

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Bakalářská práce

**Umělá inteligence v domácím prostředí – hlasoví
asistenti**

Vítězslav Parimucha

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vítězslav Parimucha

Informatika

Název práce

Umělá inteligence v domácím prostředí – hlasoví asistenti

Název anglicky

Artificial intelligence in the home environment – voice assistants

Cíle práce

Hlavním cílem práce je charakteristika a vývoj chytrých hlasových asistentů v návaznosti na využití umělé inteligence.

Dílčí cíle:

- Zpracování přehledu řešené problematiky s primárním zaměřením na rozvoj odvětví chytrých hlasových asistentů.
- Aktuální funkce a možnosti domácích hlasových asistentů.
- Vývoj a významné podobory umělé inteligence.
- Test a srovnání domácích hlasových asistentů.
- Formulace závěrů a případná doporučení

Metodika

Prostřednictvím studia literárních a internetových zdrojů bude představen přehled řešené problematiky a zpracována teoretická část práce. Hlavní důraz bude kladen na rozvoj odvětví domácích hlasových asistentů a oboru umělé inteligence, s níž je toto odvětví provázáno.

V praktické části bude provedena analýza a porovnání současných i budoucích možností hlasových asistentů. Bude provedeno porovnání vybraných zástupců těchto produktů mezi sebou. Důraz bude kladen na uživatelskou přívětivost a schopnost správně reagovat a plnit povely. Součástí porovnání bude přehled statistik využívání.

Na základě těchto zjištěných výsledků pozorování bude provedeno vyhodnocení domácích hlasových asistentů a v návaznosti formulovány závěry a zhodnocení.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran

Klíčová slova

Domácí hlasový asistent, umělá inteligence, povel, Alexa, Google, Siri.

Doporučené zdroje informací

Barták, Roman. Co je nového v umělé inteligenci. Nová beseda, 2017. ISBN 978-80-906751-2-4.
Fryová, Hannah. Hello World. 2020. ISBN 978-80-7601-246-2.
MAŘÍK, V. – ŠTĚPÁNKOVÁ, O. – LAŽANSKÝ, J. *Umělá inteligence. (6) Vladimír Mařík, Olga Štěpánková, Jiří Lažanský a kolektiv.* Praha: Academia: Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2276-9.
Tegmark, Max. Life 3.0. Knopf, 2017. ISBN 978-1-101-94659-6.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2021

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2022

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Umělá inteligence v domácím prostředí – hlasoví asistenti“ vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.3.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce panu doc. Ing. Jiřímu Vaňkovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracování této práce. Velký dík patří i mojí rodině a přátelům za jejich podporu.

Umělá inteligence v domácím prostředí – hlasoví asistenti

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá zhodnocením rozvoje v oblasti chytrých domácích hlasových asistentů a s ním souvisejícího pokroku vývoje umělé inteligence. Teoretická část práce je zaměřena na jednotlivé virtuální asistenty komunikující prostřednictvím domácích hlasových asistentů a přehled souvisejících podoborů informačního oboru „Umělá inteligence“. Zároveň je zmapován vývoj hlavních řad hlasových asistentů od dominantních výrobců na trhu, společností Amazon, Google a Apple. Praktická část se věnuje zhodnocení výsledků pozorování aktivního užívání třech vybraných produktů od dominantních společností. Zároveň je provedena analýza současného stavu těchto zařízení a jejich schopností poskytovat služby v jazykově nepodporované zemi.

Klíčová slova: domácí hlasový asistent, virtuální asistent, umělá inteligence, povel, Alexa, Google asistent, Siri

Artificial intelligence in the home environment – voice assistants

Abstract

The bachelor thesis evaluates the development of smart home voice assistants and the related progress in the development of artificial intelligence. The theoretical part of the work is focused on individual virtual assistants communicating through home voice assistants and on an overview of related sub-disciplines of the information discipline "Artificial Intelligence". At the same time, the evolution of major voice assistant product lines manufactured by market leaders Amazon, Google and Apple is reviewed. The practical part evaluates the results of observing the active use of three selected products from dominant companies. In addition, the current state of these devices and their abilities to provide services in a non-language-supported country are analysed.

Keywords: voice home assistant, virtual assistant, artificial intelligence, command, Alexa, Google Assistant, Siri

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíl práce a metodika	11
3 Přehled řešené problematiky	12
3.1 Historie komunikace mezi člověkem a strojem	12
3.2 Domácí hlasový asistent.....	14
3.2.1 Zpracování dat a komunikace	15
3.3 Virtuální asistent	18
3.3.1 Funkce a služby	18
3.3.2 Google asistent.....	20
3.3.3 Amazon Alexa	23
3.3.4 Apple Siri.....	26
3.4 Umělá inteligence.....	28
3.4.1 Historie umělé inteligence	30
3.4.2 Odvětví umělé inteligence	32
3.5 Vývoj hlavních řad domácích hlasových asistentů	36
3.5.1 Řada Amazon Echo	37
3.5.2 Řada Google Home/Max/Nest.....	41
3.5.3 Řada Apple HomePod	43
4 Vlastní zpracování.....	46
4.1 Registrace a nastavení zařízení	46
4.1.1 Asistent Google.....	46
4.1.2 Amazon Alexa	47
4.1.3 Apple Siri.....	48
4.2 Analýza současného vývojového stavu hlasových asistentů	48
4.2.1 Analýza výsledků.....	50
4.3 Komunikace uživatelů s asistenty	55
4.3.1 Analýza shromážděných dat	55
5 Výsledky a diskuse	59
5.1 Zhodnocení procesu konfigurace	59
5.2 Zhodnocení současného stavu vývoje a komunikace s uživateli	60
6 Závěr.....	65
7 Seznam použitých zdrojů	67

Seznam obrázků

Obrázek 1 Domácí hlasoví asistenti. Zdroj (101)	14
Obrázek 2 Jednoduché schéma komunikace Alexa. Zdroj (autor)	16
Obrázek 3 Google asistent. Zdroj (102).....	20
Obrázek 4 Amazon Alexa. Zdroj (103)	23
Obrázek 5 Apple Siri. Zdroj (104).....	26
Obrázek 6 Umělá inteligence. Zdroj (60)	28
Obrázek 7 Množiny a podmnožiny umělé inteligence. Zdroj (63).....	33
Obrázek 9 Amazon Echo. Zdroj (105).....	37
Obrázek 10 Amazon Echo (2nd generation). Zdroj (106)	38
Obrázek 12 Amazon Echo (4th generation). Zdroj (107).....	40
Obrázek 18 Google Home. Zdroj (108).....	41
Obrázek 21 Google Home Max. Zdroj (109)	42
Obrázek 23 Google Nest Audio. Zdroj (110)	42
Obrázek 24 Apple HomePod. Zdroj (111).....	43
Obrázek 25 Apple HomePod mini. Zdroj (112)	44
Obrázek 8: Karta záznamu interakce s asistentem. Zdroj (autor).....	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Obecné výsledky komunikace	50
Tabulka 2: Statistika správných odpovědí a porozumění asistenty	51
Tabulka 3: Podrobná analýza zodpovězených otázek a příkazů.....	51
Tabulka 4: Typy interakcí s asistenty	56
Tabulka 5: Měsíční počet interakcí s asistenty	58

1 Úvod

Lidé běžně komunikují mluvenou řečí mezi sebou. Jedná se o nejrychlejší způsob, jak předat informaci nebo požadavek druhé osobě. Při komunikaci s přístroji je situace trochu složitější. První stroje přijímaly podněty od uživatelů pomocí různých páček či přepínačů a zpětnou vazbu poskytovaly pomocí nejrůznějších mechanických čidel.

V současné době je termín chytré zařízení naprosto běžnou součástí života mnoha lidí. Mezi takováto zařízení řadíme například chytré zámky, chytré osvětlení, chytré termostaty, chytré kamery a pro mnohé naprosto nepostradatelný chytrý mobilní telefon. Všechna tato zařízení mají jedno společné. Jsou připojena do počítačové sítě a většinu lze dálkově ovládat a řídit.

Před třiceti lety patřily tyto produkty spíše do kategorie sci-fi. Technologie, která se dala ovládat anebo jejíž pomocí bylo možné ovládat jiná zařízení vzdáleně, byla oblíbenou součástí filmů i literárních děl. S vývojem moderních technologií se postupně tato fiktivní zařízení začala objevovat jako běžná součást života lidí.

Existují různé možnosti, jak ovládat chytré vybavení domácnosti. Pomocí aplikace v mobilním telefonu, gesty a v neposlední řadě také pomocí vlastního hlasu. K tomuto účelu slouží domácí hlasový asistent. Hlasového asistenta lze propojit s širokou škálou chytrých zařízení a pomocí verbálního příkazu uvádět tato zařízení do chodu nebo modifikovat jejich chování. Hlasový asistent je nejen schopen ovládat jiná zařízení, ale poskytovat i různé služby, nezávisle na nich. Za pomoci správně formulovaného povelu či dotazu je možné přehrát oblíbenou hudbu, pustit film, zkontrolovat poštu nebo nařídít buzení. Těchto funkcí poskytuje asistent velké množství a neustále přibývají další. Kromě přidávání nových funkcí od samotných vývojářů těchto zařízení se těší i podpoře výrobců aplikací třetích stran.

