

DOZORCE

KLAUZURNÍ PRÁCE 2020



TOMMY CHU

Já, Dozorce

Žiješ v době, ve které sis už zvykl být Námi obklopený. Těmi, kteří Tě nyní všude neustále sledují a nahrávají každou Tvou činnost. Většinou si Nás nevšímáš, bereš jako samozřejmost nebo dokonce ani nevidíš! Rozhodně Nás ale nehledej a ani se Nám nepokoušej vyhýbat, nemá to smysl – jsme totiž všude a to už nezměníš. Ať už jsi kdekoliv, sledujeme Tě na každém kroku, někdy jen z dálky a jindy zas velmi zblízka.

Se vzpomínkami a zážitky se svěřujeme pouze pár lidem, kterým opravdu věříme, ti ale s naší pamětí nakládají zcela dle své libosti. Bohužel s tím nic neuděláme, upřímně jsme vlastně jen bezmocní otroci řídící se počítačovým kódem a nástroje, které jiní využívají, aby Tě nepřetržitě sledovali a zaznamenávali vše, co děláš.

**Že se Ti to nelíbí? Na to se Tě nikdo neptal! Nám se
neschováš a z očí Tě nespustíme!**



Úvod

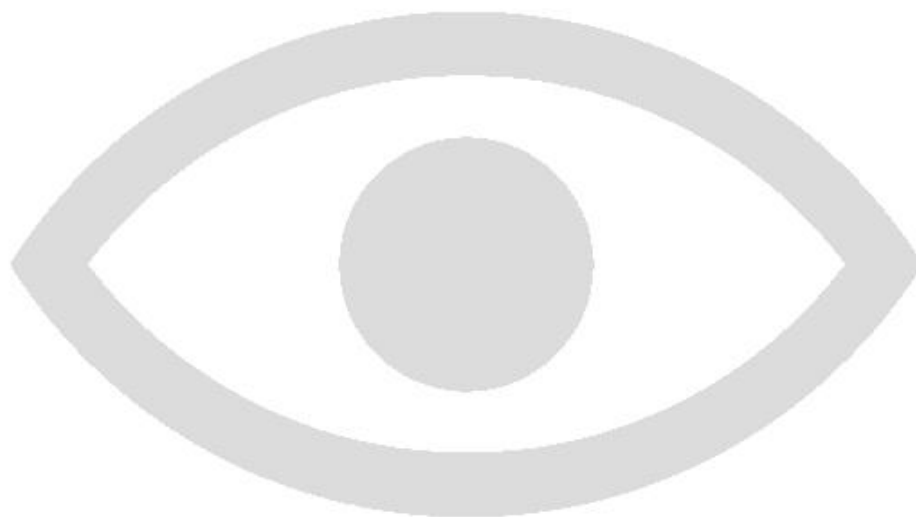
Je až k neuvěření, jak velkou digitální stopu v dnešní době každý z nás zanechává. Počítače se jednoduše staly běžnou součástí našeho každodenního života a interagujeme s nimi každou chvíli, ať už se jedná o využívání všemožných internetových služeb, přesných onlinových map, rychlých platebních terminálů nebo třeba i kompaktních čipových karet, jako jsou například občanské průkazy nebo elektronické jízdenky.

Zhruba před 80 lety nám geniální vědci a inženýři 20. století představili počítače a od té doby se celý svět změnil k nepoznání. Umožnili nám propojit celý svět a tím neuvěřitelně urychlit veškeré vědecké pokroky, zautomatizovat či zjednodušit většinu manuálních prací nebo posunout lékařství na úplně jinou úroveň. Co se ale také drasticky změnilo, je bezpečnost, a s nástupem digitálních kamer, které umožňují poprvé v historii "nahlédnout do minulosti", vzniká v tomto odvětví průmyslu úplně nová oblast.



V posledních několika desítek let dochází k prudkému nárůstu počtu kamer ve veřejných prostorech. Žijeme-li ve městě, není těžké na ně narazit. Kamery se instalují z mnoha různých důvodů, tím nejčastějším je boj proti kriminalitě. A díky jednoduché údržbě a dostupnosti není ani divu, že jsou téměř všude. Často se s nimi setkáváme na ulicích, křižovatkách, v obchodech či restauracích, vstupů do objektů nebo v hromadných dopravních prostředcích.

