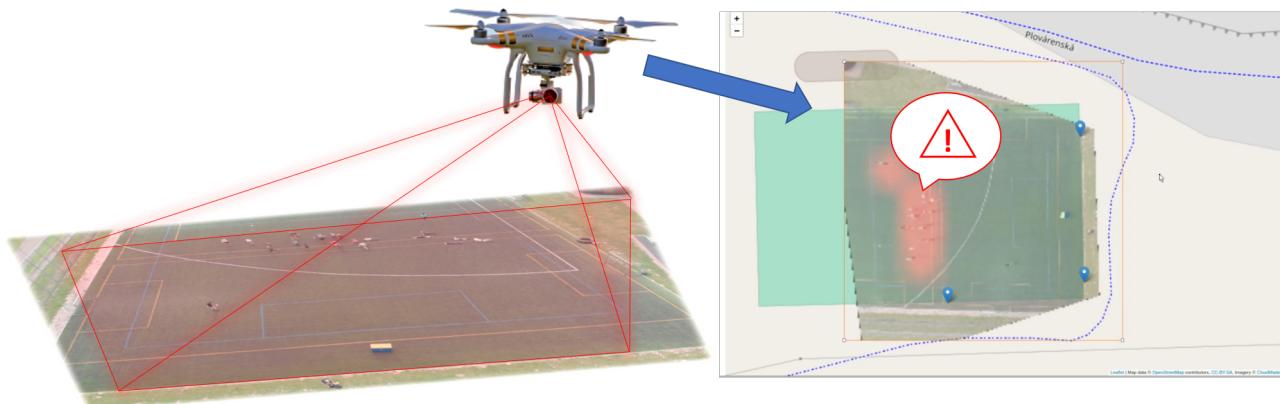


# Aplikace pro detekci a vizualizaci anomálie

Bc. Adam Ferencz, Bc. David Bažout



## Abstrakt

Cílem této práce bylo vytvořit aplikaci, která bude sloužit k detekci anomálie v davu z video streamu dronu pozorujícího scénu ze střední výšky. Aplikace nejenže analyzuje videozáZNAM, ale také ho promítá do místa v mapě. Slouží tedy nejdříve jako konfigurační nástroj a následně jako vizualizační nástroj.

Celá aplikace je složená ze tří hlavních částí, kterými jsou výpočetní modul, webový server a webový klient. Tento celek pak dále komunikuje se serverem Vian, který je centrální i pro další projekty, které se věnují analýze videa.

**Klíčová slova:** Analýza davu — Počítačové vidění — Konvoluční neuronové sítě — Vizualizace v mapě — Uživatelské rozhraní — Leaflet — Webová aplikace

**Přiložené materiály:** 0 představení aplikace, 1 spuštění aplikace a ukázka základní konfigurace, 2 nabídnutí již vytvořené konfigurace pro vybraný video soubor, 3 podrobnější konfigurace i s dalším nastavením, 4 načíst konfiguraci a načíst předtrénovaný model, 5 vizualizace celého videa

\*xferen05@stud.fit.vutbr.cz, Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

\*xbazou00@stud.fit.vutbr.cz , Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

## 1. Úvod

Aplikace a nástroje pro automatický dohled nad událostmi se stále posouvají dopředu a je třeba hledat pro vědecká řešení praktická využití. Vhodné nástroje pak mohou pomoci bezpečnostním složkám rychleji reagovat na krizové situace a zachránit tak lidské životy. Pokud například na hromadné akci nastane nějaká potyčka v davu, za obvyklých okolností bude nejdříve muset někdo z přihlížejících nahlásit telefonicky problém policii a ta může přijet pozdě. Společnost iOmni-

scient [1] ve svém produktovém videu<sup>1</sup> hezky vysvětluje, jak s tímto mohou pomoci technologie. Vývoj bezpečnostních systémů byl následující:

1. Systémy pro správu kamerových systémů
2. Systémy s komplexními zdroji informací
3. Pokročilá video analýza
4. Automatický dohled (rozpoznávání a detekce)
5. Automatická reakce

Jako kamerový dohled může být použit dron, který má výhodu, že je nasazen přesně na místo, kde je

<sup>1</sup><https://www.youtube.com/watch?v=iizI7IX3-uE>

potřeba. S těmito novými možnostmi, pokud by se tedy stala potyčka v dronem monitorovaném davu, by centrála mohla být na neobvyklý jev upozorněna ihned a mohla by bezprostředně reagovat dle potřeby.

Představovaná aplikace bude sloužit pro jednoho uživatele na dohledové centrále. Musí mít možnost napojit se na drona či ip kameru a video stream zdroje pak analyzovat pomocí různých detekčních modulů (například detektovat anomálii v pohybu). Výstup analýzy je třeba vhodně vizualizovat v mapě, aby obsluha mohla reagovat na nenadálé situace.

Toto odvětví naznamenává velký růst, aktuální řešení stále vnikají. Některá konkrétní uvádí v kapitole 2. Jejich silnou stránkou jsou většinou modely samotné. Často je ale otázkou, jak se podaří zakomponování modelů do systému tak, aby doopravdy přinášely užitek a zjednodušení procesů. Zásadní je tedy poměr úkonů obsluhy vůči množství a relevanci získaných informací.

Představovaná aplikace je konfigurátor a vizuální nástroj pro detekci anomálie ve video streamu ip kamery dronu. Uživatel si otevře webovou aplikaci, vybere si, jaký dron bude jeho zdroj video streamu. Uživatel nakonfiguruje parametry pro zpracování výpočetním modulem a spouští vizualizaci. V mapě se objeví vhodně transformovaný vzdušný pohled z dronu, který už obsahuje informace o anomálii.

Podařilo se vizualizovat výstup modulu v kýžené podobě tak, aby i z mapy, nad kterou se vizualizuje, bylo stále možné číst další informace. Množství kombinací různých nastavení výpočetního modulu je uživateli poskytnuto v intuitivním GUI. Veškerou práci v aplikaci je možné uložit a znova načíst díky systému projektů, které si uživatel vytváří. Aplikace je univerzální, může být v budoucnu rozšířena o další moduly, jejichž data budou vizualizována do mapy.

Pro vývoj aplikace bylo pořízeno demonstrační video, ve kterém skupina běžců na fotbalovém hřišti měnila směr svého pohybu podle daného scénáře. Při práci s mapou bylo tedy možné vše zakomponovat do této reálné situace.

## 2. Existující řešení

S lepšími technologiemi a metodami začínají vznikat i nástroje či dokonce celé systémy, které mají za cíl uplatnit se v praxi. V této kapitole představím 3 aplikace, které se věnují podobnému tématu, tedy bezpečnostnímu dohledu.

### 2.1 iOmniscient

Společnost **iOmniscient** [1] nabízí řešení pro komplexní analýzu chování davu v různých scénářích.

Především se soustředí na CCTV bezpečnostní kamery, prevenci přelidnění a realtime monitoring. Její nástroje detekují například uklouznutí, nebo hlídají konkrétní oblast, jak je ukázáno na obrázku 1.



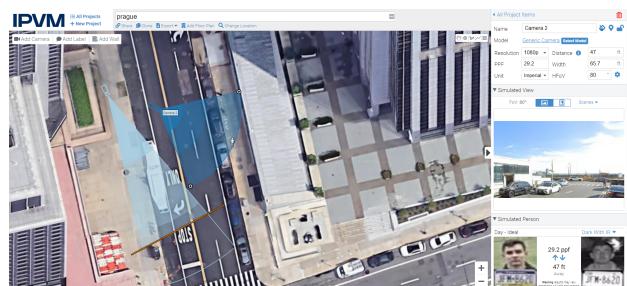
Obrázek 1. Nástroj pro detekci pohybu v určité oblasti od firmy iOmniscient. Zdroj: [1]

### 2.2 LETSCROWD

Nástroj vytvořený v projektu LETSCROWD [2] se používá pro dohled nad hromadnými akcemi. Ten sbírá data z bezpečnostních kamer pro předpovídání rizikových situací. Vše se shromažďuje na serveru společně s dalšími informacemi jako je analýza příspěvků na sociálních sítích, hlášení policie a organizátorů. Je zde použita mapa pro zobrazení výskytu kamer, vozidel či strážníků. Vše je zobrazováno v klientské aplikaci tak, aby vyšší autority měly dostatečný přehled o probíhající akci.

### 2.3 IPVM Google Maps Camera Calculator

Tento nástroj [3] slouží k designování kamerového systému do Google Map. Lze v něm umísťovat kamery, nastavovat jejich orientaci a simulovat si jejich pohled viz obrázek 2. Umožňuje také vkládat zdi a odhaduje, jak moc rozpoznatelný bude na kameře člověk a SPZ. Tento nástroj ukazuje jeden způsob, jakým se dá s kamerami v mapě pracovat.

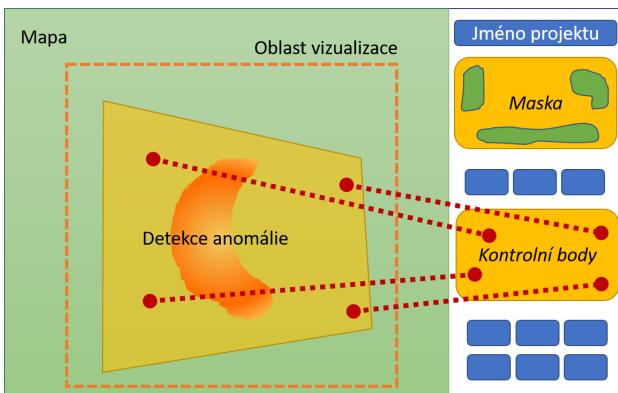


Obrázek 2. IPVM nástroj pro modelování bezpečnostního kamerového systému pomocí Google map. Zdroj: [3]

## 3. Návrh řešení

Aplikace bude muset dokázat zvolit zdroj (dron, kameru, video) a získávat od něj video stream. Pro

každý modu bude potřeba provést vhodné konfigurace. Například pro modul detekce anomálie bude třeba, aby uživatel určil kontrolní body a masku pro stabilizaci. Vytvořená konfigurace musí být perzistentní, aby se ušetřil čas při opakovaném použití. Výsledná vizualizace musí být přehledná a vhodně se transformovat do interaktivní mapy. Návrh rozložení hlavních částí aplikace je na obrázku 3.

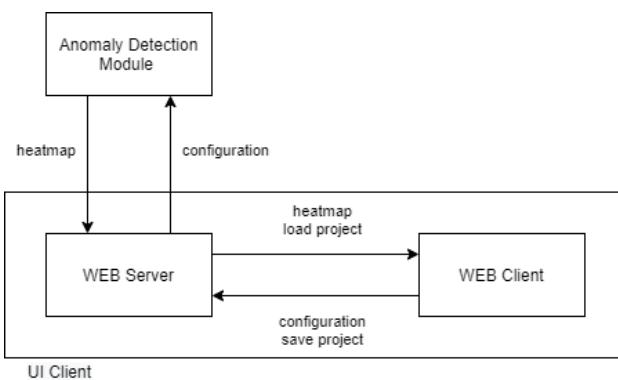


**Obrázek 3.** Zjednodušený návrh aplikace. Je zde vidět mapa, do které je vizualizováno, a dvě hlavní části konfigurace - maska a kontrolní body.

Aplikace bude decentralizovaná, tedy bude používat externí moduly, kterých časem může být více. Bude tedy v budoucnu schopna k detekci anomálie přibrat například modul odhadu počtu lidí. Zároveň jednotlivé části budou moci běžet na různých zařízeních a komunikovat přes síť.

## 4. Architektura aplikace

Jedná se o webovou aplikaci typu klient-server. Pro zpracování videa je využíván výpočetní modul. Všechny části tak mohou běžet decentralizovaně na různých zařízeních. Do budoucna je aplikace snadno rozšířitelná o další externí moduly.



**Obrázek 4.** Schéma architektury klient-server aplikace a komunikace s výpočetním modulem.

Webová aplikace se stará o získání klientské konfigurace, správu a ukládání konfigurací a následnou

vizualizaci do mapy. Webový server pak komunikuje s výpočetním modulem, který analyzuje daná videa a poskytuje již hotové snímky pro vizualizaci.

### 4.1 Výpočetní modul detekce anomálie

Modul pro výpočet anomálie v davu má stanovený jasný komunikační protokol a poskytuje knihovnu funkcí pro jeho využití. Poskytuje komunikační rozhraní, díky kterému s ním komunikuje server webové aplikace. Komunikuje se správami obsahujícími flag a data. Flag určuje, jaký je význam zprávy, data jsou směrem k výpočetnímu modulu konfigurační nebo žádná a směrem zpět obrazová. Základní komunikační akce jsou:

1. Získání aktuálního snímku z dronu
2. Zaslání konfigurace a inicializace streamu
3. Požadavek na nový zpracovaný snímek
4. Přeskočení několika snímků, kvůli rychlosti
5. Ukončení komunikace a uložení modelu

### 4.2 Webový server

Web server funguje jako stálý prostředník mezi klientem a výpočetním modulem. To je naznačeno na obrázku 4. Jeho úkolem je zpracovávat požadavky, které vychází z činnosti uživatele ve webovém klientu. Stará se o ukládání uživatelem vytvořených konfigurací. Vhodně upraví klientskou konfiguraci, tak aby odpovídala požadavkům výpočetního modulu a spouští jeho činnost analýzy videa.

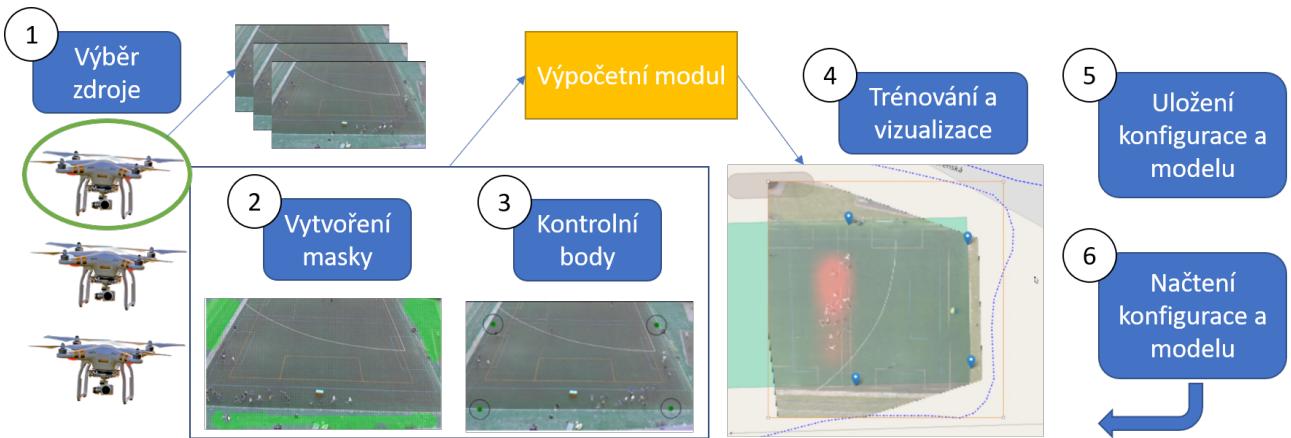
## 5. GUI a ovládání aplikace

Jádrem celé práce bylo vytvořit uživatelské rozhraní takové, které poskytne vhodně všechny možnosti ovládání serveru. Hlavní zobrazovací plochou GUI je mapa, kde se na konci objeví kýžená vizualizace. Po levé straně se pak nachází panel se všemi ovládacími prvky. Ty jsou řazené od shora dolů v pořadí, v jakém je uživatel s největší pravděpodobností bude používat. Některé prvky, které potřebují více prostoru, jsou pak řešeny modálními okny. Výsledné GUI je zobrazené na obrázku 8.

Práci v uživatelském rozhraní lze rozdělit na tři fáze:

1. Vytváření požadované konfigurace
2. Vizualizování analyzovaného videa
3. Práce s projektem - ukládání, načítání, mazání

Postup vytváření konfigurace a vizualizace je znázorněn na obrázku 5. Uživatel si může zvolit jako vstup buď video soubor, nebo musí vyplnit connnection string k ip kameře daného dronu. Zdroj videa



Obrázek 5. Schéma použití aplikace z pohledu uživatele.

mu poskytuje náhled, podle kterého uživatel provede potřebné konfigurace.

Konkrétně přes modální okno vyznačí masku oblastí (viz. obrázek 6), na kterých se neočekává pohyb, tedy jsou vhodné ke stabilizaci. Modální okno je zde třeba kvůli přesné masce. Její nástroj kreslení masky je optimalizován tak, aby šla vytvořit co nejrychleji.

Druhou konfigurací je vytvoření kontrolních bodů, které určují projekci do mapy. Uživatel vkládá dvojice bodů a vhodně je umístí jak v mapě, tak i v náhledu. Související dvojice se zvýrazňují, aby uživatel poznal, které body k sobě patří.

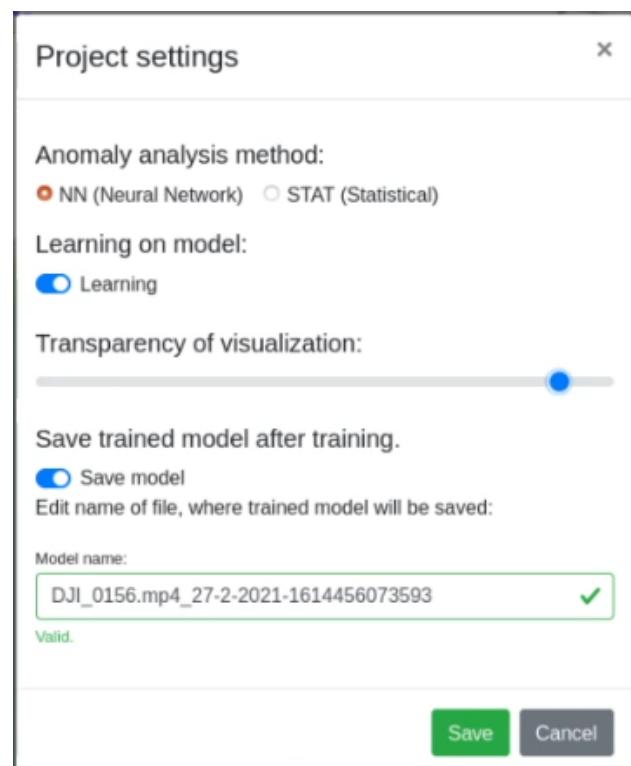
S těmito body se také v mapě objevuje oranžový obdélník. Ten určuje oblast, na které bude do mapy vizualizováno - oblast zájmu. Je třeba tuto oblast vhodně zvolit - čím větší oblast, tím náročnější přenos dat a také výpočet na výpočetním modulu.

Po nastavení konfigurace si uživatel spouští vizualizaci. Případně si může konfiguraci či dokonce natrénovaný model uložit pro pozdější užití.



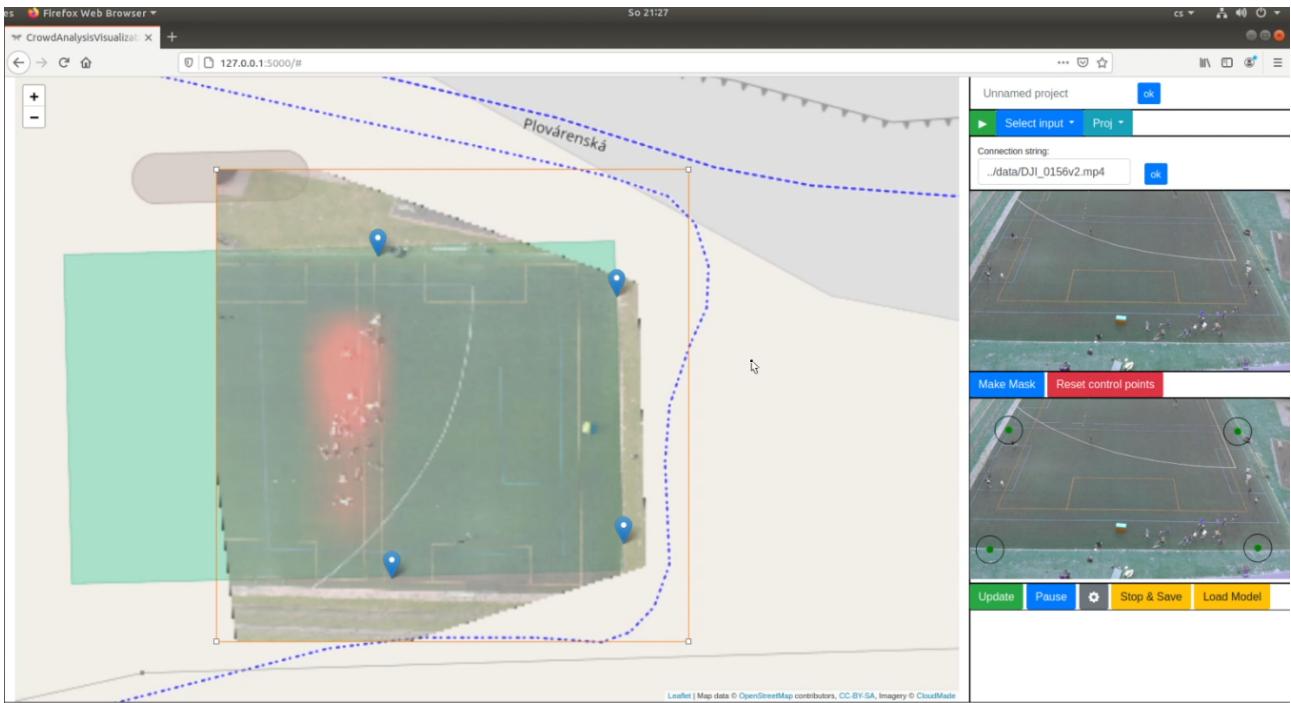
Obrázek 6. Modální okno pro vytvoření masky stabilních oblastí.

Co se týče konfigurace, jsou zde další nastavení, které se dají měnit před spuštěním vizualizace. Vše se mění v modálním okně nastavení viz obrázek 7. Uživatel si může vybrat metodu, zda chce model trénovat, či ne. Dále zde nastaví průhlednost promítaných snímků do mapy a zda a jak chce model uložit po jeho natrénovaní.



Obrázek 7. Modální okno podrobnějšího nastavení konfigurace.

V celé aplikaci je zajištěna persistence pomocí ukládání projektů. S těmi jde dále pracovat různými způsoby například načíst projekt včetně natrénovaného modelu, nebo zvolit vhodný projekt na základě vstupního video streamu.



Obrázek 8. Webová aplikace se spuštěnou vizualizací.

## 6. Implementace a použité technologie

Server je implementován v jazyce Python. Komunikaci s klientem zajišťuje lehký WSGI<sup>2</sup> webový aplikáční framework Flask [4]. Na serveru se pomocí knihoven numpy a opencv dopravují data a to jak příchozí od klienta, tak příchozí od výpočetního modulu. Veškerá komunikace s klientem probíhá v serializačním formátu JSON. Konfigurace je ukládána v jsonových souborech na serveru.

