

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0441-11**

Optimalizácia mikrofluidických zariadení pre biomedicínske aplikácie

Zodpovedný riešiteľ **doc. Mgr. Ivan Cimrák, Dr.**

Príjemca **Žilinská univerzita v Žiline**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Katedra softvérových technológií, Fakulta riadenia a informatiky

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

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

-

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

1. I. Jančigová, I. Cimrák, (2015) Non-uniform force allocation for area preservation in spring network models. International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering., doi: 10.1002/cnm.2757, v tlači. 2014 Impact factor 2.052

2. I. Cimrák, M. Gusenbauer, I. Jančigová, An ESPResSo implementation of elastic objects immersed in a fluid, Computer Physics Communications, ISSN 0010-4655, Volume 185, Issue 3, March 2014, p. 900-907, 2014 Impact factor 3.112

3. I. Cimrák, I. Jančigová, R. Tóthová, a M. Gusenbauer, (2015). Mesh-based modeling of individual cells and their dynamics in biological fluids. Book: Application of Computational Intelligence in Biomedical Technology, Book series: Studies in Computational Intelligence, Springer, ISBN:978-3-319-19146-1, Vol. 606. , p 1-28.

4. I. Cimrák, I. Jančigová, R. Tóthová, Recent advances in mesh-based modeling of individual cells in biological fluids, Digital technologies 2014: the 10th international conference: 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia, IEEE, ISBN 978-1-4799-3301-3, p. 26-31

5. R. Tóthová I. Cimrák, Local stress analysis of red blood cells in shear flow, AIP Conference Proceedings, 2015, Vol. 1648, eid: 210003, ISBN 978-0-7354-1287-3

Uplatnenie výsledkov projektu

Model sme úspešne implementovali naším modulom Object-in-fluid do otvoreného softvéru ESPResSo, ku ktorému sme pripravili podrobnú online dokumentáciu. Považujeme to za výrazný úspech, pretože momentálne neexistuje iný voľne dostupný simulačný softvér, ktorý je po inštalácii schopný modelovať komplexné toky buniek bez nutnosti hlbokých vedomostí o modelovaní. Dôkazom úspechu je fakt, že náš modul používajú už 4 výskumné skupiny z Ruska, Švajčiarska, Rakúska a Nemecka.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku

Počas tri a polročného obdobia trvania projektu sa nám úspešne podarilo vytvoriť funkčný model buniek a ich toku v kvapaline. Tento model patrí medzi najkomplexnejšie modely, ktoré sa v súčasnosti používajú na modelovanie toku a deformácie buniek v kvapaline. Zahŕňa nielen mechanické vlastnosti buniek ale aj biologické vlastnosti adhézie.

Model sme dôkladne analyzovali z rôznych perspektív. Zaujímali nás najmä jeho kvalitatívne vlastnosti (napr. ako závisí správanie modelu pri zmene hustoty triangulačnej siete, tzv. škálovateľnosť modelu).

Model sme podrobili dôkladnému testovaniu pomocou výsledkov z analytických výpočtov (spomalenia gule v toku tekutiny) ako aj z reálnych biologických experimentov (naťahovanie krviniek). Týmto sme verifikovali implementáciu interakcie medzi objektom a tekutinou, ako aj správne elastické parametre modelu.

Model sme rozšírili o implementáciu tvorby a zániku bondov, čím sme umožnili modelovanie adhézie buniek. Tým sa zavŕšila unikátna kombinácia modelovania mechanických a biologických vlastností buniek.

Pomocou tohto modelu sme úspešne analyzovali niekoľké mikrofluidické zariadenia. Merali sme efektivitu zachytávania rakovinových buniek v zariadeniach s periodicky rozmiestnenými prekážkami. Optimalizovali sme ich rozmiestnenie pri rôzne veľkých hematokritoch tak, aby počet kolízií rakovinových buniek s prekážkami bol čo najvyšší.

O modeli a jeho aplikáciách sme publikovali viaceré štúdie, niektoré boli uverejnené v karentovaných časopisoch.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku

During the course of the project, we have successfully created the model of cells and their flow in a fluid. Such model belongs to most complex models currently available for modelling of cell flow. Besides mechanical properties, this model accounts as well for biological properties of cell adhesion.

We analysed the model from several perspectives. We focused mostly on qualitative properties of the model (for example how changing of triangular mesh affects the behaviour of the modeled cell, so called scalability of the model).

We thoroughly tested the model against the analytical computations (sphere deceleration in a fluid flow) as well as against the results of real biological experiments (red blood cell stretching). This way we verified the implementation of interaction between the objects and the fluid as well as identification of proper elastic coefficients of the model.

We extended the model with a possibility for creation and destruction of bonds - this enabled the modelling of cell adhesion. This extension lead to a unique combination of mechanical and biological features in one model.

Using this model we successfully analysed several microfluidic devices. We measured effectiveness of cancer cell trapping in devices with periodic obstacle arrays. We optimized their spatial distribution for different values of hematocrit so that the collision frequency of cancer cells would be the highest.

We published several studies about the model some of which were published in highly ranked international journals with high impact factor.

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

Zodpovedný riešiteľ

Štatutárny zástupca príjemcu

V Žiline 29. 1. 2016

V Žiline 29.1.2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu