



**Software HuES, HuFit a HuTrack** jsou výsledky projektu, který byl zaměřen na ověření některých dílčích postupů analýzy obrazu pro účely automatizace v zabezpečení budov. Původním cílem bylo optimalizovat základní postupy jako je záznam obrazu kamerami, identifikace osob a základní trajektorie pohybu. Tyto výsledky měly být anotovány, což mělo posloužit jako základ k analýze metodami umělé inteligence.

Tyto plánované výsledky se podařilo dalece překročit a v prosinci 2019 byl k dispozici již kompletní hardwarový a softwarový prototyp celého sledovacího systému. Vývoj jsme konzultovali po celou dobu se specialisty z firem, které se zabývají správou budov. Zpočátku to byla firma CBRE, poté firma Cushman and Wakefield. Obě firmy nám umožnily sběr reálných dat a díky nim jsme pochopili klíčové problémy zabezpečení budov.

Hardwarové řešení, již plně funkční, spočívá ve spojení kamery a mikro-superpočítače Jetson Xavier firmy Nvidia (obr.1), přičemž do budoucna (v průběhu roku 2020) plánujeme připravit vlastní kompaktní řešení s využitím malých kamerových čipů a elektroniky podle vlastního návrhu.



Obrázek 1 Prototyp kamery integrované s počítačem Jetson Xavier. Modul zpracovává primární obraz, zejména provádí radiometrickou a geometrickou korekci, provádí analýzu obrazu s identifikací jedinců, kompresi videa a předává data dalším počítačům, které jsou momentálně částečně simulovány jako virtuální stroje.

#### *Virtuální stroje:*

- gw.int – gateway, kryptografie, certifikáty a virtuální síť (VPN)
- atlas – provozuje nástroje pro usnadnění programování a organizaci práce v týmu
- ldap-web – web interface pro LDAP, protokol pro autentizaci, který umožňuje používat stejná hesla v různých softwarech, systémech a produktech
- gitlab – software pro udržování verzí software, hostování platformy git



- main.int – poštovní server konfigurovaný jen pro odchozí poštu, posílání zpráv administrátorům
- video-nginx – prototyp zařízení sběru dat používaný v reálných experimentech, hybrid webového serveru, a streamovacího serveru pro sběr a ukládání dat v reálném čase
- db.int – database, používáme PostgreSQL,
- frogs – systém pro zasílání datových balíčků mezi různými linuxovými stroji
- tiger – backend, stroj, který spravuje virtuální stroje
- k8s/k8s-worker – Kubernetes master a workers. Systém pro správu klastrů, který umožňuje co nejefektivnější výběr nejlepší lokace pro daný výpočet, ale i pro správu časového souběhu a životního cyklu systému. V tomto okamžiku nemáme jeden fyzický nod, ale řadu virtuálních strojů, které jsou spravovány prostřednictvím systému kubernetes.
- matlab windows/linux – virtuální stroje pro automatické vytváření funkcí v programu Matlab
- gitlab-runner – část systému gitlab, která spravuje ukládání a kompilaci software

Výsledky sledování osob a anotace:

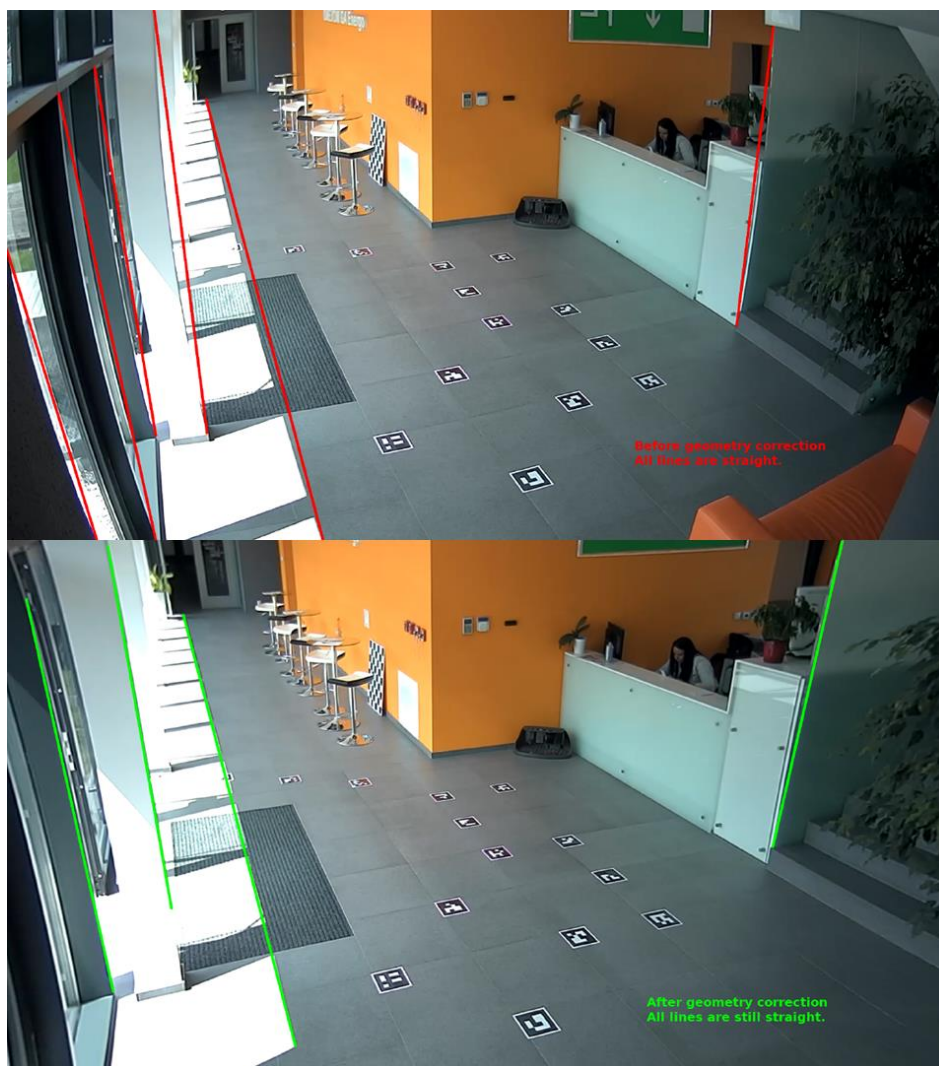


Obrázek 2. Je zobrazen výsledek identifikace osob a jednoduché predikce následného pohybu. Fialový obdélník s číslem osoby v databázi ukazuje identifikaci, žlutý obdélník polohu předpokládanou na základě předchozí trajektorie. Odchylka skutečné trajektorie od předpovězené je známkou záměrného rozhodnutí jednotlivce, tedy chování.

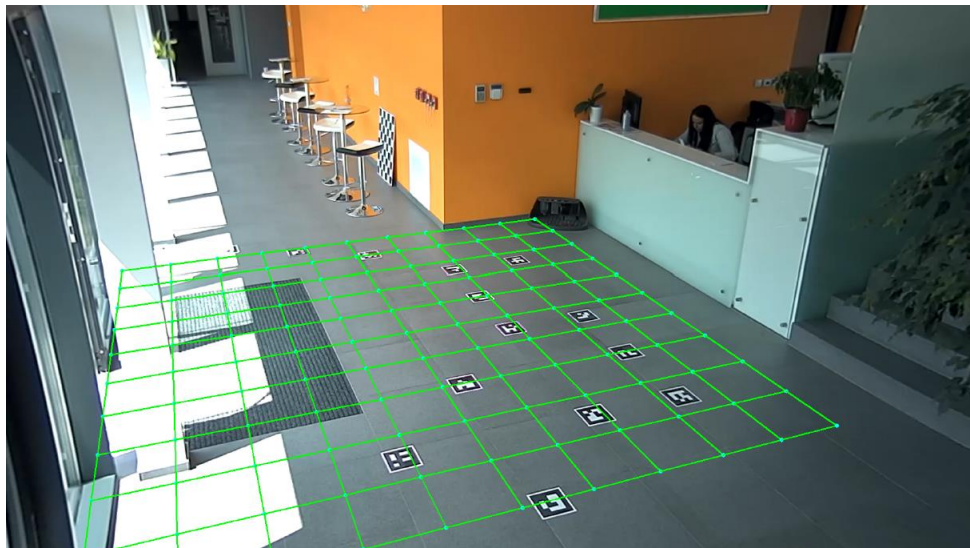
V projektu byly třetí stranou (firma ImageCode Brloh) vyvinuty technické nástroje jako je kalibrace kamer a optických drah VerCa a obecný nástroj ovládání kamer CameraExplorer.



Další dílčí rutiny byly vyvinuty pro geometrickou korekci obrazu (Obr.3) a projekci do plochy (Obr.4). Tyto algoritmy dohromady vytvářejí kompletní řetěz, který umožňuje stanovení proporcí člověka z jakékoliv pozice (Obr. 5). Proporce lidského těla jako unikátní identifikátor, který nelze nijak účinně skrýt, jako třeba zakrytí obličeje.



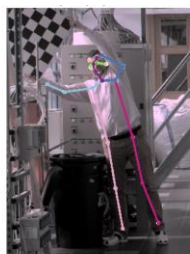
Obrázek 3. Ilustrace korekce zkreslení optické dráhy kamerou.



Obrázek 4. Nalezení geometrické sítě v rovině podlahy pomocí pravouhlých číselných indikátorů (ArUco markers).



3D mesh



diff vp



diff vp



Obrázek 5. Stanovení proporcí těla na základě fyzikálního modelu.

#### Shrnutí:

V projektu se podařilo ověřit algoritmy nutné pro sledování osob pro bezpečnostní, ale i například medicínské, aplikace.

Jako výsledky projektu uvádíme softwary (výsledek typu R):



HuTrack – Tento software vyhledává osoby ve videu a ukládá získané identity (tracklets: obrázky, souřadnice atd.) do specifického formátu .h5. Tento software neprovádí žádné identifikace. Tracklety jsou posílány do centrálního počítače k dalšímu zpracování.

HuFit – Porovnává model s daty s využitím lidské anotace a trackletů .h5, které byly získány z prvního software. V současné době byla otestována identifikace věku, pohlaví, celkového vzhledu a přítomnosti zavazadel, identifikováno máme 8 parametrů. Tento software je velmi náročný na výpočetní kapacitu, protože je tvořen řetězcem neuronových sítí konvolučního typu a sítí typu LSTM (rekurzivní model s krátkou a dlouhou pamětí). Použité technologie jsou zcela hraniční.

HuEs – Využívá tracklety .h5 ze software HuTrack a identifikace vlastností z programu HuFit k analýze vlastností a trajektorií.

Software byl zveřejněn na stránce <http://auc.cz/software/2019.php>

#### Popis metody (výsledek typu O):

Díky prakticky úplné automatizaci analýz se popis metody zjednodušil na popis na kalibraci kamer (publikováno jako Rychtáriková R., Souček P. a Štys D., Colorimetric Calibration of a Digital Camera arXiv:1708.04685), fotografování standardních šachovnic pro korekce geometrie a pokládání číselných identifikátorů, které umožní nalezení geometrické sítě v rovině podlahy.