Webový klient je implementován v jazyce JavaScript. Jsou zde využity knihovny jQuery, framework BoostTrap 4 [5] pro vytvoření webové stránky a interakci GUI. Dále pro práci s mapou je využita knihovna Leaflet [6] a její plugin Leaflet.Editable.js [7]. Pro usnadnění práce s HTML Canvasem při tvorbě masky byla použita knihovna p5.js [8]. Celý kód je strukturován do objektového návrhu. Hlavním objektem je projekt, se kterým se pracuje po celou dobu užívání aplikace. Projekt pak obsahuje další objekty jako je maska a kontrolní body. Objekty jsou popsány normou ECMAScript 2015 (ES6) [9]. Přidání objektů do projektu bylo zásadní pro přehlednost implementace operací zajišťujících persistenci.

Komunikace probíhá přes protokol HTTP zprávami serializovanými do formátu JSON. Konfigurace vytvořená na klientovi je zjednodušená, aby se lépe přenášela. Například maska se posílá jako pole buněk obrazu a až na WEB serveru se přetváří na masku ve formátu numpy array. Kontrolní body se přenáší jako relativní

souřadnice a pak se vhodně dopočítají podle velikosti snímku, který bude zpracovávat výpočetní model.

## 7. Závěr

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci, která umožní vizualizaci živých dat z dronu, která mohou být zpracovávána různými moduly. V tomto konkrétním případě byl použit modul detekce anomálie. Anomálie se v aplikaci vizualizují jako vrstva do interaktivní mapy. Vytvořená nastavení, bez kterých my modul nefungoval, lze uložit a znova načíst, což urychluje jeho použití.

Řešení je navrhnuté jako klient server aplikace navázaná na jeden externí výpočetní modul. Server zajišťuje ukládání nastavení a komunikaci s výpočetním modulem. Webový klient slouží jako konfigurační nástroj a po spuštění vše vizualizuje do interaktivní mapy.

Aplikace umožňuje praktické promítnutí analyzovaného video streamu přímo do mapy. V případě detekce anomálie může tedy obsluha hned zjistit, kde se problém nachází, a dále reagovat.

Aplikace může být použita a dále vyvíjena jako součást komplexního dohledového systému bezpečnostních složek. Rozšířením by mohla být možnost přidávat více dronů do jedné mapy. Také by bylo možné získávat GPS dronů a automatizovat umisťování jejich pohledu do mapy z určitých meta dat. Mohlo by tak být monitorován ještě větší prostor. Možnost dalšího výzkumu je zde také v použití letícího dronu pro sken větší oblasti a její promítnutí do mapy s

<sup>2</sup>Web Server Gateway Interface

případnou aktualizací při dalším přeletu. Pro tyto nové postupy je třeba tlačit dopředu vývoj a testovat nové nástroje jako je například tato aplikace.

## Poděkování

Velmi děkuji panu Ing. Vítězslavu Beranovi Ph.D. za možnost zapojit se do celého projektu a za jeho rady, které mi pomohly při tvorbě této práce.

## Literatura

- [1] iomni - intelligent platform for every situation.  
<https://iomni.ai/our-solutions/>,  
Feb 2021.
- [2] Law enforcement agencies human factor methods and toolkit for the security and protection of crowds in mass gatherings. <https://letscrowd.eu/>.
- [3] Ipvideomarket. Google maps camera calculator released. <https://ipvm.com/reports/google-maps-camera-calculator>, Apr 2015.
- [4] Welcome to flask. <https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/>.
- [5] Jacob Thornton Mark Otto. Bootstrap. <https://getbootstrap.com/>.
- [6] Documentation - leaflet - a javascript library for interactive maps. <https://leafletjs.com/reference-1.7.1.html>.
- [7] Leaflet. Leaflet/leaflet.editable. <https://github.com/Leaflet/Leaflet.Editable>.
- [8] p5.js. <https://iomni.ai/our-solutions/>.
- [9] Web technology for developers. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Classes>.