



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

**ZOBRAZENÍ LIDAROVÝCH, KAMEROVÝCH
A VEKTOROVÝCH DAT Z ŽELEZNIČNÍHO
MOBILNÍHO MAPOVACÍHO SYSTÉMU**

THESIS TITLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ZUZANA MIŠKAŇOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ KLÍMA, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání bakalářské práce



164356

Ústav: Ústav počítačové grafiky a multimédií (UPGM)
Studentka: **Miškaňová Zuzana**
Program: Informační technologie
Název: **Zobrazení lidarových, kamerových a vektorových dat z železničního mobilního mapovacího systému**
Kategorie: Uživatelská rozhraní
Akademický rok: 2024/25

Zadání:

1. Seznamte se možnostmi vizualizace obrazových a geometrických dat z mobilních mapovacích systémů.
2. Navrhněte uživatelský systém pro vizualizaci agregovaných dat ze senzorů umístěných na čele vlaku včetně vektorových mapových dat.
3. Navržený systém implementujte v podobě uživatelské aplikace v prostředí Python s využitím existujících nástrojů a knihoven.
4. Proveďte experimenty s dodanými daty a vyhodnoťte vlastnosti a uživatelskou přívětivost aplikace.
5. Presentujte dosažené výsledky.

Literatura:

Dle doporučení vedoucího.

Při obhajobě semestrální části projektu je požadováno:

Body 1, 2 a částečně 3.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování práce viz <https://www.fit.vut.cz/study/theses/>

Vedoucí práce: **Klíma Ondřej, Ing., Ph.D.**
Vedoucí ústavu: Černocký Jan, prof. Dr. Ing.
Datum zadání: 1.11.2024
Termín pro odevzdání: 14.5.2025
Datum schválení: 12.11.2024

Abstrakt

Do tohoto odstavce bude zapsán výtah (abstrakt) práce v českém (slovenském) jazyce.

Abstract

Do tohoto odstavce bude zapsán výtah (abstrakt) práce v anglickém jazyce.

Kľúčové slová

vizualizácia dát, mračno bodov, Python, deck.gl, webové aplikácie, Dash

Keywords

data visualization, point cloud, Python, deck.gl, web applications, Dash

Citácia

MIŠKAŇOVÁ, Zuzana. *Zobrazení lidarových, kamerových a vektorových dat z železničního mobilního mapovacího systému*. Brno, 2025. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce Ing. Ondřej Klíma, Ph.D.

Zobrazení lidarových, kamerových a vektorových dat z železničního mobilního mapovacího systému

Prehlásenie

Prehlasujem...

.....

Zuzana Miškaňová

22. januára 2025

Podakovanie

...

Obsah

Kapitola 1

Úvod

Kapitola 2

Vizualizácia dát z mobilných mapovacích systémov

[popis, aké dáta produkujú m. m. s.]

2.1 Dierkový model kamery – teoretický základ zobrazenia

[...]

2.2 Existujúce možnosti zobrazenia dát z mobilných mapovacích systémov

[popis základných knižníc aj programov, ako napr. CloudCompare]

2.2.1 Riešenia dostupné v jazyku Python

Framework deck.gl a jeho nadstavba Pydeck

Javascriptový framework deck.gl je určený na zobrazovanie dát najmä na mapových podkladoch. Vyznačuje sa vysokou presnosťou a výkonnosťou. Pre akceleráciu využíva rozhrania WebGPU a WebGL2 [?].

Vizualizácia dát v deck.gl sa skladá z dvoch základných častí:

- Vrstvy (**Layers**). Do vrstiev sa ukladajú zobrazované dáta. Framework deck.gl ponúka vyše 30 preddefinovaných typov vrstiev. Pre túto prácu je významná najmä vrstva **PointCloudLayer**, ktorá je určená na zobrazenie mračna bodov.
- Pohľad (**View**). Definuje vlastnosti kamery, napríklad zorné pole a prednú a zadnú orezávaciu rovinu (*near plane* a *far plane*). Časť **ViewState** určuje polohu a smer pohľadu kamery. Typ pohľadu definuje spôsob interakcie vizualizácie s používateľom, napríklad pre zobrazenie trate z pohľadu strojvedúceho je ideálny typ **FirstPersonView**.

Napriek tomu, že je framework deck.gl primárne určený pre použitie v Javascripte, je možné ho použiť aj v jazyku Python, a to pomocou knižnice **Pydeck**. Tá je pomerne jednoduchá a podstatou jej činnosti je, že prevedie kód napísaný v jazyku Python do formátu

JSON. Framework `deck.gl` má totiž modul `@deck.gl/json`, ktorý prijíma reprezentáciu vizualizácie vo formáte JSON a transformuje ju do javascriptového kódu (na definície funkcií a `deck.gl` objektov)¹.

Knižnica `Pydeck` je dobrým prostriedkom na vytvorenie jednoduchých vizualizácií, s ktorými môže používateľ interagovať pohybmi myši. Jej možnosti sú však oproti pôvodnému frameworku `deck.gl` veľmi obmedzené. Nie je však vhodná na vytváranie zložitejších animácií s veľkým množstvom dát, pretože sa aj po tej najmenšej zmene musia dáta a definícia vizualizácie nanovo prevádzať do formátu JSON a následne na javascriptový kód, čo je veľmi časovo náročné.

2.3 Frameworky pre tvorbu interaktívnej webovej aplikácie v jazyku Python

Streamlit a Dash

Streamlit a Dash sú frameworky, ktoré majú rovnaké zameranie: oba slúžia na tvorbu webových aplikácií pre prácu s dátami (*data apps*) v jazyku Python. Dash je oproti Streamlitu na nižšej úrovni abstrakcie, pretože sám o sebe nemá žiaden vizuálny štýl a mnohé jeho komponenty sa priamo mapujú na HTML elementy, napríklad `dash.html.Div` a `dash.html.H1` `[?][?]`.

Oba frameworky majú podporu pre `Pydeck`, u Streamlitu je priamo k dispozícii element `st.pydeck_chart` a k Dashu je možné pridať knižnicu **Dash Deck**. Ukázalo sa však, že `st.pydeck_chart` podporuje iba pohľad `MapView`, ktorý je určený na zobrazenie dát na mape a nedá sa použiť na perspektívne zobrazenie bodov v trojrozmernom priestore.

Dash Deck má navyše tú výhodu, že umožňuje vynechať `Pydeck` a definovať zobrazenie pomocou slovníkov so štruktúrou zodpovedajúcou tej, ktorú vyžaduje modul `@deck.gl/json`. To trochu zefektívni vykonávanie zmien vo vizualizácii, keďže to umožní upravovať jednotlivé časti zvlášť.

[obrázok ilustrujúci transformácie]

¹Ukážka rozhrania modulu `@deck.gl/json` je na <https://deck.gl/playground>.

Kapitola 3

Návrh aplikácie pre vizualizáciu dát z železničného mobilného mapovacieho systému

Cieľom tejto práce je vytvoriť používateľskú aplikáciu. Výsledná aplikácia by mala byť webová, aby ju bolo možné spustiť jednoducho pomocou webového prehliadača. Mala by spĺňať nasledujúce body:

- Zobrazenie dát z mobilného mapovacieho systému. Tieto dáta sú tvorené mračnom bodov, kamerovým záznamom, vektorovými dátami a údajmi o pohybe vlaku a mali by byť zobrazené z pohľadu strojvedúceho vlaku.
- Umožniť používateľovi vybrať si konkrétnu pozíciu vlaku aj prehrať si animáciu pohybu vlaku.
- Umožniť používateľovi nahrať súbory s dátami na zobrazenie: súbor s mračnom bodov, video z kamery na čele vlaku, súbor s vektorovými dátami, textové súbory s údajmi o pohybe vlaku - pole translácií a pole rotácií.
- Poskytnúť používateľovi možnosti prispôsobenia zobrazenia, ako napríklad zmeny viditeľnosti jednotlivých vrstiev (mračno bodov, vektorové dáta, kamerový záznam) a základné nastavenia zobrazenia mračna bodov (rôzne farebné škály podľa intenzity, veľkosť a priehľadnosť bodov, zobrazenie bodov len do určitej vzdialenosti). Užitočná by bola aj možnosť doladiť parametre zobrazovania mračna bodov a vektorových dát (posun aj otočenie kamery doprava/dolava, nahor/nadol, ohnisková vzdialenosť), aby bolo možné toto zobrazenie prispôsobiť záznamu z kamery. Kamera totiž môže byť na vlaku rôzne umiestnená a údaje z nej môžu byť oproti údajom z mračna bodov posunuté.
- Zobrazovať prejazdný profil vlaku v istej vzdialenosti pred vlakom a umožňovať prehrať animáciu jeho pohybu (podľa vektorových údajoch o koľajniciach).
- Detekovať prekážky na trati.
- Umožňovať kolorizáciu mračna bodov podľa kamerového záznamu.

3.1 Návrh používateľského rozhrania

Kapitola 4

Implementácia navrhnutej aplikácie

4.1 Experimenty a vyhodnotenie výsledkov

Kapitola 5

Záver