

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0233-10**

**Virtuálne a konštruktívne modelovanie, tréning a simulácia správania davu v mestskom prostredí**

Zodpovedný riešiteľ **Doc. Ing. Ladislav Hluchý, CSc.**

Príjemca **ÚI SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav informatiky SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava
2. FIIT STU, Ilkovičova 2, Bratislava
3. WAY INDUSTRIES, a.s., Priemyselná 937/4, Krupina
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. KVASSAY, Marcel - HLUCHÝ, Ladislav - KRAMMER, Peter - SCHNEIDER, Bernhard. Causal analysis of the emergent behavior of a hybrid dynamical system. In: Acta polytechnica Hungarica : journal of applied sciences at Budapest Tech Hungary, vol. 11, Iss. 4, p. 21-40, 2014. ISSN 1785-8860
2. HLUCHÝ, Ladislav - KVASSAY, Marcel - DLUGOLINSKÝ, Štefan - SCHNEIDER, Bernhard - BRACKER, H. - KRYZA, B. - KITOWSKI, Jacek. Towards more realistic human behaviour simulation: modelling concept, deriving ontology and semantic framework. In Applied computational intelligence in engineering and information technology : revised and selected papers from the 6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics - SACI 2011. - Heidelberg : Springer, 2012, p. 1-17. ISBN 978-3-642-28304-8.

3. Kyžňanský, Michal - Lacko, Peter: Crowd evacuation with family scenario expansion. In: SISY 2014: IEEE 12th international symposium on intelligent systems and informatics, Subotica, Serbia September 11-13, 2014. - [S. l.] : IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-5996-9. - S. 263-266
4. LACKO, Peter - ORT, Miroslav - KYŽŇANSKÝ, Michal - KOLLÁR, Adrián - PAKAN, Filip - OŠVÁT, Michal - BRANIŠOVÁ, Jana: Riot Simulation in Urban Areas. In: CINTI 2013 [elektronický zdroj] : proceedings of the 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, November 19-21, Budapest. - Piscataway : IEEE, 2013. - ISBN 978-1-4799-0197-5. - online, p. 489-492.
5. KVASSAY, Marcel - HLUCHÝ, Ladislav - KRAMMER, Peter - SCHNEIDER, B. Exploring human behaviour models through causal summaries and machine learning. In INES 2013 : 17th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems 2013. - Budapest : IEEE Industrial Electronic Society, 2013, p. 231-236. ISBN 978-1-4799-0830-1.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Agentový simulátor ABS/MASON primárne adresuje oblasť bezpečnosti (defence & security) no má potenciálne uplatnenie vo všetkých oblastiach, ktoré využívajú počítačovú simuláciu ľudského správania a davu: výpočtová sociológia, epidemiológia, školstvo, doprava a pod. Prototyp virtuálneho výcvikového systému VVS je špecificky zameraný na potreby virtuálneho výcviku príslušníkov bezpečnostných zložiek.

Metóda kauzálnych partícií na analýzu emergentného správania davu má použitie v rovnakých oblastiach ako multiagentová simulácia (bezpečnosť, výpočtová sociológia, epidemiológia, školstvo, doprava), no po úpravách je potenciálne aplikovateľná aj v ďalších oblastiach, napr. na procesy učenia a klasifikácie v komplexných neurónových sieťach a na komplexné dynamické systémy popísané diferenciálnymi rovnicami.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

Modulárna štruktúra agentového simulátora ABS/MASON umožňuje elegantne modelovať rôzne zložky ľudskej psychiky a správania (telesné potreby, zmyslové vnímanie, emócie, kogníciu, sociálne väzby, vzorce správania) a sledovať vznik emergentných javov, ako je davová panika alebo skupinová agresia. ABS/MASON rozšíril rámec MASON hlavne o modely základných ľudských emócií a vzorcov správania s možnosťou nastaviť ich parametre, knižnice RVO2 a HRVO pre pohyb davu a pohyblivé prekážky, nové možnosti dvojrozmernej grafickej reprezentácie a práce s GIS údajmi: definovanie prekážok a významných bodov, automatické rozmiestňovanie agentov a pod.

Prototyp virtuálneho výcvikového systému VVS kombinuje agentový simulátor ABS/MASON s trojrozmerným vizualizačným prostredím VBS2 do jedného celku pre potreby virtuálneho výcviku bezpečnostných zložiek na zvládanie kritických situácií, kde hrozí nebezpečenstvo závažných škôd na zdraví alebo majetku účastníkov.

Metóda kauzálnych partícií pomáha odhaliť príčiny a fázy pozorovaného emergentného správania simulovaného systému (typicky davu ľudí) a nájsť spôsob ako sa vyhnúť nežiadúcim javom (davová panika, resp. agresia).

Z globálneho hľadiska projekt zamýšľané ciele naplnil, iba v oblasti karentovaných publikácií nastalo pre vysokú teoretickú náročnosť problematiky (kauzálna analýza) určité zdržanie: druhá plánovaná publikácia je momentálne rozpracovaná; plánujeme ju podať do časopisu renomovaného vydavateľstva (Elsevier) do konca roka 2014.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku** (max. 20 riadkov)

The modular structure of our agent-based simulator ABS/MASON enables elegant modelling

of various aspects of human psychology and behaviour (physical needs, sensory perception, emotions, cognition, social links, behaviour patterns) and observation of emergent phenomena such as mass panic or collective aggression. ABS/MASON extends the MASON framework mainly with the models of basic human emotions and behaviour patterns and ways of setting their parameters, with libraries RVO2 and HRVO for crowd movement and mobile obstacles, and with new options in 2D graphical representation and GIS support, such as definition of obstacles and points of interest, automatic placement of agents, etc.

The prototype of the virtual training system VVS combines our agent-based simulator ABS/MASON with a 3D visualisation environment VBS2 for the purposes of virtual training of security forces for critical situations endangering human lives or property.

Our method of causal partitions helps identify causes and stages of the observed emergent behaviour of the simulated system (typically a crowd of people) and find ways to avoid undesirable developments, such as mass panic or collective aggression.

From the global point of view the project has met its objectives; only in the area of top-tier publications there is some delay due to the theoretically demanding nature of causal analysis: the second top-tier publication of the project is still under development and we plan to submit it to a journal of a well-established publishing house (Elsevier) by the end of 2014.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

Doc. Ing. Ladislav Hluchý, CSc.

V Bratislave 28. 11. 2014

**Štatutárny zástupca príjemcu**

Doc. Ing. Ladislav Hluchý, CSc.

V Bratislave 28. 11. 2014

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu