

VYSOKÁ ŠKOLA KREATIVNÍ KOMUNIKACE

Katedra vizuální tvorby

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Okno

2020

Tomáš Bachura



VYSOKÁ ŠKOLA KREATIVNÍ KOMUNIKACE

Katedra vizuální tvorby

Vizuální a literární umění

Fotografie a audiovize

Oko

Praktická část:

Teoretická část:

Autor: Tomáš Bachura

Vedoucí práce: MgA. Nikola Tláskalová

2020

### Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité pramene a literatúru, z ktorých som čerpal. Súhlasím s tým, aby práca bola prístupná verejnosti za účelom štúdia a výskumu.

V Prahe dňa.....

Tomáš Bachura

## Podakovanie

Moje podakovanie patrí školiteľke a konzultantke MgA. Nikole Tláskalovej, za pomoc, cenné rady a čas, ktoré mi poskytla pri písaní bakalárskej práce.

## ABSTRAKT

BACHURA, Tomáš: Oko. [Bakalárska práca]. Vysoká škola kreativní komunikace. Katedra vizuální tvorby. Študijný program: Vizuální a literární umění. Špecializácia: Fotografie a audiovize. Vedúci bakalárskej práce: MgA. Nikola Tláskalová. Stupeň odbornej kvalifikácie: bakalár. Praha: VŠKK, 2020. 34 s.

Cieľom práce bolo poukázať na možné nebezpečenstvá rýchleho technologického vývoja vo sfére umelej inteligencie so špecifickým zreteľom na oblasť rozpoznávania tvárí a jeho implementácie do praktického života spoločnosti v nadväznosti na nedostatočnú spoločenskú a právnu reguláciu tohto fenoménu. Zároveň sme poskytli základný náhľad na fungovanie skúmanej technológie v jej viacerých variantoch a v súlade s technologickým vývojom sme priblížili procesné zmeny vnímania obrazového média spoločnosťou. Vychádzali sme z viacerých prognostických prác niektorých kultúrnych a spoločenských mienkotvorcov 20. storočia (napr. Umberto Eco, Vilém Flusser) a zistili sme presečníky ich vízií s aktuálnym stupňom vývoja technológie rozpoznávania tvárí v súčasnej dobe. Práca prináša opis praktického fungovania skúmanej technológie na príklade modernej čínskej spoločnosti a tento obraz stavia ako memento pri zvažovaní pozitív a negatív, ktoré môže ďalšie zavádzanie tejto technológie priniesť v kultúrnych podmienkach civilizácie Západu. Výsledkom skúmania predmetnej problematiky je výzva po zvýšení informovanosti verejnosti ohľadne používaných technológií a tiež vyjadrenie potreby urgentných legislatívnych úprav ich implementácie a používania.

### **Kľúčové slová:**

umelá inteligencia, rozpoznávanie tvárí, neurónové siete, kontrola verejného priestoru, právo na súkromie,

## ABSTRACT

BACHURA, Tomáš: The Eye. [Bachelor thesis]. University of Creative Communication Prague. Department of Visual Creativity. Degree program: Visual and Literary Arts. Specifications: Photography and audio-vision. Thesis supervisor: MgA. Nikola Tláskalová. Professional qualification level: Bachelor degree. Prague: UCC, 2020. 34 pages.

The aim of the thesis was to point out the possible dangers of rapid technological development in the sphere of artificial intelligence with a specific regard to the field of face recognition and its implementation in the practical life of society in relation to insufficient social and legal regulation of this phenomenon. At the same time, we provided a basic insight into the functioning of the observed technology in its several variants and, in accordance with the technological development, we approached the process changes of the perception of the image medium by the society. We relied on several prognostic works of cultural and social opinion leaders of the 20th century (eg Umberto Eco, Vilém Flusser) and found out the precision of their visions with the current stage of development of face recognition technology at present. The work describes the practical functioning of the observed technology on the example of modern Chinese society and builds this image as a memento when considering the positives and negatives that further introduction of this technology can bring in the cultural conditions of the Western civilization. The result of the examination of the subject matter is a call for raising public awareness of the technologies used and also an expression of the need for urgent legislative changes in their implementation and use.

### **Keywords:**

artificial intelligence, face recognition, neuron networks, public space control, privacy rights

1. Úvod.....	1
2. Obrazové médium.....	3
3. Polemika o knihách.....	5
4. Rozpoznávanie tvárí.....	8
5. Priebeh vývoja technológie rozpoznávania tvári.....	9
6. Úvod k technickej časti.....	11
6.1 Neurónové siete.....	12
6.2 Štruktúra neurónových sietí.....	13
6.3 Dopredné neurónové siete.....	14
6.4 Konvolučná neurónová sieť.....	14
6.5 Základy pochopenia rozpoznávania tvárí.....	15
6.6 Postup rozpoznávania tvárí.....	17
6.6.1 Detekcia tváre.....	17
6.6.2 Body.....	19
6.6.3 Rozpoznanie tváre.....	19
6.6.4 Priradenie ku databáze.....	20
7. Predstavenie spôsobu, ktorý nevyužíva kamery. Clearview AI.....	21
7.1 Iné spôsoby použitia technológie rozpoznávania tvárí.....	22
8. Obranné mechanizmy.....	23
8.1 Mechanická bariéra.....	24
8.2 Sklenené masky.....	24
8.3 Obrazová technológia vs. infračervené body.....	25
9. Vševidiace oko.....	27
10. Situácia v Číne.....	28
11. Digitálny autoritarizmus.....	30
12. Záver.....	30
Zdroje.....	31





## 1. Úvod

V mojej bakalárskej práci sa venujem jednému z viacerých aspektov digitálneho totalitarizmu, presnejšie technológii rozpoznávania tvári a jej možným použitiam, ak aj jeho dopadom na spoločnosť, v ktorej žijeme. Popri kritike tejto technológie zároveň vysvetľujem princíp jej fungovania a spôsob, ako sme naučili “stroje” rozpoznávať ľudí. Taktiež poukazujem na to, ako sa v priebehu času fotografia ako médium transformuje a na to, ako nás tieto nové postupy pomaly oberajú o súkromie.

Od zostavenia prvého mechanického počítača, ktorý nemá skoro nič spoločné s tým, ako vnímame počítač dnes, uplynulo iba 197 rokov, 193 rokov od vzniku prvej fotografie, 131 rokov, odkedy sme prišli na to, že ak budeme rýchlo meniť fotografie za sebou, nebudeme schopní vnímať tieto snímky jednotlivo, ale zaznamenáme ich ako pohyb, či 123 rokov od prvej premiéry filmu na svete. Všetky tieto pokroky sú menej ako 200 rokov staré, v porovnaní s históriou ľudstva je to akoby sa to udialo včera. No všetky tieto momenty definujú revolučné obdobie, v ktorom žijeme.

Svoje životy začíname žiť prevažne v digitálnom a nie v reálnom svete. Vďaka optickým káblom majú informácie doslovne rýchlosť svetla. Technológia sa tomuto svetu prispôbuje veľmi efektívne a poskytuje nám každým dňom nové možnosti. Internet je samozrejme všade okolo nás a preto konzumujeme informácie od ranného prebudenia až kým nezavrieme oči pred spaním.

Pamätáte si, kedy sa prvýkrát vo vašich albumoch v telefóne objavilo triedenie fotografií na základe tváre ľudí? Tento moment môže byť jedného dňa niekde zapísaný tak ako tie, ktoré som uvádzal vyššie, pretože definuje technologický míľnik, ktorý zmenil svet. Hádám by sme ho mohli nazvať aj tichou revolúciou technológie. Donedávna bola technológia na rozpoznávanie tvári limitovaná mnohými faktormi. V súčasnosti sa však takmer všetky technické faktory z rovnice mažu a ďalší vývoj je už len otázkou zdokonaľovania softwaru, teda umelej inteligencie/neurónových sietí. Každý deň interagujeme s technológiou bez toho, aby sme si to uvedomovali a rozmýšľali nad tým. Berieme ju za súčasť našich životov.

V súvislosti s technologickým vývojom je pojem súkromie najčastejšie skloňovaným výrazom. Veľké spoločnosti doslova vlastnia naše digitálne životy a veľa krát o nás možno vedia aj viac ako my sami o sebe. V podstate súkromie vlastne už skoro nemáme, keďže všetko robíme online a veľa vecí presúvame na online úložiská. Je však jednoduché sa pred touto kontrolou

uchrániť. Najrýchlejšou ochranou je vypnutie mobilného telefónu, čo je však nepraktické. Pri vyhľadávaní cez webový vyhľadávač (Google, Seznam) môžeme používať VPN<sup>1</sup> alebo používať také vyhľadávače, ktoré nesledujú stránky, ktoré navštevujeme. Ukladať dáta lokálne na harddisku, ktorý máme doma. Dnes už nie je potrebné byť hackerom aby sme dokázali ochrániť svoje súkromie. Súkromie v dnešnom digitálnom svete je už len mýtus a dobrovoľne sa ho vzdávame.

Naše životy možno sumarizovať pojmom “doba informácie”. Ale čo ak niekto príde na spôsob ako prepojiť tento digitálny a reálny svet a získať detailný prehľad o tom, čo všetci kde a kedy robíme? Akokoľvek to bolo nemožné pred niekoľkými rokmi, kedy táto myšlienka bola iba sci-fi predstava, dnes tento spôsob voláme: „rozpoznávanie tváří“ - dokonalé prepojenie hardwaru a softwaru, ktoré môže byť nástrojom napr. výrazného znižovania kriminálnej činnosti. Pri špecificky cielenom použití však môže táto technológia úplne zotrieť hranice medzi reálnym a digitálnym svetom a vytvoriť jednotný svet, v ktorom sa nikto z nás neschová pred nikým a ničím.

Jedným z najväčších nedostatkov, na ktoré som pri tvorbe svojej práce narazil, je nedostatok odbornej literatúry, venovanej zvolenej téme. Na jednej strane existuje veľa kníh, ktoré presne popisujú ako vytvoriť a používať túto technológiu, no sú príliš technické, čo nie je zámerom tejto práce. Pracujem s veľkým objemom článkov a internetovými zdrojmi, ktoré mi poskytujú triezvy názor na vývoj tejto technológie. Mojim zámerom nie je vás presvedčiť o tom, že táto technológia je to najhoršie, čo sa ľudstvu stalo. Svojou prácou chcem len poukázať na možné riziká a to, že všetci z nás by si mali byť vedomí technologického vývoja okolo nás a dožadovať sa regulácii novo vzniknutých technológií.

Toto odvetvie sa rozvíja tak dynamicky, že v priebehu jedného roka, od kedy som formuloval myšlienku tejto práce, sa veľa vecí zmenilo a spoločnosť ako Google, ale aj Európska Únia predniesli návrh pozastavenia využívania tejto technológie v blízkej budúcnosti. Relevantní predstavitelia sú si veľmi dobre vedomí toho, že táto technológia nie je 100%-ná a preto chcú eliminovať chyby, ku ktorým by mohlo dôjsť, čo v priebehu roka, od kedy sa venujem tejto problematike, znamená veľký skok k uvedomeniu si rizík.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Virtual Private Network známe ako VPN zabezpečuje takmer anonymné užívanie internetového pripojenia. Tento proces používa kódovanie informácií, ktoré hľadáme cez internet a môže naše pripojenie previesť cez server v inej krajine. Tento systém je účinný pre ochranu pred ťažením dát z vyhľadávačov a zároveň poskytuje ochranu našich dát pred tým, kto nám poskytuje internetové pripojenie.

<sup>2</sup> VINCENT, James. Google favors temporary facial recognition ban as Microsoft pushes back. Theverge.com [online]. New York: Vox Media, 2020 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z:

Prapôvodná inšpirácie tejto práce pramení z kníh „Umělecké dílo ve věku své technické reprodukovatelnosti“ od Waltera Benjamina či „Za filosofií fotografie“ od Viléma Flussera a „Skeptikové a Těšitelé“ od Umberta Eca, kde som bol fascinovaný prístupom autorov ku samotnému vývoju fotografie ako média, ale aj spoločnosti, o ktorej radi hovoria v intenciách masovej kultúry. Tento termín je veľmi ťažko definovateľný predovšetkým kvôli časovým rozostupom medzi jednotlivými knihami. Definície, ktoré sú v nich uvedené, majú však istú podobnosť. Všetky uvedené knihy pojednávajú o obrazovom médiu, jeho technológii a uchopení istej vízie vývoja.

## 2. Obrazové médium

Fotografia od svojho vzniku mení podstatu a význam ostatných médií, ale mení aj seba samotnú ako médium pri tom, ako transformuje našu spoločnosť. Určitým náhľadom môžeme za formu fotografie považovať aj film. Z technického hľadiska je film iba rýchlym sledom jednotlivých snímok, prehrávaných rýchlo za sebou. Ľudské oko pri 15-16 snímkach za sekundu prestáva byť schopné rozoznať jednotlivé zábery a vidí ich ako plynulý pohyb. Na túto skutočnosť prišiel Muybridge v roku 1878, kedy urobil svoj prvý experiment, ktorým sledoval, či sa kôň počas cvalu ocitne v polohe, kedy sa nebude dotýkať zeme ani jedinou nohou.<sup>3</sup> To znamená, že ak sa pozeráme na film, vnímame určitú formu ilúzie, ktorá je vytvorená v podstate nedokonalým vývojom našich očí.

Čo je však na fotografii zaujímavejšie, je fakt, že doteraz fotografia bola nástrojom, ktorý nám slúžil, či už ako upomienka momentu v čase alebo dokumentácia zmeny nášho výzoru v čase, či ako umelecké dielo, čo je špecifikom predovšetkým dnešnej doby. Spôsobov využitia tohto média je veľmi veľa, ale vždy nám slúžilo predovšetkým k účelom, ktoré sme mu my sami priradili. No podobne ako každé iné médium sa aj fotografia transformuje a nachádza nové využitie, testuje svoje hranice. Hranice ktoré pri prepojení s analyzovaním toho, čo sa nachádza

---

<https://www.theverge.com/2020/1/21/21075001/facial-recognition-ban-google-microsoft-eu-sundar-pichai-brad-smith>

<sup>3</sup> ARBUCKLE, Alex Q. Muybridge's motion studies. Mashable [online]. New York: Mashable [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: <https://mashable.com/2015/12/21/muybridge-motion-studies/?euope=true>  
Eadweard Muybridge bol filmovým priekopníkom, ktorý za svoj život prispel ako jeden z prvých fotografickými ilustráciami, ktoré študovali pohyby ľudí či zvierat.

na fotografii za pomoci neurónových sietí<sup>4</sup> sa stávajú takmer nekonečné. Poskytuje to nové možnosti a spôsoby transformácie tohto média.

Otázku, či sa fotografia bude transformovať potrebám spoločnosti, alebo či sa spoločnosť bude transformovať podľa potrieb fotografie, budem rozoberať v kapitole „polemika o knihách“, ktorá poukazuje na vývoj obrazového média za posledných 100 rokov. Nakoľko sa čím ďalej viac a viac spoliehame na fotografiu alebo video, je možné povedať, že obrazové médium nahrádza postupne písaný text<sup>5</sup>. Táto téza je súčasťou istého logického vývoja, pretože obrazové médium je univerzálny a ľahko zrozumiteľným jazykom. Vďaka rýchlemu internetu a čím ďalej lacnejším technológiám, všetci začíname žiť v jednej veľkej zjednotenej spoločnosti. Takáto spoločnosť nám pochopenie tohto univerzálneho jazyka uľahčuje, pretože všetci okolo seba vidíme tie isté obrazy. Avšak tu je na mieste otázka, či sa tento univerzálny jazyk učíme dobrovoľne alebo sme nútení sa ho naučiť, t.j. pri každom pripojení sa k internetu a teda zvyšku sveta sme bombardovaní obrazovým médium.

Fotografia a video prevzali určitú pomyselnú moc nad naším životom. Už neovplyvňuje len to, čo si myslíme, ale aj to, ako myslíme. Ovplyvňuje aj našu identitu. Fotografie vlastnia našu identitu, pretože sme si zvykli na to, že obrazové médium je súčasťou nášho života. A informácie na našich fotografiách a videách sú kľúčom ku tomu, kým sme a čím chceme byť.

Pri čítaní tejto kapitoly iba otvorte svoju galériu vo svojom smartfóne a všimnite si, ako sa rozdeľujú ľudia podľa ich tvári. Samozrejme si všimnite aj to, že váš smartfón má nastavené ukladanie fotografií do cloud-u, teda do online úložiska. Súkromie v dnešnom svete neexistuje. Taktiež si všimnite, ako práve tieto fotografie vo vašich telefónoch zaznamenávajú priebeh vášho života za posledné roky. Tiež je pozoruhodná skutočnosť, že táto forma použitia fotografie a videa sa stala určitou pomyselnou externou pamäťou takmer každého jedinca.

---

<sup>4</sup> Neskôr podrobne popíšem, spôsob fungovania tejto technológie. No pre začiatok môžeme hovoriť o forme umelej inteligencie, pretože každé zoskupenie umelých neurónov je považované za umelú inteligenciu.

<sup>5</sup> Myšlienka Umberta Eca z jeho knihy Skeptikové a tešitelé. Praha: Svoboda, 1995.

### 3. Polemika o knihách

Ako som už naznačil, spracovávaná téma ma zaujíma okrem iného aj z hľadiska transformácie fotografie ako média, ktoré je základom technológie rozpoznávania tvárí. Všetky vyššie spomenuté knihy pojednávajú okrem iného aj o tom ako fotografia ovplyvňuje spoločnosť a ako spoločnosť ovplyvňuje fotografiu ako médium. Vlastne sa dá povedať, že títo autori hovoria o počiatku začarovaného kruhu, ktorý nie je ľahké prerušiť. Avšak nikto z nich netvrdí, že tieto vplyvy sú nutne zlé, skôr ich zaujíma dopad týchto zmien na spoločnosť, ktorá sa formuje omnoho pomalšie ako obrazové médium a technológie. Ak majú ľudia obrazové médium konzumovať, ono sa musí neustále meniť a vyvíjať a len tak nás zaujme natoľko, že mu budeme prístupní. Tu sa však natíska otázka výsledného efektu, t.j. či obrazové médium je konzumované spotrebiteľmi alebo či obrazové médium konzumuje spotrebiteľ a za účelom zvýšenia výnosov.

Najzaujímavejším aspektom všetkých spomínaných kníh je ich nadčasovosť a spôsob definície okamihov, ktoré dnes začíname prežívať. Zároveň si myslím, že v týchto knihách je aj odpoveď, prečo sa ako spoločnosť posúvame k vývoju technológii ako je rozpoznávanie tvárí a iným technológiám a tiež prečo tieto systémy majú časom možnosť integrovať nás do systému a nie opačne. Ako vo svojej knihe poznamenal Flusser: „*Aparát kóduje pojmy, ktoré jsou do něj naprogramovány, do obrazu, aby zpětnou vazbou naprogramoval chování společnosti za účelem postupného zlepšování aparátu.*“<sup>6</sup> Neskôr sa ešte budem venovať viac jeho knihe, ale tento citát je najvýstižnejší na začiatok rozmýšľania o danej problematike.

„*Moc nemá ten, kdo fotografii vlastní; má ji ten, kdo informace, které na ní jsou, vyrobil*“<sup>7</sup>

Vilém Flusser, 1983

V prvom rade si treba uvedomiť spôsob nášho získavania informácií. Na to, aby sme informácie mohli konzumovať ich niekto musí vytvoriť. Na základe týchto informácií si vytvárame predstavu o svete okolo nás, čo nás iba viac a viac integruje do masovej kultúry. A na to, aby sme v našich životoch zotrvali, musíme rovnako produkovať veľa informácií, ktoré niekto kupuje za účelom lepšieho predaja informácií nám samotným. Nekonečný kruh informácií.

„Svět masových komunikací prostě je, ať chceme či nechceme, světem naším, a dá-li se tu vobec mluvit o hodnotách, pak objektivní podmínky jejich komunikace jsou dnes prostě ty,

---

<sup>6</sup> FLUSSER, Vilém. Za filosofii fotografie. Vyd. 2., upr. Přeložil Josef KOSEK, přeložil Božena KOSEKOVÁ. Praha: Fra, 2013. ISBN 9788086603797 s. 54

<sup>7</sup> FLUSSER, Vilém. Za filosofii fotografie. Vyd. 2., upr. Přeložil Josef KOSEK, přeložil Božena KOSEKOVÁ. Praha: Fra, 2013. ISBN 9788086603797 s. 58

ktoré nám poskytujú noviny, rozhlas, televízie, reprodukovaná a reprodukovateľná hudba a nové formy nové formy vizuálnej a audiovizuálnej komunikácie.“<sup>8</sup> Tak vníma Umberto Eco náš svet fungujúci pred niekoľkými desaťročiami. Veľmi podobne môžeme nahliadať aj na dnešnú dobu, s touto výnimkou, že v súčasnosti je proces získavania informácií vďaka internetu takmer neobmedzene rýchly. Internet iba urýchľuje celý proces šírenia a chápania ilúzií, ktoré sú všade okolo nás.

Paradoxom je, že my sme už stratili možnosť rozhodovať o tom, či my integrujeme niečo do systému alebo či už sme my integrovaní do systému. Touto myšlienkou sa opäť vraciam k Umbertovi Ecovi, ktorý v roku 1964 napísal: „Za jakých okolností vztah mezi člověkem a výrobním cyklem redukuje člověka na systém a zdali by naopak nebylo třeba vypracovat novou podobu člověka ve vztahu k systému daností, člověka neosvobozeného od stroje, ale svobodného ve vztahu ke stroji.“<sup>9</sup> Z toho pohľadu sa v ničom nemýlil a my sme už tí, ktorí sú integrovaní do systému a závislí od strojov zabezpečujúcich naše každodenné bytie. Integrovanie technológií ako je rozpoznávanie tváří bude jednoduché a rýchle, spolu s touto technológiou sa ani všetky budúce technológie nestretnú s takmer žiadnym odporom spoločnosti voči ich integrácii do systému alebo, lepšie povedané, našej integrácii do ich systému.

Momentálne si však neviem predstaviť všetky dopady technológie na rozpoznávanie tváří na spoločnosť. Samozrejme, pozitív bude mnoho, no otázkou zostáva, do akej miery tých pár negatív môže ovplyvniť zmeny nášho správania. Ohľadne použitia tejto technológie z dôvodu snahy o dohľad nad masami obyvateľstva to je práve Čína (aj kvôli svojmu totalitnému režimu), ktorá pokročila najďalej zo všetkých krajín na svete. Túto technológiu posúvajú ešte na vyššiu úroveň užitím ďalších procesov, ktoré umožnia rozpoznať nielen identitu človeka ale aj jeho emócie, alebo odčítanie z pier osoby. Skutočne budeme mať slobodu slova ako sme na ňu boli zvyknutí doteraz, keď už teraz Čína postupne začína používať svoj bodovací systém, ktorý môže zvýhodniť niektorých, ale aj značne obmedziť nežiadúcich?<sup>10</sup>

Uvedeným odkazom bližšie poukazujem na moc, ktorú má obrazové médium prepojené s ďalšou technológiou nad masou a tiež na skutočnosť, že o týchto procesoch už mnohí dávno

---

<sup>8</sup> ECO, Umberto. Skeptikové a těšitelé. Přeložil Zdeněk Frýbort. Praha: Svoboda, 1995 ISBN 80-205-0472-9. s. 10-11

<sup>9</sup> ECO, Umberto. Skeptikové a těšitelé. Přeložil Zdeněk Frýbort. Praha: Svoboda, 1995. ISBN 80-205-0472-9 s. 16-17

<sup>10</sup>CAMPBELL, Charlie. How China Is Using “Social Credit Scores” to Reward and Punish Its Citizens. Time.com [online]. New York: Time, 2019 [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://time.com/collection/davos-2019/5502592/china-social-credit-score/>

hovorili, no vďaka našej pohodlnosti a prijímaniu uľahčenia našich životov sme sa rozhodli nepočúvať.

„Protože oko zachycuje rychleji, než ruka kreslí, byl proces obrazové reprodukce urychlen takovým tempem, že mohl držet krok s řečí“<sup>11</sup> Kniha Waltera Benjamina *Umelecké dielo* v dobe mechanickej reprodukovateľnosti, ktorá pojednáva o širom pokroku obrazového média a jeho získavania nadvlády nad našimi myšlienkami, je pre mňa prielomová kniha, v ktorej pozorný čitateľ nájde veľa provokatívnych myšlienok. Uvádzaný citát z Benjaminovej knihy je jedným zo základných pilierov mojej bakalárskej práce. Obraz ako médium nadobudol magickú moc, ktorá mu dovoľuje sa vyjadrovať presnejšie a rýchlejšie ako plné knihy, dlhé články alebo dlhé prednášky. Obraz zmenil to ako sa pozeráme na svet, zmenil našu znalosť sveta okolo nás. Najväčšou zmenou je však to ako zmenil náš vnútorný svet, to najintímnejšie čo máme.

Netreba zabúdať, že pod vplyvom obrazu žijeme už od narodenia a práve preto preniká tak hlboko do nášho vedomia. Prispôsobuje štruktúru našich myšlienok tak, aby sme aj my používali obraz ako médium nášho vlastného premýšľania. To však nie je nič nové.

