

**GOCE DELCEV UNIVERSITY, SHTIP, NORTH MACEDONIA
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING**

ETIMA 2021

FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE

19-21 OCTOBER, 2021



**TECHNICAL SCIENCES APPLIED IN ECONOMY,
EDUCATION AND INDUSTRY**



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

UNIVERSITY „GOCE DELCHEV” - SHTIP
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING

ПРВА МЕЃУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE

ЕТИМА / ЕТИМА 2021

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ
CONFERENCE PROCEEDINGS

19-21 Октомври 2021 | 19-21 October 2021

Главен и одговорен уредник / Editor in Chief

Проф.д-р Сашо Гелев
Prof.d-r Saso Gelev

Јазично уредување / Language Editor

Весна Ристова (Македонски) / Vesna Ristova (Macedonian)

Техничко уредување / Technical Editing

Доц.д-р Далибор Серафимовски / d-r Dalibor Serafimovski

Издавач / Publisher

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип / University Goce Delchev - Stip
Електротехнички факултет / Faculty of Electrical Engineering

Адреса на организационен комитет / Adress of the organizational committee

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип / University Goce Delchev - Stip
Електротехнички факултет / Faculty of Electrical Engineering
Адреса: ул. „Крсте Мисирков“ бр. 10-А / Adress: Krste Misirkov, 10 - A
Пош. фах 201, Штип - 2000, С.Македонија / PO BOX 201, Stip 2000, North Macedonia
E-mail: conf.etf@ugd.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

62-049.8(062)
004-049.8(062)

МЕЃУНАРОДНА конференција ЕТИМА (1 ; 2021)
Зборник на трудови [Електронски извор] / Прва меѓународна
конференција ЕТИМА 2021, 19-21 Октомври 2021 = Conference proceedings /
First international conferece ЕТИМА 2021, 19-21 October 2021 ; [главен и
одговорен уредник Сашо Гелев]. - Штип: Универзитет "Гоце Делчев",
Електротехнички факултет = Shtip: University "Goce Delchev", Faculty of
Electrical Engineering, 2021

Начин на пристапување (URL): <https://js.ugd.edu.mk/index.php/etima>. -
Текст во PDF формат, содржи 358 стр.илустр. - Наслов преземен од
екранот. - Опис на изворот на ден 15.10.2021. - Трудови на мак. и англ.
јазик. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-244-823-7

1. Напор. ств. насл.

а) Електротехника -- Примена -- Собири б) Машинство -- Примена -- Собири
в) Автоматика -- Примена -- Собири г) Информатика -- Примена -- Собири

COBISS.MK-ID 55209989



Прва меѓународна конференција ЕТИМА
19-21 Октомври 2021
First International Conference ETIMA
19-21 October 2021

**ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР
ORGANIZING COMMITTEE**

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Тодор Чекеровски / Todor Cekеровски

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Далибор Серафимовски / Dalibor Serafimovski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Маја Кукушева Панева / Maja Kukuseva Paneva

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Билјана Читкушева Димитровска / Biljana Citkuseva Dimitrovska

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Весна Конзулова / Vesna Konzulova

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia



Прва меѓународна конференција ЕТИМА
19-21 Октомври 2021
First International Conference ETIMA
19-21 October 2021

**ПРОГРАМСКИ И НАУЧЕН ОДБОР
SCIENTIFIC COMMITTEE**

Со Ногучи / So Noguchi

Висока школа за информатички науки и технологии
Универзитет Хокаидо, Јапонија
Graduate School of Information Science and Technology
Hokkaido University, Japan

Диониз Гашпаровски / Dionýz Gašparovský

Факултет за електротехника и информатички технологии,
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Антон Белан / Anton Belán

Факултет за електротехника и информатички технологии,
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Георги Иванов Георгиев / Georgi Ivanov Georgiev,

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Ивелина Стефанова Балабанова / Ivelina Stefanova Balabanova,

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Бојан Димитров Карапeneв / Boyan Dimitrov Karapenev

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Влатко Чингоски / Vlatko Cingoski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Божо Крстајиќ / Bozo Krstajic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Милован Радуловиќ / Milovan Radulovic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Гоце Стефанов / Goce Stefanov
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Мирјана Периќ / Mirjana Peric
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Ана Вучковиќ / Ana Vuckovic
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Тодор Чекеровски / Todor Cekеровски
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Далибор Серафимовски / Dalibor Serafimovski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Мирослава Фаркаш Смиткова / Miroslava Farkas Smitková