S neustálým zvyšováním rychlosti internetového připojení, rozvojem cloudových služeb a pokroku v oblasti rozpoznávání lidského hlasu rostou i schopnosti a možnosti těchto asistentů. Tato skutečnost se odráží nejen ve zvyšování kvality, ale i komfortu života uživatelů.

2 Cíl práce a metodika

Hlavním cílem bakalářské práce je analýza rozvoje chytrých domácích asistentů a s tím souvisejícího pokroku v oblasti vývoje umělé inteligence. Bude představen přehled současného stavu vývoje těchto zařízení, jejich funkcí a schopností správně provádět uživatelské povely a dotazy.

V teoretické části práce je shrnut vývoj vybraných umělých inteligencí, charakteristika domácích hlasových asistentů a seznámení se souvisejícími podobory informačního oboru „Umělá inteligence“, která tvoří základ těchto asistentů.

Praktická část zahrnuje výsledky pozorování aktivního užívání tří zvolených domácích hlasových asistentů ve třech domácnostech v časovém rozmezí 4 až 6 měsíců. Asistenti budou pozorováni a testováni z různých pohledů, s cílem zjistit aktuální stav vývoje těchto zařízení a to, zda nabízejí dostatek funkcí i pro uživatele, který se nachází v jazykově nepodporované zemi. Vybraní domácí hlasoví asistenti budou podrobeni testu svých možností, sestávajícího z několika kategorií. Každou kategorii tvoří několik desítek různých otázek či povelů. Zároveň bude provedena analýza konkrétního užívání asistentů ve vybraných domácnostech a zjištěno, které funkce uživatelé reálně využívají.

Z informací získaných v teoretické části a výsledků analýz z praktické části budou následně vyvozeny závěry této práce a provedeno vyhodnocení možností využívání chytrého domácího hlasového asistenta i v jazykově nepodporované zemi.

3 Přehled řešené problematiky

Domácí hlasový asistent, chytrý domácí asistent nebo chytrý reproduktor je označení pro koncové zařízení, které slouží jako jedna z možností pro komunikaci s virtuálním asistentem. Naproti tomu označení hlasový asistent, virtuální asistent a digitální asistent jsou jedny z označení pro umělou inteligenci vyvíjenou primárně pro hlasovou komunikaci.

V této práci bude převážně využíváno označení „domácí hlasový asistent“ pro koncové zařízení a „virtuální asistent“ pro umělou inteligenci.

Virtuální asistent v kontextu řešené problematiky je umělá inteligence ve formě služby, která běží v cloudu. Jedná se o velice komplexní a sofistikovaný software využívající vysokého výpočetního výkonu své hardwarové základny a pokročilých algoritmů k co nejvíce intuitivní komunikaci s uživatelem.

Nativním jazykem většiny asistentů je anglický jazyk. Lze komunikovat i prostřednictvím jiných jazyků např. německy, francouzsky či japonsky. Bohužel český jazyk není v době psaní této práce dostupný na žádném zařízení. Komunikace tedy probíhá výhradně v angličtině.

Zároveň existují různé vývojáři virtuálních asistentů a na ně navázaných domácích hlasových asistentů. Tato práce se bude soustředit hlavně na produkty firem, které dominují trhu a jsou využitelné globálně. Konkrétně se jedná o společnosti Amazon, Google a Apple. Nezanedbatelnou část trhu s asistenty tvoří čínští výrobci Xiaomi, Alibaba a Baidu. Tito asistenti, jak umělá inteligence, tak domácí hlasový asistenti, jsou dostupní primárně na čínském trhu a komunikují v čínštině. Z tohoto důvodu jim nebude v této práci věnována pozornost.

3.1 Historie komunikace mezi člověkem a strojem

„Hlas umožňuje neuvěřitelně jednoduchou interakci s technologií. Je to nejpřirozenější a pohodlné uživatelské rozhraní, které všichni využíváme denně. Hlas je budoucnost.“ (1)

První pokus o hlasovou komunikaci mezi člověkem a strojem se datuje do 20 let minulého století. V této době byla na trh uvedena hračka pro děti nazvaná „Radio Rex“. Rex byl umělohmotný pes s vlastní boudou, který se pohyboval pomocí pružiny. Na zřetelně

vyslovené zvolání „Rex“ se uvolnila. Princip stroje spočíval v tom, že se pružina uvolnila akustickou energií o síle 500hz, která vznikne vyslovením Rexova jména. (2)

V roce 1952 vznikl v laboratořích společnosti Bell Labs první stroj na rozpoznávání hlasu Audrey (Automatic Digit Recognition machine). Stroj měřící necelé dva metry dokázal rozeznat základní významotvorné hlásky, fonémy. Přesnost se pohybovala mezi 70-90 % a to pouze pro předem určené osoby. Při pokusu rozeznat slovo od neznámé osoby úspěšnost rapidně klesala.

Na světové výstavě v Seattlu v roce 1962 představilo IBM zařízení Shoebox. Shoebox byl počítačový stroj jehož autorem byl Williamem C. Derschem. Systém se ovládal hlasem a zvládal jednoduché aritmetické výpočty. Rozeznal hlasem 16 mluvených slov včetně čísla od 0 do 9. Pokud byly vysloveny povely jako „plus“, „minus“ následované povelom „total“, zařízení vytisknulo výsledek. (3)

Nejvýznamnější skok kupředu se odehrál v roce 1971. Spolupráce IBM, Carnegie Mellon Univerzity (CMU) a Stanfordova výzkumného Institutu dala vzniknout systému Harpy. Systém byl schopen nejen rozeznat celá slova, ale i věty. Celkově ovládal 1011 slov, což odpovídá úrovni dítěte ve věku 3 let.

V polovině 80. let 20. století předvedlo IBM hlasem ovládaný psací stroj Tangora. Stroj zvládnul rozeznat přibližně 20 000 slov.

Nehledě na tyto úspěchy stále nebylo možné se strojem komunikovat plynule. Aby porozuměl, bylo nutné mezi mluvenými slovy nechat větší časové mezery, aby stroj rozeznal začátek a konec slova.

Průlom přinesla v roce 2008 až společnost Google se svojí aplikací pro hlasové vyhledávání pro iPhone. Uživatelé poskytovali, díky hlasovému vyhledávání, Googlu značné množství dat k analýze a zároveň i výpočetní výkon svých zařízení. Získaná data z miliard interakcí mezi člověkem a telefonem Google dále analyzoval. V roce 2010 byla tato funkce přidána i do zařízení s operačním systémem Android a v roce 2011 do prohlížeče Chrome. (4)

Roku 2011 přichází první virtuální asistent od společnosti Apple, Siri. Rok na to vydává Google službu Google Now, předchůdce dnešního Google asistenta (2016). Roku 2013 Microsoft představuje asistentku Cortanu následovanou o rok později Amazonem a jeho

Alexou. V roce 2017 společnost Samsung představila spolu s novým vlajkovým telefonem Samsung Galaxy S8 i integrovaného asistenta Bixbyho. (5) (6) (1) (7)

3.2 Domácí hlasový asistent

Domácí hlasový asistent je elektrický přístroj malé velikosti vybavený mikrofonem, reproduktorem a v některých případech i displejem. Pomocí tohoto zařízení je uživatel schopen komunikovat s virtuálním asistentem, umělou inteligencí, která běží v cloudu. Virtuální asistent je díky tomu schopen reagovat na přijaté povely, zodpovídat dotazy, přehrává multimédia a pokud se v okolí nachází jiná kompatibilní chytrá zařízení, je schopen tato zařízení ovládat.

Obrázek 1 Domácí hlasoví asistenti. Zdroj (101)



Za pomoci velice citlivého mikrofону rozezná hlas uživatele, a to i za ztížených podmínek. Udílet povely je tak možné na vzdálenosti několika metrů, přes překážky, či v rušnějším prostředí.

Aktivaci asistenta lze provést dvěma způsoby. Každý asistent má svojí aktivační frázi. Jedná se o jednoduché slovo či slovní spojení. Produkty Google je například možné aktivovat slovním spojením „Hey, Google“. Tato aktivační fráze není měnitelná. Pouze Amazon nabízí výběr z několika předem daných možností. Není však možné zvolit si vlastní oslovení asistenta. Druhá možnost je aktivace pomocí aktivačního tlačítka na těle zařízení. Po jeho stisknutí je možné zadávat hlasové povely. (8)

Na tělech těchto reproduktorů lze kromě již zmíněného aktivačního tlačítka nalézt ovládaní pro snížení či zvýšení hlasitosti, přepínač pro deaktivaci mikrofónu a notifikační diody. Tyto diody slouží jako účelný ukazatel. Může se jednat o jednotlivé body, které indikují stav nebo pás diod tvořících často kruhový obrazec. Za pomoci těchto diod je uživatel informován o tom, kdy asistent poslouchá, nastavené hlasitosti, nepřečtené zprávě nebo třeba ztrátě internetového spojení. Společnost Google upřednostňuje minimální množství těchto ovládacích a zobrazovacích prvků na těle svých produktů. Často bývají opticky skryté. Amazon jde opačným směrem. Na jejích zařízeních jsou tlačítka jasně viditelná a již

tradičním prvkem se stal světelný pás, nejčastěji vedoucí po obvodu těla. Apple zvolil strategie přibližně uprostřed. Ovládací prvky pro regulaci hlasitosti a aktivaci jsou spolu s maticí diod umístěny na horní části zařízení. Diodová matice ve tvaru kruhu je přikrytá tmavým plastem a informace o stavu zařízení jsou zobrazovány jednoduchými animacemi.

Všichni domácí hlasový asistenti jsou plně závislí na internetovém připojení. Virtuální asistent, se kterým uživatel komunikuje a zadává příkazy je v cloudu. V případě nedostupného internetového spojení oznámí reproduktor tuto skutečnost pomocí stavových diod a v případě pokusu o zadání povelu či dotazu i hlasovou informací.

Některé modely chytrých reproduktorů disponují technologií Bluetooth. Je možné se na reproduktor napojit pomocí například chytrého telefonu a přehrávat uložené písně ze zařízení.

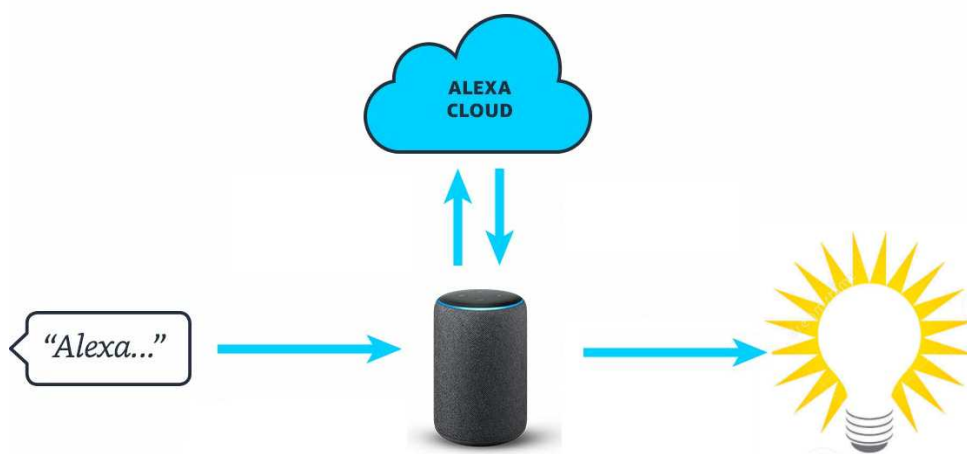
Domácí asistenti řady Echo od Amazonu disponují bezdrátovou technologií Zigbee. Ta umožňuje přímé spojení asistenta s chytrým zařízením, které tuto technologii podporují také.

Až na výjimky je naprostá většina asistentů rovněž závislá na připojení k elektrické síti. Přenositelné modely se v prodeji v podstatě nevyskytují. Výrobci nejeví o tuto funkci příliš velký zájem, což dokazuje jejich absence na trhu. V roce 2016 uvedl Amazon prvního mobilního domácího hlasového asistenta. Model Amazon TAP obsahoval interní zdroj energie a byl tedy nezávislý na připojení do elektrické sítě. Nástupce se ale nedočkal. V případě zájmu uživatele o mobilitu, lze zakoupit k vybraným hlasovým asistentům od společností Google a Amazon mobilní kolébku s integrovanou baterií. Nejedná se o oficiální produkty výrobců. (9) (10)

3.2.1 Zpracování dat a komunikace

Komunikace uživatele s virtuálním asistentem probíhá v několika krocích. Aktivace asistenta, povel, zpracování povelu a reakce. Tyto operace probíhají jak na hardwarové úrovni (mikrofon, reproduktor) tak na softwarové (virtuální asistent). Celý proces bude demonstrován na hlasovém asistentovi společnosti Amazon, Echo Dot (4. Generation). Lze předpokládat velmi podobný proces průběhu jak u asistenta společnosti Google, tak Apple. (11)

Obrázek 2 Jednoduché schéma komunikace Alexa. Zdroj (autor)



Domácí hlasový asistent Echo Dot (4. Generation) je navržen tak, aby se aktivoval při zachycení aktivační fráze vyslovené uživatelem. Systém v cyklech zachycuje akustické vzorce z okolí, které ukládá do dočasného úložiště (RAM). Uložená zvuková stopa je analyzována algoritmem. Pokud je zachycena aktivační fráze, dojde k navázání spojení s umělou inteligencí v cloudu, Alexou. Pokud ne, je zvuková stopa z dočasné paměti vymazána a nahrazena novou. Žádné zachycené zvukové vzorce nejsou ukládány v zařízení permanentně a žádná data nejsou odeslána do cloudu, dokud není potvrzeno aktivační slovo nebo využito aktivačního tlačítka na těle reproduktoru. Při zachycení aktivačního slova nebo stisknutí tlačítka se světelný kruh na reproduktoru rozsvítí modře. Tento stav značí, že zařízení vysílá data do cloudu. Echo zařízení využívají techniku zachycení hlasu tzv. „beam forming“. Při zachycení aktivačního slova dojde nejen k aktivaci komunikace, ale i vyhodnocení směru, ze kterého bylo vysloveno. Při následné komunikaci jsou zvuky z ostatních směrů potlačovány.

Uživatel může mikrofón kdykoliv odpojit pomocí hardwarového přepínače. Tato akce způsobí elektrické odpojení mikrofónu a rozsvícení informační diody stavu mikrofónu červeně. Obvod je navržen tak, aby v jeden moment mohla být napájena buď informační dioda, nebo mikrofón. Aktuální stav mikrofónu přetrvává i po odpojení zařízení od elektrické energie.

Když je zařízení Echo aktivováno za pomoci fráze, první krok, který nastane po navázání spojení cloudem, je opětovná hlubší analýza dané zvukové stopy. Cílem této analýzy je potvrzení, že skutečně byla fráze vyslovena. Důvodem, proč tato sofistikovanější analýza

není provedena již domácím hlasovým asistentem je nízký výpočetní a kapacitní výkon tohoto zařízení. Pokud se aktivace nepotvrdí, dojde k přerušení spojení s cloudem. V případě potvrzení či použití aktivačního tlačítka dojde k navázání spojení s umělou inteligencí a následnému vyhodnocení povelu nebo dotazu.

Celý proces vyhodnocení má několik fází a prochází přes několik subsystémů umělé inteligence virtuálního asistenta.

Systém ASR (Automatic Speech Recognition) obdrží data zasláná uživatelem ve formě audio stopy. Audio stopa je převedena na textový řetězec. V případě nejasného výsledku je vytvořeno více pravděpodobných řetězců. Pokud zvukový záznam obsahuje například dotaz „What is the weather in New York?“, dojde ke vzniku přibližně takovýchto řetězců:

- what is the weather in new york
- wat is the weather in new york
- wat is the weather in newyork
- what is the weather in newyork

Řetězce jsou bodově ohodnoceny výběrovými algoritmy. Ty zohledňují například použitý jazyk, nebo předchozí zkušenosti uložené v databázi.

Nejvýše hodnocený textový řetězec je zaslán systému NLU (Natural Language Understanding), který se jej snaží interpretovat. NLU je podmnožinou odvětví oboru Umělá inteligence. Jeho úkolem je identifikovat v textovém řetězci záměr a entitu. Rozpoznání záměru je proces identifikace mínění a cílů uživatele. Entita může být dvojího druhu. Číselná nebo jmenná. V našem případě byl nejvíce body ohodnocen a systému NLU zaslán textový řetězec „what is the weather in new york“. NLU provede interpretaci:

- **klasifikace záměru** – identifikace, že cílem uživatele je získání informace o počasí.
- **roznání entity** – identifikace, že požadovaná oblast je New York
- **identifikátor** – určení identifikátoru lokality, který bude použit pro získání informace o počasí (např. 93447).

Alexa nyní hledí na požadavek jako na zájem uživatele získat informace o počasí v lokalitě 93447 v čase „ted“ a přesměrovává ho k vyřešení odpovídající dovednosti (Skill).

„Skill“ je rozšířením schopností Alexy. Jedná se o dodatečné funkce a služby bez kterých by její schopnosti byli velmi omezené. V našem případě dovednost pro předpověď počasí převezme vstupní informace o zvolené lokalitě a čase a z odpovídajících zdrojů internetu získá potřebné údaje. Dovednost následně zformuluje textovou odpověď ve formátu SSML (simple speech markup language).

Textová odpověď ve formátu SSML je poté předána systému TTS (text-to-speech). TTS vygeneruje audio zprávu, která je odeslána k přehrání uživateli zpět na Echo Dot (4. Generation). Po přehrání odpovědi je ukončena komunikace s cloudem a zařízení se opět přepne do režimu vyčkávání na aktivační frázi či stisk příslušného tlačítka. Případ, kdy je očekávána zpětná reakce uživatele, lze rozpoznat podle stále modře svítícího světelného kruhu na těle reproduktoru, který indikuje trvajícím spojení s cloudem.

3.3 Virtuální asistent

Virtuální asistent je umělá inteligence, která běží v cloudu. Má schopnost porozumět přirozenému jazyku člověka, rozpoznávat tváře, identifikovat objekty a komunikovat s dalšími chytrými zařízeními a softwarem. Je schopna se časem učit a rozeznávat preference uživatele, čímž se stává chytřejším. Dokáže zodpovědět otázky, říct vtip, ovládat různá chytrá zařízení v domácnosti a jiné.