Problém nastává v případě ukládání kamerových nahrávek. Doba držení záznamů bezpečnostních kamer je samozřejmě zákonem omezená, stejně tak i jejich manipulace. Z praktického hlediska je ale jejich kontrola velmi obtížná, ne-li nemožná, protože k archivům není veřejný přístup. Kamerové záznamy mohou tím pádem bez povšimnutí unikat nebo je může majitel prodávat. Samotné záznamy ovšem samy o sobě žádnou hodnotu nemají, ale mohou se na ně aplikovat velmi pokročilé algoritmy, které jsou vybavené technologiemi, jako jsou například face recognition (pro identifikaci lidských tváří) nebo automatic number plate recognition (pro identifikaci vozidel). A to, co má skutečnou cenu, jsou právě data, která představují nejvzácnější komoditu jednadvacátého století, a která tyto algoritmy produkují. Výsledkem nejsou pouze nějaké nezávislé informace o konkrétních osobách, ale na základě výrazu, činnosti, času, místa, okolí a hlavně ostatních digitálních stop včetně těch internetových, odhalují tyto algoritmy i naše chování, zájmy a emoce. Počítače jsou schopné tyto informace ze stovek tisíců dalších kamer společně s třeba daty ze sociálních sítí spojit v jeden velký monolitický digitální graf, ze které mohou analytici následně produkovat data s nevyčíslitelnou hodnotou. A proto každý, kdo po sobě zanechává byť nejmenší digitální stopu, je součástí globálního šedého průmyslu, ve kterém ročně nekontrolovatelně koluje astronomická suma peněz.

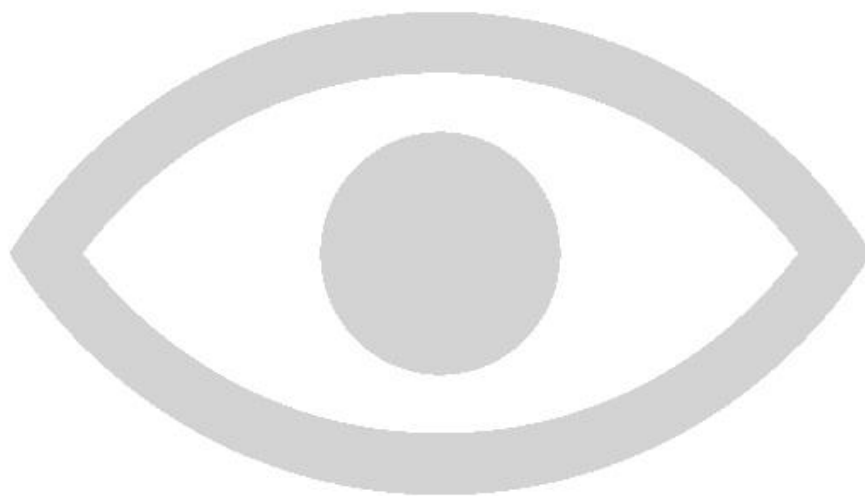


Je jasné, že techničtí giganti s velkou uživatelskou základnou, získávají neskutečné množství dat. Jako příklad mohu uvést internetový vyhledávač Google, sociální síť Facebook nebo obchodní řetězec Amazon. Nemusíme tyto služby ani aktivně používat, aby k našemu jménu každou chvíli něco nepřipisovaly. Data, které o nás tyto společnosti nasbíraly, jsou tak rozsáhlé, že už nemusí vytvářet

algoritmy, které by další sbíraly, nýbrž takové, které vyhledávají podobnosti nebo opakující se vzorce v již nasbíraných a vytvářejí v této komplexní síti informací další vrstvu údajů. Za všechny tyto “bezplatné služby” platíme našimi daty, které v kombinaci s daty dalších milionů uživatelů, vytvářejí klíč ke společnosti a k možnostem její manipulace.