Факултет за електротехника и информациони технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Петер Јанига / Peter Janiga

Факултет за електротехника и информациони технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Јана Радичова / Jana Raditschová,

Факултет за електротехника и информациони технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Драган Миновски / Dragan Minovski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Александар Туцаров / Aleksandar Tudzarov

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia

Владимир Талевски / Vladimir Talevski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев” - Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delchev University - Stip, North Macedonia



Прва меѓународна конференција ЕТИМА First International Conference ETIMA

PREFACE

The Faculty of Electrical Engineering at University Goce Delcev (UGD), has organized the International Conference *Electrical Engineering, Informatics, Machinery and Automation - Technical Sciences applied in Economy, Education and Industry-ETIMA*.

ETIMA has a goal to gather the scientists, professors, experts and professionals from the field of technical sciences in one place as a forum for exchange of ideas, to strengthen the multidisciplinary research and cooperation and to promote the achievements of technology and its impact on every aspect of living. We hope that this conference will continue to be a venue for presenting the latest research results and developments on the field of technology.

Conference ETIMA was held as online conference where contributed more than sixty colleagues, from six different countries with forty papers.

We would like to express our gratitude to all the colleagues, who contributed to the success of ETIMA'21 by presenting the results of their current research activities and by launching the new ideas through many fruitful discussions.

We invite you and your colleagues also to attend ETIMA Conference in the future. One should believe that next time we will have opportunity to meet each other and exchange ideas, scientific knowledge and useful information in direct contact, as well as to enjoy the social events together.

The Organizing Committee of the Conference

ПРЕДГОВОР

Меѓународната конференција *Електротехника, Технологија, Информатика, Машинство и Автоматика-технички науки во служба на економија, образование и индустрија-ЕТИМА* е организирана од страна на Електротехничкиот факултет при Универзитетот Гоце Делчев.

ЕТИМА има за цел да ги собере на едно место научниците, професорите, експертите и професионалците од полето на техничките науки и да представува форум за размена на идеи, да го зајканува мултидисциплинарното истражување и соработка и да ги промовира технолошките достигнувања и нивното влијание врз секој аспект од живеењето. Се надеваме дека оваа конференција ќе продолжи да биде настан на кој ќе се презентираат најновите резултати од истражувањата и развојот на полето на технологијата.

Конференцијата ЕТИМА се одржа online и на неа дадоа свој допринос повеќе од шеесет автори од шест различни земји со четириесет труда.

Сакаме да ја искажеме нашата благодарност до сите колеги кои допринесоа за успехот на ЕТИМА'21 со презентирање на резултати од нивните тековни истражувања и со лансирање на нови идеи преку многу плодни дискусии.

Ве покануваме Вие и Вашите колеги да земете учество на ЕТИМА и во иднина. Веруваме дека следниот пат ќе имаме можност да се сретнеме, да размениме идеи, знаење и корисни информации во директен контакт, но исто така да уживаме заедно и во друштвените настани.

