

AI - STROJOVÉ UČENÍ - POČÍTAČOVÁ GRAFIKA - 3D TISK

AI - MACHINE LEARNING - COMPUTER GRAPHICS - 3D PRINTING

Ročníkové projekty, bakalářské a diplomové práce

Jaroslav Křivánek, jaroslav.krivanek@mff.cuni.cz

Modelování záření z oblohy pomocí hlubokého učení

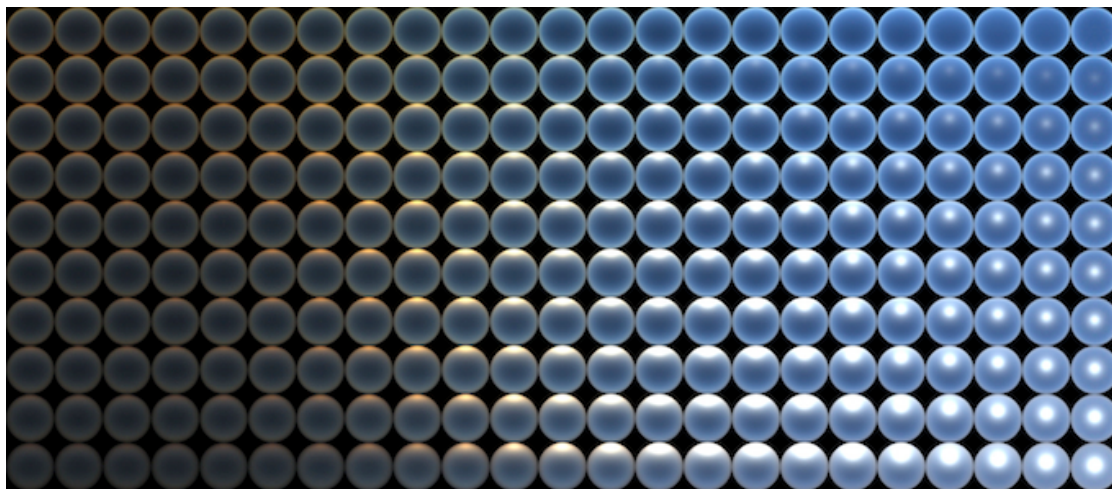
Modeling skydome illumination using deep learning

Modely záření z oblohy jsou důležitým nástrojem pro vytváření realistických vizualizací např. v architektuře a urbanismu. Cílem této práce je navrhnout a implementovat parametrický model záření z čisté, nezatažené oblohy. Pro dané hodnoty parametrů, jako např. elevace slunce, výška pozorovatele nad hladinou moře, nebo "mlžnost" oblohy model vygeneruje kompletní obrázek oblohy. Pro modelování budou použity hluboké neuronové sítě, přičemž trénovací data budou poskytnuta.

Skydome radiance models are an important tool for creating realistic visualizations in architecture and urban planning. The aim of this work is to design and implement a parametric model of radiance from a clear sky. For given parameter values, such as sun elevation, observer altitude, or sky turbidity, the model will generate a complete picture of the sky. Deep neural networks will be used for modeling, while training data will be provided.

Odkazy/References:

- <http://cgg.mff.cuni.cz/projects/SkylightModelling/>



Material picker: Rozpoznání materiálů v obrazech pomocí hlubokého učení

Material picker: Material recognition in images using deep learning

Jedním z důležitých kroků při modelování realistických 3D scén je nastavení vzhledu objektů. Cílem tohoto projektu je zjednodušit tento, často zdoluhavý proces tím, že umělci poskytne inteligentní nástroj pro výběr materiálu. Nástroj umožní kopírovat materiál z libovolného vstupního obrazu jednoduchým ukázněním na příslušný objekt. Pro dosažení tohoto cíle budou využity hluboké neuronové sítě, přičemž bude poskytnut rozsáhlý soubor trénovacích dat.

One of the important step in modeling realistic 3D scenes is setting of object material appearance. The goal of this project is to simplify this, often tedious process by providing the artist with an intelligent material picker tool. The tool will allow to copy a material from any input image by simply pointing to an object. Deep neural networks will be used to achieve this goal, while an extensive training dataset will be provided.

Odkazy/References

- Xiao Li, Yue Dong, Pieter Peers, and Xin Tong. 2017. Modeling surface appearance from a single photograph using self-augmented convolutional neural networks. *ACM Trans. Graph.* 36, 4, Article 45 (July 2017), 11 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3072959.3073641>
- Tuanfeng Y. Wang, Tobias Ritschel, Niloy J. Mitra. *Joint Material and Illumination Estimation from Photo Sets in the Wild*. CGF 2018.
- E. Shelhamer, J. Long and T. Darrell, "Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation," in *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 39, no. 4, pp. 640-651, April 1 2017. doi: 10.1109/TPAMI.2016.2572683 <https://arxiv.org/abs/1411.4038>
- Sean Bell, Paul Upchurch, Noah Snavely, Kavita Bala, *Material recognition in the wild with the materials in context database*. *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2015.



Intelligentní návrh interiérů pomocí neuronových sítí

Intelligent interior design using neural networks

Podstatou projektu je analýza typického uspořádání objektů v interiérových scénách s cílem umožnit (polo)automatické vytváření 3D modelů interiérů. Práce by měla směřovat k implementaci některé z inteligentních funkcí.: Automatické rozpoznání kategorie objektu podle geometrie (židle, stůl, pohovka, ...) a jeho vhodné umístění do scény (židle u stolu, ...). Nabídnutí alternativ k danému objektu z on-line databáze 3D objektů (např. do skandinávského interiéru se nehodí rokoková židle). Automatické přiřazení materiálu k objektům (židle je ze dřeva, pokud má ale slabé nohy, nejspíše budou kovové). Pro účely analýzy bude dodána rozsáhlá databáze 3D modelů interiérů.

The projekt deals with the analysis of a typical arrangement of objects in interior scenes, with the goal to enable (semi) automatic creation of 3D models of interiors. The work will be directed toward the implementation of intelligent scene assembly functionality, such as: Automatic recognition of object category by its geometry (chair, table, sofa, ...) and placing it into the scene (chair by a table, ...). Offering alternatives to a given object from an online database of 3D objects (for example, a Rococo chair does not fit in a Scandinavian interior). Automatic assignment of material to objects (the chair is typically made of wood, but if it has thin legs, they will probably be made of metal). A large database of 3D interior models will be provided for the analysis.

Odkazy/References:

- <http://www.cs.sfu.ca/~haoz/papers.html>
- Qiang Fu, Xiaowu Chen, Xiaotian Wang, Sijia Wen, Bin Zhou, and Hongbo Fu. 2017. Adaptive synthesis of indoor scenes via activity-associated object relation graphs. *ACM Trans. Graph.* 36, 6, Article 201 (November 2017), 13 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3130800.3130805>, <http://arts.buaa.edu.cn/projects/sa17/>
- Noa Fish, Oliver van Kaick, Amit Bermant, and Daniel Cohen-Or. 2016. Structure-oriented networks of shape collections. *ACM Trans. Graph.* 35, 6, Article 171 (November 2016), 14 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2980179.2982409>
- 6. Zeinab Sadeghipour, Zicheng Liao, Ping Tan, and Hao Zhang, "Learning 3D Scene Synthesis from Annotated RGB-D Images", *Computer Graphics Forum (Special Issue of SGP)*, Vol. 35, No. 5, pp. 197-206, 2016. [PDF | bibtex]
- Moos Huetting, *Cross-Dimensional Analysis for Improved Scene Understanding*, Ph.D. thesis 2017, University College London.



Mračna a hvězdy: Procedurální generování oblohy pro počítačové hry Clouds and stars: Procedural sky generation for computer games

The goal of the project is to design and implement a system for procedural generation of cloudy skies. The system should accept a few intuitive parameters, such as the time of the day or cloudiness of the sky. Different cloud types (cirrus, cumulus, cumulonimbus, ...) should be generated. The system will be used for generating skies in real-time rendering in games, but also in high-quality, offline rendering applications.

Cílem projektu je navrhnout a implementovat systém pro procedurální generování oblačnosti. Systém by se měl ovládat několika intuitivními parametry, jako je denní doba nebo oblačnost oblohy. Měly by být generovány různé typy oblačnosti (cirrus, cumulus, cumulonimbus, ...). Systém by měl být navržen pro využití jak v počítačových hrách, tak pro rendering ve vysoké kvalitě.

Odkazy/References:

- Lumion, <https://lumion.com/>
- Roden, Timothy & Parberry, Ian. (2005). *Clouds and stars: efficient real-time procedural sky rendering using 3D hardware*. ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology.
- JY Do, NH Baek, CW Lee, WW Ryu, [Modeling and Rendering of Clouds for Real-time Flight Simulation](#). The KIPS Transactions, 2009.
- S Kang, KI Kim. [Three Dimensional Cloud Modeling Approach Based on L-System](#). 2015 3rd International Conference on Computer, Information and Application, 2015.
- SY Kang, KC Park, KI Kim. [Real-Time Cloud Modeling and Rendering Approach Based on L-system for Flight Simulation](#). 2015.



Intelligentní vyhledávání v databázích 3D objektů pomocí neuronových sítí Intelligent search in 3D object repositories using neural networks

3D scény jsou často sestavovány z objektů stažených z rozsáhlých knihoven, jako např. TurboSquid nebo Evermotion. Taková úložiště mohou prohledávána podle přiřazené kategorie, ale chybějí inteligentnější možnosti vyhledávání. Cílem tohoto projektu je navrhnout a implementovat pokročilé vyhledávací strategie pro repozitáře 3D modelů na základě konceptů, jako je styl ("najdi všechny kusy nábytku, které mají stejný styl jako tento stůl") nebo

harmonie ("najdi všechna křesla, která se hodí k této pohovce"). Hledání podle harmonie bude založené na učení kolokace objektů v rozsáhlé databázi scén pomocí neuronových sítí, přičemž databáze scén bude dodána.

3D scenes are often assembled from 3D assets downloaded from extensive libraries such as TurboSquid or Evermotion. Such repositories can be searched by labels assigned to the individual models, but more intelligent search options are missing. The goal of this project is to investigate and implement advanced search strategies for 3D model repositories based on high-level concepts such as style ("return all pieces of furniture that share the stylistic elements of this table") or harmony ("return all armchairs that go well with this sofa"). The harmony search will be based on learning the collocation of objects in a large database of scenes using neural networks. The learning data will be provided.

Odkazy/References:

- Ruizhen Hu, Wenchao Li, Oliver van Kaick, Hui Huang, Melinos Averkiou, Daniel Cohen-Or, and Hao Zhang, "Co-Locating Style-Defining Elements on 3D Shapes", *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 36, No. 3, pp. 33:1-33:15, 2017. [[PDF \(58 MB\)](#) | [bibtex](#)]



3D tisk: reprodukce vzhledu lidské tváře

3D printing: reproducing the appearance of human faces

Průsvitnost objektů vyrobených 3D tiskem závisí na velikosti výtisku. Například lidská hlava vytištěná ve 1/4 původní velikosti může vykazovat nepřírodně přehnanou průsvitnost např. kolem nosu a uší. To je způsobeno tím, že množství materiálu, které musí světlo proniknout, je mnohem menší než kdyby byla hlava vytištěna v původní velikosti. Cílem tohoto projektu je dosáhnout průsvitného vzhledu 3D tisků, který je nezávislý na velikosti výtisku. Prakticky to bude znamenat 'přimíchání' absorbujícího materiálu dovnitř výtisku v případě, že je předmět zmenšen, a čirého materiálu při zvětšení. Distribuci tiskových materiálů bude potřeba optimalizovat tak, aby byla zároveň zachována barva povrchu. Hlavní aplikací tohoto výzkumu je reprodukce vzhledu lidské tváře, 3D tištěné v libovolné velikosti.



Apparent translucency of 3D printed objects depends on the size of the printout. As an example, a human head printed at 1/4 of its original size may show unnaturally exaggerated translucency around the nose and the ears, simply because the amount of material that the light needs to penetrate is much smaller than at full scale. The goal of this project is to achieve 3D printed translucent appearance that is independent of the printout scale. This will involve injecting an absorbing material inside the printout when the object is being scaled down and a clear material when scaling the object up, while ensuring the apparent surface color remains affected to a minimum degree. The main application is mimicking the appearance of a human face, printed at an arbitrary scale.

Odkazy/references:

- Alan Brunton, Can Ates Arıkan, and Philipp Urban. 2015. Pushing the Limits of 3D Color Printing: Error Diffusion with Translucent Materials. *ACM Trans. Graph.* 35, 1, (December 2015). DOI: <https://doi.org/10.1145/2832905>

- Vahid Babaei, Kiril Vidimče, Michael Foshey, Alexandre Kaspar, Piotr Didyk, and Wojciech Matusik. 2017. Color contoning for 3D printing. *ACM Trans. Graph.* 36, 4, (July 2017). DOI: <https://doi.org/10.1145/3072959.3073605>
- Oskar Elek, Denis Sumin, Ran Zhang, Tim Weyrich, Karol Myszkowski, Bernd Bickel, Alexander Wilkie, and Jaroslav Křivánek. 2017. Scattering-aware texture reproduction for 3D printing. *ACM Trans. Graph.* 36, 6, Article 241 (November 2017), 15 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3130800.3130890>

Separace barev v 3D tisku

Color separation in 3D printing

Separace barev je klasickou úlohou při 2D tisku, kdy je cílem aproximovat vstupního obraz pomocí omezené palety barev. V 3D tisku je situace podobná, neboť pro aproximaci libovolné barvy povrchu se používá omezená paleta materiálů. Nicméně vzhledem k průsvitnosti většiny tiskových materiálů, ne-lokálnosti transportu světla v objemu objektu a vyšší dimenzi optimalizačního prostoru je tento úkol podstatně složitější. Z toho důvodu jsou postupy založené na jednoduchém zobecnění přístupů z 2D tisku suboptimální. Cílem projektu je tedy vylepšit existující techniky separace barev v 3D tisku, případně vyvinout nové, s cílem dosáhnout co nejuvěrnější reprodukce barev.

Color separation is a classic problem in 2D printing, where one is tasked with approximating an input image using a limited color palette. 3D printing is similar in that a limited material palette is used to approximate arbitrary surface color. However, due to the translucency of most printing materials, non-locality of light transport in the object volume, and the added dimensionality of the optimization space, this task is significantly more complex. Consequently, straightforward generalizations of standard half-toning approaches tend to perform sub-optimally. The goal of the project is to improve existing color separation techniques in 3D printing, or to develop new ones, with the goal to achieve a faithful color reproduction in 3D printing.

Odkazy/references:

- Alan Brunton, Can Ates Arıkan, and Philipp Urban. 2015. Pushing the Limits of 3D Color Printing: Error Diffusion with Translucent Materials. *ACM Trans. Graph.* 35, 1, (December 2015). DOI: <https://doi.org/10.1145/2832905>
- Vahid Babaei, Kiril Vidimče, Michael Foshey, Alexandre Kaspar, Piotr Didyk, and Wojciech Matusik. 2017. Color contoning for 3D printing. *ACM Trans. Graph.* 36, 4, (July 2017). DOI: <https://doi.org/10.1145/3072959.3073605>
- Oskar Elek, Denis Sumin, Ran Zhang, Tim Weyrich, Karol Myszkowski, Bernd Bickel, Alexander Wilkie, and Jaroslav Křivánek. 2017. Scattering-aware texture reproduction for 3D printing. *ACM Trans. Graph.* 36, 6, Article 241 (November 2017), 15 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3130800.3130890>



Modelování a zobrazování čtyř ročních období

Modeling and rendering the four seasons of the year

Každé roční období a každé počasí je spjato s typickým vzhledem objektů všude kolem nás. Na jaře jsou listy stromů světle zelené a průsvitné, v létě jejich barva získá sytost, na podzim se zbarví do žluta a hněda a v zimě opadají. V zimě vše pokryje sníh, za deště je silnice mnohem lesklejší než za sucha.

Cílem projektu je vyvinout systém pro automatické modelování a zobrazování vlivu ročního období a počasí na vzhled objektů v exteriérových 3D scénách. Inspirací pro práci bude weather system v produktu Twinmotion. Cílem je dosáhnout věrnějšího zobrazení daných efektů.

Each season and every weather is related to the typical appearance of various objects all around us. In the spring, the leaves on the trees are light green and translucent, in summer their color gets saturated, in the autumn they turn yellow and brown and the fall down in the winter. Winter covers everything in snow; roads get glossy during rainfall. The aim of the project is to develop a system for automatic modeling and rendering of the influence of season and weather on the appearance of objects in outdoor 3D scenes. Inspiration for the work will be the weather system in the Twinmotion software. The aim is to achieve a more realistic rendering of the various effects.

Odkazy/references:

- Steinicke F., Mensmann J., Rothaus K., de Buhr J., Krüger A., Hinrichs K. (2009) Integrating Current Weather Effects into Urban Visualization. In: Ranchordas A., Araújo H.J., Pereira J.M., Braz J. (eds) Computer Vision and Computer Graphics. Theory and Applications. VISIGRAPP 2008. Communications in Computer and Information Science, vol 24. Springer, Berlin, Heidelberg.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-10226-4_19

