



Závěrečná zpráva grantového projektu zakázka č. 2102 (specifický výzkum v roce 2023)

Název projektu: Smart Solutions for Ubiquitous Computing Environments
(Chytrá řešení ve všudypřítomných počítačových prostředích)

Specifikace řešitelského týmu

Odpovědný řešitel: prof. Ing. Ondřej Krejcar, Ph.D.

Studenti doktorského studia:

Ing. Michal Dobrovolný

Ing. Jaroslav Langer

Studenti magisterského studia:

Další výzkumní pracovníci:

prof. Ali Bin Selamat, Ph.D.

Po celou dobu řešení projektu byl počet zapojených studentů stejný počtu výzkumníků včetně řešitele.

Celková částka přidělené dotace: 439 225 Kč

Způsobilé náklady projektu: 439 265,59 Kč

Přehled realizovaných výdajů:

1. osobní náklady **155 554,98 Kč**

2. náklady na konference **0,00 Kč** (schváleno 140 000 Kč)

a) konferenční poplatky **0,0 Kč** a jejich stručné zdůvodnění (schváleno 65 000 Kč)

konferenční poplatky za publikaci příspěvků – konf. IWBBIO 2023, ACIIDS 2023 a

ComSys 2023, (Springer LNCS, a LNNN) byly placeny z jiných zdrojů.

- b) cestovní výdaje **0,00 Kč** a jejich stručné zdůvodnění (schváleno 75 000 Kč)

Finanční pokrytí cestovních nákladů souvisejících s realizací a prezentací publikačních výstupů konferenčních článků na mezinárodních konferencích (ACIIDS, ICCCI, IWBBIO) s výstupem do Thomson ISI CPCI a SCOPUS SJR (cestovné a ubytování) nebylo realizováno prezenčně z důvodu COVID-19.

3. další náklady **283 710,61 Kč** (schváleno 81 548 Kč)

- a) náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku **7 100,00 Kč** a jejich stručné zdůvodnění: částečná platba za mobilní testovací jednotku Samsung S23 ve spoluúčasti s dalším projektem FIM UHK.
- b) provozní náklady **0 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
- c) služby (mimo konferenčních poplatků) **268 766,13 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
- a. publikační poplatky za články kategorie Jimp v IEEE, Elsevier, Springer, MDPI, World Scientific a korekce článků - včetně DPH 268 766,13 Kč
 - b. internet po čas konferenčních cest: 0,0 Kč
- d) ostatní **7 844,48 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
- a. Kurzové ztráty DU (způsobené platbou publ. poplatků): 7 451,70 Kč
 - b. Bankovní poplatky DU 392,78 Kč
 - c. Pojištění při konf. cestách: 0 Kč

Splnění cílů řešení a přínos projektu

Stanovené cíle projektu se dařilo plnit na úrovni návrhů, modelů, či reálně fungujících sw prototypů především pro zpracování dat či práci s nimi. Projekt se v průběhu řešení dělil na několik částí, přičemž následující tabulka blíže popisuje jednotlivé mezivýsledky či finální výsledky, kterých bylo v průběhu dosaženo a to formou publikování na mezinárodních konferencích a v časopisech.

Dříve dosažené výsledky a znalosti jsme v tomto projektu využili pro vývoj jednotlivých částí Smart Systémů v několika specifických směrech:

1. **Rozhodovací algoritmy a řešení nad (i velkými) daty ve Smart prostředích s Machine learning**
2. **High Performance Computing (HPC) a vysoce paralelní přístupy pro řešení náročných úloh (rozhodovacích algoritmů či biomedicínských výpočtů)**
3. **Architektury a algoritmy pro zpracování biomedicínských dat (včetně EEG, ECG, EMG) s implementací chytrých řešení (Smart Biomedical Imaging)**
4. **Výzkum algoritmů pro klasifikace aktivit uživatele pomocí Smart senzorů (Wearable, Wireless, lokalizace, atd)**