Организационен одбор на конференцијата

Содржина / Table of Contents

ASSESSING DIGITAL SKILLS AND COMPETENCIES OF PUBLIC ADMINISTRATION AND DEFINING THEIR PROFICIENCY LEVEL.....	12
PWM OPERATION OF SYNCHRONOUS PERMANENT MAGNET MOTOR.....	21
SPEED REGULATION OF INDUCTION MOTOR WITH PWM INVERTER.....	30
WI-FI SMART POWER METER	42
RF SENSOR SMART NETWORK.....	50
FREQUENCY SINUS SOURCE.....	62
MEASUREMENT ON COMPENSATION CAPACITANCE IN INDUCTIVE NETWORK BY MICROCONTROLLER	70
ИЗРАБОТКА НА ВЕШТ НАОД И МИСЛЕЊЕ ОД ОБЛАСТА НА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИТЕ НАУКИ.....	79
SIMULATION OF AN INDUSTRIAL ROBOT WITH THE HELP OF THE MATLAB SOFTWARE PACKAGE.....	86
BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEMS AND TECHNOLOGIES:A REVIEW ..	95
POWER-TO-X TECHNOLOGIES.....	105
NEW INNOVATIVE TOURISM PRODUCT FOR REANIMATING RURAL AREAS	115
PROPOSED MODEL FOR BETTER ENGLISH LANGUAGE ACQUISITION, BASED ON WEARABLE DEVICES.....	123
OPEN SOURCE LEARNING PLATFORM – MOODLE	132
СПОРЕДБЕНА ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПОМЕЃУ ТЕРМИЧКИ ИЗОЛИРАН И ТЕРМИЧКИ НЕИЗОЛИРАН СТАНБЕН ОБЈЕКТ	139
COMPARISON OF PERT AND MONTE CARLO SIMULATION	149
E-LEARNING – CYBER SECURITY CHALLENGES AND PROTECTION MECHANISMS	156
SECURITY AND PRIVACY WITH E-LEARNING SOFTWARE.....	164
ROOTKITS – CYBER SECURITY CHALLENGES AND MECHANISMS FOR PROTECTION	174
TOOLS AND TECHNIQUES FOR MITIGATION AND PROTECTION AGAINST SQL INJECTION ATTACKS	182
INFLUENCE OF ROTATION ANGLE OF LUMINAIRES WITH ASYMMETRICAL LUMINOUS INTENSITY DISTRIBUTION CURVE ON CALCULATED PHOTOMETRIC PARAMETERS.....	189
PHOTOMETRIC PARAMETERS OF LED LUMINAIRES WITH SWITCHABLE CORRELATED COLOUR TEMPERATURE	197
ENERGY-EFFICIENT STREET LIGHTING SYSTEM OF THE CITY OF SHIP USING SOLAR ENERGY AND LED TECHNOLOGY.....	204
NANOTECHNOLOGY–BASED BIOSENSORS IN DRUG DELIVERY SYSTEMS: A REVIEW.....	212

IOT SYSTEM FOR SHORT-CIRCUIT DETECTION OF DC MOTOR AT EKG-15 EXCAVATOR	222
DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC POWER PLANT	231
DEVELOPMENT OF COMPUTER SOFTWARE FOR CREATING CHOREOGRAPHY	241
AUTOMATED SYSTEM FOR SMART METER TESTING.....	249
INFLUENCE DIMING OF LED LAMPS TO ELECTRICAL PARAMETERS	255
INRUSH CURRENT OF LAMP.....	261
COMPLEX EVALUATION MODEL OF A SMALL-SCALE PHOTOVOLTAIC INSTALLATION PROFITABILITY	269
IMPACT OF FAULTS IN TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORK ON VOLTAGE SAGS	278
ON APPLICABILITY OF BLACK-SCHOLES MODEL TO MSE	290
ACOUSTIC SIGNAL DENOISING BASED ON ROBUST PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS	300
INVESTIGATION OF EFFICIENCY ASPECTS IN 3×3 PHOTOVOLTAIC PLANT USING MODEL OF SHADING	309
PROGRESS OF NO-INSULATION HTS MAGNET DEVELOPMENT TOWARDS ULTRA-HIGH MAGNETIC FIELD GENERATION.....	319
GRID-CONNECTED HYBRID PV SYSTEM WITH BATTERY STORAGE.....	326
INVESTIGATION ON STABILITY OF PANCAKE COILS WOUND WITH BUNDLED MULTIPLE REBCO CONDUCTORS	336
ON-LINE МУЛТИМЕДИСКИ ОБРАЗОВНИ КАРТИЧКИ	343
АЛГОРИТАМОТ „ВЕШТАЧКА КОЛОНИЈА НА ПЧЕЛИ“	352



АЛГОРИТАМОТ „ВЕШТАЧКА КОЛОНИЈА НА ПЧЕЛИ“

м-р Билјана Раичевиќ Велковска, СУГС Гимназија „Орце Николов“ – Скопје

проф. Д-р Сашо Гелев, УГД

проф. д-р Анис Сефиданоски, ЕУРМ

м-р Зорица Каевиќ, ООУ „Александар Македонски“ - Скопје

Абстракт

Алгоритмот Вештачка колонија на пчели - (Artificial bee colony) ABC е од неодамна воведен алгоритам за глобална оптимизација. Припаѓа во групата на пчелни алгоритми, односно во групата на интелигенција на ројот (Swarmintelligence). Тој симулира интелегентно однесување на ројот пчели во пронаоѓање на храна – мед. Овој алгоритам е едноставен и доста флексибилен, како и со тенденција на постојано усовршување.

Токму интелегентното однесувањето на ројот пчели (Swarm Intelligence) е главната идеја за соодавањето на овој алгоритам. Тој, врз основа на интелегентното однесување на пчелите во ројот, го организира функционирањето на компјутерскиот систем и неговите комуникации со опкружувањето. Со други зборови ги организира поделбата на улогите, начинот на комуникација и пренесувањето на поволните информации.

ABC алгоритмот, кој ги користи принципите на функционирањето на таканаречената вештачка колонија на пчели и вештачки невронски мрежи, во овој труд се користи за решавање на проблемот препознавање на банкноти.

Клучни зборови

Алгоритмот „Вештачка колонија на пчели“, интелигенција на ројот, ABC алгоритмот, препознавање на банкноти.

Вовед

Пчелите се инсекти кои живеат во роеви. Животот во пчелините роеви е строго организиран, речиси на ниво на организиран на човечкото општество. Секоја пчела има своја функција и живее и работи спрема правилата кои владеат во нивното општество. Целта на ваквата организираност е што побрзо и поефикасно пронаоѓање извори за храна и производство на мед, односно чување на безбедноста на ројот.

Интелегентното однесување на пчелите и општествената организираност на роевите пчели е погодна за имитирање и усовршување на логичката структура на алгоритмите кои се користат при дефинирање на функционирањето на компјутерскиот систем.

1. Вештачка колонија на пчели

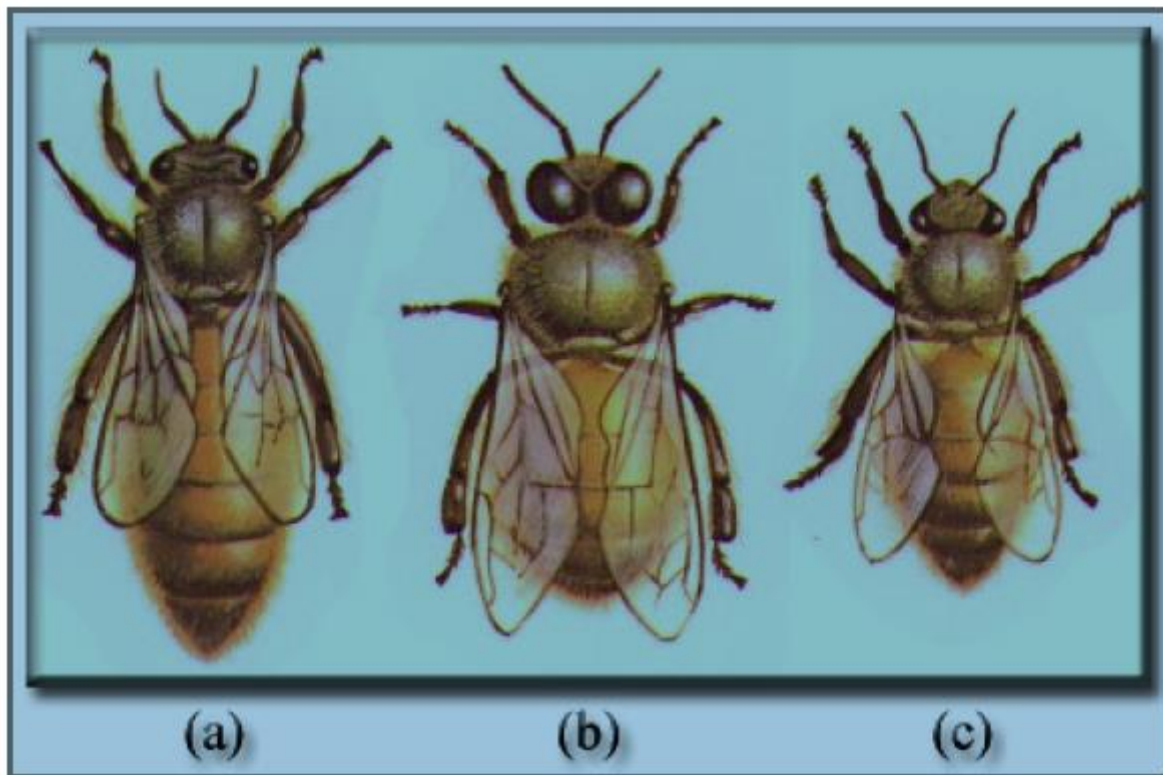
Алгоритмот **Вештачка колонија на пчели** - ABC е од неодамна воведен алгоритам за глобална оптимизација. Припаѓа во групата на пчелни алгоритми, односно во групата на интелигенција на ројот (*Swarmintelligence*). Тој симулира интелигентно однесување на ројот пчели во пронаоѓање на храна – мед. Овој алгоритам е едноставен и доста флексибилен, како и со тенденција на постојано усовршување.

