

# Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

**Autor práce** Bc. Jaroslav Vozár  
**Název práce** Surfel-cloud rendering  
**Rok odevzdání** 2024  
**Studijní program** Informatika    **Studijní obor** Počítačová grafika a vývoj počítačových her

**Autor posudku** RNDr. Josef Pelikán  
**Pracoviště** KSVI MFF UK

**Role** Vedoucí

## Text posudku:

Cílem práce bylo prozkoumat algoritmy na vykreslování 3D scén pomocí bodových primitiv, speciálně tzv. surfelů. Protože jsme pracovali v kontextu real-time renderingu na brýlích AR (HoloLens 2), bylo třeba použít jeden z následujících přístupů: buď zjednodušit vykreslování do té míry, aby zobrazení zvládly brýle v reálném čase nebo se soustředit na vykreslování na moderních výkonných GPU a do brýlí přenášet jen hotové výsledky (dvě RGB bitmapy plus dvě hloubkové mapy pro finální kombinaci v brýlích - tento přístup se nazývá "Remote rendering"). V průběhu práce na projektu se ukázalo druhé řešení jako schůdnější, proto se na něj student soustředil. Nicméně velikost 3D modelů k zobrazení zůstává pořád tak velká, že je třeba značnou část úsilí věnovat technikám Level of Detail (LoD).

Rešeršim literatury a hledáním vhodných přístupů student věnoval první rok práce - odrazilo se to v úvodních třech kapitolách. Nalezl vhodný algoritmus (Blue Surfels) a zaměřil se na jeho zkoumání a přizpůsobování našim potřebám. Bohužel se ukázalo, že originální formulace a zejména implementace se nedají v moderním renderingu použít, bylo nutné přistoupit k jeho kompletní reimplementaci. Protože pan Vozár chtěl využít všechny dostupné urychlovací techniky, musel nakonec použít jako vykreslovací API Vulkan. To je v dnešní době pořád ještě dost nová technologie a ukázalo se, že je nutné pečlivě vybírat HW, který je dobře podporován (šlo o počet interních "grafických" front, počet "views" pro "multiview rendering" a třeba i podporu R64\_UINT typu v GPU bufferech). Dostupné karty od AMD tyto podmínky nesplňovaly, bylo potřeba sáhnout k NVIDIA RTX 3070 Ti.

Nechci se zde více rozepisovat o jednotlivých technických překážkách, které se objevily na cestě diplomového projektu, jako ilustraci technické obtížnosti uvedu jen fakt, že diplomant odhalil a přispěl k řešení několika chyb v použitém podpůrném software - populární RenderDoc debugger neuměl používat současně geometry shadery s multi-view renderingem, měl dále několik problémů s uint64 (unpackUint2x32...), ve Visual Studiu byla reportována a záhy opravena menší chyba v IEnumerable Visualizeru. Detaily viz oddíl 7.7.

Výstup diplomové práce: Blue Surfel algoritmus byl kompletně přepsán do API Vulkan, objektový návrh byl udělán s ohledem na snadné rozšiřování. Protože se mezitím zkomplikovala spolupráce s firmou, pro kterou byl původně projekt formulován, byl dále implementován pilotní renderer demonstrující vlastnosti navržených algoritmů a v práci je v kapitole 7 prezentováno několik konkrétních výsledků a měření. K práci jsou přiloženy zdrojové kódy už zcela nezávislé na privátní firemní codebase. Diskuse zahrnuje i měření rychlosti vykreslování v závislosti na počtu surfelů, volbě konkrétního LoDu (zde to elegantně znamená pouze volbu počtu surfelů z předem připraveného pole) už nebyla

z časových důvodů věnována větší pozornost. Oddíl 7.6 identifikuje další omezení projektu, kterým se může diplomant v budoucnu věnovat.

Text práce je psán dobrou angličtinou, je rozsáhlý a přesto přehledný, na mnoha místech opatřený vysvětlující grafikou a ukázkami. Seznam použité literatury je obsáhlý, spolu s úvodními kapitolami může jistě posloužit jako pěkná reference pro kohokoli, kdo by chtěl do oboru point-based rendering a LoD proniknout.

Snad jedinou mou připomínkou je již výše zmíněná absence širší diskuse a případně analýza, jak přesně by se měl LoD systém konfigurovat ve skutečně nasazeném systému, včetně zacházení s oběma pohledy AR brýlí (neujasn timer jsem si to s diplomantem, může to kolidovat s firemními zájmy).

Práci považuji za výbornou a doporučuji komisi k obhajobě.

**Práci doporučuji k obhajobě.**

**Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.**

**Datum** 27. 5. 2024

**Podpis**