„Nemohu již více přemýšlet tak, jak chci. Pohyblivé obrazy obsadily místo mých myšlenek.“<sup>12</sup>

Georges Duhamel, 1930

V súčasnosti si obrazové médium vytvorilo svoj vlastný jazyk, s ktorým pracujeme každý deň. Istým spôsobom je aj operačný systém vášho smartfónu obrazovo založené médium. Ikony, ktoré používame, sú len obrazovou reprezentáciou kódu, ktorému väčšina z nás nerozumie. Tento nový svet obrazovej komunikácie nás vtáhuje čím ďalej tým hlbšie a hlbšie do svojich zákutí. Obraz sa stal najkonzumovanejším médium dnešného informačného sveta. Ukazuje nám realitu, ale aj klamstvá nášho bytia. Ľudská spoločnosť konzumuje denne toľko obrazových podnetov, že podľa Benjaminovej úvahy o aure sme ju už ako spoločnosť, ale aj ako jedinci stratili, pretože že sme presýtení mechanicky reprodukoványm obrazom. Ten je však vytváraný kvôli našim potrebám, čo nás uvádza do začarovaného kruhu. Ako Walter Benjamin poznamenal: „Co se zde ztrácí, můžeme shrnout pojmem aura a říci: co ve věku technické reprodukovatelnosti díla hyne, je jeho aura. Proces je symptomatický; jeho význam přesahuje oblast umění. *Reprodukční*

---

<sup>11</sup> BENJAMIN, Walter, RITTER, Martin, ed. Výbor z díla. Praha: OIKOYMENH, 2009. ISBN 978-80-7298-278-3 s.301

<sup>12</sup> BENJAMIN, Walter, RITTER, Martin, ed. Výbor z díla. Praha: OIKOYMENH, 2009. ISBN 978-80-7298-278-3 s.318

*technika, jak bychom to mohli obecně formulovat, vyděluje reprodukované dílo z dosahu tradice. Zmnožováním reprodukce klade na místo jedinečného výskytu tohoto díla výskyt masový. A tím, že reprodukci dovoluje, aby vyšla vstříc vnímateli v jeho nynější situaci, aktualizuje reprodukované. Oba tyto procesy vedou k mocnému otřesu tradovaného – k otřesu tradice, který je odvrácenou stranou současné krize a obrody lidstva.“<sup>13</sup>*

Podrobnejšie spracovanie týchto publikácií by zaplnilo celý zvyšok mojej práce, no uvedenými citátmi z nich som chcel naznačiť ich silu a spôsob ako sa médium v priebehu posledných 100 rokov zmenilo a ako sme sa stali závislí od obrazového média. Na záver tejto kapitoly chcem ešte uviesť jeden citát od Viléma Flussera, ktorý zhrnul obsah týchto niekoľkých strán.

„Ve skutečnosti však fotografie zpracovávají nás, aby nás naprogramovaly k rituálnímu chování, sloužícímu zpětnou vazbou aparátům. Fotografie potlačují naše kritické vědomí, aby nám dali zapomenout na stupidní absurditu fungování, a tím (tímto vytěsněním kritického vědomí) fungování teprve umožnily. Tak vytváří fotografie magický kruh, který nás svírá v podobě fotografického universa. Tento kruh je třeba prolomit.“<sup>14</sup>

#### 4. Rozpoznávanie tvárí

Úvodom kapitoly načrtnem dôvody potreby používania a zlepšovania technológie rozpoznávania tvárí a ďalšom sa budem venovať jej technickým parametrom a samotnému spôsobu fungovania tejto technológie. Uvediem tiež krátky historický exkurz tohto technologického odvetvia.

Význam tejto technológie sa v priebehu histórie menil. Pri svojom zrode táto technológia slúžila takmer výhradne iba na identifikáciu zločincov a ich následne vypátranie. V súčasnosti sa táto technológia používa takmer všade a na mnoho účelov. Jej zameranie už nie je špecificky limitované a stále si nachádza nové a nové uplatnenia. Súčasné používanie sa síce od toho pôvodného líši, no stále tu nachádzame jednu spoločnú vec a tou je bezpečnosť.

---

<sup>13</sup>BENJAMIN, Walter, RITTER, Martin, ed. Výbor z díla. Praha: OIKOYMENH, 2009. ISBN 978-80-7298-278-3 s.302

<sup>14</sup> FLUSSER, Vilém. Za filosofií fotografie. Vyd. 2., upr. Přeložil Josef KOSEK, přeložil Božena KOSEKOVÁ. Praha: Fra, 2013. ISBN 9788086603797 s.70



Práve dnes sa potreba tejto technológie zvyšuje každým dňom. Celá naša spoločnosť má možnosť a potrebu cestovať a zároveň pre pohyb obyvateľstva neexistujú takmer žiadne zábrany. Tento fenomén prináša potrebu vývoja systému na sledovanie pohybu ľudí v rámci letísk, staníc a pod. Žiadaná technológia teda môže slúžiť na kontrolu presunu ľudí, hľadanie zločincov, ale aj napríklad zabezpečenie našich smartfónov, pretože je evidentne bezpečnejšia ako napr. používanie hesla. V Číne sa touto technológiou dá na vybraných miestach napr. aj platiť za tovary a služby.

Rozpoznávanie tváří zažíva jeden z najdynamickejších rastov v technologickom sektore. Každá veľká firma sa snaží upraviť tento nástroj pre svoje potreby a uplatniť použitie tejto technológie v čo najkratšom čase. Mnohokrát má práve ona slúžiť na zlepšenie služieb pre zákazníka, ktorý ju používa úplne dobrovoľne. Netreba však zabúdať, že túto technológiu začínajú používať veľké spoločnosti alebo aj vlády na zhromažďovanie informácií, ktoré môžu však vo výsledku uškodiť mnohým z nás. Na základe zozbieraných informácií sa dajú robiť rôzne odhady a modely správania, čo znamená, že napr. veľké obchodné reťazce budú vedieť lepšie zacieliť reklamu na zákazníkov a následne zvýšiť svoje predaje tovaru.

## 5. Priebeh vývoja technológie rozpoznávania tváří.

V tejto časti sa budem venovať iba tým najdôležitejším bodom vývoja technológie rozpoznávania tváří. Nižšie uvádzam hrubé rysy vývoja tejto technológie s poukazaním na fakt, že celý tento systém nevznikol zo dňa na deň. Je skutočne zaujímavé, ako technológovia dokázali tento proces adaptovať a preniesť ho do celého sveta a do bežného života ľudí.

Za otca tejto technológie môžeme považovať Wilsona Bledsoe-a. V 60. rokoch 20. storočia vytvoril systém, ktorý bol schopný rozpoznať tváre. Pred tým však pracoval na tom, aby bol počítač schopný rozpoznať napísaný znak, resp. písmo na papieri. Je zaujímavé, ako myšlienka počítača schopného čítať napísané texty dala vznik tomu, čo dnes poznáme ako technológiu rozpoznávania tváří. Tento prvotný proces však nemal nič spoločné s tým, ako ho poznáme dnes. Pri jeho využívaní bolo nevyhnutné používať zariadenie s názvom RAND<sup>15</sup>, môžeme povedať, že išlo o akýsi tablet zo 60. rokov. Tento tablet slúžil na manuálne kreslenie bodov a čiar v rámci portréту osoby, aby systém bol schopný tvár rozpoznať. To však zároveň predpokladalo, že takto ručne obodovaná fotografia jedinka musela byť evidovaná aj v databáze, čo neprimerane

---

<sup>15</sup> BAUMAN, Melissa. The RAND Tablet: iPad Predecessor. Rand.org [online]. Santa Monica: rand, 2018 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.rand.org/blog/rand-review/2018/09/the-rand-tablet-ipad-predecessor.htm>

obmedzovalo funkčnosť celého systému. No stačilo to na to, aby systém pritiahol na seba relevantnú pozornosť. Vývoj tejto technológie sa zakladal na podobnom princípe, aký navrhol a realizoval Alphonse Bertillon<sup>16</sup> v 19. storočí. Tvár jedinca bola rozdelená na samostatné časti ako nos, oči ústa a atď. Následne boli merané jednotlivé vzdialenosti týchto súčastí. Je pochopiteľné, že tento proces bol veľmi časovo náročným, no umožnil Wilsonovi Bledsoe-ovi odľahčiť nároky na výkon počítača a zlepšiť celkovú presnosť. K fungovaniu jeho systému bol však potrebný aj človek-operátor a tým pádom jeho systém nikdy nezískal veľký ohlas. Avšak princípy, ktoré zaviedol, používame pri našej dnešnej technológii dodnes. Z jeho zachovaných poznámok sa jednoznačne dozvedáme, že už on sa snažil vysporiadať s problémom, ako je iný uhol na referenčnej fotografii a fotografie, ktorá sa má rozpoznať.<sup>17</sup>

Následne postupným vývojom a zdokonaľovaním úkonov došlo ku úplnej automatizácii systému a zrýchleniu celého procesu. Do počiatku roku 2000 sa však nevyužíval nijak extenzívne, obmedzoval sa na identifikáciu zločincov. Až po roku 2000 bolo možné začať používať digitálne fotografie s vysokým rozlíšením vo forme databáz a až na nich nadobudol tento systém nový rozmer. Celá technológia sa začala prudko rozvíjať.

Jedným z prvých známych pokusov o použitie tejto technológie bolo jej nasadenie v roku 2001 počas zápasu super bowlu na štadióne v meste Tampa, kedy vraj tento nový postup pomohol identifikovať 19 podozrivých, na ktorých boli vydané zatýkacie príkazy. Počiatky používania tejto technológie sa orientovali na relatívne malé projekty (štadión v roku 2001 pojal približne 100 000 ľudí), čo v dnešnom merítke používania tejto technológie nie je veľa, skôr môžeme v takýchto podmienkach uvažovať nad jej testovaním.<sup>18</sup>

Zásadná zmena však prišla v roku 2010, kedy rozrastajúca sa sociálna sieť Facebook začala používať najprv detekciu tváre a následne aj rozpoznávanie tvárí, ktoré v počiatkoch malo slúžiť iba generovanie notifikácie uverejnenia tváre používateľa iným používateľom bez priameho označenia uverejneného. Tento medzník poukazuje na rýchlosť vývoja tejto technológie v posledných 2 desaťročiach. Facebook tieto technológie používa stále intenzívnejšie. Samozrejme Facebook-u značne uľahčuje použitie tejto technológie prístup k nekonečným

---

<sup>16</sup> Francúzsky policajný dôstojník, ktorý vymyslel spôsob, akým sa má evidovať a identifikovať páchatel'. Popri tom vytvoril aj systematický proces zdokumentovania miesta činu. Jeho metodológia sa používa dodnes.

<sup>17</sup> RAVIV, Shaun. The Secret History of Facial Recognition. Wired.com [online]. San Francisco: Wired, 2020, [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/secret-history-facial-recognition/>

<sup>18</sup> ROGERS, Kaleigh. That Time the Super Bowl Secretly Used Facial Recognition Software on Fans. Vice.com [online]. New York: Vice, 2016 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.vice.com/en\\_us/article/kb78de/that-time-the-super-bowl-secretly-used-facial-recognition-software-on-fans](https://www.vice.com/en_us/article/kb78de/that-time-the-super-bowl-secretly-used-facial-recognition-software-on-fans)

databázam fotografií, na ktorých sa ich neurónové siete môžu trénovať pri zlepšovaní ich funkčnosti.

Po roku 2010 sa technológia začína používať na viacerých miestach, sú ňou vybavené napríklad prvé letiská, čo sa v súčasnosti stalo už bežným bezpečnostným štandardom.

V roku 2017 bol predstavený prvý iPhone, ktorý používal túto technológiu, no v inej forme ako sme na ňu väčšinou zvyknutí, pretože k identifikácii nepoužíval obrazové médium, ale infračervené body, ktoré slúžia na rýchle meranie tváre a následné odblokovanie telefónu<sup>19</sup>. Následne po tom, čo spoločnosť Apple túto technológiu použila vo svojom výrobku pre širokú verejnosť, sa táto technológia začala masovo šíriť. Od roku 2017 už skoro každé mobilné zariadenie disponuje určitou formou možnosti rozpoznania tváre pre bezpečnostné alebo iné účely.

Každý deň sa objavujú nové možnosti použitia týchto technológií. Dnes už nie sú limitované iba na jeden štadión, ale začínajú sa používať v celých mestách po celom svete.

## 6. Úvod k technickej časti

Pred tým ako sa budem venovať technickej časti a samotnému fungovaniu technológie rozpoznávania tvárí, by som rád pripomenul, že súčasťou tejto práce a zároveň aj jej praktickou časťou bude prevedenie rozpoznávania tvárí v reálnom čase. Kvôli tomu, aby som bol schopný zjednodušene opísať princíp jeho fungovania a chápal tému o ktorej píšem, som sa naučil ako mám rozpoznávanie tvárí uviesť do funkčného stavu. Pre zjednodušenie procesu som použil knižnice a vytrénované neurónové siete, ktoré sa používajú za účelom rozpoznávania tvárí. Tieto knižnice a neurónové siete sú dostupné open source zdroja a nemusia slúžiť iba na rozpoznanie tvárí, ale aj na analyzovanie obrazu za účelom hľadania čohokoľvek iného. Celý tento proces maže pomyselné hranice medzi našimi svetmi.

Celý proces získavania znalostí a ich uplatnenia mi iba potvrdil, ako sa tento obor dynamicky rozvíja. Analyzovanie obrazového média sa dnes stáva jedným z najdôležitejších sektorov v technologickom svete. Analyzovanie obrazu dovoľuje technológii vstúpiť do nášho reálneho sveta a prepojiť ho s digitálnym svetom.

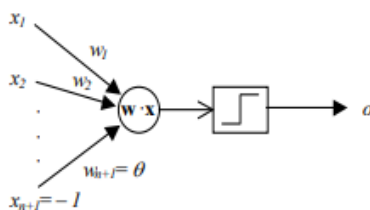
---

<sup>19</sup> Neskôr sa ešte budeme venovať presnejšiemu opisu tejto technológie.

## 6.1 Neurónové siete

Neurón je bunka, ktorá slúži na prenos signálov ku ďalším neurónom. V ľudskom mozgu sa nachádza 15 až 25 miliárd neurónových buniek, ktoré majú medzi sebou až 300 miliárd kontaktných plôch, ktoré slúžia na prenos signálov teda synapsií. Tieto neuróny nám umožňujú spracovávať podnety. Napríklad, ak sa popálime, pociťovaná bolesť je sprostredkovaná rôznymi neurónmi v ľudskom tele. Táto bolesť nás varuje a učí, aby sme sa v budúcnosti tejto situácii vyhli. Neuróny nám zároveň umožnia pochopiť aj koncept teploty daných predmetov a naučia nás, ako máme reagovať na povrchy v závislosti od teplotných pomerov. Celý tento proces nám dáva možnosť učiť sa. A práve tento bod je dôležitý pre naše počítače. Umelé neurónové siete im dávajú možnosť sa učiť, avšak trochu inak ako v uvedenom príklade s popálením. Vďaka týmto umelým neurónovým sieťam sú počítače schopné pochopiť, čo znamenajú rôzne opakujúce sa vzorce na obrazovom médiu.

Umelý neurón, t.j. perceptrón, bol vyvinutý v roku 1958 Frankom Rosenblatom<sup>20</sup> a poskytol počítačom možnosť učiť sa. Týmto momentom sa využitie tejto technológie zmenilo diametrálnym spôsobom. Objavil sa nástroj, ktorý nebol už iba schopný rozlíšiť písmo na obrázku, ale podstupovať aj komplikovanejšie úkony.<sup>21</sup>



Obrázok 1. Perceptrón

Pre účely tejto práce je zbytočné zachádzať do úplných detailov fungovania perceptrónu. Perceptrón prijíma vstupné signály cez synaptické váhy tvoriace váhový vektor. Vstupný vektor sa nazýva vzor resp. pattern alebo obrazec. Vstupný vektor teda môže byť text, obrazec, fotografia

<sup>20</sup> Frank Rosenblatt bol americký psychológ, ktorý dal počítačom schopnosť učiť sa.

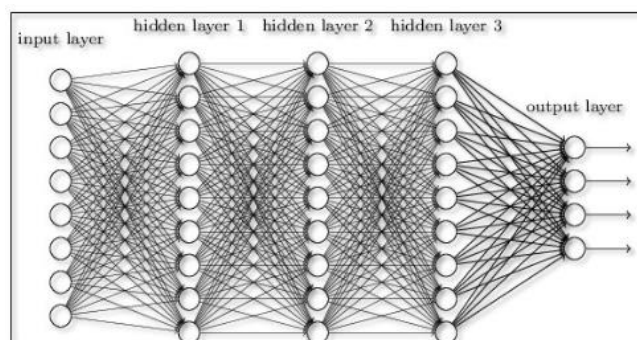
<sup>21</sup> BEŇUŠKOVÁ. Umelé neurónové siete. <http://dai.fmph.uniba.sk/w/Introduction/sk> [online]. Slovensko, 2002 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <http://dai.fmph.uniba.sk/courses/ICI/References/benuskova.UNS.pdf>

atď. Vstupná informácia je prevedená do vektorových hodnôt, t.j. perceptrónu predkladáme spracovateľnú informáciu na vyhodnotenie.

Pre pochopenie fungovania celej technológie nie je dôležitý jeden samostatný perceptrón takisto, ako nemá význam jeden oddelený neurón v ľudskom tele. Dôležité je prepojenie viacerých neurónov do siete. Opäť sa vrátim ku príkladu popálenia, ak by neuróny v tele neboli prepojené, signál spôsobeným vysokou teplotou na ruke by sa nemohol dopraviť ku zhluku neurónov v mozgu, ktoré nám vyšlú signál vnímaný ako bolesť spojenú s popálením. Z rovnakého dôvodu nie je samostatný perceptrón schopný riešiť komplikované problémy. Preto sa perceptróny začali radiť do siete, ktoré im umožňujú rozpoznávať vzorce a riešiť problémy. Tieto problémy môžu zahŕňať napríklad rozpoznávanie a triedenie textu. Napríklad snímaním obrazu pomocou kamery vďaka aplikácii v smartfóne je možné rozpoznať text v rámci obrazového média a preniesť ho do digitálnej podoby, ktorú si následne môžeme uložiť v textovom editore. Ďalšie neurónové siete sú schopné rozlišovať a triediť obraz alebo rukou písaný text. Navyše tieto neurónové siete sa dajú použiť aj ku kompresii dát, čo môže ušetriť objem dát pri ich posielaní prostredníctvom internetu.

## 6.2. Neurónové siete sa skladajú z 3 hlavných vrstiev.

1. Vstupná vrstva, ktorá umožňuje prijímať podnety z vonkajšieho prostredia skrz svoje prepojenia a následne poslať tieto podnety ďalším neurónom v sieti.
2. Skrytá vrstva, ktorá prijíma podnety z vstupnej vrstvy alebo môže prijať informácie z inej vrstvy, rovnako z vonkajšieho prostredia, čím vynecháva vstupnú vrstvu.
3. Výstupná vrstva, je svojimi vlastnosťami veľmi podobná skrytej vrstve, avšak táto vrstva má výstup, ktorý smeruje do vonkajšieho prostredia.



Obrázok 2. Model doprednej neurónovej siete

Na obrázku doprednej neurónovej siete môžeme vidieť štruktúru stavby neurónovej siete. Zoskupenia neurónových sietí sa líšia podľa ich účelu použitia. A preto poznáme viacero druhov neurónových sietí, pričom každá z nich slúži na iné účely.

### 6.3. Dopredné neurónové siete

Tento typ neurónových sietí je momentálne najrozšírenejším používaným typom siete. Tieto siete umožňujú iba jeden smer toku podnetov, čo znamená, že podnety idú zľava doprava (pri pohľade na obrázok, cez vstupnú vrstvu do skrytej a ďalej ku výstupnej vrstve). Základným predpokladom použitia tejto siete je očakávaný výstup, t. j. cieľová funkcia siete je vopred istá.

### 6.4. Konvolučná neurónová sieť.

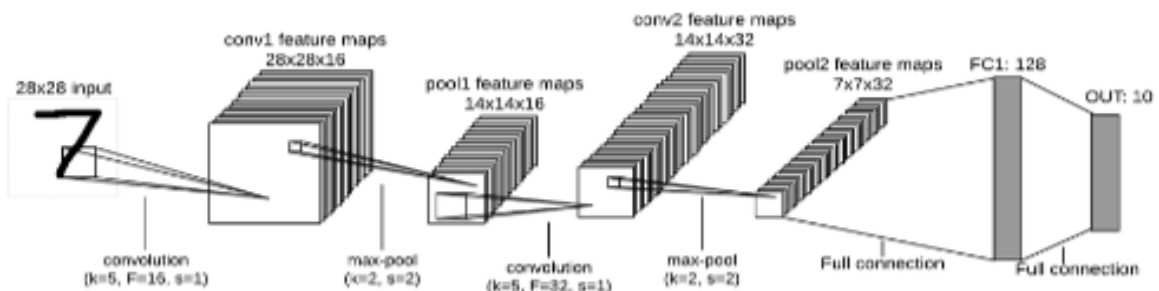
Práve tento druh neurónovej siete sa používa pri technológii rozpoznávania tvárí. Stavba a radenie tejto neurónovej siete bola inšpirovaná stavbou a funkčnosťou zrakovej kôry cicavcov, teda tej časti mozgu, ktorá slúži k spracovaniu vizuálnych podnetov. Nie všetky neuróny reagujú na všetky podnety, t.j. signály. Reagujú iba určité oblasti siete nachádzajúce sa v tzv. receptívnom poli.

Konvolučná neurónová sieť sa skladá z čiastočne prekrývajúcich sa receptívnych polí, čo umožňuje znížiť náročnosť prípravy dát na spracovanie. Pri reálnom použití to znamená, že tieto siete sú schopné sa naučiť filtrovať podnety spôsobom, ktorý by pri iných algoritmoch musel byť manuálne vytvorený a zadaný.

Konvolučná neurónová sieť sa skladá rovnako ako ako dopredná neurónová sieť z vstupnej vrstvy, skrytej a výstupnej vrstvy. Rozdiel však môžeme nájsť v skrytej vrstve, ktorá sa ďalej delí na konvolučnú vrstvu, poolingovú vrstvu, aktivačnú vrstvu a fully-connected vrstvu, po ktorej nasleduje výstupná vrstva. A práve táto odlišná štruktúra skrytej vrstvy umožňuje použitie tejto neurónovej siete k iným účelom v porovnaní s doprednou neurónovou sieťou.

Všetky neurónové siete sú považované za súčasť technológie umelej inteligencie. Avšak človek mnohokrát kvôli nedostatku informácií nadobúda dojem, že umelá inteligencia je autonómna bytosť, ktorá dokáže samostatne myslieť. Technologický vývoj sa však na túto úroveň

ešte nedostal a preto uvádzam radšej pojem “neurónové siete” a nie “umelá inteligencia”, aby som nevytváral zdanlivé predstavy o tom, ako sme naučili umelú inteligenciu rozpoznávať ľudí. Snažím sa upresniť pohľad na neurónové siete, t.j. umelú inteligenciu, ktorá je vytrénovaná iba k nami požadovaným potrebám.<sup>22</sup>



Obrázok 3. Model konvolučnej neurónovej siete

## 6.5. Základy pochopenia rozpoznávania tvári.

Technológia rozpoznávania tvári zatiaľ nedosiahla 100%-nú účinnosť. Tvorcovia tejto technológie tvrdia, že tento proces je z 99,38-99,70%<sup>23</sup> presný, ale tieto čísla sa ešte môžu líšiť v závislosti od použitia rozličných postupov. Uvedené čísla je potrebné vnímať s nadhľadom, pretože percentuálne hodnoty sú uvádzané skôr odhadom. Bohužiaľ neexistuje presná relevantná štatistika presnosti tejto technológie, nakoľko jej úspešnosť závisí aj od kvality obrazového média, teda kamerového záznamu alebo vytvorenej fotografie. Účinnosť tejto technológie je však mnohokrát presnejšia a spoľahlivejšia ako ľudský faktor. Keďže táto technológia nemá 100%-nú účinnosť, s rozpoznávaním jedinca sa môžu vyskytnúť problémy. Častejšie sa ale uvádzajú informácie, ktoré tvrdia, že táto technológia zaznamenáva nepresnosti pri rozpoznávaní žien, detí a ľudí s tmavšou pleťou. Existuje veľa vysvetlení prečo tomu tak môže byť, ale najrelevantnejším je otázka kvality databázy, na základe ktorej sa neurónové siete trénujú v rozpoznávaní ľudskej tváre. Keďže zároveň neexistujú žiadne štandardy správnosti a relevancie databáz tvári, používajú sa teda väčšinou všetky dostupné prostriedky, t.j. niekoľko miliónov nekvalitných fotografií

<sup>22</sup> SAHA, Sumit. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks — the ELI5 way. <https://towardsdatascience.com/> [online]. 2018 [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>

<sup>23</sup> KING, Davis. High Quality Face Recognition with Deep Metric Learning. <http://blog.dlib.net/> [online]. 2018 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <http://blog.dlib.net/2017/02/high-quality-face-recognition-with-deep.html>

z verejných profilov, ktoré nemajú vyvážený objem fotografií mužov a žien a už vôbec nie rasovú diverzifikáciu.<sup>24</sup>

Stupeň súčasného technologického vývoja neumožňuje neurónovým sieťami samostatne chápať obsah obrazového média. Sieť musí byť na cieľovú úlohu vytrénovaná, ideálne poskytnutím priameho žiadaného obsahu identifikácie a referenčného bodu v podobe databázy, na základe ktorej prebehne tréning hľadania a analýzy jej obsahu. V našom prípade neurónovej siete zadáme ako referenčný bod primárnu databázu portrétov. Na základe týchto portrétov je neurónová sieť schopná sa vytrénovať k rozpoznaniu jednotlivých tvárí na základe nami určeného množstva číselných bodov, ktoré si sieť určí sama za účelom presného rozpoznania jednotlivých tvárí. Po vytrénovaní neurónovej siete je možné vytvoriť ďalšiu - sekundárnu databázu, ktorá bude obsahovať portréty ľudí a zoznam mien. Práve táto druhá databáza nám dá možnosť rozpoznať požadovaných ľudí. Táto databáza obsahuje portréty ľudí v podobe číselných bodov, na základe ktorých sa neurónová sieť naučila rozlišovať ľudí, to znamená, že ku rozpoznaniu tváre dôjde rýchlo kvôli tomu, že systém porovnáva iba číselné reprezentácie portrétov. Avšak pri príliš rozsiahlej sekundárnej databáze môže dôjsť ku chybám u ľudí, ktorí sú si podobní a môže dôjsť k zámene identity v systéme.

Proces rozpoznávania tvárí sa môže komplikovať, resp. až znemožniť viacerými faktormi. Technologický vývoj však tieto problémy postupne eliminuje a v súčasnosti dosahuje napriek pokusom o oklamanie vysoké percento správnosti. K problematike správnosti sa vo svojej práci vrátim nižšie.

Netreba zabúdať na to, že tieto technológie na analyzovanie obrazu pasívne používame všetci bez toho, aby sme o tom vedeli a ovplyvňujú naše životy viac, ako si myslíme. Najbližšie keď budete v supermarkete, všimnite si ako vyzerajú jablká, ktoré sa rozlišujú akostnou triedou. Samozrejme 1 trieda je drahšia, pretože sú to najkvalitnejšie a najlepšie vyzerajúce jablká, ktoré majú najmenej viditeľných defektov, ktoré ovplyvňujú ich kvalitu. Proces ich selekcie bol prednedávnom robený ručne, čo však už v posledných rokoch nie je pravda. Použitím neurónových siete je možné triediace prístroje naučiť, ako má správne jablko vyzerat' a aký je rozdiel medzi jednotlivými triedami tohto produktu a ľahko triediť veľké objemy ovocia. Napríklad, na džúsy sú

---

<sup>24</sup> European parliament says it will not use facial recognition tech. Theguardian.com [online]. Brussels: The guardian, 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2020/feb/05/european-parliament-insists-it-will-not-use-facial-recognition-tech>



používané nižšie triedy jablák, ktoré majú veľa defektov a preto sú lacnejšie, čo znamená že jablkový džús je možné kúpiť za pomerne nízku cenu. Táto technológia pomáha celý proces urýchliť, ale aj dodržať požadovanú výstupnú kvalitu. Proces využitia technológie na analyzovanie obrazu nie je samozrejme limitovaný iba na jablká. Neurónové siete vieme naučiť rozlišovať akékoľvek ovocie, zeleninu alebo aj iné produkty, ktoré následne potrebujeme triediť. Dôležité je akú databázu poskytneme neurónovým sieťam na vytrénovanie.<sup>25</sup>

Automobilový priemysel tiež začal využívať túto technológiu, Pomáha buď čítať dopravné značky s predpismi alebo detekovať chodcov, ktorí môžu vbehnúť do cesty idúceho auta alebo rozpoznať ostatné autá v okolí, čo v blízkej budúcnosti môže predznamenať možnosť zbaviť sa ľudského faktoru pri cestovaní automobilom. Vo výsledku to znamená, že použitie tejto technológie na rozpoznávanie tváří je len jedným spôsobom využitia princípu tejto technológie. Všetky tieto procesy taktiež používajú iné štruktúry neurónových sietí, čo umožňuje ideálne využitie prostriedkov, ktoré máme k dispozícii. Nedá sa zaručiť, že systém vycvičený na triedenie ovocia by sa dal použiť na rozpoznanie tváre pretože používa inú štruktúru neurónových sietí, no v oboch prípadoch sa využíva veľmi podobná technológia, ktorá pozostáva z obrazového a výpočtového reťazca.

## 6.6. Postup rozpoznania tváre

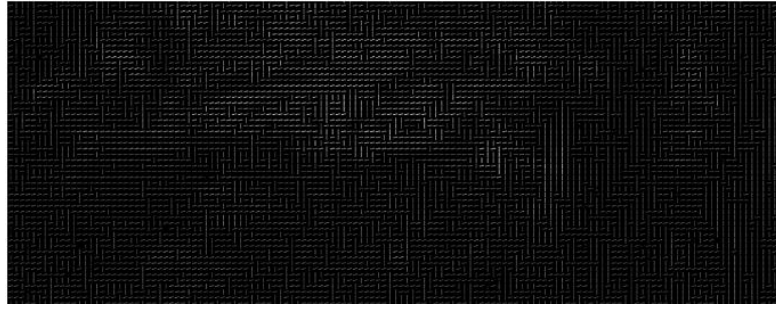
### 6.6.1. Detekcia tváre

Bez toho, aby neurónové siete vedeli nájsť ľudskú tvár na obrazovom médiu, nie je možné rozpoznať tvár. Teda najprv musí dôjsť ku detekcii tváre a potom je možné rozpoznávať tváre.

Najprv sa obrazové médium prevedie do čiernobielej fotografie. Tento postup nám umožní ďalej ľahšie pracovať s jasom pixelov. Neurónové siete následne skúmajú, ako sa postupne pixely stmavujú, každý pixel nahradia šípkou v smere ku tmavým pixelom v okolí.

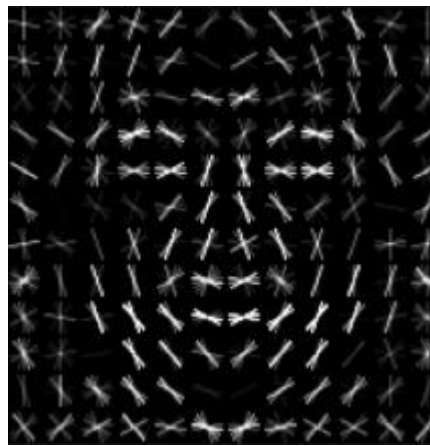
---

<sup>25</sup>KAUR, Mandeep a Reecha SHARMA. Quality Detection of Fruits by Using ANN Technique. Researchgate.net [online]. India: Department of Electronics & Communication Engineering, Punjabi University Patiala, 2015 [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/286933975\\_Quality\\_Detection\\_of\\_Fruits\\_by\\_Using\\_ANN\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/286933975_Quality_Detection_of_Fruits_by_Using_ANN_Technique)



Obrázok 4. Prvotná podoba obrazu po zmene všetkých pixelov na šípky

Tieto šípky sa ďalej komprimujú, čo znamená ďalšie znižovanie objemu dát, pretože pracovať so všetkými pixelmi v podobe šípok je zbytočné a náročné na výpočty. Po komprimácii obrazu vznikne matrica (vid' obr.5.), ktorá sa nazýva HOG-obraz (Histogram of Oriented Gradients). Na tomto obraze je možné vidieť určitý vzorec, ktorý reprezentuje približnú podobu toho, ako ľudská tvár vyzerá na obrazovom zázname. Práve vďaka tomuto vzorcu, ktorý reprezentuje tvár, sú neurónové siete schopné detekovať, kde na obrazovom médiu sa nachádza ľudská tvár.

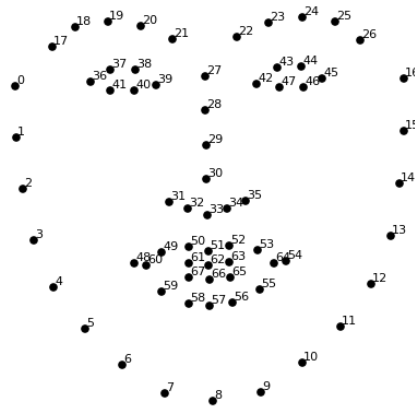


Obrázok 5. pohľad na tvár po komprimovaní šípok

Presne tento postup sa používa v smartfónoch a moderných fotoaparátach, ktoré majú možnosť zaostriť fotografiu na základe detekovanej tváre v rámci fotografie, ktorú chcete urobiť. Týmto sa len snažím poukázať na to, ako túto technológiu používame bez toho, aby sme si toho boli vôbec vedomí.

## 6.6.2. Body

V druhej fáze dochádza k nájdeniu a detekovaniu hrán základných črt tváre prostredníctvom bodov (viď obr.6.). Tieto body neslúžia k samotnému rozpoznanu tváre, ale sú účinným nástrojom k tomu, aby sme boli schopní, detekovanú tvár vyrovnať, t.j. zbaviť priestorových deformácií. Ak sa tvár osoby, ktorú chceme rozpoznať, nachádza pod takmer akýmkoľvek uhlom, tieto body pomôžu toto skreslenie eliminovať a pokúsia sa tvár čo najviac priblížiť podobe ako by bola fotená z frontálneho pohľadu. Takto je možné rozpoznať tvár človeka, ktorý prechádza ulicou aj zo záznamov kamier inštalovaných v exteriéri a snímajúcich svoje okolie z nadhľadu.



Obrázok 6. Premietnuté body na tvári

## 6.6.3. Rozpoznanie tváre

Ďalšia fáza je samotným rozpoznaním tváre. Bežné rozlišovacie postupy, ktoré používame my - ľudia na rozpoznanie človeka, neurónovým sieťam nič nehovoria. Farba očí, farba vlasov, a iné postupy, ktoré používajú ľudia, nie sú pre túto technológiu relevantné. Konvulčná neurónová sieť si počas svojho tréningu vytvorila vlastný systém rozlišovania ľudských tvárí. K rozpoznanu tváre používa spomínané číselné body, ktorých počet je im vopred zadaný. V prípade neurónovej siete, ktorú som používal ja bolo zadaných 128 číselných bodov. Táto neurónová sieť si na fotografii portrétu našla 128 ciferných bodov, využitím ktorých rozpoznala tvár človeka. Dokonca ani tvorcovia týchto neurónových sietí nie sú schopní detailne vysvetliť, čo

presne pri týchto výpočtoch prebieha. Pre ľudského pozorovateľa je to 128 ciferných vyjadrení, ktoré nám nedávajú žiaden zmysel, ale neuronovým sieťam áno. <sup>2627</sup>

```

128 Measurements Generated from Image
0.09749008488908 0.04522328083984 -0.13814667820903 0.020084841864014
0.12580602174139 0.20503817912718 0.17821821717862 0.02019592613667
0.033090430178723 -0.01981477252139 0.1080138068385 -0.00052163278451189
0.03002092098482 -0.09250423895839 0.073120007444 -0.1218991100111
-0.007466845018171 -0.0050262897753 -0.02669691031544 0.00959171030889
-0.00040171188204 0.020762029168292 -0.1969890002044 -0.0437451264699
-0.1414252158862 -0.1414252158862 -0.01151548641149 -0.02343412700701
-0.04854054002939 -0.061901587992907 -0.1042843248025 -0.07818810004817
-0.12587715942178 -0.1058640119866 -0.0789803841171 -0.17868816031173
-0.061418771742774 -0.07429704571171 -0.003363232527256 0.1238846739058
0.04511668771374 0.00178188120811 -0.1474604370068 0.00841842009568
-0.1213865143147 -0.2105991947651 0.004109127903862 0.088727647602558
0.0019007486188495 -0.0017613987879 0.11345702619114 -0.0094320846222
0.08188940702915 0.19372023846114 -0.006728233303152 -0.023288187481632
0.1096199547132 -0.08480380741215 0.0840304668978 0.020086046046136
-0.019414527341723 0.0064811286701036 0.21180312325491 -0.020084388210049
0.10263940731467 -0.10263940731467 -0.0007781468815 -0.020721442288279
-0.127186857602 -0.007277775558491 -0.028001291458799 -0.02436277737379
0.02803400421813 -0.0072008038411 -0.07028844759514 -0.04021095625057
0.08784011109505 0.1147843287804 -0.088621491730213 -0.0139510780009
-0.02407878194834 -0.1484118584081 0.0733337081716 -0.17868816031173
-0.01828890441858 0.04928242483006 0.1322783387468 -0.07300327432156
-0.014151338817 -0.0510100711181 0.1143201370686 0.0000110267529
0.009357934988328 -0.062812767223878 0.1340749858089 -0.014829338893
0.04130251333007 0.04638287405452 -0.0204910700582 -0.04370489100503
-0.024210374802381 -0.1144370283535 0.07199795441475 -0.01395226488002
0.0020384889224 -0.0146838886053 0.002891847377 -0.01077484017039
0.02333015061498 -0.08175203887096 -0.0170900614958 0.046882304612582
-0.00080397138324 0.02020202956953 -0.110047913409 -0.110278848718
0.00203054198409 0.12788131833076 0.1863288605045 -0.013330792918059
0.043033786838002 -0.043033786838002 -0.17684871254 -0.1028145771989
0.051870662282821 -0.1003411562777 -0.0409772852516 -0.0804133886128

```

Obrázok 7. 128-ciferných vyjadrení tváre

#### 6.6.4. Priradenie ku databáze

Následne sa proces dostáva asi k najľahšiemu bodu rozpoznania tváre. Po tom, čo neuronová sieť vytvorí na portréte, ktorý sme jej dali na rozpoznanie, spomínaných 128 bodov, porovná tieto číselné údaje s databázou, ktorá obsahuje ľudí, ktorých chceme potenciálne rozpoznať. Neuronová sieť v tejto fáze neporovnáva samotné fotografie, ale už iba číselné hodnoty, ktoré reprezentujú jednotlivých ľudí. Po nájdení najbližšej novej zhody čísel v databáze a portrétu, ktorý sa snaží rozpoznať, priradí identitu človeka, teda jeho meno k fotografii, ktorú sa aktuálne snažíme rozpoznať.