Токму интелигентното однесувањето на ројот пчели (*Swarm Intelligence*) е главната идеја за соодавањето на овој алгоритам. Тој, врз основа на интелигентното однесување на пчелите во ројот, го организира функционирањето на компјутерскиот систем и неговите комуникации со опкружувањето. Со други зборови ги организира поделбата на улогите, начинот на комуникација и пренесувањето на поволните информации [1].

1.1 Поделба на улогите

Системот рој на пчелите беспрекорно функционира во своите активности, благодарейќи на специјализацијата на неговите единки, поделбата на работата, симултаноста и самоорганизијата. Негова главна задача е прибирање на храна (мед). За успешно да се изведува оваа задача, семејството на пчели е поделено на: **матица**, **трут** и **пчели работнички** (Слика 1).

Матиците се задолжени да лежат на јајцата, а трутовите за оплодување на матицата. Бидејќи создавањето и уништувањето на единките во алгоритмот не е потребно, акцент се става на третиот вид на пчели – **работнички**. Постојат два вида на пчели работнички **извидници** (*scout bees*) и **собирачи** (*forager bees*). Собирачите се делат на запослени и незапослени (наблудувачи кои чекаат информации за изворите во експлоатација и за потенцијалните извори).



Слика 1: Илустрација на видови пчели: матица (a), трут (b), работничка (c)

Извидниците се движат по случаен избор во потрага по нови извори. Откако ќе го пронајдат изворот, тие се враќаат во кошницата и со пчелин танц го промовираат посетениот извор со информации за неговиот квалитет. Вообичаено е кај пчелните колонии бројот на собирачи значително да го надмине бројот на извидници. По танцот, извидниците се враќаат во својот извор во придружба на пчели собирачи. Нивниот број зависи од квалитетот на пораката што ја пренесуваат извидувачите.

Собирачите се однесуваат реактивно кон извидниците, односно зависно од добиените информации. Пчелите во колонијата ги гледаат извидниците во просторот предвиден за танцување. Во зависност од промовираниот квалитет на изворот, тие одлучуваат дали се заинтересирани за новиот извор и ги запомнуваат упатствата. Исто така го запомнуваат мирисот на изворот (бидејќи извидникот бил таму) за да знаат кога ќе ја достигнат целта. Бидејќи сонцето постојано се движи, пчелите имаат внатрешно чувство за време, па затоа ги прилагодуваат информациите за состојба на изворот, да одговараат на моментот кога ги примиле. Собирачите, кога ќе се вратат, можат да продолжат да го посетуваат истиот извор или да одат во потрага по нов извор, прегледувајќи ги новите информации на „подиумот за танц“. Системот според кој пчелите донесуваат одлуки не е целосно познат, но може да се претпостави дали ќе останат на стариот извор или ќе тргнат да работат на нов извор, во зависност од споредбата на добиените информации за квалитетот на новиот извор и информациите за стариот.

1.1 Пчелин танц

Пчелите комуницираат со **танц** (*waggle dance*) чие значење го дешифрирал Karl von Frisch [2]. Танцот на пчелите се одвива во две фази: мафтање и кружно враќање. Кружното враќање се одвива наизменично - прво на едната страна, а потоа на другата, што вкупно формира движење во вид на осмица. Фазата на мафтање е клучна за пренесување информации на други пчели.

Пчелите со помош на својот танц кодираат три клучни податоци:

- насока на изворот;
- оддалеченост на изворот;
- квалитет на изворот.

На тој начин секоја пчела може да го осознае надворешниот свет дури и ако никогаш не ја напушти кошницата. Пчелите со тоа ги комбинираат своите сознанија со туѓите, па донесуваат одлуки за следниот потег.

Насока на изворот претставува најсложено дизајниран податок. Имено, пчелите ја користат гравитацијата и положбата на сонцето. Со танцот по вертикалната површина на кошницата (горе-долу) пренесуваат информации за насоката на изворот на храна во однос на гравитацијата, а со танц по хоризонталната површина пренесуваат информации за насоката на храната во однос на насоката на сонцето. Постојат следните правила на танцот:

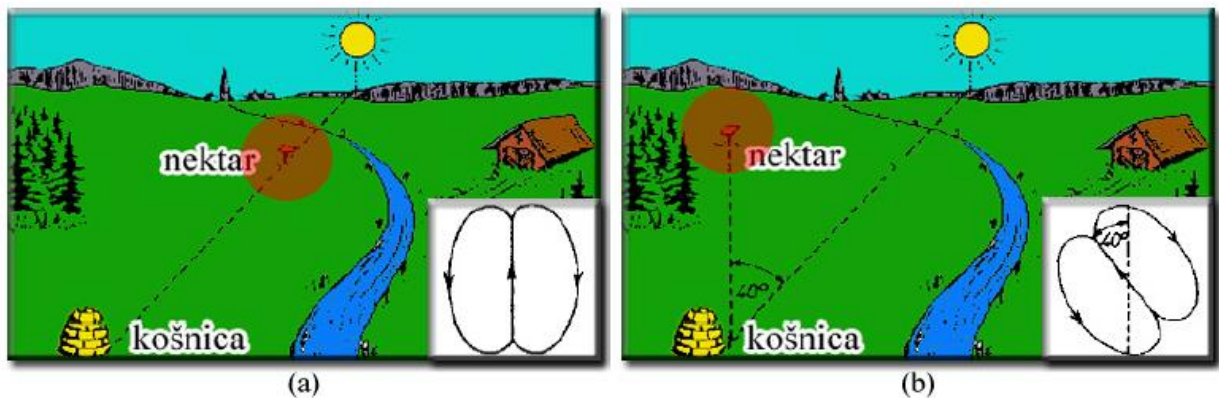
- Кога пчелите се движат по вертикалната рамнина на пчелината кошница према горе, ја означуваат насоката спротивна од насоката на гравитацијата.
- Кога пчелите се движат по вертикалната рамнина на пчелината кошница према долу, ја означуваат насоката на гравитацијата.
- Кога пчелите се движат по хоризонталната рамнина ја означуваат насоката од кошницата кон сонцето.

Двете насоки се пресекуваат под некој агол, во насока на движење стрелките на часовникот или спротивно. Овој агол означува дали изворот на храна е десно или лево од сонцето, односно аголот кој го сочинуваат правата на насоката кошница – сонце и

правата на насоката кошница – извор. Двете прави почнуваат од иста точка, точката во која се наоѓа кошницата (Слика 2).

Со движењето за време на танцот извидниците прават фигури во вид на осмица.

На Слика 2 пчелата извидник и дава информации на пчелата работник дека изворот се наоѓа во насока кошница – сонце (a), но изворот се наоѓа поместен за агол од 40° во насока спротивно од насоката на движење на стрелките на часовникот (b).



Слика 2 Пчелин танц за упатство спрема сонцето (a) и спротивно од насоката на стрелките на часовникот во однос на сонцето (b)

Информација за оддалеченоста на изворот од кошницата во која се изведува танцот се добива од брзината на танцот (описување на фигурите осмици). Поголема брзина, значи дека изворот е поблиску и обратно помала брзина означува дека е подалеку.

По добиените информации, пчелата доаѓа до изворот на храна (цветот) и собира мед. Таа собира и информации за квалитетот на храната и количината со која располага изворот. Кога ќе се врати во кошницата овие информации им ги пренесува на другите преку брзината на кружната фаза и времетраењето на танцот. Другите пчели можат да добијат индикација за квалитетот на изворот и од бројот на пчели кои го промовираат истиот извор. Изворот со повисок квалитет го посетиле поголем број пчели.

2. Алгоритам

Принципите на вештачката колонија на пчели се искористени за креирање на таканаречениот ABC алгоритам (*пчелин алгоритам*). Алгоритамот се користи за тренирање на невронска мрежа (*artificial neural network*) која има задача да препознава книжни банкноти, односно да ги класифицира во одредени групи.

Клучниот механизам на пчелиниот алгоритам се истражување (*research*) и експлоатација (*exploitation*). Пчелите извидници се задолжени за фазата извидување, а пчелите собирачи за фазата експлоатација.

