



## Информация за изпълнение на етап на проект

<b>Наименование на конкурса:</b>
Конкурс за финансиране на научни изследвания – 2017 г.
<b>Основна научна област:</b>
Технически науки
<b>№ на договор:</b>
ДН 17-11
<b>Начална и крайна дата на проекта:</b>
Начало: 12.12.2017 г., край на първи етап 12.06.2019 г., обща продължителност 36 месеца
<b>Заглавие на проекта:</b>
Нови подходи за обучение и адаптация на поведението на интелигентни роботи в споделено работно пространство
<b>Базова организация:</b>
Технически университет - София
<b>Партньорски организации:</b>
няма
<b>Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име):</b>
Доц. д-р Никола Георгиев Шакев
<b>Общ размер на отпуснатото финансиране за първи етап:</b>
45 000 лв.
<b>Интернет страница на проекта (ако има такава):</b>
<b>Научни публикации по проекта:</b>
1. Sevil Ahmed, Andon Topalov, Nikola Shakev, Vasil Popov, <i>Model-Free Detection and Following of Moving Objects by an Omnidirectional Mobile Robot using 2D Range Data</i> , IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 22, 2018, Pages 226-231 (SCOPUS SJR =0.298)
2. Vasil Popov, Sevil Ahmed, Andon Topalov, Nikola Shakev, <i>Development of Mobile Robot Target Recognition and Following Behaviour Using Deep Convolutional Neural Network and 2D Range Data</i> , IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 210-215 (SCOPUS SJR =0.298)
3. V. Popov, S. Ahmed, N. Shakev, A. Topalov, <i>Detection and Following of Moving Targets by an Indoor Mobile Robot using Microsoft Kinect and 2D Lidar Data</i> , 15th IEEE International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), Singapore, Nov 18-21, 2018, DOI:10.1109/ICARCV.2018.8581231 (електронна база IEEE Explore Digital Library, индексирана в Scopus)



4. N. Shakev, Sevil Ahmed, Vasil Popov, Andon Topalov, Recognition and Following of Dynamic Targets by an Omnidirectional Mobile Robot using a Deep Convolutional Neural Network, IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS), 25-27 Sept. 2018, Madeira, Portugal, DOI: 10.1109/IS.2018.8710581 (електронна база IEEE Explore Digital Library, индексирана в Scopus)
5. Nikola Shakev, Andon V Topalov, Sevil A Ahmed and Vasil L Popov, A Stable Control Algorithm for Multi Robot Formation. 8th International Scientific Conference "TechSys 2019", Technical University of Sofia, Plovdiv Branch 16-18 May 2019, Plovdiv, Bulgaria. (предстои публикуване на докладите от конференцията в отделен брой на издание на IOP Conference Series: Materials Science and Engineering - doi:10.1088/issn.1757- 899X; Online ISSN: 1757-899X; Print ISSN: 1757-8981, изданието е индексирано в Scopus SJR=0.192 )
6. V. Popov, S. Ahmed, N. Shakev, A. Topalov, Gesture-based Interface for Real-time Control of a Mitsubishi SCARA Robot Manipulator, 19th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability TECIS 2019, 26 - 28 September, 2019, Sozopol, Bulgaria – докладът е приета за участие и ще бъде публикуван в IFAC-PapersOnLine, (SCOPUS SJR =0.298).
7. S. Ahmed, V. Popov, N. Shakev, A. Topalov, Hand Gesture based Concept of Human - Mobile Robot Interaction with Leap Motion Sensor, 19th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability TECIS 2019, 26 - 28 September, 2019, Sozopol, Bulgaria – докладът е приета за участие и ще бъде публикуван в IFAC-PapersOnLine, (SCOPUS SJR =0.298).
8. Dilyana Budakova, Lyudmil Dakovski, Veselka Petrova-Dimitrova, Smart Shopping Cart Learning Agents Modeling and Evaluation, Proceedings of COGNITIVE 2019 - The Eleventh International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications, pp 12-19, ISBN: 978-1-61208-705-4, May 5 - 9, 2019, Venice, Italy
9. S. Ahmed and M. Petrov, Adaptive Trajectory Control of Autonomous Robots using Decoupled Fuzzy-Neural PID Controllers, ANNA '18; Advances in Neural Networks and Applications 2018, St. Konstantin and Elena Resort, Bulgaria, 2018, pp. 1-6.  
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8576723&isnumber=8576699>



**Описание на очакваните резултати по проекта (до 1 стр. в рамките на полето по-долу):**

Проектното предложение се концентрира върху разработката на алгоритми за обучение и адаптация на интелигентни поведения на автономни роботи. Целта е чрез използване на подходи и технологии, свързани с изкуствения интелект, кибер-физични системи, богата сензорна информация, цифрови модели и симулации, големи информационни масиви (big data) - да се достигне до по-високи функционални възможности на роботите и до ефективното им прилагане в споделена работна среда. Настоящия проект ще спомогне както за натрупването на изследователски опит и експериментални резултати, така и за формирането на систематизирани подходи и изграждането на по-точна визия относно възможностите за по-свободно навлизане на роботите в човешкото общество и споделянето на общо работно пространство. Разглежданията са насочени както към концепциите за използване на колаборативни роботи в индустрията, така и към сервизните роботи, функциониращи в житейската среда на човека.

За реализацията на тази цел ще бъдат разгледани няколко важни проблема, стоящи на пътя на роботите към по-мощно навлизане в споделена с човека среда:

(i) Използване на естествени интерфейси за комуникация между човек и робот. Този тип комуникация (чрез разпознаване на речевни команди, жестове, емоции, насочващи движения, допир) е ключов за разширяване на възможностите за използване на роботите в обща среда с човека, където роботът ще трябва да взаимодейства не само с обучен и екипиран оператор, но и с хора, които не са специално подготвени и не притежават специализиран интерфейс.

(ii) Изследване на алгоритми за обучение и адаптация и възможностите за тяхното приложение при управлението на роботи в споделена среда. В предложението за проект са разгледани следните две проблемно-ориентирани направления:

- Алгоритми за обучение и адаптация, насочени към повишаване на гъвкавостта и разширяване на класа от задачи, изпълнявани от робота.

- Алгоритми за обучение и адаптация, насочени към подобряване на основни технически характеристики на робота като: точност на изпълнение, скорост на движение и др.

(iii) Изследване на алгоритми за управление на многоагентни системи от роботи.

Разглеждането на роботите в споделено работно пространство включва и случая, когато работната среда се споделя от няколко робота. Ще бъдат изследвани алгоритми, позволяващи взаимодействие между роботи, които споделят общо работно пространство.



## Членове на научния колектив

<i>Организации/участници<sup>1</sup></i>	<i>Бележка<sup>2</sup></i>
<b><i>Базова организация:</i></b>	
Технически университет - София	
<b><i>Ръководител на научния колектив</i></b>	
Доц. д-р Никола Георгиев Шакев	
<b><i>Участници:</i></b>	
проф. д-р инж. Андон Венелинов Топалов	
проф. д-р инж. Михаил Георгиев Петров	
гл. ас. д-р инж. Севил Аптула Ахмед	ПД
доц. д-р инж. Диляна Вълкова Будакова	
доц. д-р инж. Иван Йосифов Костов	
ас. маг. инж. Васил Любенов Попов	ДО, МУ
маг. инж. Николай Димитров Димитров	ДО, МУ
маг. инж. Костадин Борисов Шиев	МУ
проф. д-р инж. Зденек Плива	УЧ
доц. д-р инж. Йосеф Чернохорски	УЧ
лектор д-р инж. Роберт Казала	УЧ
<b><i>Партньорска организация:</i></b>	
няма	

<sup>1</sup> Отбележете академичната длъжност, научната степен, име и фамилия на всеки участник като включите и участниците, които са работили по проекта не през целия период за изпълнение на проекта

<sup>2</sup> Отбележете дали участникът в колектива е млад учен (МУ), постдокторант (ПД), докторанти (ДО) или студенти (СТ), или учен от чужбина (УЧ).



***Постигнати резултати от изпълнението на проекта и кратък анализ на тяхната приложимост (до 1 стр. в рамките на полето по-долу)***

През първия етап от проекта работата се концентрира върху разработката на алгоритми за обучение и адаптация на интелигентни поведения на автономни роботи. Целта е чрез използване на подходи и технологии, свързани с изкуствения интелект, кибер-физични системи, богата сензорна информация, цифрови модели и симулации - да се достигне до по-високи функционални възможности на роботите и до ефективното им прилагане в споделена работна среда.

Изследванията са насочени както към концепциите за използване на колаборативни роботи в индустрията, така и към сервизните роботи, функциониращи в житейската среда на човека.

За реализацията на тази обща цел са идентифицирани няколко конкретни изследователски направления, оформени като работни пакети, които съществено биха спомогнали за това, поведенията на роботите в споделена работна среда да бъдат по-гъвкави, по-полезни, по-безопасни:

Работен пакет 2: Изследване на възможности за разработка и използване на естествени интерфейси за комуникация с роботи. (от Месец 1 до Месец 24) – Разгледани са възможности за управление или комуникация на работа от/с човек посредством жестове. Проведени са изследвания с два типа сензори: Microsoft Kinect и Leap Motion, които предоставят различни възможности за визуално възприятие на човешки жестове и движения. На базата на получаваните от тях сигнали е изградена система за управление на работа. Направени са експериментални установки и изследвания, както за управление на индустриален манипулатор - Mitsubishi RH-6CH7020, така и за управление на мобилна платформа KUKA youBot.

Работен пакет 3: Изследване на алгоритми за управление на многоагентни системи от роботи. (от Месец 1 до Месец 24) – Разгледани са възможности за реализация на автономни координирани поведения на мобилни роботи. Изведен е теоретичен алгоритъм за управление с гарантирана сходимост за управление на формация от мобилни роботи. Проведени са експериментални изследвания за координирано движение на мобилни роботи iRobot Create и Kuka youBot на базата на информация от 2D лазерен скенер и разпознаване на изображения от видео камера.

Работен пакет 4: Изследване на алгоритми за обучение и адаптация и възможностите за тяхното приложение при управлението на роботи в споделена среда. (от Месец 7 до Месец 30) – Проектирана е и е изследвана конволюционна невронна мрежа, която да разпознава обекти единствено на базата на обучение. Така създадената и обучена невронна мрежа е приложена в няколко варианта за управление на автономен мобилен робот. Изследвани са възможностите и са предложени варианти за интеграция на данните от невронната мрежа с данни от други сензори.