

## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **APVV –0526–11****Interaktívne metódy zberu a spracovania obrazov v mikroskopii použitím prirodzeného užívateľského rozhrania**Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Zoltán Tomori, CSc.**Príjemca **Ústav experimentálnej fyziky SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach
2. Neurobiologický ústav SAV v Košiciach
- 3.
- 4.
- 5.

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

1. Ústav prístrojové techniky AVČR, Brno, Česká republika
- 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. Z. Tomori, P. Keša, M. Nikorovič, ..., P. Zemánek, "Holographic Raman tweezers controlled by multi-modal natural user interface," Journal of Optics, vol. 18, no. 1, pp. 015602, 2016.
2. Z. Tomori, P. Vanko, and B. Vaitovic, "Using of low-cost 3D cameras to control interactive exhibits in science center.," Emergent Trends in Robotics and Intelligent Systems...P. Sincak,...R. Jaksa, eds., pp. 273-283, Springer, 2015.
3. S. Poniková, ..., E. Demjén, J. Marek, ... Z. Gažová and E. Sedlák, "Lysozyme stability and amyloid fibrillization dependence on Hofmeister anions in acidic pH," J Biol Inorg Chem, vol. 20, pp. 921–933, 2015.
4. M.-M. Mocanu, ..., E. Demjen, J. Marek, ... Z. Gazova, "Polymorphism of hen egg white

lysozyme amyloid fibrils influence the cytotoxicity in LLC-PK1 epithelial kidney cells," International Journal of Biological Macromolecules, vol. 65, pp. 176–187, 2014.

5. L. Dancakova, ..., Z. Tomori, M. Iversen, P. Gal, and J. M. Bjordal, "Low-level laser therapy at 810 nm improves skin wound healing in streptozotocine-induced diabetic rats.," Photomedicine and Laser Surgery, vol. 32, no. 4, pp. 198–204, 2014.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

V rámci riešenia projektu bol vyvinutý originálny systém ovládania optickej pinzety pomocou prirodzeného užívateľského rozhrania. Tento systém je možné v súčasnosti uplatniť pri rôznych mikromanipulačných technikách s časticami hlavne vo vedeckých experimentoch.

Náš prístup umožňuje modifikovať a aplikovať algoritmy známe z robotiky do mikrosveta (vytvorenie mikroruky z častíc na nepriamu manipuláciu, synchronizácia a kooperácia pohybu pascí, plánovanie trajektórií, strojové učenie atď.). Dosiahnuté výsledky predstavujú krok od optickej manipulácie k mikrorobotike a pri splnení určitých podmienok aj k nanorobotike.

Získané skúsenosti s 3D kamerami sa uplatnili tiež pri konštrukcii interaktívnych exponátov vedeckého centra (pieskovisko, socha, šatňa), ktoré sú v prevádzke už vyše 2 roky.

Vyvolaným efektom je nový projekt zameraný na využitie v medicíne a to na zlepšenie kvality rehabilitácie pomocou 3D kamier a softvéru monitorujúceho pacienta pri rehabilitácii.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

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

Projekt bol zameraný na vývoj a využitie prirodzeného užívateľského rozhrania (NUI) v mikroskopii hlavne pri mikromanipulácii s časticami pomocou laserových pascí.

- Bol vyvinutý interfejs optickej pinzety [1] ktorý užívateľ ovláda polohu a výkon 8 laserových pascí polohou prstov, hlasom, smerom pohľadu a gestami. Jeho vstupom boli senzory polohy prstov a smeru pohľadu ako aj software na rozpoznávanie reči.
- Experimenty potvrdili, že ovládanie cez NUI poskytuje nové možnosti napr. pri nepriamej mikromanipulácii keď 2-5 pascí ovládaných polohou prstov vytvorí "mikroruku" ktorá "uchopí" a manipuluje s časticou s ktorou sa nedá manipulovať priamo.
- Analýza smeru pohľadu v kombinácii s rozpoznávaním reči umožňuje vybrať časticu a vhodným hlasovým povelom ju klasifikovať. Na zvýšenie presnosti lokalizácie kruhových objektov bola vyvinutá metóda "Symmetry Radius Transform" na určenie polohy všetkých kruhových častíc, takže pohľad je automaticky presmerovaný na najbližšiu z nich.
- Boli vyvinuté metódy automatizovaného merania Ramanovského spektra, kde častice sa postupne premiestnia na miesto merania a po zmeraní sa vrátia naspäť. Pohyb častíc je synchronizovaný, vedia sa vyhnúť prekážkam, prípadne ich odstrániť z plánovanej cesty.
- Skúsenosti s 3D kamerami boli využité aj v medicíne (rehabilitácia pod dohľadom softvéru). Experimenty vyústili do podania spoločného projektu s Klinikou fyzioterapie FNLP v Košiciach. Agentúra VEGA zaradila projekt medzi podporované so začiatkom riešenia v r. 2016.
- 3D kamery boli tiež použité pri konštrukcii 3 exponátov pre vedecké centrum Steel Park [2] a tiež pri sterologickej analýze série obrazov z konfokálneho mikroskopu.

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

The project aimed to development and exploitation of the natural user interface (NUI) in microscopy especially in micromanipulation with particles using the laser traps.

- An interface of optical tweezers has been developed [1] where the user controls the position and the power of 8 laser traps by his fingertips positions, voice commands and gestures. The input signal generate fingertips and gaze sensors as well as a speech recognition software.
- Experiments confirmed that NUI opens a new possibilities of indirect micromanipulation where 2-5 traps controlled by fingertips create a "microhand" that "grabs" and handles

a particle which cannot be manipulated directly.

- Gaze tracking combined with the speech recognition allows the selection of a particle by gaze and its classification by the proper voice command. To increase the accuracy of circular objects localization, the "Radius Symmetry Transform" method was proposed which finds the positions of all circular particles, so the gaze is automatically attracted to the closest one.

- The automated methods of Raman spectra measurement, where the particles are moved to the place of the focused measuring laser, measured and subsequently returned back. The movement is synchronized, avoiding obstacles or removing them from the planned trajectory.

- 3D cameras have also been exploited in medicine (rehabilitation supervised by software). The experiments resulted in the proposal of the joint project with the Dept. of Physiotherapy of the Kosice Hospital. VEGA grant agency decided to support the project starting from 2016.

- 3D cameras were also used in the construction of three exhibits for the Steel Park Science Center [2] and also in improved 3D stereological analysis (upcoming patent application).

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

**Zodpovedný riešiteľ**

**Štatutárny zástupca príjemcu**

V        dd. mm. rrrr

V        dd. mm. rrrr

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu