



## **Závěrečná zpráva grantového projektu zakázka č. 2102** (specifický výzkum v roce 2022)

**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: 456 899 Kč**

**Způsobilé náklady projektu: 457 023,23 Kč**

### **Přehled realizovaných výdajů:**

1. osobní náklady **198 977,00 Kč**

Odstavec 1., článku VI. Pokynu prorektora č. 6/2020 - Podíl osobních nákladů nebo výdajů spolu s povinnými odvody (včetně stipendií), spojených s účastí studentů doktorského nebo magisterského studijního programu jakožto řešitelů nebo dalších členů řešitelského týmu na řešení grantového projektu, na celkových osobních nákladech nebo výdajích spolu s

povinnými odvody (včetně stipendií), hrazených v rámci způsobilých nákladů projektu, byl plánován **na 78%** alokace na studenty. Minimum činí nejméně 75%. **Finální stav činí 76,39% nákladů alokovaných na studenty.**

2. náklady na konference **41 228,75 Kč** (schváleno 140 000 Kč)
  - a) konferenční poplatky **41 228,75 Kč** a jejich stručné zdůvodnění (schváleno 85 000 Kč)

Jedná se o konferenční poplatky za publikaci a prezentaci příspěvků – konf. ACIIDS 2022, ICCCI 2022, IWBBIO 2022, ComSys 2022, (Springer LNCS, CCIS, IEEE).
  - b) cestovní výdaje **0,00 Kč** a jejich stručné zdůvodnění (schváleno 55 000 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 **216 817,48 Kč** (schváleno 99 222 Kč)
  - a) náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku **0,00 Kč** a jejich stručné zdůvodnění: nebylo finálně realizováno
  - b) provozní náklady **0 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
  - c) služby (mimo konferenčních poplatků) **130 548,99 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
    - a. publikační poplatky za články kategorie Jimp v IEEE, Elsevier, Springer, MDPI, World Scientific a korekce článků - včetně DPH 130 548,99 Kč
    - b. internet po čas konferenčních cest: 0,0 Kč
  - d) doplňkové náklady **86 268,49 Kč** a jejich stručné zdůvodnění
    - a. Kurzové ztráty DU (způsobené platbou konf. poplatků): 3 548,49 Kč
    - b. Patentoprávní služby – příprava podloh pro podání ochrany IP 44 000,00 Kč  
Pro podání užitečných vzorů či patentů – výsledek aktuálně v realizaci ochrany
    - c. Nájemné DU – pronájem vybavené měřicí laboratoře 38 720,- Kč
    - d. Bankovní poplatky DU 0,0 Kč
    - e. 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 pro zpracování biomedicínských dat s implementací chytrých řešení (Smart Biomedical Imaging)**
4. **Výzkum algoritmů pro klasifikace aktivit uživatele pomocí Wearable senzorů**

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, subsystemy 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. Na jeho základě budou dále podávány ODV (předpokladem je patent a UV na UPV, který je ve fázi korekce rešerše) jako výstupy kooperujících projektů. 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 1-4, 7, 9, 16, 17.**

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 nově vícero 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 10, 12, 14.**

Na HPC pak navazuje i problematika vývoje léčiv, simulace biologických procesů, zpracování obrazu a obecně zpracování rozsáhlých dat, 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 6, 10, 12, 16.**

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 5, 8, 9, 11, 13, 15, 17.**

### **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 17 prací:

### **SCOPUS SJR indexed conferences - Springer LNCS / CCIS / IEEE:**

#### **ACIIDS 2022 1x LNCS**

1. **Dobrovolný, M., Beneš, J., Krejcar, O., Selamat, AB.** Sperm-cell Detection Using YOLOv5 Architecture. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Švýcarsko : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. 12s. ISBN: 978-3-031-07801-9. ISSN: 0302-9743.  
100 % dedikováno na tento projekt (20 FIM bodů)