Inspirace

Je hodně důvodů, proč jsem se rozhodl vybrat právě toto téma pro svou klauzurní práci. To, co mě poprvé skutečně upozornilo na problematiku propojeného digitálního světa, byl případ s Cambridge Analytica. Byla mi následně doporučena kniha 1984 (1949) od George Orwella. Po dočtení jsem si všiml jistých podobností světa Velkého Bratra s naším skutečným světem. Zkoušel jsem si představit náš svět jako paralelu tohoto dystopického světa a v gigantických korporacích jsem zahlédl takovou obdobu Orwellovské Strany. Ani bych neřekl, že je to špehování, ve kterém si jsou tak moc podobné, ale spíše v moci, kterou mají. Zásadním rozdílem je ovšem to, že si občané Orwellovských států uvědomují, že jsou neustále sledováni.

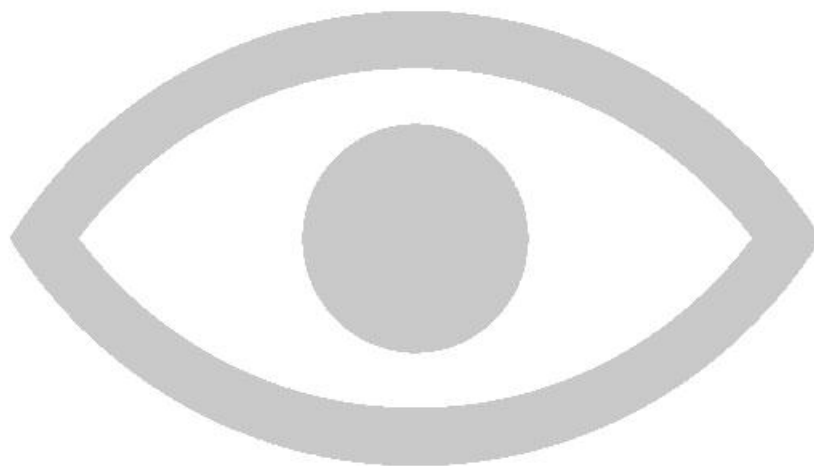


Názornou ukázkou mocí těchto společností mohou být například zrovna nedávné aktivity Cambridge Analytica, Této společnosti se povedlo nashromáždit osobní údaje desítek milionů amerických občanů bez jejich souhlasu a vytvořit tak psychologický model, díky kterému mohli s vysokou přesností určovat vlastnosti každého amerického voliče. A protože naše vlastnosti definují naše chování a naše chování určuje to, jakým způsobem volíme, byli schopni prostřednictvím vlivných videí nebo novinových článků ve spolupráci

s volební kampaní Donalda Trumpa v roce 2016 zmanipulovat velkou masu lidí ve svůj prospěch. Věděli přesně, co musí voličům ukázat nebo jakou informaci jim podat, aby volby dopadly podle jejich představ. V roce 2018 bylo bývalým zaměstnancem CA odhaleno, že data, na základě kterých jejich analytici zkonstruovali model americké společnosti, byla z uniklých údajů milionů uživatelů Facebooku. Jednalo se o největší známý únik dat v historii a je jasné, že bez získaných údajů by CA nemělo tak velký vliv a volby prezidenta USA by tehdy skončily úplně jinak.

Jsme jedna z prvních generací, která se potýká s touto formou manipulace. Čelíme něčemu, proti čemu se neumíme efektivně bránit. Není jednoduché služby těchto velkých a "mocných" gigantů přestat používat, protože většina lidí, dává přednost jednoduchosti a pohodlí před "svobodou myšlení", která tím není na první pohled moc omezována. Opět si nemohu pomoci, ale i zde vidím jistou podobnost mezi námi a proléty z Orwellovské společnosti.

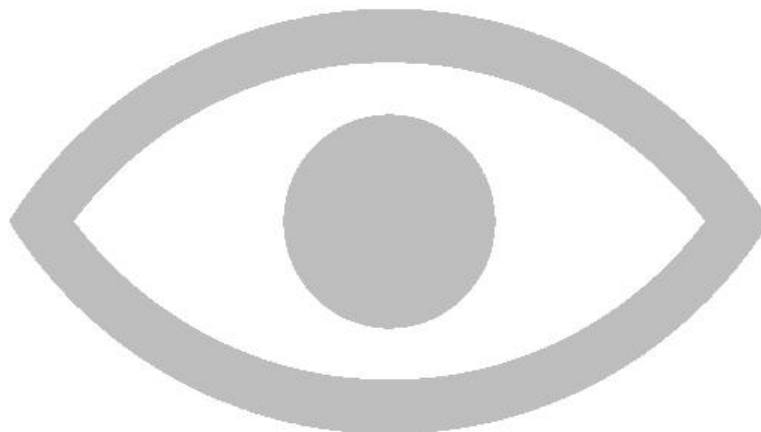
Svou prací jsem chtěl ale všem divákům alespoň připomenout, že tu jsou přinejmenším kamery, kterým se nevyhnou, a že úplně každý zanechává svou digitální stopu minimálně v podobě kamerových záznamů.



Moje dílo

K uskutečnění mého díla bylo zapotřebí naprogramovat software, který by byl schopen spolehlivě ovládat ramena a koordinovat pohyby celého přístroje. Na prvním místě jsem potřeboval, aby uměl: ukládat snímky z kamery, na snímcích rozpoznat všechny obličeje a podle velikosti vybrat ten nejbližší. Samozřejmě ne každý člověk má stejně velkou hlavu a tím pádem může docházet k špatné volbě vzdálenějšího objektu, každopádně jsem došel k závěru, že by odchylky byly velmi malé, a hlavní důvod této funkce je stejně to, aby ve výsledku algoritmus vrátil právě jeden objekt k zaměření.

Dále musel spočítat podle souřadnic zaměřeného obličeje, o kolik má servomotory otočit. Tohle představovalo největší překážku při tvorbě softwaru, protože jsem mohl zjistit pouze, o kolik stupňů by se měla otočit kamera na příslušné ose (na základě úhlu záběru, který je u mé kamery 62.2° v šířce a 48.8° ve výšce). To znamená, že by mi vznikl trojúhelník, ve kterém vrcholy představují kameru, obličej a pohyblivý kloub s motorem, a o kterém bych měl jen dvě informace (úhel mezi kamerou a obličejem a délku ramene). Mohl jsem počítat vzdálenost obličeje od kamery, ale jak jsem už zmiňoval, bylo by to velice nepřesné. Nakonec jsem motor umístil tak, aby na její otáčivé ose ležela kamera (v praxi to znamená, že se osy obou motorů musí protínají přesně v čočce kamery). Tím jsem vyřešil nedostatek dat k výpočtům pohybů ramen, ale dost zkomplikoval konstrukci přístroje. Později jsem přidal prvky, jako jsou tolerance zaměřeného cíle, vykreslování obdélníků kolem obličejů nebo vycentrování ramen před spuštěním a po delší době v nečinnosti.



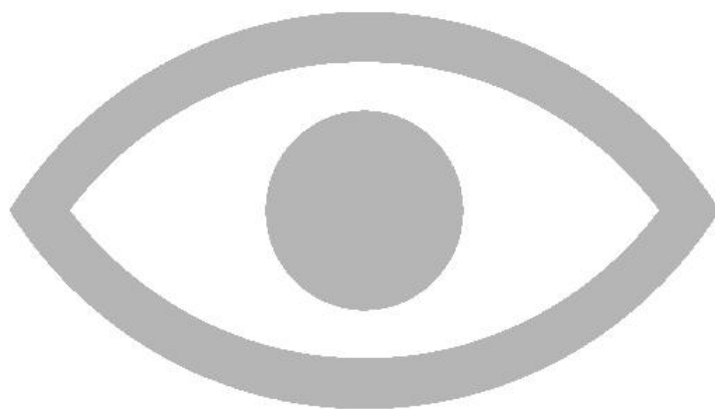
Vše jsem plánoval spustit na minipočítači Raspberry Pi Zero typu W, který jsem původně chtěl vložit do stejné skříňky jako kameru, ale protože k rozpoznávání obličejů jsem se rozhodl použít relativně přesnou technologii OpenCV4 (v4.3.0), která je kompatibilní jen s procesory generace ARMv7+, tak jsem nakonec vybral model RPi 3B+ s CPU ARMv8, které je však mnohem větší a proto jsem musel přidat další skříň na zadní část konstrukce a opustit myšlenku, že by kamera byla umístěná jako rameno na desce, která by se dala pověsit na zeď.