Ak nedôjde k zhode, neuronová sieť jednoducho oznámi, že hľadaný človek nebol v databáze nájdený alebo sa pokúsi označiť predmetnú osobu najrelevantnejšou možnou zhodou, ktorú našla vo svojej databáze. Tento systém sa dá nastaviť na ľubovoľnú percentuálnu zhodu 128

<sup>26</sup> GEITGEY, Adam. Machine Learning is Fun! Part 4: Modern Face Recognition with Deep Learning. Medium.com/ [online]. San Francisco (CA): A Medium Corporation, 2016 [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cfc121d78>

<sup>27</sup> ROSEBROCK, Adrian. Face recognition with OpenCV, Python, and deep learning. Pyimagesearch.com [online]. pyimagesearch, 2018 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.pyimagesearch.com/2018/06/18/face-recognition-with-opencv-python-and-deep-learning/>

čísel, t.j. užívateľ si môže nastaviť podmienku, na základe ktorej systém identifikuje rozpoznatú osobu len v prípade, ak dôjde ku 80% alebo 90% zhode týchto 128 číselných bodov.<sup>28</sup>

## 7. Predstavenie spôsobu ktorý nevyužíva kamery. Clearview AI

Technológia rozpoznávania tváří nefunguje iba na základe záznamu z kamery, ktorý programu poskytujeme na spracovanie. Celý tento postup sa da aplikovať aj na už existujúce fotografie, ktoré sú už publikované na internete a sú verejne dostupné, ako napríklad aj mnoho fotografií na sociálnych sieťach. Presne v tomto bode sa chcem na chvíľu zastaviť pri spoločnosti Clearview AI, ktorá je momentálne asi jedinou svojho druhu. Podobné služby ponúka viacero spoločností a webstránok, avšak Clearview AI je jedinečná v tom, že je legálna a jej služby pri pátraní po hľadaných osobách využívajú aj vládne orgány. Zaujímavé však je, že táto firma nepoužíva záznamy z kamier a pri svojom vyhľadávaní neporušuje žiadne zákony. Jednoducho hľadá vo verejne dostupných knižniciach fotografií, ktoré sú uverejnené na sociálnych sieťach alebo iných platformách. Táto spoločnosť bola založená v 2017 roku, zakladateľom spoločnosti je Hoan Ton-That a Richard Schwartz.

V platnom legálnom rámci je však táto technológia schopná preniknúť aj do nášho súkromia a domovov. Ak je profil používateľa sociálnej siete verejný, aj fotografie umiestnené na tomto profile sú verejné a v takom prípade môže vzniknúť systém, ktorý bude hľadať ľudí prostredníctvom týchto verejných fotografií na sociálnych sieťach.<sup>29</sup>

Navyše táto technológia nepotrebuje vo svojej databáze nutne iba aktuálnu podobu človeka. Táto technológia je schopná rozpoznať fotografie človeka v mladšom veku a aj v prípade, že je starší v porovnaní s referenčnými fotografiami. Tento proces som úspešne testoval aj vo svojom programe. Toto zistenie poukazuje na fakt, že neurónové siete nepoužívajú iba jednoduché šablóny, ale sú schopné reálne pochopiť ako daný človek vyzerá a následne ho rozpoznať.

V čase písania tejto práce boli na spoločnosť Clearview AI podané viaceré žaloby. Veľa ľudí sa obáva, ako tento spôsob použitia technológie na rozpoznávanie tváří môže narušiť súkromie používateľov online priestoru.<sup>30</sup> Jeden z ďalších dôvodov na obavy je aj zoznam 2200

---

<sup>28</sup> KING, Davis. An interview with Davis King, creator of the dlib toolkit: An interview with Davis King, creator of dlib. <https://www.pyimagesearch.com/> [online]. pyimagesearch, 2017 [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.pyimagesearch.com/2017/03/13/an-interview-with-davis-king-creator-of-the-dlib-toolkit/>

<sup>29</sup> Computer vision for a safer world [online]. [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://clearview.ai/>

<sup>30</sup> PORTER, Jon. Vermont attorney general is suing Clearview AI over its controversial facial recognition app. [Theverge.com](https://www.theverge.com) [online]. New York: Vox Media, 2020 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z:

štátnych orgánov, súkromných firiem a osôb, ktoré služby tejto spoločnosti využívajú.<sup>31</sup> Čo ak túto službu používa imigračný úrad a pohraničná stráž? Majú právo nahliadať do vášho súkromia za účelom hľadania teroristov? Majú veľké obchodné reťazce právo vyhľadávať pomocou tejto služby zákazníkov a potenciálne zlepšiť ich cieľnú reklamu ?

Opäť dospievame ku kontroverznému uvedomeniu, že nielen Clearview AI, ale všeobecne technológia rozpoznávania tváří nie je bezprostredne škodlivá a zlá a nemieni nám ublížiť alebo nás o niečo ukrátiť. No citlivým momentom je spôsob využitia tejto technológie a ten musí byť primerane upravený. Táto technológia má potenciál dokonca aj zachraňovať životy, no toto a podobné nesporné pozitíva zanikajú, ak prihliadneme na ďalšie možnosti použitia a zneužitia služieb Clearview AI, resp. celej technológie ako takej.

### 7.1. Iné spôsoby použitia technológie rozpoznávania tváří.

Využitie technológie rozpoznávania tváří aj napriek jej vývoju je stále ešte obmedzené. Tu je však potrebné zohľadniť aj cieľový trh, na ktorý má byť technológia umiestnená. V západnej kultúre je rozpoznávanie tváří ešte stále relatívne málo používané, ale každým dňom sa stáva pevnejšou súčasťou našich životov.

Momentálne sa táto technológia v komerčnej sfére používa hlavne na odomykanie smartfónov, čo je verejne asi najznámejšia aplikácia tohto procesu. Ako už bolo uvádzané spoločnosť Apple používa bezpečnejšiu technológiu premietania infračervených bodov na tvár a následné počítanie vzdialeností. Tento proces si však vyžaduje špeciálne zariadenie a preto obrazovo založený spôsob identifikácie tváre je podstatne populárnejší. Technológiu obrazového média využíva aj operačný systém Windows spoločnosti Microsoft vo svojej službe Windows Hello.

Táto technológia sa začína používať aj v ďalších zariadeniach, ako napríklad Google Home Hub<sup>32</sup>, ktorý okrem rozpoznania hlasu používateľa používa aj technológiu rozpoznávania tváří, ktorá pomáha presne rozpoznať používateľa a prispôbiť zariadenie pre konkrétneho užívateľa

---

<https://www.theverge.com/2020/3/11/21174613/clearview-ai-sued-vermont-attorney-general-facial-recognition-app-database>

<sup>31</sup> MAC, Ryan, Caroline HASKINS a Logan MCDONALD. Clearview's Facial Recognition App Has Been Used By The Justice Department, ICE, Macy's, Walmart, And The NBA. Buzzfeednews.com [online]. New York: buzzfeed, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.buzzfeednews.com/article/ryanmac/clearview-ai-fbi-ice-global-law-enforcement>

<sup>32</sup> Face Match on Google Nest Hub Max [online]. [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://support.google.com/googlenest/answer/9320885?hl=en>

podľa používateľom zadaných nastavení. Zároveň je to však ďalší spôsob, ako túto technológiu pozývame do našich domov.

Okrem komerčnej sféry sa tento systém začína používať v rámci Európskej únie v leteckej doprave<sup>33</sup>, kde sa aplikuje pri pasovej kontrole cestujúcich. Výhodou použitia tejto technológie je eliminovanie ľudského faktoru a to aj napriek tomu, že tento proces nemá 100%-né výsledky. Spoločnosť Gemalto, ktorá poskytuje a bude poskytovať väčšinu týchto služieb, tvrdí, že ich systém má 99,44%-nú pravdepodobnosť úspešnej identifikácie, čo je vo výsledku stále menšia chybovosť ako u človeka, ktorý zrakovo porovnáva identitu cestujúceho s referenčným portrétom na obrazovke. Pri kombinácii použitia so snímačom odtlačkov prstov môže tento systém mať prakticky 100%-nú presnosť.

Samozrejme, takéto využitie skúmanej technológie výrazne zrýchli proces presunu cestujúcich na letiskách. Práve takéto a podobné implikácie vyvolávajú otázky, tento systém integrujú ľudia alebo systém integruje ľudí.

## 8. Obranné mechanizmy.

Existuje veľa spôsobov, ako by sa niekto mohol snažiť túto technológiu oklamať. Samozrejme, do určitej miery to možné je. V ďalšom uvádzame spôsoby, ktoré v tomto zmysle môžu byť účinné a predznamenujú ďalší vývoj.

Takmer každé komerčne používané rozpoznávanie tváří má poistný algoritmus, ktorý zabezpečí potvrdenie, či je rozpoznávaná osoba reálny živý človek. Rovnakými neurónovými sieťami sa sleduje, či sa človek hýbe, či žmurká očami a hýbe ústami, t.j. prakticky akúkoľvek aktivitu. Tieto bezpečnostné opatrenia sa používajú na verifikáciu, či objekt pred kamerou je reálne živá osoba alebo sa jedná o masku, či umelú bustu, ktorou sa niekto snaží oklamať systém.

Technológia rozpoznávania tváří je založená na obrazovom médiu, ktoré je produktom záznamu reality okolo nás. Všetci však vieme, že realita okolo nás sa dá jemne manipulovať. Veľa vedcov, škôl a umelcov vstupuje do procesu vývoja tejto technológie tým, že predávajú okuliare alebo iné módne doplnky, ktoré majú slúžiť na oklamanie tejto technológie. Účinných spôsobov

---

<sup>33</sup> The Schengen Entry/Exit System: biometrics to facilitate smart borders [online]. [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.gemalto.com/govt/coesys/eborder/entry-exit-system>

ako sa maskovať pred identifikáciou je však málo. Najjednoduchším a najúčinnjším je nosiť veľký klobúk, ktorý mechanicky zabráni zaznamenaniu tváre, čo však stále nemusí byť účinné.

## 8.1. Mechanická bariéra

Klobúk môže pomôcť pri ochrane pred identifikáciou, no úspech nemusí byť 100%-ný. Je len otázkou času, kedy sa kamery začnú inštalovať do úrovne tváre pre zlepšenie výsledkov zbieraných bezpečnostnými systémami. Všetky mechanické spôsoby ochrany pred identifikáciou majú jeden spoločný problém a tým je tvár. Tvár slúži na vyjadrenie pocitov, myšlienok, emócií a atď., slúži ako súčasť nášho komunikačného prejavu. Ak si zakryjeme tvár alebo znemožníme jej viditeľnosť, celkom určite zaznamenáme problém v komunikácii s ostatnými ľuďmi. Zakrývaním tváre stratíme časť našej osobnosti. Teda všetky mechanické spôsoby chránenia sú účinné, no za vysokú cenu. Problém s klobúkom alebo inou veľkou pokrývkou hlavy je aj ten, že nezaručí 100% pokrytie tváre a v najbližších rokoch všetky tieto programy budú schopné rozpoznať jedinca aj na základe fragmentov tváre. Od tohto stavu nás delí len spôsob lepšieho vycvičenia neurónovej siete.

Pre upresnenie, 3 mesiace po tom, čo som napísal predošlý odstavec, som sa dostal ku článkom, ktoré pojednávajú o tom, ako boli čínske firmy kvôli pandémie COVID-19 schopné vylepšiť svoju technológiu rozpoznávania tváre. Najnovšia generácia tejto technológie v Číne je momentálne schopná rozpoznať aj osobu, ktorá má na tvári respirátor alebo rúško, ktoré však ale zakrýva veľkú časť tváre jedinca.<sup>34</sup> Práve kvôli tomuto vývoju som prirodzene skeptický voči užívaniu akýchkoľvek nástrojov, ktoré by mali pomôcť zakryť identitu jedinca pred touto technológiou. Je priam ohromujúce, že keď som začal písať svoju prácu, myšlienka toho, že technológia rozpoznávania tváre by bola schopná rozpoznať jedinca iba na základe fragmentu tváre bola nemysliteľná a znela skôr ako science fiction, ktorá sa však v priebehu krátkeho času stala skutočnosťou.

## 8.2. Sklenené masky

Účinným nástrojom zakrytia identity pred elektronickými systémami však môže byť nápad umelca Jip van Leeunwensetein, ktorý použil proti rozpoznaní sklenenú masku pred tvárou.

---

<sup>34</sup> POLLARD, Martin. Even mask-wearers can be ID'd, China facial recognition firm says. Reuters.com [online]. London: reuters, 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-facial-recognition/even-mask-wearers-can-be-idd-china-facial-recognition-firm-says-idUSKBN20W0WL>



Ohyby v skle spôsobujú lom svetla a následne obrazu a rozpoznať človeka je takmer nemožné. Namiesto je však praktickosť takýchto riešení.<sup>35</sup> Tento spôsob možno vnímať skôr ako súčasť umeleckého diela a nie ako účinný nástroj proti identifikácii.



Obrázok 8. Sklenená maska, umelecké dielo

### 8.3. Obrazová technológia vs. infračervené body.

Technológia rozpoznávania tvárí môže byť založená na rôznych princípoch. Doposiaľ som sa vo svojej práci venoval tej, ktorá je založená na analýze obrazového média, no existuje aj ďalší

---

<sup>35</sup> [online]. [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: <http://www.jipvanleeuwenstein.nl/#about>

princíp fungovania tejto technológie. Komerčne ho používa momentálne predovšetkým spoločnosť Apple. Jej služba FaceID funguje na princípe premietania infračervených bodov na tvár používateľa a následne meria medzi nimi vzdialenosti. Tento spôsob má v porovnaní s obrazovou analýzou spoľahlivejšie výsledky však nie je možné ho užívať vo verejných priestoroch kvôli technickej náročnosti tejto technológie. Kvôli ochrane pred rozpoznaním tváre touto technológiou začali isté startupy predávať okuliare, ktorých sklá obsahujú mikro-častice kovu, ktorý odráža infračervené žiarenie a tým pádom nedovoľuje skeneru preniknúť do oblasti očí, preto nedôjde k identifikácii. No technológia, ktorá je postavená na obrazovej analýze, nemá žiaden problém rozoznať tvár, aj keď osoba tieto okuliare používa, pretože tejto technológii stačí zaznamenať časti tváre na to, aby dokázala určiť identitu.

Infračervené svetlo nie je viditeľné ľudským okom. Táto banálna informácia je veľmi dôležitá, nakoľko senzory kamier a fotoaparátov sú schopné zaznamenávať aj škály svetla, ktoré ľudským okom viditeľné nie je. Fotoaparáty a kamery majú špeciálne filtre (napr. IR-cut filter), ktoré pomáhajú blokovat' prístup neviditeľného spektra svetla na senzor. V ideálnom prípade by kamery a fotoaparáty nemali byť schopné zachytiť infračervené žiarenie, čo však nie je pravda. Bežné fotoaparáty zachytávajú infračervené svetlo, navyše mnoho kamier je vybavených takzvaným nočným videním, kedy tieto kamery majú inak nastavené filtre pred senzorom a sú citlivejšie na infračervené žiarenie, pričom tieto kamery majú okolo objektívu sadu LED diód, ktorých svetlo je pre ľudské oko neviditeľné. Diódy vyžarujú infračervené žiarenie, ktoré pomáha kamere vidieť v tme alebo v zlých svetelných podmienkach.

Práve toto infračervené svetlo je schopné nám pomôcť sa maskovať pred rozpoznaním tváre. Ak umiestnime infračervené LED diódy na okuliare alebo spodnú časť klobúku tak, aby žiarili na tvár alebo smerom od tváre, toto žiarenie pomôže vytvoriť akúsi auru, ktorá sťažuje rozpoznanie tváre. Tento efekt je o poznanie účinnejší, ak je tvár zaznamenávaná kamerou, ktorá je citlivá na infračervené svetlo. K dosiahnutiu požadovaného efektu sú potrebné relatívne silné infračervené LED diódy, ktoré však môžu nepriaznivo vplyvať na zdravie človeka. De facto celý tento princíp môže byť opísaný, ako infračervené oslepenie senzora snímacieho zariadenia. Podmienkou je však infračervený lúč nasmerovaný presne do objektívu zariadenia, čo so sebou nesie nevýhodu tohto spôsobu maskovania, nakoľko v reálnom čase pri aktuálnej hustote snímacích zariadení nie je možné takto eliminovať každé z nich.

Podľa výskumu majú infračervené led diódy úspešnosť iba 70%<sup>36</sup>. Zo zaznamenaného videa sa vytvoria jednotlivé snímky, ktoré sa analyzujú. Získané snímky sú vždy konvertované do odtieňov čiernobielej a následne neurónová sieť skúma jasy jednotlivých pixelov. Z hľadiska budúceho vývoja v zmysle predchádzania neúspešným pokusom o identifikáciu postačí upraviť jas a kontrast získaných snímok.

## 9. Vševidiace oko

Najsledovanejším mestom sveta je však Chongqing v Číne, kde sa nachádza cez 2 500 000 kamier a na 1000 obyvateľov mesta pripadá 168 kamier, čo poukazuje na masový trend používania CCTV kamier v Číne. Čína dominuje na novodobom trhu s informáciami a odhaduje sa, že v Číne sa nachádza 626 miliónov kamier.<sup>37</sup>

V Prahe sa pod správou mesta nachádza 1100 kamier<sup>38</sup>, ktoré mesto oficiálne priznáva. Podľa štatistickej webstránky Comparitech, je Praha 47. najsledovanejšie mesto na svete s 2820 kamerami<sup>39</sup>, pričom na 1000 obyvateľov pripadá 2,17 kamery.

Oficiálne pražské stránky však neuvádzajú počet kamier v hromadnej doprave. V autobuse sa nachádzajú minimálne vždy 3 kamery, v električkách je inštalovaný rovnaký počet a v metre si určite každý všimol vysokú koncentráciu kamier. Áno tento postup v minulosti pomáhal so zabezpečením ľudí v mestách, boli používané kvôli ich bezpečnosti. Dnes však s použitím rozpoznávania tváre je možné označiť takmer všetkých ľudí na kamerovom zázname a sledovať, čo presne robia alebo s kým sa stretávajú. Treba si uvedomiť, že neurónová sieť sa dá vytrénovať na to, aby z vašej tváre vyčítala emócie alebo dokonca odčítala z pier vašu reč. Otázkou zostáva, čo vám prekáža viac - či sa vie, kto je na kamerových záznamoch alebo či sa vie, kto a v akom

---

<sup>36</sup> Tento výskum prebehol v roku 2018 na univerzite Fudan v meste Šanghaj v Číne. PDF s detailným priebehom toho výskumu bolo zverejnené 13.03.2018, v ktorom detailne popisujú priebeh experimentu, použitých prostriedkov a detailneho popisu priebehu výskumu.

ZHOU, Zhe, Di TANG, Xiaofeng WANG, Weili HAN, Xiangyu LIU a Kehuan ZHANG. Invisible Mask: Practical Attacks on Face Recognition with Infrared. Afxiv.org [online]. Fudan University, 2018 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/1803.04683.pdf>

<sup>37</sup> BISCHOFF, Paul. Surveillance camera statistics: which cities have the most CCTV cameras? Comparitech.com [online]. UK: comparitech, 2019 [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.comparitech.com/vpn-privacy/the-worlds-most-surveilled-cities>

<sup>38</sup> Městský kamerový systém. Praha.eu [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: [http://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/odbory/oddeleni\\_krizoveho\\_managementu/mestsky\\_kamerovy\\_system.html](http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/odbory/oddeleni_krizoveho_managementu/mestsky_kamerovy_system.html)

<sup>39</sup> BISCHOFF, Paul. Surveillance camera statistics: which cities have the most CCTV cameras? Comparitech.com [online]. UK: comparitech, 2019 [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.comparitech.com/vpn-privacy/the-worlds-most-surveilled-cities/>

emocionálnom rozpoložení sa tam nachádza, alebo či sa vie, o čom hovoríme. V tomto prípade môžeme povedať, že slovo “súkromie” tak isto ako spoločnosť a fotografia ako médium mení svoju podstatu a prispôsobuje sa. Vyššie som zmieňoval nakoľko je táto technológia v otázkach svojho využitia flexibilná. A z tohto hľadiska môžeme uvažovať o tom, akú možnosť má táto technológia zmeniť naše správanie, ale aj to, akým spôsobom sa budeme pozerat' na svet. Všetci z času na čas robíme veci, ktoré by sme nemali, ale práve tieto maličkosti nás odlišujú od ostatných a dávajú nám určitú slobodu v tom, kým chceme byť.

Netreba zabúdať ani na to, že problém nenastáva iba pri použitom množstve kamier v mestách, ale, ako som pri CLEARVIEW AI uvádzal, ľudí je možné identifikovať aj prostredníctvom fotografií na sociálnych sieťach, čo vo výsledku vytvára pomyselnú CCTV kameru z každého smartfónu, ktorý sa nachádza vo vrecku takmer ktoréhokoľvek človeka, ktorý sa nachádza okolo vás počas každého dňa.

## 10. Situácia v Číne

Dôležité je uvedomiť si, že použitie technológie na rozpoznávanie tváří bez regulácii môže narušiť súkromie všetkých, ale aj zmeniť spôsob chovania vďaka permanentnej kontrole zo strany autorít. Čína aj napriek tomu, že je najväčším konzumentom tejto technológie momentálne nemá takmer žiadne zákony týkajúce sa používania tejto technológie. Ak si chcete v Číne kúpiť SIM kartu do telefónu je nutné sa najprv identifikovať dokladom totožnosti a následne sa podrobiť vyhotoveniu fotografie pre rozpoznávanie tváre<sup>40</sup> a vaša fotografia sa následne stane súčasťou databázy na rozpoznávanie tváří.

Táto technológia sa začína používať na platenie za isté tovary a služby<sup>41</sup>, kedy cez aplikáciu máte vytvorené konto s bankovou kartou a vašou tvárou a na vybraných predajných miestach vám už netreba prikladať kartu alebo telefón k platobnému terminálu, stačí vaša tvár. Netreba sa však báť podvodov, pretože ako som už uvádzal, tieto programy môžu mať poistku na overenie, či pred kamerou stojí živý človek alebo iba maska. Tento proces vývoja môžeme vidieť ako prirodzený,

---

<sup>40</sup> KUO, Lily. China brings in mandatory facial recognition for mobile phone users. theguardian.com [online]. London: The guardian, 2019 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/02/china-brings-in-mandatory-facial-recognition-for-mobile-phone-users>

<sup>41</sup> Smile-to-pay: Chinese shoppers turn to facial payment technology. Theguardian.com [online]. Europe: Agence France-Presse, 2019 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2019/sep/04/smile-to-pay-chinese-shoppers-turn-to-facial-payment-technology>

pretože v Číne je platenie cez telefónom už dlhoročná rutina a aj kvôli tomu je to len ďalší krok k tomu ako urýchliť proces platenia.

Množstvo kamier v čínskych mestách je schopných rozpoznávať tváre a v poslednej dobe sa k tejto schopnosti pripojili aj ďalšie možnosti. Počas epidémie COVID-19 istá čínska firma prišla na to, ako rozpoznať osobu, ktorá má masku. “Technologizácia” verejného priestoru v čínskych mestách pokračovala ďalej inštaláciou špeciálnych infračervených kamier, ktoré sú schopné merať teplotu ľudí v mestskej doprave a na uliciach. To znamená akonáhle máte zvýšenú teplotu príslušné authority o tom vedia a okamžite vás môžu separovať od ľudí, aby sa nákaza nešírila. Vo výsledku je toto príklad toho ako táto technológia už pomohla v Číne. Úpravy tejto technológie vzhľadom na aktuálne potreby sú takmer okamžité, pretože celý tento systém začal fungovať v priebehu týždňov, aby sa dosiahli požadované výsledky, čo však otvára novú otázku. Je možnosť, aby sa štát vzdal tejto moci nad svojimi obyvateľmi? Pretože momentálne boli tieto opatrenia robené kvôli núdzovej situácii. Čo sa však stane ak nebudeme mať núdzovú situáciu?

Všetko, o čom budem písať ďalej v tomto odstavci, môže znieť ako nereálna špekulácia. No je potrebné si uvedomiť, že každá špekulácia ohľadom Číny vyplýva z nedostatku informácií kvôli režimu, ktorý tam vládne. Netreba zabúdať na to, že vždy sa nájde niekto, kto sa snaží povedať pravdu, aj keby ho to malo stáť veľa. Avšak mnoho z nás dobre vie o tom, ako sa Čína snaží eliminovať svoju moslimskú, ale aj iné menšiny v rámci svojho územia. Na základe najväčšieho úniku vládnych dokumentov za posledných 10 rokov z Číny vieme, že príslušníci menšín končia mnohokrát v pracovných táboroch<sup>42</sup>. Kam však smerujem je fakt, že čínska vláda očividne používa technológiu rozpoznávania tvári nie len ku nekonečnému dohľadu nad obyvateľstvom, ale aj k sledovaniu menšín na svojom území, čo len poukazuje na to, ako sa dajú obmedziť ľudské práva práve použitím technológie na rozpoznávanie tvári. A alarmujúco by nás to malo upozorniť na to, že je potrebné sa zaujímať o regulácie technológií.

Sieť kamier v mestách po celej Číne môže byť vo výsledku použitá k vyhľadávaniu jedincov, zúčastňujúcich sa protestov a následnému potlačeniu budúcich protestov, ku nekonečnej kontrole toho, čo sa deje v rámci krajiny a následnému potlačeniu akéhokoľvek odporu.

