. (2014). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv 1409.1556.

(քայլերը նման են 2.1 բաժնի համապատասխան քայլերին, MobileNet SSD[8] ընտրվել է որպես ուսուցանվող մոդել):

2. Ստացված խաղաքարերի կոորդինատների համեմատություն (2.2.2 ենթաբաժին):
3. Նախնական տախտակի կառուցում (ենթաբաժին 2.2.3):
4. Բացակայող տողերով և/կամ սյուներով նախնական տախտակի լրացում (ենթաբաժին 2.2.4):

2.2.5 ենթաբաժնում տրված է առաջարկված մեթոդների և այլ հայտնի մեթոդների արդյունքների համեմատությունը: Արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Բաժին 2.3-ում մանրամասն նկարագրվում է երկրորդ ալգորիթմի գործողության երկու օրինակ, որտեղ առաջին օրինակի համար բավարար են ալգորիթմի առաջին երեք քայլերը, սակայն երկրորդ օրինակի համար չորրորդ քայլը պարտադիր է:

```
[{"cx": 0, "cy": 0, "fc": 2, "ft": 4},
{"cx": 0, "cy": 1, "fc": 2, "ft": 3},
{"cx": 0, "cy": 2, "fc": 0, "ft": 0},
{"cx": 0, "cy": 3, "fc": 0, "ft": 0},
{"cx": 0, "cy": 4, "fc": 0, "ft": 0},
{"cx": 0, "cy": 5, "fc": 2, "ft": 4},
{"cx": 0, "cy": 6, "fc": 2, "ft": 6},
{"cx": 0, "cy": 7, "fc": 0, "ft": 0},
{"cx": 1, "cy": 0, "fc": 0, "ft": 0},
{"cx": 1, "cy": 1, "fc": 2, "ft": 2},
...]
```

Նկար 3. Իրավիճակի սիմվոլային ներկայացումը Solver

Բաժին 2.4-ը վերաբերում է RGT Solver-ում մոդելների՝ որպես պատկերների ներմուծման ինտերֆեյս օգտագործմանը:

Որպես իրավիճակի մուտքային տվյալներ Solver-ը ստանում է 64 տարրից բաղկացած JSON զանգված (օրինակը նկարագրված է նկար 3-ում), որոնցից յուրաքանչյուրը վերաբերում է կոնկրետ դաշտի և պարունակում է նուկլեար (նուկլեար և այլ դասակարգիչները մանրամասնորեն կներկայացվեն 3-րդ գլխում) դասակարգիչների արժեքները: Օրինակ, պատկեր 3-ում տրված զանգվածի առաջին տարրը համապատասխանում է (0;0) կոորդինատներով դաշտին, որը համապատասխանում է a8 դաշտին, այդ դաշտում առկա խաղաքարի գույնը սև է (2), իսկ խաղաքարի տեսակը՝ նավակ (4): Արդյունքում շախմատային իրավիճակը բերված է Solver-ին ընդունելի ձևաչափի, և սկսվում է սիստեմիկ դասակարգիչների մշակումը:

Բաժին 2.5-ում նկարագրում ենք շախմատի և ռազմական խնդիրների զուգահեռները, վերոնշյալ ձեռքբերումների հնարավոր կիրառությունները ռազմական խնդիրներում, ինչպես նաև

Criterion	**Simple Algorithm**	**Enhanced Algorithm**	*Chessify*	*Chess ID*	*ChessVision*
Accuracy	97.3 %	95.1 %	Unknown (high)	99 %	85 %
Universalization	Yes	Yes	Yes	No	No
Open-Source	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Costly Training	No	Yes	Unknown	Yes	No
Board Detection Technique	None	Custom	Unknown	openCV	Custom (needs marking)

Աղյուսակ 1. Մեթոդների համեմատություն

[8] Wei Liu, Dragomir Anguelov , Dumitru Erhan , Christian Szegedy , Scott Reed , Cheng-Yang Fu , Alexander C. Berg, SSD: Single Shot MultiBox Detector, ECCV, 2016.