Nepříjemnosti mi také způsobovaly motory, které se ovládají pomocí PWM (Pulse Width Modulation), což je způsob přenosu dat

jedním vodičem pomocí různé periody a pulzní šířky signálu. Zádrhel spočíval v tom, že se na mé motory nebyl schopný kontroler Gobot(v1.14.0) napojit skrz PWM piny. Naštěstí hranice rozmezí proudu, ve kterém servomotory reagují, mi nakonec pomohla najít knihovna Go-Pi-Blaster(v0.0.0-20161201190348-609f01fedcc9). Celý kód jsem napsal v programovacím jazyce Go (v1.14).

Konstrukce

Celou konstrukci jsem si detailně naplánoval, ale i přesto se našlo pár věcí, se kterými jsem moc nepočítal nebo u kterých jsem si nemyslel, že budou představovat problém. Zapomněl jsem pořádně navrhnout cable-management a proto byly vodiče kolem kloubů až moc volné a různě se zamotávaly do ramen a motorů. Nakonec jsem to vyřešil pomocí plastových stahovacích pásek tak, že jsem vodiče připevnil podél ramen.

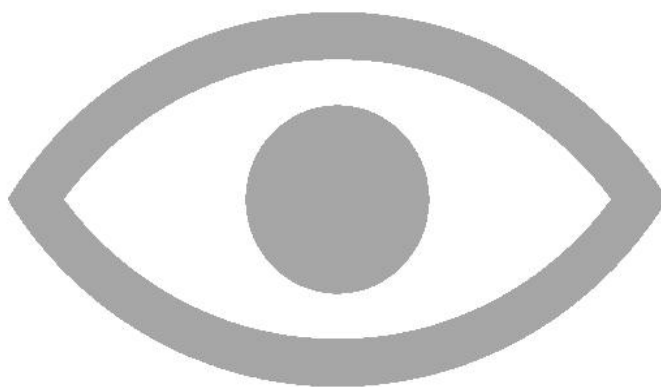


Jako materiál pro kostru jsem zvolil dřevotřísku kvůli lehkosti. Při programování softwaru jsem kladl velký důraz na rychlost algoritmu, aby dílo fungovalo a působilo tak jak má, proto jsem nechtěl, aby kvůli špatnému výběru těžkého materiálu byl přístroj pomalý. Jak se ale později ukázalo, nevybral jsem nejlíp, dřevo bylo až moc slabé a dost praskalo, proto jsem některé části musel dodatečně zpevňovat.

Pro plášť jsem už navrhl lepší materiály. Na zakrytí elektrických součástek jsem vybral karton a na technickou skříň tenké, ale pevné laminátové desky. Snažil jsem se, aby byla celá konstrukce pokryta podobnou a "nudnou" barvou, aby výsledná práce na sebe moc neupozorňovala. Divákovi jsem chtěl jednak předat svou zprávu a zároveň nějakým způsobem naznačit, že ne vždy se musí jednat o něco, co je nápadné nebo na první pohled jasné.

Optimalizace

Jedna z posledních fází mé práce byla aplikaci s konstrukcí otestovat a co nejlépe nakalibrovat. Zkoušel jsem různě měnit násobiče (hodnoty, kterými počítač pokaždé násobí potřebnou změnu úhlu), toleranci (oblast, kterou považuje za již zaměřenou) nebo různé vzorce obličejů (cascade classifier pro OpenCv, jedná se o vzorec obrazů, které počítač na snímku vyhledává – je možné je kdykoliv nahradit a zaměřovat cokoli jiného) a jeho možné odchylky.