Клучниот механизам на алгоритмите на пчелите лежи во добриот сооднос на истражување (*exploration*) и експлоатација (*exploitation*). Пчели извидници се задолжени за фазата истражување, а пчелите собирачи за фазата експлоатација. Покрај тоа, алгоритмот е исто така многу флексибилен. Лесно се прилагодува на динамички променливите проблеми и успешно се справува со надминување на локалните крајности во потрага по глобалните.

Вештачка пчелина колонија е поделена на три групи: вработени пчели (*employed bees*), наблудувачи (*onlookers*) и извидници (*scouts*). Пчелата работник ја истражува околината на изворот што претходно го посетила. Пчелите наблудувачи во фигуративна смисла ги набљудуваат пчелите на подиумот што изведуваат пчелин танц и носат одлука која пчела ќе ја следат. Извидниците спроведуваат случајно пребарување каде би можело да има храна.

Пчелната колонијата се состои претежно од пчели работнички и пчели извидници, во приближно ист процент. Активностите на извидниците се јавуваат или кога почнуваат со барање на нов извор или кога експлоатацијата на постоечките извори завршила.

Структурата на алгоритмот се состои од јамка со повторување на три основни чекори. Секој чекор е задолжен за одреден вид на пчели. Прво пчелите работнички го мерат квалитетот на нивните решенија. Потоа информациите за квалитетот се споделуваат со набљудувачите. Набљудувачите понатаму ја посетуваат околината на изворот за кој се одлучиле. Итерацијата се затвора со фаза на извинување, која се случува само ако се напуштат постоечките решениа.

Гледано од аспект на ABC алгоритмот, локацијата на изворот на нектар преставува можно решение на проблемот кој го оптимизираме, а количината на нектарот е еквивалентна на квалитетот на набљудуваното решението на проблемот.

Адекватно на пчелите од природата одговараат виртуелни пчели во алгоритмот.

Ознаката N се воведува како променлива на популацијата на пчелите во кошницата. Секој тип на пчели генерира свое решение x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) каде x_i е D -димензионален вектор. Вредноста на димензијата D е еднаква на бројот на параметрите кои треба да се оптимизираат. Дополнително, во алгоритмот, се воведува ознака за итерација $C = 1, 2, \dots, S_{\max}$.

2.1 Пчели работнички

Пчелите работнички, собирајќи нектар од изворот, истовремено ја набљудуваат неговата околина во насока на пронаоѓање на поквалитетен извор од постоечкиот. Ако најдат поповолен извор, носат решение да се напушти стариот извор, се враќаат во кошницата и ги информираат останатите пчели набљудувачи за новото решение. Набљудувачи се дел од пчелите работнички кои моментално не се запослени, кои чекаат запослените работнички да ги информираат за експлоатираните или потенцијаните извори.

Исто се случува и со вештачките пчели во алгоритмот. Вештачката пчела набљудувач го анализира новото решение и ако е поквалитетно од старото го памти и го користи. Во спротивно останува поврзана со старото.

Во продолжение е дадена основната формула на пчелиниот алгоритам која, освен пчелите работнички, го користат и пчелите набљудувачи. Со таа формула, врз основа на старото решение (векторот x_i), алгоритмот генерира ново решение (вектор v_i) за сите пчели:

$$v_{ij} = x_{ij} + \text{rand}(-1,1) * (x_{ij} - x_{kj})$$

Каде $k \in \{1, 2, \dots, N\}$ и $j \in \{1, 2, \dots, D\}$ се случајно избрани индекси. Со алчна метода се памети само подобриот вектор помеѓу x_i и v_i .

2.2 Пчели набљудувачи

Извештајот на пчелите работнички кои се запослени го набљудуваат невработените пчели (пчели набљудувачи). Пчелите даваат информации за изворот кој го користеле или за нов извор за кои мислат дека е подобар. Тие ги анализираат и споредуваат предложените решенија (предложените извори). Логично е пчелите што носат информации за подобри решенија да привлечат поголем број „следбеници“. Овој принцип се реализира со методот на едноставна селекција наречена тркало за рулет селекција (*roulette wheel selection*).

Веројатноста да прифатат одредено решение се пресметува со релацијата:

$$P_i = \frac{fit_i}{\sum_{i=1}^N fit_i} \quad \text{-----} 2$$

каде P_i претставува веројатноста дека пчелата посматрач ќе го прифати решението "i" како свое. Посматрачите по донесената одлука кое решение ќе го прифатат, ги спроведуваат истите постапки како пчелите запослени работнички.