V rámci první oblasti (1) bylo pokračováno výzkumem rozpracovaného Smart Home (Smart Window/ Smart Furniture) systému zabývajícího se tvorbou komplexního systému pro řízení inteligentních domů a to především algoritmů pro zpracování dat a signálů. Systém se skládá ze tří částí - server, subsystémy a nody komunikující ze senzory. V minulých letech byl rozpracovaný systém sestaven a je funkční. Nyní byl dále rozvíjen/upravován dle aktuálních požadavků externích projektů (TAČR GAMA 2 (tři návazné projekty), TAČR Doprava 2020+ (měření kvality povrchů a využití laser scanner a přesného polohování) a MPO Aplikace, atd.), kde poskytuje prostředí bázi znalostí o HW/SW řešení Smart Home/Furniture. V rámci výzkumu je nadále vytvářen a zpřesňován pravidlový systém a rozhodovací algoritmy (včetně napojení na externí webové služby s cílem provázání znalostí a informací k preciznějšímu rozhodování). **Výsledky těchto částí projektu jsou publikovány např. ve výsledcích 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 23.**

HPC (oblast 2) je v současné době předním technologickým řešením pro realizaci náročných výpočetních úloh či simulací komplexních procesů z oblasti přírodních věd. V rámci této dílčí části projektu byly dále vyvíjeny nové metody pro počítačem asistovaný návrh léčiv a simulace šíření elektromagnetického záření v tkáních, detekce chování pomocí obrazů a především hledání artefaktů v medicínských obrazech, kde se nadále

rozvíjí spolupráce s FNHK – to vše s využitím paralelních výpočtů v CPU/GPU klastrech. HPC se dále uplatňuje v oblasti (1), kde poskytuje silné HW výpočetní možnosti nad nashromážděnými daty s domácích či jiných Smart prostředí. Pro tyto potřeby je aktuálně využíván vlastní hardware a software (IT4Neuro HPC a především vlastní malé HPC na FIM), který umožňuje řešitelskému týmu provádět bezprostřední výzkum aktuálních HPC technologií. **Výsledky těchto částí projektu jsou publikovány např. ve výsledcích 1-4, 6-9, 14, 15, 23.**

Na HPC pak navazuje i problematika vývoje léčiv, simulace biologických procesů, zpracování obrazu a obecně zpracování rozsáhlých dat včetně EEG, ECG, EMG, atd., jež je podstatou mnohých biomedicínských aplikací. K těmto účelům bylo vyvíjeno softwarové prostředí rozpracované v minulosti, které umožní lépe systematizovat a chránit výsledky výzkumu (oblast 3). **Výsledky těchto částí projektu jsou publikovány např. ve výsledcích 18, 19, 22.**

K tomuto prostředí byl dále vyvíjen specifický (pro danou problematiku) přístup v oblasti nových algoritmů pro klasifikace aktivit uživatele (oblast 4). **Výsledky těchto částí projektu jsou publikovány např. ve výsledcích 13, 21.**

Kontrolovatelné výsledky řešení

Jsou uvedeny publikace a aplikované výsledky, které vznikly na základě řešení projektu a kromě výsledků v tisku či neindexovaných byly zadány do OBD.

Bylo publikováno těchto 23 prací:

SCOPUS SJR indexed conferences - Springer LNCS:

IWBIO 2023 4x Springer LNCS SJR Q3/Q4

[1]ALPAR, Orcan, O. KREJCAR. Three-Dimensional Representation and Visualization of High-Grade and Low-Grade Glioma by Nakagami Imaging. In: 10th International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, IWBIO 2023. Berlín: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-3-031-34952-2.

100 % dedikováno na tento projekt (7 FIM bodů)

[2]ALPAR, Orcan, O. KREJCAR. Whole Tumor Area Estimation in Incremental Brain MRI Using Dilation and Erosion-Based Binary Morphing. In: 10th International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, IWBIO 2023. Berlín: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-3-031-34952-2.