#### **IEA/AIE 2022 2x LNCS**

2. **Hameed, S., Selamat, AB., Latiff, L., Razak, S., Krejcar, O.** WHITE: Weighted Hoeffding Tree Ensemble for Network Attack Detection at Fog-IoMT. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Berlín : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. 12s. ISBN: 978-3-031-08529-1. ISSN: 0302-9743.  
100 % dedikováno na tento projekt (20 FIM bodů)
3. **Do, N., Selamat, AB., Lim, K., Krejcar, O.** An Improved Ensemble Deep Learning Model Based on CNN for Malicious Website Detection. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Berlín : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. 8s. ISBN: 978-3-031-08529-1. ISSN: 0302-9743. Kód UT ISI: 000876774100042.  
granty: OSpec. výzkum: S. Forma: D\_ČLÁNEK VE SBORNÍKU  
100 % dedikováno na tento projekt (20 FIM bodů)

#### **ICCCI 2022 1x LNCS**

4. **Kopecký, L., Dobrovolný, M., Fuchs, A., Selamat, AB., Krejcar, O.** Cycle Route Signs Detection Using Deep Learning. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Berlín : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. 13s. ISBN: 978-3-031-16013-4. ISSN: 0302-9743.  
100 % dedikováno na tento projekt (20 FIM bodů)

**IEEE INES 2022 1x IEEE**

5. **Panan, J., Dobrota, J., Bridova, I., Brida, P., Machai, J., Krejcar, O.** Evaluation of Bit String Fast Reroute Mechanism. *INES 2022 - 26th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems 2022, Proceedings*. New Jersey : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022. 5s. ISBN: 978-1-66549-209-6. ISSN: 1543-9259.  
100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

**IEEE ComSys 2022 1x LNNS**

6. **Dey, R., Bhattacharjee, D., Kollmann, Ch., Krejcar, O.** Classification of Breast Tumor from Ultrasound Images Using No-Reference Image Quality Assessment. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Singapore : Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023. 9s. ISBN: 978-981-19010-4-1. ISSN: 2367-3370.  
100 % dedikováno na tento projekt (4 FIM body)

**Časopis: 10x WOS JCR IF:**

7. **Do, N., Selamat, AB., Krejcar, O., Herrera-Viedma, E., Fujita, H.** Deep Learning for Phishing Detection: Taxonomy, Current Challenges and Future Directions. *IEEE Access*. Piscataway : IEEE, 2022. 35s. ISSN: 2169-3536.  
100 % dedikováno na tento projekt (166,61 FIM bodů)
8. **Chiu, PCh., Selamat, AB., Krejcar, O., Kuok, KK., Bujang, SDA., Fujita, H.** Missing Value Imputation Designs and Methods of Nature-Inspired Metaheuristic Techniques: A Systematic Review. *IEEE Access*. Piscataway : IEEE, 2022. 23s. ISSN: 2169-3536.  
100 % dedikováno na tento projekt (166,61 FIM bodů)
9. **Jose, J., Agarwal, A., Bhatia, V., Krejcar, O.** Outage probability minimization based power control and channel allocation in underlay D2D-NOMA for IoT networks. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*. John Wiley and Sons Inc, 2022. 15s. ISSN: 2161-3915.  
100 % dedikováno na tento projekt (124,58 FIM bodů)
10. **Seal, A., Bajpai, R., Karnati, M., Agnihotri, J., Yazidi, A., Herrera-Viedma, E., Krejcar, O.** Benchmarks for machine learning in depression discrimination using electroencephalography signals. *Applied Intelligence*. DORDRECHT : Springer, 2022. 18s. ISSN: 0924-669X.  
50 % dedikováno na tento projekt (69,395 FIM bodů)
11. **Sharma, K., Seal, A., Yazidi, A., Krejcar, O.** A New Adaptive Mixture Distance-based Improved Density Peaks Clustering for Gearbox Fault Diagnosis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. Piscataway : IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022. 16s. ISSN: 0018-9456.  
100 % dedikováno na tento projekt (200,99 FIM bodů)
12. **Roy, H., Bhattacharjee, D., Krejcar, O.** Interpretable Local Frequency Binary Pattern (LFrBP) based Joint Continual Learning Network for Heterogeneous Face Recognition. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022.

12s. ISSN: 1556-6013.