Mezi nejznámější virtuální asistenty na trhu se řadí Amazon Alexa, Google asistent, Apple Siri, Microsoft Cortana a Samsung Bixby. Existují i další, ale nejsou zdaleka tak rozšíření nebo se specializují na určitý trh. (12)

3.3.1 Funkce a služby

Virtuální asistenti nabízejí svým uživatelům různé služby a funkce. Tyto funkce jsou k dispozici v základu a jsou rozšiřitelné. Každý výrobce tato rozšíření pojmenovává jinak. Amazon je označuje jako dovednosti (Skills), Google jako akce (Actions) a Apple jako zkratky (Shortcuts). O vývoj rozšíření funkcí se stará nejen samotný výrobce, ale i vývojáři třetích stran.

Přehrávání multimédií patří mezi jednu z nejvíce využívaných funkcí a je podporována nativně. Virtuální asistent může přehrát oblíbenou písničku, melodii, relaxační zvuky a mnoho dalšího. Pro přehrávání hudby je nutné spojit asistenta s některou z dostupných

streamovacích služeb. Je možnost využít výrobcem provozovanou službu, například YouTube music v případě Google asistenta, nebo některou ze služeb třetí strany. Spotify, Tidal a jiné. Po aktivaci asistenta pak stačí vyslovit povel „Play See You by Depeche Mode“. Pro plné využití hudebních streamovacích služeb je nutné přistoupit na model pravidelné měsíční platby. Lze využívat i zdarma, kdy je uživatel omezen menším výběrem nabídky songů, nelze vyhledávat konkrétní písně, a jejich poslech je prokládán reklamou. Tento model poslechu zdarma není podporován ve všech zemích. Na výběr je také nepřehledné množství radií z celého světa, relaxační zvuky a melodie. Podporované jsou i audiotéky pro poslech audioknih. Nabídka je převážně cizojazyčná, ale existuje i první česká audiotéka. Společnost provozující internetový obchod audiolibrix.cz, vytvořila dovednost (Skill) pro asistenta Amazon Alexa. Lze tedy poslouchat knihy v češtině. Může se spojit multimediálními přehrávači jako je Chromecast, Fire TV nebo Apple TV a poskytnout plnou hlasovou kontrolu nad přehrávanými pořady. (13)

Funkce vytváření nákupního seznamu nebo přímého nakupování patří mezi další hojně využívané funkce. Pokud uživatel zjistí, že dochází nějaká potravina či cokoli jiného, jednoduše aktivuje asistenta a přidá položku na svůj nákupní seznam. Při nákupu pak stačí ve svém chytrém telefonu zkontrolovat položky a tažením prstu odškrtnout. Seznam se aktualizuje v reálném čase. Kdokoli, sdílející domácnost, může v průběhu nakupování přidávat další položky. V případě přímého nakupování lze objednat potřebnou položku přímo hlasovým povel.

Neustálé rozšiřování nabídky zařízení s označením IoT (Internet of Things) neboli internet věcí umožňuje spravovat a řídit domácnost prakticky odkudkoliv. Pomocí asistenta není problém ovládat světla v celém domě, hlasovým povel otevřít garáž při příjezdu, nebo vytvořit rutinu, která na hlasový povel oznamující, že je uživatel doma, provede sérii předem daných úkonů. Rozsvítí světla, pustí oblíbenou radiovou stanici a aktivuje kávovar.

Existují nabídky profesionálních virtuálních asistentů s umělou inteligencí určených primárně pro funkci firemního asistenta. Například Aito, nebo Trigama. Nabízejí různé spektrum funkcí jako organizování času, funkci voicebot, chatbot a jiné. Zatímco tito asistenti jsou navrženi pro práci ve firemním prostředí s mnoha uživateli, domácí asistenti nabízí obdobnou jednodušší funkci pro jednoho uživatele. Asistenta lze propojit s uživatelským kalendářem a emailovou schránkou. Oboje lze plně ovládat a organizovat. Asistent upozorní

na příchozí zprávu, na povel ji přečte a lze nadiktovat odpověď. Na vyžádání poskytne denní přehled naplánovaných událostí, lze přidávat další či přesouvat stávající. (14) (15)

Asistenta lze využít i pro plánování a organizaci času v domácnosti. Umožňuje nastavit několik alarmů a upozornění na události souběžně. Alarmy lze využít při vaření, práci či buzení. Lze je pojmenovat a asistent si jméno zapamatuje i s příslušným časem. Pokud si nastavím alarm pro pečení pizzy na 10 minut, příště už stačí asistenta požádat o nastavení alarmu pro pizzu bez nutnosti udávat čas. Upozornění je prakticky využitelné například pro placení měsíčních účtů. Stačí asistentovi dát povel, aby každý pátý den v měsíci připomněl platbu účtu za telefon nebo každý pracovní den ve dvě hodiny odpoledne připomněl vyzvednout děti ze školky. (16) (17) (18)

Asistent je téměř bezedná studnice informací. Lze mu položit prakticky jakoukoliv otázku a on se jí pokusí zodpovědět. Poskytne předpověď počasí, informaci o dopravní situaci nebo přehraje nejnovější zprávy.

Virtuální asistent se může ukázat i jako užitečný společník pro děti. Trpělivě zvládne odpovídat na všechny jejich otázky. Dokáže hrát jednoduché slovní hry jako například kámen, nůžky papír nebo 20 otázek. Přehraje oblíbené dětské songy a může pomoci při výuce cizích jazyků pomocí schopnosti překládat slova do různých jazyků nebo i celé jednoduché věty a častá slovní spojení.

Toto byl pouze výčet jedněch z nejpoužívanějších funkcí a služeb, které jsou virtuální asistenti schopni nabídnout. Mezi nejmenované patří například funkce hands-free při řízení automobilu a související možnost uskutečňovat telefonní hovory bezpečně za jízdy. Lze si povelom objednat přepravní službu. Asistent může doporučit recepty a asistovat při vaření, ať pouhým seznamem ingrediencí, tak přímou asistencí. Všechno a více umožňují rozšíření těchto virtuálních pomocníků, která se neustále rozrůstají. (19) (20)

3.3.2 Google asistent

Dle průzkumu webového portálu voicebot.ai z roku 2020 Google asistent od společnosti Google dosáhnul milníku a nachází se na více než 1 miliardě zařízení spolu se stabilní základnou aktivních uživatelů ve výši 500 milionů, kteří asistenta využívají na měsíční bázi. K tomuto úspěchu velkou měrou přispívá

Obrázek 3 Google asistent. Zdroj (102)



operační systém společnosti, Android. Podpora asistenta je nativně integrována v tomto systému. Dle odhadů se tento operační systém vyskytuje přibližně v 75 % všech mobilních zařízení. Žádné z těchto zařízení nedisponuje dostatečnou výpočetní ani kapacitní silou potřebnou pro fungování umělé inteligence. Umělá inteligence asistenta se nachází v cloudu na serverech společnosti Google. (21) (22)

Asistent byl v době vydání dostupný pouze na Google telefonech Pixel a domácím asistentovi Google Home. Postupem času se rozšířil a dnes je možné ho nalézt téměř ve všech moderních zařízeních operujících na systému Android. Nositelná elektronika, Android TV, Android Auto a jiné. Zároveň se těší podpoře výrobců třetích stran, kteří přišli na trh se svojí vlastní řadou domácích hlasových asistentů. Svůj chytrý reproduktor vyrábí společnost Sonos, Panasonic nebo Harman Kardon. Tyto domácí asistenti jsou převážně zaměřeni na jeden aspekt. Poskytnout kvalitní zvukový zážitek. Asistenta lze využívat i na zařízeních s operačním systémem iOS, kde je volně dostupný ke stažení na App Store. (23) (24)

Google asistent přijímá jak textové, tak hlasové povely. Je možné ho aktivovat různými způsoby v závislosti na zařízení. Univerzální způsob je využití aktivační fráze „Hey, Google“ nebo „Ok, Google“. Domácí hlasový asistent disponuje navíc aktivačním tlačítkem na těle reproduktoru. Na mobilních zařízeních lze stisknout a podržet tlačítko pro domovskou obrazovku či využít gesta přejetí prstem z pravého dolního okraje směrem ke středu. Některé modely telefonů disponují funkcí aktivací asistenta zmáčknutím spodní části těla telefonu. Kromě aktivační fráze se tyto způsoby liší dle konkrétních modelů. (25) (26)

Google asistent disponuje dvěma typy hlasů, které lze libovolně měnit. Při prvotní konfiguraci asistenta v aplikaci si uživatel volí mezi mužskou nebo ženskou verzí.

Nativní podpora na mobilních zařízeních s operačním systémem Android umožňuje virtuálnímu asistentovi reagovat na aktivační frázi i v uzamčeném stavu. I když je možné asistenta provozovat na mobilních zařízeních společnosti Apple, díky absenci integrace v operačním systému iOS nelze využívat podobnou funkci i zde.

Google akce (Actions) jsou rozšíření a aplikace virtuálního asistenta, které značně navyšují jeho možnosti. Seznam dostupných akcí se stále rozrůstá hlavně díky vývojářům třetích stran. Není problém vytvořit akci pro získání informací o počasí z požadovaného serveru, hlídání dostupnosti materiálu ve firemním skladu nebo vlastního virtuálního trenéra. V roce 2020 existovalo přibližně 34 000 různých akcí pro Google asistenta. (27)

V roce 2020 obdržel Google asistent novou funkci zkratky (Shortcuts). Tato funkce umožňuje větší propojení s nainstalovanými aplikacemi v mobilním zařízení. Pomoc zkratk lze vytvořit hlasový povel, na který aplikace zareaguje. Například lze vytvořit povel „Hey Google, check my Whats Up status“. Asistent otevře aplikaci Whats Up a ihned se zobrazí stránka pro nastavení statusu uživatele. Je nezbytné, aby aplikace zkratky podporovala a lze si vybrat pouze z předem nadefinovaných možností. (28)

Aby nebylo nutné neustále zadávat opakující se pokyny pro rutinní akce, umožňuje virtuální asistent tvorbu tzv. rutin. Jedná se o sérii příkazů, které se vyvolají pomocí předem definované fráze nebo v konkrétní čas. V základu obsahuje virtuální asistent 6 rutin. Ty jsou modifikovatelné a lze si vyrobit libovolný počet vlastních. Například lze vytvořit rutinu aktivovatelnou příkazem „good morning Google“. Do rutiny následně je možné zvolit akce jako rozsvícení světel, předpověď počasí, informace o dopravě a puštění oblíbeného radiostanice. Tyto akce se provedou v daném sledu. (29)

Google asistent disponuje podporou služby IFTTT (If This Then That). Volně přeloženo, „pokud se stane to, udělej to“. Služba IFTTT poskytuje cloudové rozhraní pro různé výrobce rozličného příslušenství, které lze ovládat vzdáleně. Ať se jedná o chytrá světla, zámky, senzory, či kamery. Aby každý výrobce nemusel řešit vzájemnou komunikaci těchto zařízení mezi sebou, může využít této služby, která zajistí vzájemnou kompatibilitu. Služba umožňuje asistentovi ovládat rozličná zařízení, aniž by byla specificky naprogramovaná pro komunikaci s ním. K tomuto účelu využívá tzv. applety. Applety tvoří soubor podmínek a jejich následné reakce na ně. Například pomocí appletu lze vydat povel virtuálnímu asistentovi, aby snížil teplotu na termostatu. (30)

Google asistent komunikuje ve 12 světových jazycích včetně angličtiny, němčiny, francouzštiny, japonštiny a dalších. Je schopný komunikovat ve dvou jazycích současně. Český jazyk pro komunikaci není aktuálně dostupný. I když společnost Google jeho podporu přislíbila, konkrétní datum vydání nebylo uvedeno. Prozatím přidal Google v lednu 2020 podporu předčítání textu v českém jazyce. (31) (32)

3.3.2.1 Historie asistenta

Historie současné podoby virtuálního asistenta se datuje od května roku 2016. Společnost Google na své výroční konferenci I/O představila odpověď na produkty společnosti Amazon v oblasti umělé inteligence a domácích hlasových asistentů. Domácí

hlasový asistent Google Home je přímou konkurencí produktů Amazonu řady Echo, poháněných umělou inteligencí Alexa. Umělé inteligenci stojící za systémem Google Home, bylo dáno jméno Google. Produkt byl oficiálně uveden na trh na podzim téhož roku. Asistent byl dostupný z počátku pouze na systému Google Home nebo na vlastní řadě telefonů společnosti Google, Pixel a Pixel XL s operačním systémem Android 7.1 Nougat. Postupně byl prostřednictvím aktualizací rozšířen i na jiné modely s podporou verze systému Android 5.0 Lollipop a výše. V květnu 2017 Google na následující I/O konferenci oznámil, že jeho asistent Google bude ještě ten den dostupný pro operační systém iOS. (33) (23) (34)

Google asistenta, tak jak jej známe dnes, lze považovat za třetí vývojový stupeň na cestě Google k vlastní umělé inteligenci současnosti. V roce 2008 uvolnila společnost na mobilní zařízení Apple funkci hlasového vyhledávání pomocí jejich prohlížeče. Do té doby bylo možné hlasově zadávat telefonu pouze jednoduché příkazy, jako třeba zavolat konkrétní telefonní číslo. Hlasové vyhledávání Googlu bylo mnohem sofistikovanější. Umožnilo skutečné hlasové vyhledávání informací na internetu. Ač pouhý hlasem ovládaný vyhledávač, data, která Google získal od miliónů uživatelů, posloužila k velkému skoku v rozvoji porozumění mezi počítačem a přirozeným jazykem člověka. (4) (1)

V roce 2012 na výroční I/O konferenci oznámil Google první verzi jejich hlasového asistenta pro operační systém Android 4.1 Jelly Bean, Google Now. Umožňoval mnohem osobitější využívání pomocí tzv. karet. K dispozici byli různé kategorie jako počasí, sport, oblíbená místa a různé další. Asistent se zároveň učil a čím více ho uživatel využíval, tím více byl schopen poskytnout relevantnější výsledky. V roce 2016 byl oznámen nástupce asistenta s prostým názvem Google Assistant. Hlavním rozdílem bylo upuštění od systému karet, plně obousměrné komunikaci mezi uživatelem a asistentem, podpora aplikací třetích stran a vylepšené učení. Původní Google Now asistent si pamatoval vyhledávané zájmy a cíle uživatele. Nový asistent nejen analyzuje historii komunikace, ale pomocí pokročilých funkcí strojového učení se snaží předvídat záměr a možné zájmy uživatele při komunikaci. (35) (36)

3.3.3 Amazon Alexa

Amazon Alexa, jednoduše označovaná jako Alexa, je virtuální asistent vyvíjený společností Amazon. Stejně jako v případě Google asistenta a Siri se jedná o umělou inteligenci primárně určenou k obousměrné komunikaci. Podle výzkumných

Obrázek 4 Amazon Alexa. Zdroj (103)



statistik webového portálu voicebot.ai z roku 2020 by se mohlo zdát, že tento asistent není příliš rozšířený. Oproti přibližně půl miliardě aktivních uživatelů Google asistenta využívá Alexu necelá polovina. Aktivní uživatelská základna Alexy činí přibližně 200 milionů uživatelů. Pokud je vzato v potaz, že velikou výhodou v rozšíření zmiňovaného Google asistenta je právě jeho provázanost s operačním systémem Android, lze na toto číslo nahlížet v pozitivním světle. Amazonem vyvíjený operační systém Fire OS není příliš rozšířený. Je převážně dostupný na jeho vlastní řadě tabletů a jako operační systém chytrých televizorů. Amazon dominuje nad Googlem a také nad Apple v jiné oblasti, než jsou mobilní zařízení. Ovládá největší část trhu s domácími hlasovými asistenty. Podle údajů webového portálu statista.com, činil na konci roku 2020 podíl hlasových asistentů Amazonu 28,3 %. Druhé místo držela právě společnost Google s 22,6 % trhu. (37) (21) (38)

Asistent Amazonu je dostupný hlavně pro hlasové asistenty. Lze ho ale nalézt i v chytrých hodinkách, televizorech anebo třeba v domácích spotřebičích. Počet těchto zařízení ale tvoří pouze zlomek oproti hlasovým asistentům. Pokud se navíc nejedná o zařízení, které jako operační systém využívá operační systém Amazonu Fire OS, jsou funkce relativně omezené. Alexu je sice možné instalovat jako stažitelnou aplikaci z Google play či App store, ale díky absenci integrace do operačního systému přichází o různé funkce. Alexu kupříkladu nelze aktivovat hlasem v případě uzamčení telefonu od Apple.

V současné době je možné Alexu aktivovat pouze aktivační frází anebo tlačítkem na domácím hlasovém asistentovi. Nelze s ní komunikovat prostřednictvím textových příkazů jako například s Google asistentem. Na konci roku 2020 Amazon tuto funkci zpřístupnil v rámci veřejného testování vybraným uživatelům. Aktuálně je stále ve vývoji a není dostupná jako standartní funkce. Oproti svým dvěma konkurentům jako jediná umožňuje změnit oslovovací frázi. Je ovšem nutné vybrat si z předem nadefinovaných možností. Kromě fráze „Alexa“ si lze vybrat z nabídky „Computer“, „Echo“ a „Amazon“. Změna se dotkne pouze konkrétního zařízení. Pokud je v rámci účtu ve skupině více zařízení, je nutné změnu provést na každém z nich zvlášť. (39) (40)

Podobně jako v případě Google asistenta pro plné odemknutí potenciálu Alexy jsou potřeba funkce. V případě Alexy je Amazon nazývá jako dovednosti (Skills). Mezi dovednostmi od Amazonu a akcemi od Googlu není v podstatě žádný rozdíl. Jedná se o funkce vytvořené převážně vývojáři třetích stran, které rozšiřují možnosti asistenta. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že obě společnosti mohou využívat k dosažení výsledků různé zdroje.