դիտարկում ենք այդ հարցում առաջացող որոշ դժվարություններ: Այս գլխում ներկայացված մոդելի հնարավոր կիրառության ուսումնասիրությունը ռազմական խնդիրներում, ներառյալ տվյալների հավաքագրումը՝ դրանց վրա նշված իրավիճակներով և ռազմական միավորներով (տանկեր, հրթիռներ և այլն), մոդելի կառուցումը և նկարագրված դժվարությունների հնարավոր լուծումների հայտնաբերումը, հետագա հետազոտությունների մաս է կազմում:

<u>Գլուխ 3-ում</u> քննարկվում է սիստեմիկ դասակարգիչների ծրագրային իրականացումը, ներառյալ դրանց ընկալումն ու համապատասխանեցումը:

3.1 բաժնում քննարկում ենք սիստեմիկ դասակարգիչների բոլոր տեսակների մոդելավորումը: Սիստեմիկ դասակարգիչների տիպերը հետևյալն են՝ նուկլեար, մինիմալ, բաղադրյալ, բազմություններ, գործողություններ, դինամիկ, նպատակներ, պլաններ (վերջիններս միջոց են ներկայացնելու փորձագիտական ստրատեգիաները): Այս բաժնում նաև ցույց ենք տալիս «շախ» դասակարգչի օրինակով սիստեմիկ դասակարգիչների կառուցումը:

Բաժին 3.2-ում քննարկում ենք համակարգի միջոցով սիստեմիկ դասակարգիչների ընկալումը: Փորձագետը կարող է պարբերաբար փոխանցել իր գիտելիքները/դասակարգիչները Solver-ին: Գիտելիքը փոխանցվում է Solver-ին JSON ձևաչափով, որը ներառում է դասակարգչի նույնացուցիչը (ID), տեսակը, հնարավոր ծնողի ID-ն, նրա ատրիբուտները, գործողությունները (եթե առկա են) և այլն (պատկեր 4):

```
MinClassifier* NetworkManager::createMinimalNode(const
QJsonObject& nodeJson)
{
    QString id;
    if (!nodeJson.contains(idKey)) {
        ...
    }

    MinClassifier* parent = Q_NULLPTR;
    QString parentName;
    if (nodeJson.contains(parentKey) && !(parentName = nodeJson
[parentKey].toString()).isEmpty()) {
        ...
    }

    MinClassifier* minimalNode = new MinClassifier(id, parent);

    if (nodeJson.contains(negatedKey)) {
        minimalNode->setNegated(nodeJson[negatedKey].toBool());
    }

    if (!nodeJson.contains(attributesKey)) {
        qDebug() << "not contained attributes field in
minClassifier json";
    } else {
        QJsonArray attributesJson = nodeJson
[attributesKey].toArray();
        foreach (const auto& attributeJson, attributesJson) {
            Classifier* attribute = createNuclearNode
(attributeJson.toObject());
            if (attribute) {
                minimalNode->addMinClassifierAttribute
(attribute);
                if (attribute->isAbstract() && !attribute->
isUsage() && !minimalNode->isAbstract()) {
                    minimalNode->setAbstract(true);
                } } } }

    if (!m_library->saveMinClassifier(minimalNode)) {
        qDebug() << "min Classifier was not saved";
        return Q_NULLPTR;
    }
    minimalNode->initNode();
    return minimalNode;
}
```

Նկար 4. Մինիմալ դասակարգչի կառուցումը

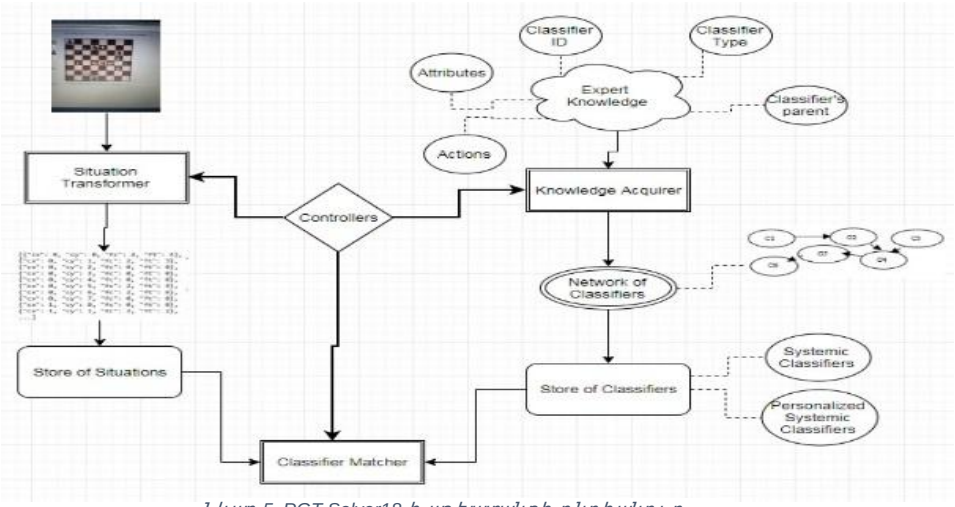
Բաժին 3.3-ում քննարկվում են սիստեմիկ դասակարգիչների համապատասխանեցման ալգորիթմները, որոնք ներառում են ընդհանուր համապատասխանեցում (նուկլեար, մինիմալ և մյուս տեսակի դասակարգիչներին համապատասխանեցում) և մեկ դասակարգչի համապատասխանեցում, որը ներառում է ժխտման համապատասխանեցում:

Բաժին 3.4-ում ցույց ենք տալիս տարբեր տեսակի դասակարգիչների վրա հիմնված գիտելիքների ընկալման

օրինակներ, ինչպես նաև «մատ» բաղադրյալ սիստեմիկ դասակարգչի համար ցույց ենք տալիս համապատասխանեցման ալգորիթմը: Մենք սահմանում ենք «մատ»-ը հետևյալ ատրիբուտներով.

- «շախ»՝ բաղադրյալ դասակարգիչ,
- «արքան չունի քայլ»՝ դինամիկ դասակարգիչ,
- «արքան չունի պաշտպանություն»՝ դինամիկ դասակարգիչ:

Վերոնշյալ դասակարգիչներից յուրաքանչյուրի համար ներկայացնում ենք համապատասխանեցման ալգորիթմը և բաժնի վերջում տալիս ենք «մատ» դասակարգչին համապատասխանության ամբողջական ընթացքը:



Նկար 5. RGT Solver18-ի աշխատանքի ընդհանուր սխեմա

RGT Solver18-ում հաջողությամբ իրականացված է ոչ սուբյեկտիվ դասակարգիչների մոդելավորումը, սակայն անձնավորված գաղափարների մեծ մասը համակարգում չի կարող ադեկվատ կերպով մոդելավորվել: Մենք ձգտում ենք բարելավել անձնավորված սիստեմիկ դասակարգիչների ադեկվատությունը և այդ նպատակով օգտագործել ենք ոչ հստակ տրամաբանության մեթոդներ և փորձագետների առաջարկած օրինակներ: Այս մասին նկարագրված է ***4-րդ գլխում***:

4.1 բաժինը ոչ հստակ տրամաբանության միջոցով ներկայացնում է «հարձակում թույլ դաշտի վրա» սուբյեկտիվ շախմատային հասկացության ֆորմալիզացումը: Վերոնշյալ հասկացությունը պարունակում է երեք գաղափար՝ «թույլ դաշտ», «հարձակման վտանգի տակ գտնվող դաշտ», «կապ»: Այս հասկացությունները վերլուծելու համար օգտագործվում է ոչ հստակ տրամաբանության մաթեմատիկական ապարատը և ներկայացվում են «թույլ դաշտի» համակարգչային ու մարդկային գնահատականների ընդունելի


```
{
  "id":"",
  "type":"compositeClassifier",
  "parent":"",
  "attributes":[
  ],
  "parameters":[
    {
      "id":"id1",
      "operation":"",
      "attribute":"",
      "filterList":[
      ]
    }
  ]
}
```

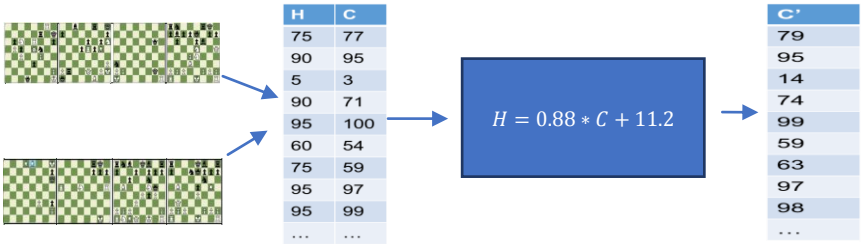

Նկար 6. Պարամետրիկ դասակարգչի ձեռքբերումը համակարգի միջոցով

համեմատություններ: Բաժինը սկսվում է հասկացությունների սահմանումներով, շարունակվում է ոչ հստակ մոդելների կառուցմամբ, փորձերի և մարդկային գնահատականների հետ համեմատությամբ:

4.2 բաժնում ներկայացվում է ոչ հստակ դասակարգիչների մոդելավորումը RGT Solver18-ում: Նախկինում Solver-ները ներառում էին անձնավորված գիտելիքների որոշ տեսակներ, ինչպիսիք են նպատակները և պլանները: Այժմ մենք ուշադրություն ենք դարձնում անձնավորված դասակարգիչների ընկալմանը և դրանց համապատասխանեցմանը՝ ոչ հստակ տրամաբանությամբ և օրինակների միջոցով:

Մենք մշակում և քննարկում ենք հետևյալ բաղկացուցիչները:

- Ոչ հստակ նուկլեար դասակարգիչներ (օրինակ՝ ֆիգուրի նոմինալ արժեքը) (*4.2.1 ենթագլուխ*):
- «Պարամետրեր» մեթոդների ինտեգրումը դասակարգիչներում (*4.2.2 ենթագլուխ*): Նկար 6-ում ներկայացված է «պարամետրերով դասակարգչի» ընկալման ձևաչափը:
- Ոչ հստակ (fuzzy) դասակարգիչների ներդրումը (*4.2.3 ենթագլուխ*):
- Օրինակների և գծային ռեգրեսիայի միջոցով դասակարգիչների կատարելագործում (*4.2.4 ենթագլուխ*): Նկար 7-ը ցույց է տալիս այս մեթոդով դասակարգիչների համապատասխանության բարելավման ալգորիթմի արտացոլումը: Նախ, օրինակները ցուցադրվում են փորձագետին և համակարգչին՝ իրավիճակում այս կամ այն դասակարգչի առկայության գնահատական ստանալու համար (օրինակ՝ գնահատել այս կամ այն քայլի



Նկար 7. Անձնավորված դասակարգիչների արդյունավետության բարելավում օրինակների միջոցով

«անսպասելիությունը»): Մենք ձգտում ենք համակարգչի գնահատականները մոտեցնել փորձագետի գնահատականներին: Այս նպատակով ձեռք բերված տվյալների վրա կառուցվում է գծային ռեգրեսիայի մոդել և ստացվում է գծային հավասարումը, որը հետագայում կիրառվելու է համակարգչի գնահատականների նկատմամբ:

4.2.5 ենթաբաժնում ներկայացված են ոչ հստակ դասակարգիչներին և «պարամետրերով դասակարգիչներին» համապատասխանեցման ալգորիթմները: Այս տեսակի դասակարգիչներին համապատասխանեցումը տեղի է ունենում դասակարգիչների մյուս

տեսակներին համապատասխանեցումից հետո, քանի որ վերոնշյալ տեսակի դասակարգիչները սերտորեն կապված են իրավիճակում արդեն իսկ հայտնաբերված նմուշների հետ (օրինակ՝ խաղաքարի նոմինալ հզորությունը այն դաշտերի քանակն է, որոնց տրված դիրքում տվյալ խաղաքարը կարող է հարվածել կամ տեղափոխվել այնտեղ): Այս դասակարգչի համապատասխանությունը չի կարող իրականացվել կանոնավոր համապատասխանեցման մեթոդով, որը նկարագրված է գլուխ3-ում:

4.2.6 ենթաբաժնում քննարկվում են վերը նշված դասակարգիչների տեսակների մանրամասն օրինակները: Ցուցադրվում են «անսպասելի քայլ» անձնավորված դասակարգչի մոդելավորումը, ընկալումը և դրան համապատասխանեցումը: Դա անելու համար ներկայացվում են դրամի քանի բաղկացուցիչներ.

