

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: Doc. RNDr. Karol Mikula, DrSc.	Evidenčné číslo projektu: APVT-20-040902
Názov projektu: Matematické a počítačové metódy spracovania obrazu	

Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie, Stavebná fakulta STU, Bratislava
	Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, UK, Bratislava
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	University of Bologna, Italy, CNRS, Paríž, France
	University of Heidelberg, Germany
	FJFI ČVUT Praha

Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované): <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	<p>S.Corsaro, K.Mikula, A.Sarti, F.Sgallari, Semi-implicit co-volume method in 3D image segmentation, SIAM J. Scientific Computing, Vol. 28, No. 6 (2006) pp. 2248-2265</p> <p>P.Frolkovič, K.Mikula, Flux-based level set method: a finite volume method for evolving interfaces, Applied Numerical Mathematics, doi:10.1016/j.apnum.2006.06.002</p> <p>K.Mikula, A.Sarti, F.Sgallari, Semi-implicit co-volume level set method in medical image segmentation, in Handbook of Biomedical Image Analysis: Segmentation and Registration Models (J.Suri et al., Eds.), Springer, New York, 2005, pp. 583-626</p> <p>K.Mikula, D.Ševčovič, Computational and qualitative aspects of evolution of curves driven by curvature and external force, Computing and Visualization in Science, Vol. 6, No. 4 (2004) pp. 211-225</p> <p>M.Beneš, V.Chalupecký, K.Mikula, Geometrical image segmentation by the Allen-Cahn equation, Applied Numerical Mathematics, Vol. 51 (2004) pp. 187-205</p>
V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:	V aplikácii vytvorených metód na úlohy spracovania obrazu v biológii, bioinžinierstve, medicíne a v ďalších oblastiach ktoré analyzujú 3D obrazovú informáciu.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa:

Dátum:

Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-20-040902

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Počas riešenie projektu boli dosiahnuté originálne výsledky v oblasti návrhu, analýzy, sériovej a paralelnej implementácie a aplikácie výpočtových metód pre úlohy spracovania 2D a 3D obrazov. Boli navrhnuté originálne 2D a 3D metódy založené na semi-implicitných schémach konečných objemov pre modely filtrácie a segmentácie obrazu, a to pre regularizovanú Perona-Malikovu rovnicu, nelineárnu tenzorovú difúziu závislú od tzv. štruktúrneho tenzora, pre zovšeobecnené rovnice pohybu kriviek a plôch podľa strednej (a geodetickej) krivosti v úrovňovej formulácii, pre segmentačnú rovnicu pohybu subjektívnych plôch a pre konvekčno-difúzne geometrické parciálne diferenciálne rovnice v úrovňovej formulácii. Navrhnuté algoritmy boli paralelizované na báze rozštiepenia obrazu v závislosti od využiteľného počtu procesorov a následnej výmene informácií medzi procesmi prostredníctvom MPI paralelného prostredia. Bol vybudovaný paralelný počítačový klaster na Katedre matematiky Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Numerické metódy boli analyzované z hľadiska stability riešení, pričom sa ukázalo, že navrhnuté metódy sú bezpodmienečne stabilné. Pre modely založené na riešení regularizovanej Perona-Malikovej rovnice a jej zovšeobecneniach sa podarilo ukázať konvergenciu numerických riešení k variačným riešeniam príslušných parciálnych diferenciálnych rovníc. Vybudované algoritmy boli aplikované v praktických situáciach, napr. pri filtrácii a segmentácii obrazov embryogenézy a echokardiografie, a to najmä v spolupráci so špičkovými zahraničnými pracoviskami ako sú Department of Electronics, Informatics and Systems, University of Bologna a Developmental Biology Laboratory, CNRS, Paríž. Vedecké výsledky boli publikované alebo sú v tlači vo forme článkov v kvalitných vedeckých časopisoch (7 článkov v karentovaných časopisoch, 7 v ďalších recenzovaných časopisoch), ako kapitoly vo vedeckých monografiách (2), články v recenzovaných zborníkoch (5) a boli prezentované formou pozvaných a iných prednášok na viac ako 20 vedeckých konferenciach a seminároch (New York, Los Angeles, Paríž, Rím, Viedeň, Linz, Kolín, Warwick, Tokyo, Yokohama, Nagoya, Fukuoka, Praha, Bratislava).

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

During the project solution, the original scientific results in design, analysis, serial and parallel implementation and application of the computational methods in 2D and 3D image processing were achieved. The original 2D and 3D semi-implicit finite volume schemes for filtration models as regularized Perona-Malik equation, nonlinear tensor diffusion dependent on structure tensor, generalized mean (and geodesic) curvature flow in the level set formulations, for the subjective surface based segmentation equation and for the geometrical advection-diffusion level set equations were designed and studied. The designed algorithms were parallelized based on image splitting related to the number of available processors. Communication between parallel processes is solved using the MPI parallel framework. The parallel computer cluster was built at the Department of Mathematics, Faculty of Civil Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava. The unconditional stability of designed numerical methods was proved. For models based on solving the regularized Perona-Malik equation and its generalizations it was possible to prove convergence of solution given by the numerical scheme to the unique variational solution of the corresponding partial differential equation. Our algorithms were applied successfully to practical problems like filtration and segmentation of embryogenesis and echocardiography images, mainly in cooperation with foreign institutions, Department of Electronics, Informatics and Systems, University of Bologna and Developmental Biology Laboratory, CNRS, Paris. Scientific results were published or are in press in the form of papers in scientific journals (7 in Current Contents, 7 in other refereed journals) as chapters in books (2), papers in reviewed proceedings (5) and they were also presented at more than 20 scientific conferences and seminars, e.g. in New York, Los Angeles, Paris, Rome, Vienna, Linz, Cologne, Warwick, Tokyo, Yokohama, Nagoya, Fukuoka, Prague, Bratislava, in the form of invited and contributed talks.

Podpis riešiteľa: