



Algoritmus StyLit analyzuje šíření světla ve scéně (vlevo) a na jeho základě přenáší výtvarníkův styl z geometricky jednoduššího tělesa (koule) na složitější objekt (postavička golema).

## Algoritmus StyLit

Výtvarné umění je často chápáno jako jeden z vůbec nejúchvatnějších projevů lidského ducha. Stylizovaný pohled na reálný svět vyzdvihující náladu zachyceného okamžiku hry světla a stínů fascinuje lidské bytosti od nepaměti. Tento specifický projev byl až donedávna výhradně v moci lidských rukou. S nástupem výpočetní techniky ale vstala otázka, zda existuje šance, že by stroj někdy zvládl do určité míry toto fascinující lidské úsilí napodobit.

Obor počítačové grafiky již v 80. letech minulého století započal s výzkumem algoritmů, které si kladly za cíl dosáhnout věrné simulace specifických výtvarných technik. Přestože výsledné syntetické malby vypadaly do značné míry impresivně, stále bylo pro lidského pozorovatele poměrně jednoduše rozpoznatelné, že se jedná o počítačovou simulaci. Chybějící pocit autenticity dodával syntetickým malbám nádech laciné kopie a působil celkově chladným dojmem. Bylo zřejmé, že cestou simulace zatím nelze dosáhnout potřebné věrnosti.

Se zvyšujícím se výkonem hardwaru se ale ukázala jako možná alternativní cesta – syntéza na základě ručně kreslené předlohy. Zde umělec nejprve připraví vzorek reálné malby, jenž se následně použije jako vstup algoritmu, který provede syntézu složitější struktury. První pokusy byly provedeny již počátkem nového milénia, ale výsledky

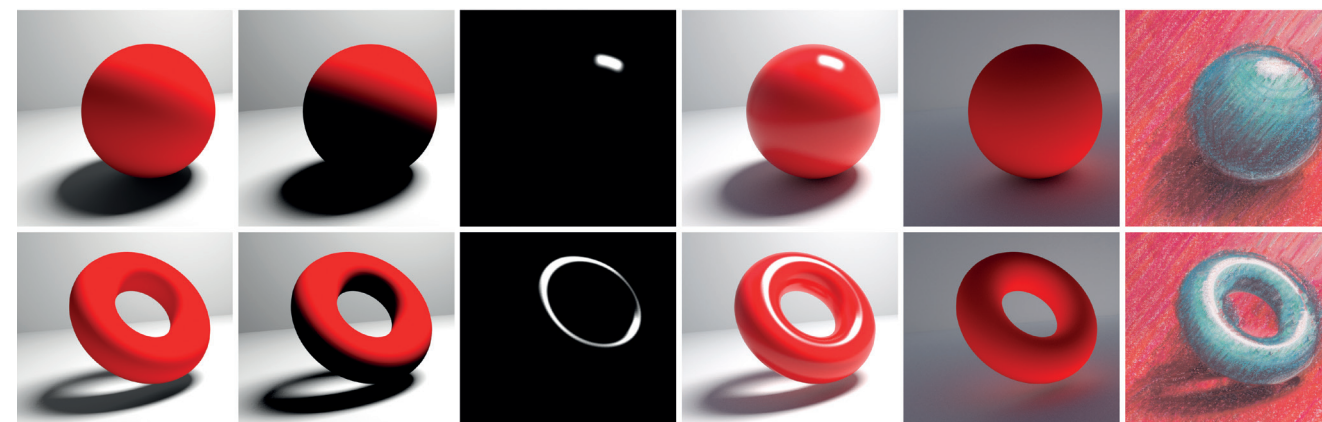
bohužel nedosahovaly potřebné vizuální kvality. Na vině byla zejména nepřesnost syntetizačních algoritmů, které do obrazů vnášely jisté lokální vizuální artefakty porušující autenticitu dané výtvarné techniky (např. rozbité tahy štětce, nepřírozené barevné švy či absence detailní textury typické pro použité výtvarné techniky). Dalším problémem byla i chybějící vysokou úrovní sémantická informace, která by dokázala syntézu řídit tak, aby respektovala výtvarníkovu stylizaci. Ta se totiž typicky mění s ohledem na zobrazované světelné efekty. Výtvarník totiž vždy jistým unikátním způsobem stylizuje například lesklé dorazy či nepřímé osvětlení, a pokud toto specifikum není zachováno, vnímá pozorovatel výsledný obraz jako uměle vytvořený.

Překonáním výše uvedených nedostatků se dlouhodobě věnuje v rámci centra kompetence V3C (TA ČR) náš tým z Katedry počítačové grafiky a interakce Fakulty elektrotechnické ČVUT. Společně s kolegy z firmy Adobe (USA) jsme letos publikovali článek v prestižním časopise ACM Transactions on Graphics o algo-

**Algoritmus StyLit výrazným způsobem posunul hranice možností automatické syntézy obrazu na základě výtvarné předlohy. Jedná se o snad vůbec první algoritmus, jehož výstup lze jen obtížně odlišit od originálu, a to i v případě, že jej posuzuje sám autor předlohy.**

ritmu StyLit, který výrazným způsobem posunul hranice možností automatické syntézy obrazu na základě výtvarné předlohy. Jedná se o snad vůbec první algoritmus, jehož výstup lze jen obtížně odlišit od originálu, a to i v případě, že jej posuzuje sám autor předlohy. Klíčem k úspěchu této nové metody byla zejména analýza šíření světla ve scéně, a to jak ve zdrojové předloze, tak i v obraze, který má být stylizován. Tato nová informace umožní lokalizovat již zmiňované světelné efekty (lesklé odrazy, zastínění či nepřímé osvětlení) a řídit algoritmus syntézy takový způsobem, aby stylizace jednotlivých efektů zůstala konzistentní. Dalším výrazným vylepšením byl i vlastní syntetizační algoritmus. Zde se pomocí speciálně upravené optimalizační úlohy podařilo zabránit zmíněným rušivým artefaktům a vytvořit tak obraz, který na lokální úrovni věrně reprezentuje strukturu předlohy.

Algoritmus StyLit má velký potenciál vyznaným způsobem změnit práci výtvarníků v oblasti počítačové podporované tvorby grafického obsahu a animovaných filmů. Ta do značné míry nahradila tradiční ručně kreslenou tvorbu a po více než dvaceti letech nepřetržitého vývoje vstoupila natolik, že diváci mohou dnes obdivovat dokonale vyleštěné vizualizace obsahující realistické světelné efekty a fyzikální simulace. Nicméně sami tvůrci tohoto obsahu začínají pozorovat, že vizuální styl, který produkují, se stává velmi předvídatelným a je zřejmé, že jeho konzumenti v brzké době začnou vyžadovat zcela nové vizuální zážitky. Podstatným rysem, který chybí v současné počítačem podporované tvorbě, je právě unikátnost výtvarného stylu. Tvůrčí svoboda typická pro tradiční techniky s příchodem



Analýza šíření světla ve scéně je v algoritmu StyLit provedena pomocí dekompozice na jednotlivé složky globálního osvětlení. Těmi jsou například lesklé odrazy či přímé a nepřímé osvětlení. Na základě znalosti korespondencí mezi těmito složkami dokáže pak algoritmus StyLit věrně přenášet výtvarníkův styl (vpravo).



Ukázky výstupu algoritmu StyLit pro různé výtvarné techniky (tužka, fix, tempera, akvarel, křída, pastel).

digitální éry téměř vymizela. I když je teoreticky možné, aby umělci stále vytvářeli svá díla bez omezení tradiční cestou, v konkurenci s digitálními nástroji se tento postup stává neúměrně pracný a tím pádem i velmi neefektivní. Právě StyLit může v tomto ohledu přinést revoluci. Zachovává totiž možnost osobitého vyjádření, ale zároveň redukuje množství ruční práce potřebné k tvorbě rozsáhlejších projektů, jakými jsou například celovečerní animované filmy.

Kromě zjednodušení práce výtvarníků může algoritmus StyLit najít uplatnění i v oblasti výuky kreslení a malby. Díky interaktivní odezvě lze totiž v reálném čase sledovat přenos stylu z jednoduchého obrazu

(např. koule) na složitější trojrozměrný objekt. Právě kresba osvětlené koule patří mezi základní praxi studia stínování. Využívá se zde možnosti osvojit si fundamentální principy na jednodušším objektu a následně přejít ke složitějším geometrickým tvarům. Díky algoritmu StyLit může žák pracovat s koulí, ale zároveň pozorovat celý proces stylizace interaktivně na složitějším objektu. Díky této zpětné vazbě získá rychleji potřebnou výtvarnou intuici, která mu následně umožní samostatně přistoupit ke stínování komplexnějších geometrických tvarů.

S výsledky algoritmu StyLit byla firma Adobe spokojena natolik, že jej zařadila i jako jeden ze Sneak Peak příspěvků na prestižní

konferenci Adobe MAX v San Diegu, která každoročně představuje široké veřejnosti novinky v portfoliu produktů této významné americké společnosti. Je tedy naděje, že by algoritmus StyLit mohl být v brzké budoucnosti zařazen do produktové řady Adobe Creative Cloud a stal se tak jedním z klíčových profesionálních nástrojů, který umožní výtvarníkům využít osobitý ručně kreslený styl při zachování efektivnosti digitálního zpracování. V současné době je již k dispozici ukázková verze algoritmu, kterou je možné zdarma získat na adrese: <http://stylit.org>.

**doc. Ing. Daniel Sýkora, Ph.D.,  
Katedra počítačové grafiky a interakce  
Fakulty elektrotechnické**