# Úvod

*ÚVOD PREDSTAVUJE CCA 1 STRANU. ČÍSLOVANIE STRÁN ZAČÍNA OD ÚVODU.*

# 1 Popis riešeného problému / Analýza súčasného stavu

## Úvod do AI

V tejto kapitole popisujeme ako sa vyvíjala umelá inteligencia, ako vidí a spracováva videá.

### História

História umelej inteligencie(UI) obsahuje mnoho fantázie, ukážok a prísľubov. Už Homér v ôsmom storočí pred Kristom spomínal mechanické trojnožky, ktoré sa vyznačovali inteligenciou. Až v poslednej dobe ale komunita okolo UI dokáže budovať stroje, pri ktorých očakávame postupné overovanie hypotéz (tie máme zatiaľ iba teoreticky). Avšak stále nás čaká ešte len budúcnosť, v ktorej môže byť úplná umelá inteligencia. (A (Very) Brief History of Artificial Intelligence)

Tieto dva míľniky sú zatiaľ veľmi ďaleko od seba obsahujú ešte mnoho krokov, ktoré je nutné si odškrtnúť. Pár z nich by sme radi popísali na najbližších riadkoch.

Hádam každý sa už stretol s menom Alan Turing. Tento známy muž vytvoril stroj, ktorý predstavil teoretický model počítača a to už v roku 1937. Bolo to v období druhej svetovej vojny a na opačnej strane, za nepriateľskou líniou, vytvoril Konrad Zuse prvý digitálny počítač. Zaoberal sa taktiež myšlienkou inteligencie počítača a ich možnou aplikáciou pri hre šachu. Medzi jeho známe výtvory patrí programovací jazyk: Plankalkul, ktorý okrem riešenia matematických problémov mal byť potencionálne použitý na vytvorenie umelej inteligencie. (Beranek et al. - HISTORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE P. McCorduck ) Jeho predpoveď, že UI je jednu alebo dve generácie ďaleko, sa avšak nenaplnila ako vieme v dnešnej dobe. Prístup teda musel byť o trochu iný ako on načrtol.

Vedecká sféra sa neskôr začala zaoberať do väčšej mieri kybernetickému chápaniu informácií a vyjadrovaním psychologických a biologických fenoménov matematickými formulami. Čo viedlo Johna McCarthyho aby zorganizoval, aj s ďalšími vedcami, v roku 1956 spoločné štúdium UI na Darthmoutskej univerzite. (Beranek et al. - HISTORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE P. McCorduck )

Pán McCarthy, ktorý sa považuje za otca umelej inteligencie, a to z dôvodu, že ako prvý použil samotný pojem „umelá inteligenica“ v oficiálnej práci. Stalo sa tak priamo na už spomínanej Darthmoutskej univerzite. (Johnmccarthy — Father of Artificial Intelligence)

Počas vývoja počítačov sa menil aj spôsob prístupu k vytváraniu UI. Už programovateľné počítače(ENIAC) predstavili cestu, ktorá avšak neviedla priamo a potrebovali sa zmeniť aj metódy postupu. V 50. a 60. rokoch sa výskumy zameriavali na symbolickú reprezentáciu znalostí, ale tie neboli postačujúce a prešlo sa na pravdepodobnostné a štatistické modely.( Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations) Tu taktiež pribudli aj neurónové siete. (Discovering Causal Structure: Artificial Intelligence, Philosophy of Science, and Statistical Modeling). V posledných desaťročiach vidíme rýchly pokrok UI, dôvodom je exponenciálny rast výpočtovej kapacity a vyššia dostupnosť dát. Vytvárajú sa nové modely strojového učenia a hĺbkového učenia, ktoré dosahujú doteraz nevídané výsledky. (Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions)

### Ako AI spracováva obraz

#### Teória videí

Podobne ako fyzický film a analógové video sa digitálne video správa skoro rovnako. Ide o prúd obrazov, ktoré sú usporiadané v presnom časovom horizonte a to štandardne 24 snímkov za sekundu. Avšak stretneme sa aj s iným počtom a to od 12 až do 30. Záleží podľa spôsobu vytvorenia videa.

Základná jednotka zobrazovania pri digitálnom obraze je pixel. Rovnako ako pri analógovej televízii, sa tu uplatňuje stratégia: rozdeľ a panuj, čiže sa obraz delí na mriežku. Najmenším prvkom mriežky je teda pixel, ktorý nesie informáciu o intenzite a farbe v číslach (odkaz na obrázok). (celý text doteraz: Digital Video 101: Understanding How Digital Video Works)

Obrázok, na ktorom je šport, bowling, bowlingové potreby, text

Automaticky generovaný popis

Pri videu ide o pospájanú sadu časovo zachytených obrazov alebo snímok scény. Jedna snímka videa pozostáva zo šírky *w* (width – šírka po anglicky) a výšky *h* (height – po anglicky výška). Takže jedna znímka pozostáva z *w x h* pixelov alebo adries, pričom každý jeden pixel uchováva vzorku video snímky ( ide o dáta používané na zobrazenie). Pre zobrazenie je možné reprezentovať vzorku video snímky s 8 alebo 24 bitmi. (Kniha: 978-3-319-61455-7.pdf str13)

#### Prečo spracovávať videá ako datasety?

Ako sme vyššie popísali, tak videá sú síce zložené zo statických snímok, ale nesú viac informácií ako samostatné obrázky, tie popíšeme v tejto kapitole.

Pri spracovávaní videí (po anglicky video processing) je naším hlavným cieľom získať vety v prirodzenom jazyku. Tieto vety alebo opisy potrebujeme aby sa generovali automaticky a tak, aby presne popisovali čo sa vo videu nachádza alebo deje. Už vďaka samotnému kontextu videa máme omnoho viac informácií, ktoré by sme vo veľa prípadoch nezískali zo statických obrázkov.( Video Description: A Survey of Methods, Datasets, and Evaluation Metrics)

Videá sú cenným zdrojom pre zbieranie údajov z viacerých dôvodov. Po prvé, videá zachytávajú priestorové a časové informácie, čo umožňuje analýzu pohybu objektov a zmien v čase. To je obzvlášť užitočné v aplikáciách počítačovej vedy, ako je detekcia objektov vo videu. (Video Object Detection with an Aligned Spatial-Temporal Memory)

Okrem toho môžu videá poskytnúť veľké množstvo údajov, čo ich robí vhodnými na trénovanie a testovanie algoritmov strojového učenia (DeeperForensics-1.0: A Large-Scale Dataset for Real-World Face Forgery Detection). Napríklad môžeme uviesť využitie vo výskume na identifikáciu rečníka, kde sa dajú vďaka video processingu nastaviť prahy pre odstránenie videí s chybným označením a zabezpečiť spoľahlivosť modelu. (VoxCeleb: A Large-Scale Speaker Identification Dataset).

Video processing má taktiež obrovské využitie pri práci na diaľku, pretože videá je možné nahrávať a spracovávať bez potreby prítomnosti výskumníkov (Exploring Methodological Challenges of Using Participant-Produced Digital Video Diaries in Antarctica). Táto vlastnosť je užitočná pre výskumy na odľahlých miestach alebo v situáciách, kde fyzická prítomnosť môže byť ohrozujúca na živote alebo v inom spôsobe nepraktická. (Exploring Methodological Challenges of Using Participant-Produced Digital Video Diaries in Antarctica)

NOTE: možno pridať ešte aj pri zbieraní dát zo psychologického odvetia.

Vo vzdelávacích prostrediach sa videá ukázali byť účinnými nástrojmi pre učenie a hodnotenie. Datasety s nahratými prednáškami sa použili na testovanie a hodnotenie výkonu rôznych algoritmov strojového učenia a preukázali vyššie percentá presnosti v porovnaní s inými súbormi údajov podľa článku: (DeeperForensics-1.0: A Large-Scale Dataset for Real-World Face Forgery Detection).

Významný dopad má video processing aj v ošetrovateľstve, kde sa používajú techniky video-asistovaného vyhodnocovania na zlepšenie procesov klinického myslenia, identifikáciu kritických zásahov, posilnenie tímovej spolupráce a komunikácie medzi tímami.( Video-assisted debriefing technique for nursing simulation: how to proceed?)

Videá tiež zohrávajú kľúčovú úlohu pri detekcii falšovaného alebo upraveného obsahu. Boli zozbierané rozsiahle datasety pre detekciu falšovania tváre, pričom kvalita generovaných videí prevyšuje kvalitu tých v existujúcich datasetoch (DeeperForensics-1.0: A Large-Scale Dataset for Real-World Face Forgery Detection).

Predstavili sme len malé využitie video processingu a tento zoznam sa postupom času stále predlžuje. Videá predstavujú bohatý zdroj údajov, ktorý zachytáva priestorové, časové a senzorické informácie. Umožňujú analýzu pohybu objektov, poskytujú schopnosti získavania údajov na diaľku, zlepšujú porozumenie sociálnym fenoménom, podporujú vzdelávacie procesy a umožňujú detekciu upraveného obsahu. Zahrnutie videí do datasetov môže významne zlepšiť výskum a analýzu v rôznych oblastiach.

## Kde sa využíva rozpoznávanie vo videách

Video processing nájdeme v rôznych odvetviach a aplikáciách. V oblasti vedy, medicíny a inžinierstva sa technológia video processingu využíva už teraz v mnohých smeroch. Taktiež je široko využívaná v domácnostiach (Michelson Interferometer Based Displacement Measurement Using Video Processing). V oblasti vzdelávania sa ukázalo, vďaka video processingu, že video návody zlepšujú učenie, najmä pre ťažšie pochopiteľné učivá (Online Video Tutorials Increase Learning of Difficult Concepts in an Undergraduate Analytical Chemistry Course). Dokonca sa už aj moderné kvantové počítače využívajú v tomto odvetí a to na výrobu filmov.( A framework for representing and producing movies on quantum computers)

V počítačovej vede hrá video processing kľúčovú úlohu pri rozpoznávaní ľudskej aktivity. Okrem už spomínaného zdravotníctva vidíme uplatnenie aj v starostlivosti o ľudí a aj analýze športu.( Vision-based human activity recognition: a survey). Okrem zdravotného dohľadu je aj bezpečnostný a tu vie video processing zlepšiť fungovanie celého systému s automatickou detekciou. (SOC integration for video processing application).

Spracovanie videa má tiež význam pri analýze kľúčových snímok veľkých dátových videí, čo umožňuje detekciu cieľov, klasifikáciu, sledovanie a analýzu správania sa v oblastiach bezpečnosti(A Study on the Optimization Simulation of Big Data Video Image Keyframes in Motion Models).

Nájdeme využitie aj v oblasti mestských osvetľovacích systémov, kde sa vyžíva inteligentné riadenie.( Intelligent Control of Urban Lighting System Based on Video Image Processing Technology).

Ďalším zaujímavým odvetím, kde sa rozširuje využitie video processingu je Human-Computer Interactions - HCI. Ide o smer, kde sa vedci snažia priviesť robotov zo sci-fi do reality. Keďže rozpoznávanie gest a mimiky je u ľudí pomerne automatická vec a ľahko sa ju učíme pri dospievaní, tak o to ťažšie sa nám to popisuje pre počítačový program.

Celkovo spracovanie videa nájde aplikácie v širokej škále oblastí, vrátane vedeckého výskumu, vzdelávania, kvantového počítania, počítačového videnia, bezpečnosti, riadenia vlády, analýzy veľkých dát, kódovania videa, mestských osvetľovacích systémov a ďalších. Jeho všestrannosť a schopnosť extrahovať cenné informácie z videa ho robia cenným nástrojom v mnohých oblastiach.

#### Autonómne autá

Vo veľa smeroch sa prepája viacero využití v jeden celok. Napríklad autonómne autá potrebujú detekovať objekty, ich smer, ľudí, aktivity a predvídať ich pohyb a možno aj úmysly. Všetko sa to musí diať v reálnom čase a reakcia musí byť okamžitá. Čiže aj výpočty musia byť najrýchlejšie.

Najväčšie prekážky a problémy sú analýza, spracovanie a prenos dát, najmä potom limity výpočtovej techniky, uskladnenie dát a preťaženie prenosových limitov pre dáta. Všetky tieto procesy stoja veľa energie a preto už samotný prenos a ukladanie dát je potrebný kontrolovať. (Video Surveillance Processing Algorithms utilizing Artificial Intelligent (AI) for Unmanned Autonomous Vehicles (UAVs))

V podstate vieme rozdeliť tieto senzory do dvoch skupín: analýza statického prostredia(napríklad automatické hľadanie čiar na ceste) a detekcia statických alebo hýbajúcich sa prekážok(detekcia objektov) v relevantnom priestore k vozidlu. (A survey of video processing techniques for traffic applications)

Detekcia pre autonómne vozidlá obsahuje namä: detekciu objektov, sledovanie objektov, predikcia trajektórie a predpovedanie kolízie. Keďže na cestách sú kolízne objekty vysoko nepredvídateľné (chodci, cyklisti a aj vo všeobecnosti objekty môžu kedykoľvek meniť smery) tak sú senzory a k nim používané algoritmy nesmierne dôležité. Najmä aby fungovali sto percentne keďže ide o ľudské životy. (Evaluation of 3D Vulnerable Objects’ Detection Using a Multi-Sensors System for Autonomous Vehicles)

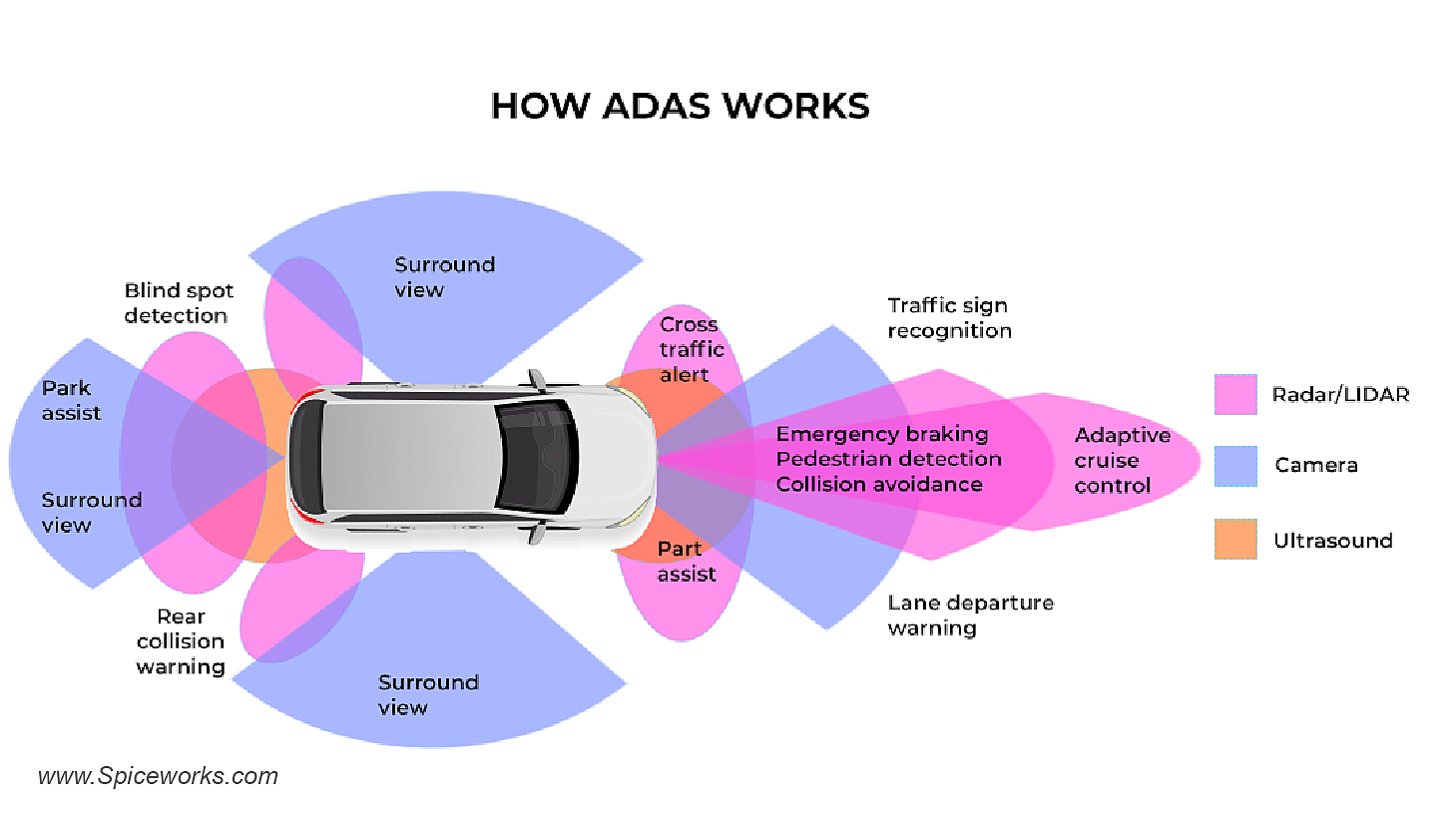


Figure https://www.mobileappdaily.com/ai-and-autonomous-vehicles

Ide o veľmi náročnú sieť algoritmov a UI, ktorá musí k tomu pracovať stopercentne, keďže ide o ľudské životy. Podobne sa využíva aj monitorovanie dopravy. Tieto systémy sú rýchle, ľahké na sprevádzkovanie, nízko nákladové a ľahko udržateľné a taktiež sú schopné pokryť širokú oblasť. (A survey of video processing techniques for traffic applications)

## Odvetia, ktoré využívajú video processing

Spoločnosti v rôznych odvetviach a sektoroch využívajú technológie spracovania videa. Jedným významným príkladom je športový priemysel, najmä pri futbalových zápasoch. Pappalardo a kol. popisujú použitie dát z videokamery na analýzu trajektórií hráčov počas zápasov. Tieto údaje sa získavajú pomocou videozáznamov a môžu byť použité pre analýzu výkonov hráčov a hodnotenie taktík.( A public data set of spatio-temporal match events in soccer competitions)

Potravinársky priemysel tiež využíva techniky spracovania videa. Evans a Redmond zdôrazňujú možnosti využitia video processingu na posúdenie dodržiavania hygienických postupov pri výrobe hotových jedál a pekárskych výrobkov. Táto metóda pomáha zabezpečiť čistotu potravín a dodržiavanie smerníc v prostrediach na výrobu potravín. (Video observation of hand-hygiene compliance in a manufacturer of ready-to-eat pie and pastry products)

Spracovanie videa sa využíva aj v oblasti počítačovej vedy a inžinierstva. Yang a kol. predstavujú technológiu paralelného spracovania videa z viacerých zdrojov na báze softvérového “potrubia“. Táto technológia optimalizuje využitie výpočtových zdrojov a zvyšuje výkonnosť v reálnom čase aplikácií na spracovanie videa s príliš komplexnými algoritmami.( Parallel Multi-source Video Processing Based on Software Pipeline)

V odvetví produkcie videa získava na popularite technológia virtuálnej produkcie. Li a kol.rozoberajú vo svojom príspevku výhody technológií virtuálnej produkcie a ako čoraz viac spoločností na produkciu video obsahu ju využívajú. Táto technológia ponúka nové možnosti pre tvorbu realistických virtuálnych prostredí.( Parallel Multi-source Video Processing Based on Software Pipeline)

V oblasti medicíny sa na tréning traumatických skúseností využíva spracovanie videa. V článku autorov Patel a kol. popisujú použitie videa so zvukom pri 360-stupňovom zobrazení, kde simulujú realitu. Táto technológia poskytuje nový prístup k trénovaniu klinických zručností, budovaniu empatie a tímovej príprave. (Developing Virtual Reality Trauma Training Experiences Using 360-Degree Video: Tutorial)

## Negatíva video processing

Jedna z najväčších prekážok, s ktorými sa pri video processingu stretneme je rovnaká ako pri práci s modelmi v celej umelej inteligencii a teda falošne negatívne výsledky modelu.

Napríklad ako popisuje článok: , sa využíva video processing pri detekcii zbraní na bezpečnostných kamerových záznamoch. Rozlišuje sa, či je na obraze zbraň, aká je (strelná alebo nie) a dokonca sa zbiera informácia či ju drží človek. Na prvý pohľad tam je vidieť iba úžitok. Avšak čo ak je model chybový a policajné jednotky budú často poslané zbytočne na miesto kvôli zásahu. (Human pose estimation for mitigating false negatives in weapon detection in video-surveillance)

Ďalším problém sa môže nájsť aj pri spracovávaní videí v reálnom čase. Momentálne, pri dnešných technológiách, nájdeme častý kompromis medzi presnosťou a efektivitou. Zvyčajne dochádza k zhoršeniu jednej strany na úžitok druhej. Je to ale dôveryhodný prístup? Napríklad ak máme pomerne častý problém predikcie pohybu. Ide o matematicky náročný problém a aj pri dnešnom hardvéri, veľakrát nemáme presne definované riešenie a model trpí nepresnými výsledkami. (Real-time motion estimation for image and video processing applications)

Problémov je viacero aj pri samotných datasetoch. Prešiel veľký pokrok od analógovej televízie po digitálnu televíziu. Od VHS videokaziet k DVD. Od mobilných telefónov, ktoré sa používali len na volanie a posielanie textových správ, k mobilným telefónom, ktoré fungujú ako: fotoaparáty, webové prehliadače, navigačné systémy, sociálne siete(a mnohé iné) a takmer sa nepoužívajú na volanie. Došlo k veľkej revolúcii v spôsobe, ako používatelia vytvárajú, zdieľajú a sledujú videá za posledné roky. A teda aj datasety častokrát nemajú konzistentnú a dlho trvácnu funkcionalitu.(Video Coding Standards and Video Formats) Na jednu stranu to sťažuje prácu s datasetmi, ale na druhej, ak natrénujeme model správne, tak máme možnosť využiť ho pri viacero prípadoch bez ohľadu na kvalitu videí.

Samozrejme obrovským problémom môže byť aj bezpečnosť dát. Pri tvorbe záznamov sa vyskytujú mnohé otázky na zabezpečenia, ktoré napríklad rozpixelovávajú obraz na určitých miestach(tvár), aby sa predišlo problémom s GDPR protokolmi. Na druhú stranu bývajú tieto zmeny nevratné a takéto video nevieme použiť pre výskumné ciele. Avšak sa naskytne otázka, či to nie je vlastne dobré pre naše bezpečie. (The future of video analytics for surveillance and its ethical implications). Avšak tieto bezpečnostné protokoly sa týkajú len oficiálne vytváraných záznamov napríklad z bezpečnostných kamier, osobne vytvorené videá, ktoré sú na internete sa nekontrolujú do takej miery a vedia byť aj zneužité.

## Budúcnosť video processingu

Spracovávanie videí pomocou umelej inteligencie má obrovský potenciál a už teraz vznikajú užitočné nápady a projekty ktoré nám pomôžu v bežnom živote. Okrem autonómnych vozidiel sú nápady na pozorovanie detí v malom veku u ktorých sa na základe ich pohybu môžu detekovať problémy a dokonca aj choroby.( Monitoring infants by automatic video processing: A unified approach to motion analysis)

Taktiež aj mnohé odvetia, ktoré by vedeli využiť dronové zábery môžu zužitkovať video processing, napríklad pri hodpodárstve. Farmári by vedeli detekovať ľahšie choroby pri plodinách na rozsiahlych poliach, taktiež vytvárať mapy polí na obrábanie a taktiež samotné monitorovanie plodín. (AI in Agriculture). Podobne sa dajú dronové zábery využiť aj pri kontrolovaní statiky budov a mostov, stavu parkov a ciest, čo sú pravidelné kontroly vykonávané ľuďmi.

Možností je priam nekonečno, záleží aké nápady budú realizovateľné a akým smerom bude smerovať video processing.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482516303031>)

# 2 Ciele záverečnej práce

# 3 Metodika výskumu

# Zoznam bibliografických odkazov