- խաղաքարի նոմինալ արժեք,
- խաղաքարի նոմինալ հզորություն,
- խաղաքարի իրական արժեք,
- դիրքի M-P գնահատական:

Նկարագրված են այս հասկացությունների ոչ հստակ մոդելները[9], և մենք մեր իրականացման մեջ հիմնվում ենք դրանց վրա: RGT Solver18-ում իրականացվել են այս անձնավորված դասակարգիչների ընկալումը և դրանց համապատասխանեցումը: Մոդելավորված նոր դասակարգիչների տիպերը հնարավորություն կտան հետագայում ավելի հեշտությամբ ներդնել անձնավորված գիտելիքները RGT Solvers համակարգերում:

[9] V. Vahradyan, “A Model of a High Level Chess Concept “Beautiful Mate””, International Conference on Computer Science and Information Technologies, 2013, sept. 23-27, pp. 164-167.

Աշխատանքի հիմնական արդյունքները

Աշխատանքում ներկայացվեցին գոյություն ունեցող գիտելիքահենք RGT Solvers փորձագիտական համակարգերի բարելավումները և դրանցում որոշ ֆունկցիոնալության ավելացումները: Բարելավումը կատարվել է Mental Doings տեսության հիման վրա, որն ապահովում է մարդու տարբեր իմացական ֆունկցիաների (դասակարգում, որոշումների կայացում և այլն) կառուցողական և ադեկվատ մոդելավորումը, ներառյալ սիստեմիկ դասակարգիչների մոդելավորումը, համակարգի կողմից դրանց ընկալման և դրանց համապատասխանեցման ալգորիթմները: Փորձարկումները հաստատել են վերոնշյալ ալգորիթմների ադեկվատությունը: [1-3]

Մշակված RGT Solver18-ը շախմատի համար կարող է փոխակերպել իրավիճակի բնական ներկայացումը (դիրքի պատկերը) սիմվոլիկ ձևաչափի: Իրավիճակի ներկայացման այս մեթոդը ավելի մոտ է իրավիճակների բնական ներկայացմանը: Փոխակերպման համակարգը կառուցվել է այնպես, որ հետագայում ավելի հեշտ լինի դրա կիրառումը RGT դասի որոշ այլ խնդիրների համար, մասնավորապես՝ ռազմական խնդիրների: [4]

Ներկայացված է անձնավորված դասակարգիչների ներկայացման բարելավումը ոչ հստակ տրամաբանության և օրինակների միջոցով, ներառյալ անձնավորված դասակարգիչների որոշ տեսակների մոդելավորումը, դրանց ընկալումը և համապատասխանեցումը, ինչպես նաև օրինակների օգնությամբ դրանց ադեկվատության բարելավումը: Վերոնշյալ հետազոտության համար իրականացվել է մի քանի շախմատային անձնավորված դասակարգիչների ոչ հստակ մոդելների կառուցում, ինչպես նաև օգտագործվել են նախկինում արդեն մոդելավորված որոշ գաղափարներ: Բարելավումը թույլ է տվել զգալի առաջընթաց ունենալ անձնավորված դասակարգիչների մոդելավորման և RGT Solver-ում դրանց ներդրման հարցում: [5-6]

Հրատարակված աշխատությունների ցանկ

[1] E. Pogossian, S. Grigoryan, N. Hakobyan, “On Systemic Classifications and Machine Learning”, International Conference in Computer Science and Information Technologies (CSIT), 2017, sept. 25-29, pp. 102-107.

[2] S. Grigoryan, N. Hakobyan, H. Vrtanesyan “Object–oriented Modeling of Matching to Systemic Classifiers”, Transactions of IIAP NAS RA Mathematical Problems of Computer Sciences, 2018, vol. 49, pp. 115-122.