Například video na Youtube vyhledá a přehraje pouze Google asistent. Pro Alexu v současné době existuje přes 100 000 dovedností. (41)

Amazon Alexa obsahuje nástroj zvaný plány (Blueprints). Tento nástroj umožňuje vytvořit si vlastní dovednost bez nutnosti znalosti alespoň základů programování. Jedná se o sadu šablon, pomocí kterých si každý uživatel může vytvořit dovednost dle osobních preferencí. Podobnou službu nabízela i společnost Google pod jménem šablony (Templates). V dubnu 2021 tuto službu ukončila bez náhrady. (42) (43)

Alexa taktéž disponuje podporou služby IFTTT (If This Than That). Kromě přímé podpory výrobců chytrého příslušenství tato služba zajišťuje Alexe další nespočet kompatibilních zařízení. V počtu podporovaných zařízení jsou si Alexa a Google asistent téměř rovni. První místo se přiklání k asistentovi Amazonu a jeho podpoře bezdrátové Zigbee technologii integrované v některých modelech řady Echo. (44)

Stejně jako Google asistent umožňuje Alexa tvorbu tzv. rutin, které umožňují vyvolat sérii akcí na základě splnění podmínky. Google asistent je schopen aktivovat rutinu ve dvou případech. Jako podmínku je možné zvolit frázi, či konkrétní čas. Alexa umožňuje navíc reagovat na jiná propojená chytrá zařízení v domácnosti. Například lze vytvořit rutinu, která rozsvítí světla v momentě, kdy uživatel aktivuje čidlo pohybu. (44)

Alexa komunikuje v současné době v 8 jazycích a je schopna rozumět dvěma jazykům současně. Český jazyk není dostupný a není pravděpodobné, že bude v brzké době uveden. Klíčová služba Amazonu Polly, sloužící k převodu textu na mluvené slovo, podporuje 21 jazyků. Čeština mezi nimi není, což dává tušit, že se jí uživatelé jen tak nedočkají. (45) (46)

3.3.3.1 Historie asistenta

Roku 2007 společnost Amazon založila výzkumnou pobočku Amazon Lab126, která se věnovala především vývoji nových produktů pro spotřebitelský trh. Virtuální asistentka a její chytrý hlasový asistent byli označováni jako Projekt D. Projekt D byl vedlejším produktem Projektu C, který se ukázal jako slepá větev. Amazon nezveřejnil, čeho se projekt přesně týkal, ale z patentových přihlášek bylo patrné, že se snažil přijít s kompletní augmentovanou realitou pro spotřebitele. Zařízení mělo snímat pohyb a hlas uživatele, předvídat jeho potřeby a umožnit hlasem, gesty a pohyby ovládat domácnost. Po neúspěchu Projektu B (vlastní řada chytrých telefonů) byl Projekt C zastaven a jeho část, ovládání hlasem, pokračovala jako

Projekt D. Projekt hlasového ovládání se těšil podpoře prezidenta společnosti Jeffa Bezose, který v několika rozhovorech přiznal, že inspirací byl seriál Star Trek a jeho hlasem ovládaný počítač vesmírné lodi Enterprise. Sám Bezos je od dětství fanouškem tohoto seriálu. Původní předpoklad byl, že hlasové ovládání bude sloužit převážně k nákupům. Vývojáři nicméně časem zjistili, že jejich umělá inteligence má větší potenciál. (47) (48)

Virtuální asistentka Alexa byla poprvé představena veřejnosti v roce 2014 spolu s domácím hlasovým asistentem Echo. Jeff Bezos původně požadoval, aby se asistentka jmenovala Amazon a chytrý reproduktor Flash. Několik týdnů před oznámením na veřejnosti a uvedením do prodeje se vývojáři postavili proti těmto jménům. Jeff Bezos byl kritice otevřený. Hlasový asistent byl přejmenován na Echo a umělá inteligence dostala jméno Alexa, s možností změny oslovení na Amazon, Computer, nebo Echo. Jméno Alexa bylo zvoleno ze tří důvodů. První důvod byla jeho neobvyklost. Alexa nepatřila mezi často užívaná jména. Za druhé, písmeno X je pro umělou inteligenci snadněji rozpoznatelné než ostatní písmena. Třetí důvod je spíše symbolický, vzdává poctu největší knihovně starověku, Alexandrijské knihovně. (47) (49) (50)

3.3.4 Apple Siri

Umělá inteligence Siri společnosti Apple je druhým nejvíce rozšířeným virtuálním asistentem. Dle průzkumu webového portálu voicebot.ai z roku 2020 je Siri dostupná na více než 500 milionech zařízení a využívá ji pravidelně přibližně 375 milionů uživatelů. Asistentka Siri je plně integrovaná do operačního systému iOS a MacOS. Tudíž ji lze najít a používat na všech zařízeních společnosti Apple jako jsou mobilní telefony, tablety, chytrá nositelná elektronika a jiné. Integrace do systému iOS a MacOS umožňuje Siri plný přístup k aplikacím a různým službám na daném zařízení. Na rozdíl od konkurenčních asistentů, Google asistenta a Alexy, se Siri nenachází mimo ekosystém Applu a v budoucnosti není předpokládáno, že by se toto změnilo. (21) (51)

Obrázek 5 Apple Siri. Zdroj (104)



Podobně jako Google asistent lze se Siri komunikovat jak prostřednictvím hlasu, tak zadáváním textových povelů. Na rozdíl od Alexy a Google asistenta reaguje Siri pouze na jedinou aktivační frázi „Hey, Siri“. Tato fráze není změnitelná. Aktivaci lze rovněž provést pomocí příslušného tlačítka. Na starších generacích iPhone podržením domovského tlačítka (iPhone 6S a novější) a od iPhone X podržení tlačítka pro napájení (Power button). Řada

domácích hlasových asistentů od Apple HomePod disponuje aktivačním tlačítkem na vrchu zařízení. (52)

Alexa má své dovednosti (Skills) a rutiny. Google asistent má své akce (Actions), rutiny a zkratky (Shortcuts). Apple se rozhodnul všechny tyto funkce spojit do vlastní funkce zkratk (Shortcuts). Zároveň umožňuje vývojářům aplikací do svých produktů integrovat podporu zkratk. Funkce je podobná jako v případě Google asistenta, ale je mnohem robustnější a hlouběji provázaná s aplikacemi nainstalovanými na zařízení. V případě Google se jedná o jednoduché a jednoúčelové cesty, jak využít konkrétní funkci nějaké aplikace. Nabídka možností využití různých aplikací je pro Siri výrazně bohatší a je schopna tyto akce spojovat nejen pod jednu zkratku, ale zároveň propojovat i více zkratk do jedné. Příkladem může být jednoduchá zkratka, kdy Siri po obdržení hlasového povelu zkontroluje kalendář uživatele. V případě, že nalezne informaci o narození některého z kontaktů pro daný den, zašle gratulační zprávu.

Pro ovládání chytrých domácích zařízení využívá Siri systém Apple HomeKit. Jedná se o inteligentní platformu, pomocí které lze ovládat velké množství různých podporovaných zařízení. Platforma je dostupná pouze pro zařízení společnosti Apple. Tato zařízení jsou spojena pomocí uzlu (Hub). Apple nenabízí uzel jako samostatně prodejné zařízení. Jedná se o aplikaci využívající hardware jako například iPad, Apple TV či HomePod. Zároveň podporuje i připojení chytrých zařízení pomocí služby IFTTT stejně jako Alexa či Google asistent. (53)

V současné době zvládá Siri komunikaci v 21 jazycích. Čeština není v aktuálně dostupná. Dle informací webového portálu iphonehacks.com z konce roku 2020 nabízela společnost Apple volné pozice pro analyzátoři anotací jazyka mimo jiné i pro český jazyk. Lze předpokládat, že podobně jako u společnosti Google, je podpora českého jazyka pro asistentku plánovaná. (54) (45)

3.3.4.1 Historie asistenta

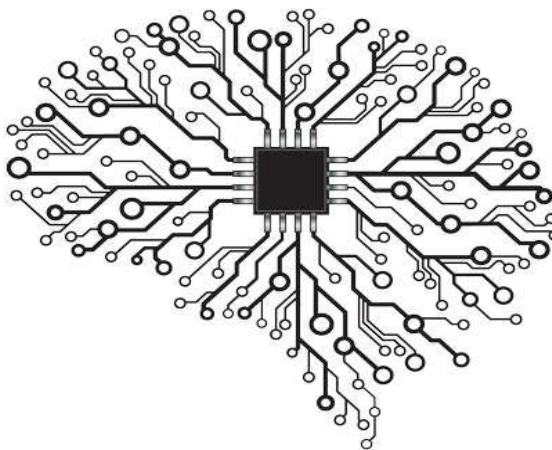
Kód Siri se začal psát už v roce 1993. Její vývoj probíhal ve společnosti SRI International jako vedlejší výzkum hlasové komunikace s technologií. V roce 2003 do projektu s grantem 22 milionů dolarů vstoupila americká armáda se zakázkou pro automatizaci a zefektivnění vojenského rozhodování PAL (Perceptive Assistants that Learn). Projekt byl nazván CALO (Cognitive Agent that Learns and Observes) a jeho výsledky jsou

americkou armádou využívány dodnes. V průběhu vývoje společnost SRI International založila v roce 2007 dceřinou společnost SIRI inc., která se věnovala právě vývoji umělé inteligence Siri. Její jméno bylo vybráno z dlouhého seznamu návrhů, kdy vývojáři hledali jméno nezvyklé, avšak znějící lidsky. Siri byla uvedena jako aplikace na App store v roce 2010. Její potencionál zaujal ředitele společnosti Apple Steva Jobse, který společnost SIRI inc. odkoupil za 200 miliónů dolarů. Již pod křídly Apple byla Siri uvedena v roce 2011 jako plně integrovaný asistent pro nový iPhone 4S. V pozdějších rozhovorech Apple potvrdil spekulaci, že ono „S“ v názvu telefonu skutečně znamenalo Siri. (55) (56) (57) (58)

3.4 Umělá inteligence

„Umělá inteligence je nauka zabývající se návrhem systémů řešících problémy, o kterých předpokládáme, že pro své řešení potřebují intelekt.“ (59 str. 11)

Obrázek 6 Umělá inteligence. Zdroj (60)



Slovní spojení umělá inteligence bývá ve světě skloňováno velmi často. Tento poměrně mladý obor zasahuje do široké škály jiných oborů a výrazně ovlivňuje životy lidí. Na každém kroku je možné se setkat s nějakou formou umělé inteligence. Na letištních kontrolách, v mobilních zařízeních nebo při online nákupu.

Je poměrně ironické při pohledu na umělou inteligenci, že zprvu velký problém, který byl považován za obtížný z hlediska řešení, není nakonec považován za výsledek umělé inteligence. V dnešní době lidé nepovažují za projevy umělé inteligence pračku, která rozpozná vhodný prací program, či digitální fotoaparát, který sám zaostří obličej. Nicméně

z počátku se jednalo o komplikované problémy s předpokladem, že pro jejich řešení nějaký intelekt potřeba je. Užívaná řešení velmi často vychází právě z vývoje umělé inteligence.

Výrobci rádi přidávají ke svým produktům přívlastek „s umělou inteligencí“. Otázkou zůstává, jsou tyto výrobky opravdu inteligentní? Je zmíněná pračka skutečně inteligentní, když rozpozná vhodný program? Jak inteligentní je autonomní vůz, který se dokáže sám pohybovat v městské dopravě? Skutečně přemýšlí o tom, co právě provádí? Odpovědí je, že ne. Ve skutečnosti se jedná o zařízení ovládané velmi sofistikovanými programy patřící do kategorie slabé umělé inteligence.

Slabá umělá inteligence je navrhována tak, aby budila dojem, že inteligencí oplývá. To neznamena, že nedokáže pracovat v předem neznámém prostředí nebo že by nemohla zvládnout svůj úkol lépe než člověk. Její působnost je však omezena na specifickou oblast a nedokáže své naprogramování překročit. Velmi známým příkladem tohoto omezení je umělá inteligence Watson. Watson byl naprogramován pro hru Jeopardy. Jedná se o vědomostní soutěž, ve které si soutěžící volí otázky a za správnou odpověď jsou odměňováni. V jednom případě Watson odpověděl na otázku chybně, i když ve své podstatě chybu neudělal. Na otázku z kategorie Města USA: „Město má největší letiště pojmenované po hrdinovi 2. světové války a druhé největší letiště pojmenované podle bitvy 2. světové války.“. Watson odpověděl Toronto v Kanadě. Správná odpověď byla Chicago. Podle nápovědy odpověděl správně, ale nevzal v úvahu kategorii otázky. Nebyl k tomu naprogramovaný. Chyba byla v jeho naprogramování a tu nemohl sám opravit. Podobně na tom jsou i jiné systémy. Robotický vysavač nikdy nenapadne odtlačit krabici, která blokuje návrat do nabíjecí stanice. Autonomní vůz nezavolá policii, když se v jeho zorném poli odehraje zločin. Ani jeden k tomu nebyl naprogramován.

Systém, který by byl schopen překročit své naprogramování se nazývá obecná umělá inteligence. Systém s touto inteligencí by byl schopen řešit libovolný problém, který mu jeho hardware umožní. Například robotický vysavač by rozeznal ležící krabici, odsunul jí, aby pod ní mohl vysát. Mezi základní vlastnosti takovýchto systémů by patřila schopnost se neustále zdokonalovat v již poznaném a učení se novému. Před obecnou inteligencí varují osobnosti jako je Bill Gates, Elon Musk nebo Stephen Hawking. Takováto inteligence předčí člověka ve všech činnostech a je schopná ho nahradit. Aktuálně neexistuje žádný systém obecné umělé inteligence.

3.4.1 Historie umělé inteligence

Obor umělé inteligence patří mezi hrstku těch, které znají počátek svého vzniku. I když se nejednalo o první myšlenku ohledně možné existence inteligentních strojů, je tento rok považován za zrození oboru. Roku 1956 se v americkém státě New Hampshire sešla skupinka vědců, aby několik týdnů diskutovala o nové oblasti vědění, kterou nazvali umělou inteligencí. O něco později se vědci snažili prosadit přesnější název výpočtová racionalita, ale pojem umělá inteligence se již vžil natolik, že se neujal. Na semináři se nevedly pouze teoretické diskuse, ale došlo i na představení prvních počítačových programů. Největší pozornosti se dostalo programu Logic Theorist, jehož funkcí bylo dokazování matematických vět. Program dokonce objevil důkaz jedné matematické věty, který byl elegantnější než ten stvořený člověkem.

Obor se těšil velké popularitě a vzbuzoval velká očekávání. S tím souvisela i počáteční ochota investic. Vznikaly systémy jako například GPS (General Problem Solver) nebo ANALOGY. Ten zvládal řešit problémy typu „X se má k Y stejně jako se má P k R“. Tedy klasické příklady pro test inteligence. Programátor Arthur Samuel napsal program pro hraní dámy. Program hrál lépe než jeho tvůrce a vyvrátil tak mýtus, že stroj nemůže překonat svého stvořitele. Vědci byli schopni postupně řešit problémy, které byly považovány za počítači neproveditelné. Všechny tyto umělé inteligence, ale měli jednu zásadní chybu. Při své činnosti se spoléhali na hrubou výpočetní sílu. Prozkoumali všechny možnosti a zvolili nejlepší. U jednoduchých problémů si vedli dobře. Velké úlohy, ale vedli k tzv. kombinatorické explozi, kdy s velikostí zadání roste i exponenciálně počet kombinací k prozkoumání. Stanford Research Institute, stojící mimo jiné za umělou inteligencí SIRI, vyvinul kolem roku 1970 robota, který byl pojmenován Shakey. Tento stroj byl prvním, který byl schopný uvažovat o svých akcích a sám plánovat jejich posloupnost. Pro přesun z místa A na místo B využíval nově navržený plánovací systém STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver). Jelikož množství možných kombinací cest by opět vedlo ke kombinatorické explozi, vyvinuli výzkumníci algoritmus A*, který dokázal eliminovat značné množství neefektivních řešení. Principy systému STRIPS a algoritmu A* se využívají dodnes a definovali směr vývoje oboru.

Na počátku 80. let 20. století započalo období označované jako zima umělé inteligence. Výsledky na polích výzkumu byly sice zajímavé, ale komerčně nevyužitelné, což vedlo k velkému omezení finančních prostředků pro další výzkum. Sponzoři požadovali, aby byly

výsledky výzkumu co nejrychleji uveditelné do praxe. Výsledkem byl vznik tzv. expertních systémů. Tyto systémy zvládaly řešit problémy v konkrétní oblasti podobně jako lidští experti. Populární expertní systémy byly například DENDRAL pro identifikace chemických sloučenin nebo MYCIN pro diagnózu infekce krve. Velkého úspěchu dosáhnul systém XCON vyvinutý na Carnegie Mellon University. Systém sloužil pro konfiguraci počítačů. Zákazník zvolil parametry spolu s požadavky a XCON navrhnul kompletní konfiguraci včetně dodavatelů. Expertní systémy opět přitáhly pozornost sponzorů a vládních institucí, které však nemělo dlouhého trvání. Možnosti expertních systémů se rychle vyčerpaly. Systémy využívaly technologie z 10 a více let starých výzkumů. Chyběly nové objevy. V 90. letech 20. století započala druhá zima umělé inteligence.

Po druhém zimním období se umělá inteligence stáhla do ústraní. Výzkum pokračoval nadále, ale většinou pod jinými jmény. Slovní spojení umělá inteligence nebylo pro potenciaální sponzory lákavé. Vědci se již nesoustředili na konkrétní produkt. Obor se rozdělil na menší části a výzkum šel více do hloubky. Začaly se ověřovat i starší teorie a postupy, na které ve své době nebyl dostatečně výkonný hardware. Přelomovým se stal rok 1997, kdy celosvětovou pozornost získala společnost IBM se svým systémem Deep Blue. Jednalo se o šachový program, který jako první dokázal porazit šachového velmistra Garryho Kasparova. Deep Blue nevyužíval žádnou novou přelomovou technologii. Využíval pouze svoji velikou hrubou výpočetní sílu. Jeho výkon mu dovolil propočítat 200 až 300 milionů možných tahů za sekundu. Jeho vítězství však pomohlo zviditelnit obor a oslovit i neobornou veřejnost.