100 % dedikováno na tento projekt (7 FIM bodů)

[3]KIRIMTAT, Ayca, O. KREJCAR. Role of Parallel Processing in Brain Magnetic Resonance Imaging. In: 10th International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, IWBIO 2023. Berlín: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-3-031-34959-1.

100 % dedikováno na tento projekt (7 FIM bodů)

[4]KIRIMTAT, Ayca, O. KREJCAR. A Guide and Mini-Review on the Performance Evaluation Metrics in Binary Segmentation of Magnetic Resonance Images. In: 10th International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, IWBIO 2023. Berlín: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-3-031-34959-1.

100 % dedikováno na tento projekt (7 FIM bodů)

ACIIDS 2023 1x Springer LNCS SJR Q3/Q4

[5]GORMENT, N.Z., AB. SELAMAT, O. KREJCAR. Obfuscated Malware Detection: Impacts on Detection Methods. In: 15th International scientific conferences on research and applications in the field of intelligent information and database systems, ACIIDS 2023. Cham: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-3-031-42429-8.

100 % dedikováno na tento projekt (7 FIM bodů)

COMSYS 2023 4x Lecture Notes in Networks and Systems SJR Q4

[6]DEY, Ratnadeep, D. BHATTACHARJEE, CH. KOLLMANN, O. KREJCAR. Classification of Breast Tumor from Ultrasound Images Using No-Reference Image Quality Assessment. In: 2nd International Conference on Frontiers in Computing and Systems, COMSYS 2021. Singapore: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-981-19010-4-1.

100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

[7]DEY, R., D. BHATTACHARJEE, O. KREJCAR. No-Reference Image Quality Assessment Using Meta-Learning. In: The 3rd International Conference on Frontiers in Computing and Systems (COMSYS 2022). Singapur: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-981-9926-79-4.

100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

[8]BANIK, D., O. KREJCAR, D. BHATTACHARJEE. Deep Learning for Segmentation of Polyps for Early Prediction of Colorectal Cancer: A Prosperous Direction. In: The 3rd International Conference on Frontiers in Computing and Systems (COMSYS 2022). Singapore: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-981-9926-79-4.

100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

[9]ROY, K., D. BHATTACHARJEE, O. KREJCAR. A Survey on COVID-19 Lesion Segmentation Techniques from Chest CT Images. In: The 3rd International Conference on Frontiers in Computing and Systems (COMSYS 2022). Singapur: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. ISBN 978-981-9926-79-4.

100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

Časopis: 13x WOS JCR IF:

[10]SAHU, Geet, A. SEAL, D. BHATTACHARJEE, R. FRISCHER, O. KREJCAR. A Novel Parameter Adaptive Dual Channel MSPCNN Based Single Image Dehazing for Intelligent Transportation Systems. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS. 2023, 24 (3), 3027-3047. ISSN 1524-9050.

50 % dedikováno na tento projekt (152,02 FIM bodů)

[11]SHARMA, P., K. CHOI, O. KREJCAR, P. BLAŽEK, V. BHATIA, S. PRAKASH. Securing Optical Networks Using Quantum-Secured Blockchain: An Overview. Sensors. 2023, 23 (3), "Article number: 1228". ISSN 1424-8220.

100 % dedikováno na tento projekt (138,431 FIM bodů)

[12]SHARMA, A., R. MITRA, O. KREJCAR, K. CHOI, M. DOBROVOLNÝ, V. BHATIA. Hyperparameter-Free RFF Based Post-Distorter for OTFS VLC System. IEEE Photonics Journal. 2023, 15 (2), "Article number 7301807". ISSN 1943-0655.

100 % dedikováno na tento projekt (87,173 FIM bodů)

[13]BUJANG, Siti Dianah Abdul, AB. SELAMAT, O. KREJCAR, F. MOHAMED, LK. CHENG, PCH. CHIU, H. FUJITA. Imbalanced Classification Methods for Student Grade Prediction: A Systematic Literature Review. IEEE Access. 2023, 11 (January), 1970-1989. ISSN 2169-3536.

100 % dedikováno na tento projekt (127,440 FIM bodů)

[14]ALRASHIDI, Muhammad, AB. SELAMAT, R. IBRAHIM, O. KREJCAR. Social Recommendation for Social Networks Using Deep Learning Approach: A Systematic Review, Taxonomy, Issues, and Future Directions. IEEE Access. 2023, 11 (May), 63874-63894. ISSN 2169-3536.

100 % dedikováno na tento projekt (127,440 FIM bodů)

[15]DOBROVOLNÝ, Michal, J. BENEŠ, J. LANGER, O. KREJCAR, AB. SELAMAT. Study on Sperm-Cell Detection Using YOLOv5 Architecture with Labeled Dataset. Genes. 2023, 14 (2), :Article number: 451". ISSN 2073-4425.

100 % dedikováno na tento projekt (131,139 FIM bodů)

[16]ROY, K., D. BANIK, G. CHAN, O. KREJCAR, D. BHATTACHARJEE. 2pClPr: A Two-Phase Clump Profiler for Segmentation of Cancer Cells in Fluorescence Microscopic Images. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2023, 72 (May), "Article number: 5014914". ISSN 0018-9456.

100 % dedikováno na tento projekt (192,147 FIM bodů)

[17]THAKUR, P.S., O. KREJCAR, V. BHATIA, S. PRAKASH. Deep learning based processing framework for spatio-temporal analysis and classification of laser biospeckle data. Optics and Laser Technology. 2024, 169 (February), "Article number: 110138". ISSN 0030-3992.

50 % dedikováno na tento projekt (100,445 FIM bodů)

[18]SEAL, Ayan, R. BAJPAI, M. KARNATI, J. AGNIHOTRI, A. YAZIDI, E. HERRERA-VIEDMA, O. KREJCAR. Benchmarks for machine learning in depression discrimination using electroencephalography signals. Applied Intelligence. 2023, 53 (10), 12666-12683. ISSN 0924-669X.

50 % dedikováno na tento projekt (68,522 FIM bodů)

[19]KAMAL, Shahul Mujib, MH. BABINI, R. TEE, O. KREJCAR, H. NAMAZI. Decoding the correlation between heart activation and walking path by information-based analysis. Technology and Health Care. 2023, 31 (1), 205-215. ISSN 0928-7329.

100 % dedikováno na tento projekt (44,782 FIM bodů)

[20]BISEN, S., P. SHAIK, J. JOSE, J. NEBHEN, O. KREJCAR, V. BHATIA. ASER analysis of generalized hexagonal QAM schemes for NOMA systems over Nakagami-m fading channels. International Journal of Communication Systems. 2023, 36 (6), "Article number: e5440". ISSN 1074-5351.

100 % dedikováno na tento projekt (82,078 FIM bodů)

[21]BERA, A., M. NASIPURI, O. KREJCAR, D. BHATTACHARJEE. Fine-Grained Sports, Yoga, and Dance Postures Recognition: A Benchmark Analysis. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2023, 72 (July), "Article Number: 5020613". ISSN 0018-9456.

100 % dedikováno na tento projekt (192,147 FIM bodů)

[22]SRIRAM, S., H. NATIQ, K. RAJAGOPAL, O. KREJCAR, H. NAMAZI. Dynamics of a two-layer neuronal network with asymmetry in coupling. Mathematical Biosciences and Engineering. 2023, 20 (2), 2908-2919. ISSN 1547-1063.