[3] S. Grigoryan, N. Hakobyan “Experimenting with Acquisition of and Matching to Systemic Classifiers”, Transactions of IIAP NAS RA Mathematical Problems of Computer Sciences, 2018, vol. 50, pp. 96-103.

[4] N. Hakobyan, “A System for Transforming Images to Symbolic Presentation for Combinatorial Defense and Competition Problems”, ISSN 0002-306X. Proc. of the RA NAS and NPUA Ser. of tech. sc. 2019. V. LXXII, N2, pp. 199-209.

[5] N. Hakobyan, V. Vahradyan, “A Model of a High Level Chess Concept “Attack on a weak square””, Transactions of IIAP NAS RA Mathematical Problems of Computer Sciences, 2016, vol. 46, pp. 92-102.

[6] N. Hakobyan, “Enhancing adequacy of systemic classifiers by personalization and cases”, Вестник РАУ № 1, 2019, pp. 35-48.

Акопян Наири Паруйрович

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ АДЕКВАТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СТРАТЕГИЙ

РЕЗЮМЕ

В рамках исследования рассматриваются нерешенные комбинаторные задачи, определяемых как проблемы, где пространства решений представляются воспроизводимыми игровыми деревьями (RGT). В настоящее время экспертные решения в данных задачах являются самыми эффективными.

Класс RGT включает в себя важные проблемы, такие как защита компьютерных сетей от вторжений, разработка оптимальной стратегии управления и маркетинга в конкурентной среде, защита воинских единиц от различных типов атак, проблемы с коммуникацией, нахождение аномалий, некоторые типы обучения, шахматы и игры, подобные шахматам.

Было доказано[10], что эти проблемы RGT сводимы друг к другу, в частности, к некоторой стандартной проблеме RGT, скажем, к некоторой стандартной задаче К класса - к шахматам. Достижения, полученные для задачи К, могут быть применены ко всем задачам класса.

Направления, исследующие моделирование основанных на экспертных системах решений задач RGT актуальны и начиная с 1957 года исследуются в Институте проблем информатики и автоматизации Национальной академии наук Армении.

Данная работа направлена на улучшение уже существующих систем, основанных на знаниях (RGT Solvers) посредством моделирования системных классификаторов, предложенными алгоритмами их усвоения и соответствия им, а также улучшение адекватности персонализированных классификаторов, устранение технических проблем системы и т.д.

Цели исследования

1. Улучшение существующих моделей и презентаций RGT знаний и стратегий путем моделирования системных классификаторов и построения алгоритмов их усвоения в RGT Solver18.
2. Построение алгоритмов соответствия (matching) ситуаций системным классификаторам.
3. Разработка методов приложений нечеткой логики и накопленного персонального опыта для повышения адекватности классификаторов.
4. Разработка интерфейса регулярного распознавания реальных изображений и их перевода в символьный формат RGT Solver посредством обучения нейронных сетей.
5. Проведение экспериментов, подтверждающих адекватность построенных классификаторов и алгоритмов соответствия.

[10]E. Pogossian, "Combinatorial game models for security systems", in NATO ARW on Security and Embedded Systems, Patras, Greece, 2005, pp. 8-17.

Основные результаты работы

- В работе представлены усовершенствования существующих, основанных на знаниях экспертных систем RGT Solvers, и некоторые добавленные в них функциональности. Улучшение было основано на теории Mental Doings, которая обеспечивает конструктивное и адекватное моделирование различных когнитивных функций человека (классификация, принятие решений и т. д.), Улучшение включает моделирование системных классификаторов, построение алгоритмов их приобретения и алгоритмов соответствия им. Эксперименты подтвердили адекватность вышеперечисленных алгоритмов. [1-3]
- Разработанный RGT Solver18 для шахмат позволяет преобразовать естественное представление ситуации (изображение шахматной позиции) в символьный формат. Этот метод представления ситуации ближе к естественному. Система конвертации была построена таким образом, что ее будет возможно использовать для некоторых других проблем класса RGT (при наличии соответствующего аннотированного набора данных), в частности, для задач военных назначений. [4]
- Представление персонализированных классификаций реализовано посредством нечеткой логики, включая моделирование, усвоение определенных типов персонализированных классификаторов, соответствия им, а также улучшение их адекватности посредством демонстрации примеров. Для вышеупомянутого исследования были построены нечеткие модели некоторых персонализированных шахматных понятий, а также были использованы некоторые ранее известные модели. Вышеупомянутое значительно улучшило моделирование персонализированных классификаторов и их внедрение в RGT Solver. [5-6]

Практическое значение

1. RGT класс включает в себя большую группу практических проблем. Разработанные модели представления экспертных знаний, а также алгоритмы соответствия и поиска стратегии, могут быть использованы для принятия наилучших решений в любой проблеме класса RGT.

2. Результаты работы применимы к актуальным проблемам обнаружения средств атаки и защиты противника в режиме реального времени с помощью автономных дронов и принятия наилучших решений противодействия (атака, отступление, исследование) в таких ситуациях.

Hakobyan Nairi Paruyr

DEVELOPING ADEQUATE MODELS AND SOFTWARE FOR PRESENTING EXPERT STRATEGIES

RESUME

Within the framework of the research, we consider the class of unsolved combinatorial problems, where the spaces of solutions are presented in the form of reproducible game trees (RGT). Expert solutions are still the most effective in such problems.

RGT class includes important problems like computer networks intrusion protection, optimal management and marketing strategy elaboration in competitive environments, defense of military units from a various type of attacks, communication problems, anomalies detection, certain types of teaching, chess and chess-like games.

It has been shown that these problems are reducible to each other, specifically to a standard K problem selected from the RGT class - chess. The results obtained for the problem K can be spread over all problems of the class.

Research on RGT problems - modeling of adequate expert knowledge-based solutions, is an actual problem and has been researched since 1957 at the Institute of Informatics and Automation Problems at the National Academy of Sciences of Armenia.

This work is dedicated to the development of previously-built knowledge-based systems (RGT solvers), based on modeling of systemic classifications, including the development of algorithms for acquisition of and matching to them, enhancing adequacy of personalized classifiers, eliminating shortcomings in previous systems, and so on.

Aims of the research

- Enhance existing models and implementation of RGT knowledge presentation via systemic classifiers in RGT Solvers, including modeling of systemic classifiers and acquisition of them.
- Provide algorithms for matching those classifiers to situations.
- Provide experimental evidence of adequacy of enhanced knowledge presentation models and matching algorithms.
- Enhance adequacy of personalized classifiers by fuzziness and cases.
- Develop system for regular transformation of actual RGT situations to acceptable for Solver symbolic form by machine learning solutions.

The main results

1. In this work, the improvement of the existing knowledge-based expert systems RGT Solvers and the addition of some functionalities to it were presented. The improvement was carried out on the basis of the Theory of Mental Doings that provides ways for constructive and adequate models of various cognitive functions (e.g. classification, explanation, decision making, etc.), including the modeling of systemic classifiers, their

acquisition and matching algorithms to them. The experiments have confirmed the adequacy of the above mentioned algorithms. [1-3]

2. Developed RGT Solver18 is able to transform situations' natural presentation to Solver known (symbolic) form and regularly use acquired knowledge in decision making based on previously introduced PPIT planning and decision-making algorithms. This method of situation presentation is closer to the human / natural perception of situations. The system has been built in such a way that it will be easier to use it for some other RGT class problems, particularly, in 'battlefield' problems. [4]
3. Enhancement of personalized classifiers' presentation by fuzzy logic and cases, including modeling of personalized classifiers, acquisition of them and matching to them, as well as the enhancement of their adequacy by cases was presented. For the above mentioned research, some chess personalized classifiers fuzzy models have been built, and some previously suggested models have been used. As a result of above mentioned, a considerable progress appeared in modeling personalized classifiers and including them in the RGT Solver18. [5-6].

Practical significance

1. RGT class includes a large group of practical problems. The developed models of expert knowledge presentation, as well as matching and strategy searching algorithms, can be used for decision making in any problems of RGT class.
2. One of the most practical problems of RGT class is Battle Field Problem. It can be applied to detect enemy military units in real-time screening by autonomous drones and real-time decision making in those situations (attack, retreat, research etc.).