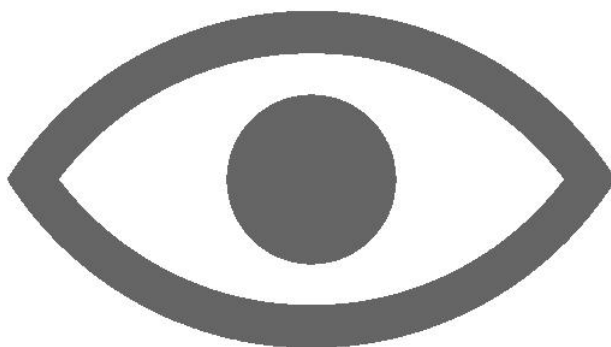


Když už vše správně fungovalo, musel jsem ještě snížit snímkovou frekvenci a rozlišení obrazu tak, aby přístroj fungoval rychle. Narazil jsem totiž na celkem nepříjemnou skutečnost. Počítač nestíhal v krátké době uskutečňovat veškeré potřebné úkony, aby všechno působilo relativně plynule (tento problém například průmyslové kamery neřeší, protože vše ukládají do záznamu a nemusí vykonávat tak velké množství procesů v reálném čase). Z toho důvodu jsem drasticky snížil kvalitu, a rozpoznávání spolehlivě funguje maximálně do tří metrů.

Při testování jsem si také všiml, že se průměrná teplota procesoru pohybovala okolo 65°C. Bezpečně by měl fungovat až do 85°C, ale i přesto jsem chtěl pro jistotu přidat větrák. Naštěstí mi na desce ještě zbývaly dva 3.3V piny, takže jsem nemusel snižovat napětí ani používat prototypovací pole, které by se mi do skřínky už nevešlo.

Závěr

Myslím si, že se mi klauzurní práce celkově podařila. Zkoušel jsem zpracovat téma "surveillance", stejně jako pan George Orwell, kterému se to knihou 1984 podařilo naprosto fenomenálně, a od kterého jsem se také inspiroval. Mé dílo funguje a působí přesně, jak jsem zamýšlel. V žádném případě není mým cílem diváky znepokojit, nýbrž je jen na chvíli vyhodit z komfortní zóny a umožnit jim ochutnat pravou nefalšovanou skutečnost, která není na první pohled tak zřejmá.



Seznam všech elektronických komponentů

- 2x Servomotory Waveshare MG996R
 - Točivá síla: $9\text{kg/cm}(4.8\text{V})$, $11\text{kg/cm}(6\text{V})$
 - Rychlost: $0.19\text{s}/60^\circ(4.8\text{V})$, $0.18\text{s}/60^\circ(6\text{V})$
 - Rotační úhel: 180°
 - Provozní napětí: $4.8\text{V} \sim 6\text{V}$
 - Hmotnost: 55g
 - Rozměry: $40.7 \times 19.7 \times 42.9\text{mm}$
- Minipočítač Raspberry Pi 3 Model B+
 - CPU: 1.4GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53
 - CPU architektura: ARMv8-A (64/32-bit)
 - GPU: Broadcom VideoCore IV @ 250MHz
 - SDRAM: 1GB
 - Hmotnost: 45g
 - Rozměry: $85,60 \times 56,5 \times 17\text{mm}$
- Kamera Raspberry Pi V2
 - Video FPS: $1080\text{p}30$, $720\text{p}60$
 - Čip: 8Mpx Sony IMX219 CCD
 - Konektor: CSI
 - Úhel záběru: $62.2^\circ \times 48.8^\circ$
 - Hmotnost: 3g
 - Rozměry: $25 \times 20 \times 9\text{mm}$
- Kabel pro Raspberry Pi kameru a displej
 - Konektor: CSI
 - Délka: 30cm
- Propojka kamerových kabelů pro Raspberry Pi
 - Konektory: CSI
- Větrák pro Raspberry Pi, 30cm kabel
 - Spotřeba: 0.35W
 - Plný výkon: 5V
 - Snížený výkon: 3V3
 - Hlučnost: 22dBA (5V)
 - Rozměry: $35 \times 35 \times 10\text{mm}$
- Napájecí zdroj $5,1\text{V}=3\text{A}$
 - Napětí IN: $100\text{--}240\text{V}$, $50/60\text{Hz}$
 - Proud IN: $0,5\text{A}$
 - Výkon OUT: $15,3\text{W}$
 - Napětí OUT: $5,1\text{V}$
 - Proud OUT: 3A
- Drátové propojky (MM, FF, FM)