---

<sup>42</sup> RAMZY, Austin a Chris BUCKLEY. ‘Absolutely No Mercy’: Leaked Files Expose How China Organized Mass Detentions of Muslims. Nytimes.com [online]. New York: The New York Times, 2019 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/11/16/world/asia/china-xinjiang-documents.html>

## 11. Digitálny autoritarizmus

Digitálny autoritarizmus je nástroj podobný totalitnému režimu, kedy sa na kontrolu nad obyvateľstvom používajú digitálne technológie. Cenzúra, odpojenie internetu v krajine, rozpoznávanie tváří, sledovanie činností vašich online životov, ale aj analyzovanie týchto dát sú súčasťou digitálneho autoritarizmu.<sup>43</sup> Rozpoznávanie tváří je len jedným aspektom, na ktorý vo svojej práci narážam a ktorý tento termín zahŕňa. Problémom však je, že tento termín sa týka nás všetkých napríklad vďaka spoločnosti Cambridge analytica, v súvislosti s ktorou máme viac než dosť dôkazov o tom ako bola táto spoločnosť schopná zmanipulovať výsledky volieb v USA v roku 2016, keď používali cieľenú reklamu, vo forme fake news, v prostredí sociálnych sietí. A práve obrazové médium slúžilo k tomu, aby zmenilo názor voličov. Tento proces zahŕňa napríklad to, ako sa na základe dát, ktoré reálne spoločnosť kúpila, vytvoril psychologický posudok každého voliča v USA. Tieto dáta obsahovali informácie o čase a spôsobe platenia platobnými kartami, všetky dostupné informácie zo sociálnych sietí, informácie o pohybe ľudí po mestách, vlastne každý možný digitálny záznam o osobe. Tieto “psychologické posudky” sa následne rozdelili do 3 skupín, ktoré predstavovali demokratických, republikánskych voličov a na záver ľudí, ktorí neboli pevne rozhodnutí o tom, koho budú voliť. To znamená našli slabý článok spoločnosti, ktorým sa dá ľahko manipulovať na základe fake news.

Podobný proces táto spoločnosť použila na viacerých miestach na svete, a jedným z ich posledných činov bol BREXIT, kedy použili podobný princíp ako pri Trumpovej kampani. Paradoxom je, že aj napriek tomu, že všetky tieto informácie máme podložené dôkazmi, vo výsledku s tým nikto nič nespravil.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> SHAHBAZ, Adrian. The Rise of Digital Authoritarianism: Fake news, data collection, and the challenge to democracy. Freedomhouse.org/ [online]. Washington: freedomhouse, 2018 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://freedomhouse.org/report/freedom-net/2018/rise-digital-authoritarianism>

<sup>44</sup> NOUJAIM, Jehane a Karim Amer. The Great Hack. USA: Netflix, 2019 [cit. 2020-01-08]. Dokumentárny film

## 12. Záver

Technológia sa stala súčasťou našich životov do takej miery, že si už ani neuvedomujeme to, ako často ju používame. Fotografia a video sa zmocnilo nášho vnímania sveta a spôsobu prijímania informácií, ktoré sú základným stavebným kameňom našej spoločnosti. V znamení zlepšovania služieb zákazníkom sa postupne dobrovoľne vzdávame nášho súkromia a len málokto si podrobne prečíta podmienky používania nadobudnutých online služieb. V rýchlosti súčasného života sme si nestihli všimnúť, koľko kamier všade pribudlo a pribúda, bez nášho vedomia a súhlasu. Tento trend extenzívneho užívania kamier sa v prvej vlne zaviedol v USA po roku 2001. Dnes však čísla začínajú byť alarmujúce.

Obrazové médium, teda fotografia a video, transformujú svoje opodstatnenie. Majú nekonečnú moc pri ovplyvňovaní našich názorov a myšlienok bez toho, aby sme tieto zmeny vnímali.

Práve vďaka nadobudnutému skepticizmu voči mechanickým bariéram, ktoré nám majú slúžiť ako ochrana, si myslím, že skôr budeme mať v budúcnosti určitú formu predplatenia anonymity, to znamená, že za určitý poplatok budeme schopný nebyť sledovaný tak podrobne v rámci miest alebo nebude možné identifikovať nás na základe fotografie zo sociálnych sietí. Toto je však iba hypotéza a čas ukáže jej vývoj.

Najdôležitejším zistenia pre mňa však bola komplexnosť tejto témy, ale aj miera prítomnosti technológií v našich životoch. No nemyslím si, že by tento vývoj mohol byť zastavený. Technológia sa prispôbuje nášmu svetu a aj my sa môžeme prispôbiť svetu technológie. Vyžaduje si to však našu zvedavosť. Ak si myslíme, že sa nás to netýka, sme na veľkom omyle. Týka sa to nás všetkých.

## Zdroje

### Literatúra

- BENJAMIN, Walter, RITTER, Martin, ed. Výbor z díla. Praha: OIKOYMENH, 2009. ISBN 978-80-7298-278-3
- ECO, Umberto. Skeptikové a těšitelé. Přeložil Zdeněk Frýbort. Praha: Svoboda, 1995 ISBN 80-205-0472-9
- FLUSSER, Vilém. Za filosofii fotografie. Vyd. 2., upr. Přeložil Josef KOSEK, přeložil Božena KOSEKOVÁ. Praha: Fra, 2013. ISBN 9788086603797

### Internetové zdroje

- ARBUCKLE, Alex Q. Muybridge's motion studies. Mashable [online]. New York: Mashable [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: <https://mashable.com/2015/12/21/muybridge-motion-studies/?europa=true>
- BAUMAN, Melissa. The RAND Tablet: iPad Predecessor. Rand.org [online]. Santa Monica: rand, 2018 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.rand.org/blog/rand-review/2018/09/the-rand-tablet-ipad-predecessor.htm>
- BEŇUŠKOVÁ. Umelé neuronové siete. [Http://dai.fmph.uniba.sk/w/Introduction/sk](http://dai.fmph.uniba.sk/w/Introduction/sk) [online]. Slovensko, 2002 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <http://dai.fmph.uniba.sk/courses/ICI/References/benuskova.UNS.pdf>
- BISCHOFF, Paul. Surveillance camera statistics: which cities have the most CCTV cameras? Comparitech.com [online]. UK: comparitech, 2019 [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.comparitech.com/vpn-privacy/the-worlds-most-surveilled-cities>
- CAMPBELL, Charlie. How China Is Using “Social Credit Scores” to Reward and Punish Its Citizens. Time.com [online]. New York: Time, 2019 [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://time.com/collection/davos-2019/5502592/china-social-credit-score/>
- Computer vision for a safer world [online]. [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://clearview.ai/>
- European parliament says it will not use facial recognition tech. Theguardian.com [online]. Brussels: The guardian, 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2020/feb/05/european-parliament-insists-it-will-not-use-facial-recognition-tech>
- Face Match on Google Nest Hub Max [online]. [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://support.google.com/googlenest/answer/9320885?hl=en>
- GEITGEY, Adam. Machine Learning is Fun! Part 4: Modern Face Recognition with Deep Learning. Medium.com/ [online]. San Francisco (CA): A Medium Corporation, 2016 [cit. 2019-12-18]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cfc121d78>
- KAUR, Mandeep a Reecha SHARMA. Quality Detection of Fruits by Using ANN Technique. Researchgate.net [online]. India: Department of Electronics & Communication Engineering, Punjabi University Patiala, 2015 [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/286933975\\_Quality\\_Detection\\_of\\_Fruits\\_by\\_Using\\_ANN\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/286933975_Quality_Detection_of_Fruits_by_Using_ANN_Technique)
- KING, Davis. An interview with Davis King, creator of the dlib toolkit: An interview with Davis King, creator of dlib. <https://www.pyimagesearch.com/> [online]. pyimagesearch, 2017 [cit. 2020-02-22].



Dostupné z: <https://www.pyimagesearch.com/2017/03/13/an-interview-with-davis-king-creator-of-the-dlib-toolkit/>

- KING, Davis. High Quality Face Recognition with Deep Metric Learning. [Http://blog.dlib.net/](http://blog.dlib.net/) [online]. 2018 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <http://blog.dlib.net/2017/02/high-quality-face-recognition-with-deep.html>
- KUO, Lily. China brings in mandatory facial recognition for mobile phone users. [theguardian.com](http://theguardian.com) [online]. London: The guardian, 2019 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/02/china-brings-in-mandatory-facial-recognition-for-mobile-phone-users>
- MAC, Ryan, Caroline HASKINS a Logan MCDONALD. Clearview's Facial Recognition App Has Been Used By The Justice Department, ICE, Macy's, Walmart, And The NBA. [Buzzfeednews.com](http://buzzfeednews.com) [online]. New York: buzzfeed, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://www.buzzfeednews.com/article/ryanmac/clearview-ai-fbi-ice-global-law-enforcement>
- Městský kamerový systém. [Praha.eu](http://praha.eu) [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: [http://www.praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/odbory/oddeleni\\_krizoveho\\_managementu/mestsky\\_kamero\\_vy\\_system.html](http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/odbory/oddeleni_krizoveho_managementu/mestsky_kamero_vy_system.html)
- POLLARD, Martin. Even mask-wearers can be ID'd, China facial recognition firm says. [Retures.com](http://retures.com) [online]. London: retures, 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-facial-recognition/even-mask-wearers-can-be-idd-china-facial-recognition-firm-says-idUSKBN20W0WL>
- PORTER, Jon. Vermont attorney general is suing Clearview AI over its controversial facial recognition app. [Theverge.com](http://theverge.com) [online]. New York: Vox Media, 2020 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2020/3/11/21174613/clearview-ai-sued-vermont-attorney-general-facial-recognition-app-database>
- RAMZY, Austin a Chris BUCKLEY. 'Absolutely No Mercy': Leaked Files Expose How China Organized Mass Detentions of Muslims. [Nytimes.com](http://nytimes.com) [online]. New York: The New York Times, 2019 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/11/16/world/asia/china-xinjiang-documents.html>
- RAVIV, Shaun. The Secret History of Facial Recognition. [Wired.com](http://wired.com) [online]. San Francisco: Wired, 2020, [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/secret-history-facial-recognition/>
- ROGERS, Kaleigh. That Time the Super Bowl Secretly Used Facial Recognition Software on Fans. [Vice.com](http://vice.com) [online]. New York: Vice, 2016 [cit. 2020-04-13]. Dostupné z: [https://www.vice.com/en\\_us/article/kb78de/that-time-the-super-bowl-secretly-used-facial-recognition-software-on-fans](https://www.vice.com/en_us/article/kb78de/that-time-the-super-bowl-secretly-used-facial-recognition-software-on-fans)
- ROSEBROCK, Adrian. Face recognition with OpenCV, Python, and deep learning. [Pyimagesearch.com](http://pyimagesearch.com) [online]. [pyimagesearch](http://pyimagesearch.com), 2018 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <https://www.pyimagesearch.com/2018/06/18/face-recognition-with-opencv-python-and-deep-learning/>
- SAHA, Sumit. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks — the ELI5 way. <https://towardsdatascience.com/> [online]. 2018 [cit. 2020-01-13]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>
- Smile-to-pay: Chinese shoppers turn to facial payment technology. [Theguardian.com](http://theguardian.com) [online]. Europe: Agence France-Presse, 2019 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2019/sep/04/smile-to-pay-chinese-shoppers-turn-to-facial-payment-technology>
- The Schengen Entry/Exit System: biometrics to facilitate smart borders [online]. [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.gemalto.com/govt/coesys/eborder/entry-exit-system>

- SHAHBAZ, Adrian. The Rise of Digital Authoritarianism: Fake news, data collection, and the challenge to democracy. Freedomhouse.org/ [online]. Washington: freedomhouse, 2018 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://freedomhouse.org/report/freedom-net/2018/rise-digital-authoritarianism>
- VINCENT, James. Google favors temporary facial recognition ban as Microsoft pushes back. Theverge.com [online]. New York: Vox Media, 2020 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.theverge.com/2020/1/21/21075001/facial-recognition-ban-google-microsoft-eu-sundar-pichai-brad-smith>
- ZHOU, Zhe, Di TANG, Xiaofeng WANG, Weili HAN, Xiangyu LIU a Kehuan ZHANG. Invisible Mask: Practical Attacks on Face Recognition with Infrared. Afxiv.org [online]. Fudan University, 2018 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/1803.04683.pdf>
- [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.jipvanleeuwenstein.nl/#about>

## Filmové Zdroje

- NOUJAIM, Jehane a Karim Amer. The Great Hack. USA: Netflix, 2019 [cit. 2020-01-08]. Dokumentárny film

## Obrazová príloha

- Obrázok 1. Perceptrón [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://dai.fmph.uniba.sk/courses/ICI/References/benuskova.UNS.pdf>
- Obrázok 2. Model doprednej neurónovej siete [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap5.html>
- Obrázok 3. Model konvolučnej neurónovej siete [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.easy-tensorflow.com/tf-tutorials/convolutional-neural-nets-cnns/cnn1?view=article&id=108:cnn>
- Obrázok 4. Prvotná podoba obrazu po zmene všetkých pixelov na šípky [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cffc121d78>
- Obrázok 5. pohľad na tvár po komprimovaní šípok [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cffc121d78>
- Obrázok 6. Premietnuté body na tvári [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cffc121d78>
- Obrázok 7. 128-ciferných vyjadrení tváre [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cffc121d78>
- Obrázok 8. Sklenená maska, umelecké dielo [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.jipvanleeuwenstein.nl/#about>