100 % dedikováno na tento projekt (127,489 FIM bodů)

Kapitola v odborné knize

[23]SELAMAT, Ali Bin, NQ. DO, O. KREJCAR. Detecting Phishing URLs With Word Embedding and Deep Learning. In: Perspectives and Considerations on the Evolution of Smart Systems, Hershey: IGI Global, 2023. 24 stran z 419. ISBN 978-1-66847-684-0.

100 % dedikováno na tento projekt (1,146 FIM bodů)

V projektovém záměru bylo přislíbeno dosažení celkového počtu 269 FIM bodů.

V jednotlivých druzích výsledků bylo sumárně dosaženo:

5x LNCS 5x7 = 35 FIM bodů

4x LNNN 4x4 = 16 FIM bodů

13x ISI WOK JCR = 1571,253 FIM bodů

1x IGI Global = 1, 146 FIM bodů

Celkem bylo dosaženo 1 623,399 FIM bodů v publikačních výstupech.

Předpokládané a realizované výstupy dle Hodnocení VaV FIM UHK 2023

	Plán pro SPEV 2020	Realizováno SPEV 2020	Plán pro SPEV 2021	Realizováno SPEV 2021	Plán pro SPEV 2022	Realizováno SPEV 2022	Plán pro SPEV 2023	Realizováno SPEV 2023
Jimp	150	808,15	150	754,4	240	1626,745	220	1571,253
Jesci (ISI WOK ESCI)		30		0	0	30	0	0
Jsc								
Dsc	150	156	150	28	60	88	46	51
D								
ODV (P, UVz, PVz)	31	0	31	0	0	0	0	0
Celkem	331 FIM bodů	994,15 FIM bodů	286 FIM bodů	782,4 FIM bodů	269 FIM bodů	1 744,745 FIM bodů	266 FIM bodů	1 623,399 FIM bodů

Všechny uvedené publikace jsou indexovány v hlavních indexech (Thomson, Scopus, IEEE Xplore, Springer). Vyzdvihnout lze především 5 publikací v prestižní sérii Springer LNCS a 13 článků s IF indexovaných v JCR indexu WOS.

Díky úspěšné participaci na konferencích byl odpovědný řešitel pozván do několika IPC konferencí (ACIIDS, ICCCI, IWBBIO, MobiWis, IEA/AIE atd.), které dále rozvíjí spolupráci jak v rámci konferencí, tak i osobní vztahy s předními výzkumníky (Prof. Hamido Fujita, Japan, prof. Ali Bin Selamat, Malajsie).

V rámci řešení projektu byly také podány projekty:

- MPO Aplikace 2 projekty – prošly formální kontrolou způsobilosti – čekáme na rozhodnutí
 - Partneři projektu 1.: Campus Energy, VŠTE, VŠB, UHK, rozpočet UHK 3,5 mil Kč
 - nepodpořen
 - Partneři projektu 1.: Geokod, VŠTE, VŠB, UHK, rozpočet UHK 6,7 mil Kč
 - **Přijatý a v realizaci!**

Výsledky publikační činnosti v OBD

- a) s uvedením počtu výsledků, které budou předkládány jako výsledky studentských projektů do RIVu (N01 Typ zdroje financování výsledku S = specifický vysokoškolský výzkum), **23**
- b) s uvedením počtu disertačních (příp. diplomových) prací, které vznikly s podporou prostředků na specifický vysokoškolský výzkum, 0 disertační práce

- c) další příklady excelence dosažené s podporou prostředků na specifický vysokoškolský výzkum (např. oceněné práce).

Ke zprávě je přiloženo:

Výpis z OBD – výsledky publikační činnosti podpořené projektem
„Výsledovku“ z ekonomického informačního systému Magion – vyúčtování dotace

Výše uvedené dokumenty byly odevzdány s výroční zprávou a k dnešnímu dni nebyly již dále měněny.

Datum ukončení projektu: 25.09.2024



V Hradci Králové, dne 29.10.2024
řešitele

Podpis odpovědného