100 % dedikováno na tento projekt (255,54 FIM bodů)

13. **Jose, J., Agarwal, A., Krejcar, O., Bhatia, V.** Power controlled outage-aware optimal protocol for NOMA-assisted underlay D2D networks. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*. Elsevier GmbH, 2022. 5s. ISSN: 1434-8411.

100 % dedikováno na tento projekt (108,51 FIM bodů)

14. **Sriram, S., Natiq, H., Rajagopal, K., Krejcar, O., Namazi, H.** Dynamics of a two-layer neuronal network with asymmetry in coupling. *Mathematical Biosciences and Engineering*. American Institute of Mathematical Sciences, 2023. 12s. ISSN: 1547-1063.

100 % dedikováno na tento projekt (84,95 FIM bodů)

15. **Singh, TP., Tiwari, B., Kumar, A., Gedam, B., Bhatia, V., Krejcar, O., Dobrovolný, M., Nebhen, J., Prakash, S.** Deep transfer learning based photonics sensor for assessment of seed-quality. *Computers and Electronics in Agriculture*. Elsevier B.V., 2022. 10s. ISSN: 0168-1699.

100 % dedikováno na tento projekt (220,86 FIM bodů)

16. **Karnati, M., Seal, A., Sahu, G., Yazidi, A., Krejcar, O.** A novel multi-scale based deep convolutional neural network for detecting COVID-19 from X-rays. *Applied soft computing*. Amsterdam : Elsevier, 2022. 17s. ISSN: 1568-4946.

100 % dedikováno na tento projekt (228,7 FIM bodů)

#### Časopis: 1x WOS ESCI:

17. **Ibrahim, W., Anuar, M., Selamat, AB., Krejcar, O.** BOTNET DETECTION USING INDEPENDENT COMPONENT ANALYSIS. *IJUM Engineering Journal*. International Islamic University Malaysia-IIUM, 2022. 21s. ISSN: 1511-788X.

100 % dedikováno na tento projekt (30 FIM bodů)

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

V jednotlivých druzích výsledků bylo sumárně dosaženo:

4x LNCS 4x20 = 80 FIM bodů

2x IEEE a LNNS 2x4 = 8 FIM bodů

1x ESCI = 30 FIM bodů

10x ISI WOK JCR = 1626,745 FIM bodů

**Celkem bylo dosaženo 1 744,745 FIM bodů v publikačních výstupech.**

#### **Předpokládané a realizované výstupy dle Hodnocení VaV FIM UHK 2022**

	Plán pro SPEV 2019	Realizováno SPEV 2019	Plán pro SPEV 2020	Realizováno SPEV 2020	Plán pro SPEV 2021	Realizováno SPEV 2021	Plán pro SPEV 2022	Realizováno SPEV 2022
Jimp	250	558,37	150	808,15	150	754,4	<b>240</b>	<b>1626,745</b>
Jesci (ISI WOK ESCI)		60		30		0	<b>0</b>	<b>30</b>
Jsc		4						
Dsc	250	140	150	156	150	28	<b>60</b>	<b>88</b>
D		8						

ODV (P, UVz, PVz)	40		31	0	31	0	0	0
<b>Celkem</b>	540 FIM bodů	770,37 FIM bodů	331 FIM bodů	994,15 FIM bodů	286 FIM bodů	782,4 FIM bodů	<b>269 FIM bodů</b>	<b>1 744,745 FIM bodů</b>

Všechny uvedené publikace jsou indexovány v hlavních indexech (Thomson, Scopus, IEEE Xplore, Springer). Vyzdvihnout lze především 4 publikace v prestižní sérii Springer LNCS a 10 článků s IF indexované 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:

- TAČR Trend – FW03010121, Inteligentní MES systém pro hodnocení zdrojů s využitím pokročilých metod analýzy dat a prvků umělé inteligence - nepodpořen z nedostatku financí
- TAČR Doprava 2020+ CK04000153 - nepodpořen
- TAČR NCK2 - nepodpořen

#### 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), **17**
- 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.

Nové výsledky (skutečnosti) projektu od doby odevzdání výroční zprávy – nebyly

**Datum ukončení projektu: 25.10.2023**



V Hradci Králové, dne 25.10.2023

Podpis odpovědného řešitele