2.3 Пчели извидници

Извидниците (освен при иницијализација) претставуваат малцинство во колонијата, во споредба со другите две групи. Потребата за извидување се јавува само кога решението е одбиено, затоа е потребно да се најде ново, независно од претходните решенија. Тогаш се воведува нов извидник кој наоѓа ново решение внатре во зададените граници. Долната граница е одредена со вектор d , а горната граница со вектор g . Координатите на новиот извор се пресметуваат со релацијата:

$$x_{ij} = d_j + rand(0,1) * (g_j - d_j) \quad \text{-----} 3$$

Истата формула се користи во текот на иницијализацијата на алгоритмот, кога се генерира почетната состојба на базата со податоците на познатите извори, односно со решенијата за нивно користење.

2.4 Псевдокод

Со комбинирање на претходно опишаните однесувања на пчелите се добива ABC алгоритам кој ги обединува сите четири селекциски процеси: локална селекција (формула 1), глобална селекција (формула 5.2), селекција по случаен избор (формула 3) и алчна селекција која се отчитува со алчно бирање и измена на старото и новото решение. Со претходно опишаните постапки можат да се реализира следниот псевдокод:

Inicijalizacija:

ZA $i = 1$ **DO** N

Inicijaliziraj go vektorot x_i sprema formula 5.3

KRAJ ZA

iteracija = 1

POVTORUVAJ

Faza na zaposleni pčeli:

ZA SEKOJA zaposlena pčela (i)

Presmetaj v_i vrz основа на x_i sprema formula 1

AKO $kvalitet(v_i) > kvalitet(x_i)$ **TOGAS** $x_i = v_i$

KRAJ ZA SEKOJA

Faza na nabluduvач:

ZA $i = 1$ **DO** N

Presmetaj ja verojatnosta P_i od x_i sprema formula 2

KRAJ ZA

ZA SEKOJA pčela-nabluduvač (i)

Izberi $x_i = x_j$ (so verovatnost P_j)

Presmetaj v_i vrz osnova na x_i sprema formula 1

AKO $\text{kvalitet}(v_i) > \text{kvalitet}(x_i)$ **TOGAŠ** $x_i = v_i$

KRAJ ZA SEKOJA

Faza izvidnici:

ZA SEKOE otrleno rešenje (x_i)

Generiraj novo slučajno rješenje x_i sprema formula 3

KRAJ ZA SVAKO

AKO $\text{MaxRešenje}(\text{iteracija}) > \text{MaxRešenje}$ **TOGAŠ**

$\text{MaxRješenje} = \text{MaxRješenje}(\text{iteracija})$

$\text{iteracija} = \text{iteracija} + 1$

AKO ($\text{iteracija} == C_{\text{max}}$) **TOGAŠ PREKINI**

KRAJ POVTORUVAJ

Слика 3 Псевдокод на алгоритмот „Вештачка колонија на пчели“

Заклучок

„Вештачка колонија на пчели“ (англ. artificial bee colony- ABC) претставува алгоритам за оптимизација кој спаѓа во групата на пчелини алгоритми, односно на интелигенцијата (анг. swarm intelligence) на колонијата на пчели. Развиен е во повеќе верзии, но сите тие го користат основниот принцип, спој помеѓу истражување (извидување) (*research*) и експлоатација (*exploitation*). Пчелите извидници се задолжени за фазата извидување, а пчелите собирачи за фазата експлоатација.

Со неговото дефинирање, овој алгоритам прогресивно почна да се применува за решавање на голем број комплексни проблеми за оптимизација во математиката, дизајнот и оптиматизацијата на компјутерските системи, инжењерството, управувањето со производните процеси во индустријата, роботиката, биоинжењерингот итн.

Литература

[1] д-р Анис Сефиданоски, м-р Зорица Каевиќ, м-р Билјана Раичевиќ Велковска, Препознавање на облици, Скопје, 2020

[2] K. V. Frisch (1973). "Nobel Lecture: Decoding the Language of the Bee". University of Munich, Federal Republic of Germany.

Додатна литература наменета за проширување на знаењето на читателот

[3] "Detailed Pseudocode of the ABC Algorithm" (2008).
<http://mf.erciyes.edu.tr/abc/index.htm>, 7.5.2010.

[4] "Detailed Pseudocode of the ABC Algorithm" (2008).
<http://mf.erciyes.edu.tr/abc/index.htm>, 7.5.2010.