Opravdový rozmach započal v 21. století. Dostupný výpočetní výkon a možnosti síťové komunikace umožnili učinit velké pokroky. Roku 2011 zvítězila umělá inteligence IBM Watson nad lidskými soupeři v populární televizní hře Jeopardy. V roce 2012 laboratoře Google provedli úspěšný pokus, kdy program dokázal na fotografii identifikovat kočku. K tomuto úspěchu bylo potřeba výkonu více než 16 000 procesorů. V roce 2016 dokázal program Alpha GO porazit mistra světa ve stolní hře GO. Nebyla zde využita hrubá výpočetní síla, jako v případě Deep Blue. V tomto případě je počet možných kombinací nesrovnatelně větší. Tento úspěch se dostavil zejména po změně základního paradigmatu, který existoval už od dob expertních systémů. Již nebylo účelem tvůrců stanovit pravidla, podle kterých se program rozhodne. Místo toho nechávají program, aby na řešení přišel sám. (59)

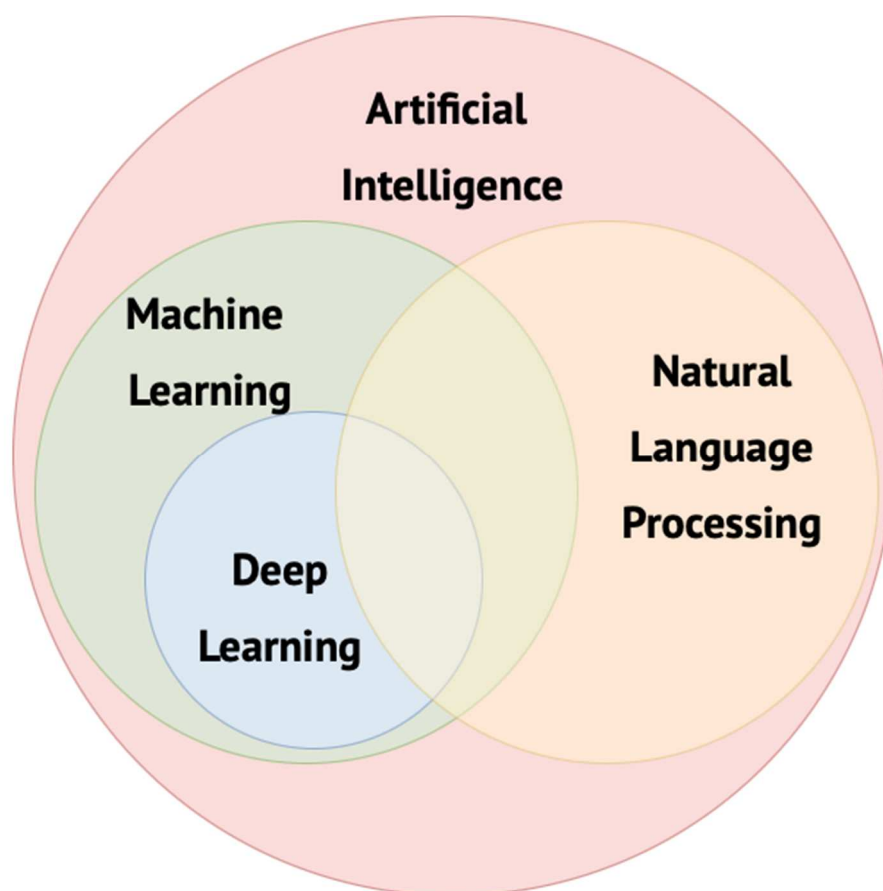
Z hlediska historie je důležité zmínit další dvě události. V roce 1954 navrhnul britský matematik Alan Mathison Turing tzv. Turingův test. Turingův test je imitační hra. Na jedné straně sedí člověk a na druhé straně umělá inteligence. Člověk neví, jestli jeho protějšek je další osoba, nebo program. Aby umělá inteligence prošla tímto testem musí přesvědčit člověka, že komunikuje s jinou osobou. (61) (59)

V roce 1964 vytvořil americký profesor MIT (Massachusettský technologický institut) Joseph Weizenbaum komunikační program Eliza. Eliza je často označována jako terapeutický komunikační bot. Její terapeutické schopnosti byly výsledkem velkého množství skriptů, které její tvůrce vytvořil. K překvapení samotného profesora Weizenbauma, mnoho lidí při komunikaci označilo Elizu jako živou osobu. Jedná se o první počítačový program, který prošel tzv. Turingovým testem. Tato skutečnost překvapila i samotného autora, jelikož původní záměr bylo dokázat, že komunikace mezi počítačem a člověkem může být pouze povrchního charakteru, bez hlubšího porozumění. (62)

3.4.2 Odvětví umělé inteligence

Umělá inteligence označuje simulaci lidské inteligence ve stroji, který je sestaven a naprogramován tak, aby napodoboval lidské chování. Základem všeho je program, který napodobuje lidský mozek. Podobně jako se mozek dělí na různé části, které mají na starosti rozhodování, koordinaci pohybu a jiné, dělí se i program umělé inteligence. V této části budou představeny tři důležitá odvětví oboru, která přímo souvisí s umělou inteligencí virtuálních asistentů.

Obrázek 7 Množiny a podmnožiny umělé inteligence. Zdroj (63)



3.4.2.1 Strojové učení

Strojové učení (Machine Learning) je podoborem umělé inteligence, který se zaměřuje na vývoj systému na základě učení se z dostupných dat. Umělá inteligence a strojové učení jsou často diskutovány společně, ale nelze je zaměňovat. Zatímco veškeré strojové učení je umělá inteligence, umělá inteligence není strojové učení.

Strojové učení pracuje s obrovským množstvím dat, která analyzuje, uspořádává do souvislostí a následně vyhodnocuje. Cílem je pochopení principů reálného světa. Tato metoda funguje na principu získávání zkušeností, které narůstají spolu s přísunem nových informací. Umělá inteligence se tak postupně naučí rozeznávat různé objekty. Může se pokusit rozeznat automobil od stromu a postupně si přiřazuje informace, čím jsou tyto dva objekty typické.

Využití strojového učení tkví v rozhodování. Dokáže zpracovat enormní množství dat a na jejich základě stanovit nejlepší výsledek. Své znalosti je schopno zdokonalovat i bez zásahu člověka. Samotné strojové učení však nedokáže výsledky nijak využít. Ty jsou poskytnuty umělé inteligenci, která je uvede do praxe.

Existují tři hlavní typy strojového učení, které bývají často kombinovány. Stroj se může učit s pomocí učitele, samostatně, nebo na základě zpětné vazby.

V případě učení pomocí učitele není smyslem poskytnout přesné pokyny, jak dosáhnout výsledku, ale definovat problém a zároveň i jeho správné řešení. Je již na umělé inteligenci samotné, aby si odvodila závěry, proč tomu tak je. S množstvím poskytnutých příkladů a správných řešení roste i následná úspěšnost. Zde je třeba upozornit, že toto pravidlo neplatí tak úplně.

Při zvolení metody učení bez učitele má program k dispozici data, ale nemá k dispozici žádné výsledky, podle kterých by určil správnost rozhodnutí. Program se snaží najít v datech podobné struktury, ty si následně označí a začne odlišovat od zbytku. Typickým učebním postupem je například vizualizace, kdy jsou podobné objekty umístěny blíže k sobě a odlišné naopak dále.

Zpětnovazebné učení funguje na principu, kdy program dojde k výsledku a je mu poskytnuta zpětná vazba o správnosti či omylu. Program tedy následně upraví rozhodovací procesy podle této zpětné vazby.

Častým problémem, který je nutné vyřešit, je tzv. přeučení. Takto se nazývá situace, kdy se stroj snaží být až příliš chytrý. Snadno se může stát, že z nasbíraných dat sestaví až příliš složitou a následně často nesplnitelnou podmínku pro správnou identifikaci. Najít správný poměr, kdy systém není ani příliš omezený, ani příliš přeplněný daty, patří mezi nejzásadnější úkoly programátora. (64) (65)

3.4.2.2 Hluboké učení

Hluboké učení (Deep Learning) je specifické rozšíření strojového učení. Podobně jako strojové učení se snaží pochopit principy reálného světa, avšak řeší více komplexní problémy a nedostatky při práci s daty. Pracuje s mnohem větším množstvím dat, které by strojové učení již nezvládlo zpracovat. Autonomní vozy musí například v reálném čase zpracovat obrovské množství informací. Podobně jako lidskému řidiči nestačí pouze znát dopravní předpisy a rozpoznávat značky. Musí umět zhodnotit situaci, rozpoznat chodce, překážky a jiné.

Ke své činnosti využívá hluboké učení vícevrstvé umělé neurální sítě, které jsou inspirovány architekturou lidského mozku. Lidský mozek se dá popsat jako rozlehlá

neuronová síť. Jednotlivé neurony jsou vzájemně propojeny a posílají si informace. Každý neuron může mít libovolně vstupů, ale pouze jeden výstup. Všechny neurony dostávají vstupní informace a podle vnitřního vyvažovacího systému poskytují výstupní signál dalšímu.

Každá umělá neuronová síť začíná s náhodně nastavenou hodnotou vah svých neuronů. Nevědí nic a musí se učit. Podobně jako se lidé učí ze zkušeností a jejich neuronová síť se přizpůsobuje, přizpůsobuje se i ta umělá.

Neurony jsou organizovány do vrstev. Základem je vstupní a výstupní vrstva. Mezi tyto vrstvy bývají obvykle vloženy i další skryté vrstvy. Tato struktura neumožňuje znát ani předvídat tok dat. Pozorovatel nemůže předem znát odpověď, ani zjistit, jak k ní umělá inteligence došla.

Umělá neuronová síť může být provozována na jednom počítači. Nicméně z povahy principu funkce je mnohem efektivnější, pokud činnost vykonává více procesorů zároveň. Paralelní architektura sítě umožňuje mnohem rychleji a efektivněji zpracovat více dat. (66)
(67)

3.4.2.3 Zpracování přirozeného jazyka

Zpracování přirozeného jazyka (Natural Language processing – NLP) je obor na pomezí lingvistiky, počítačové vědy a umělé inteligence, který se zabývá komunikací mezi lidmi a stroji. Velikou překážkou je přílišná komplikovanost přirozeného jazyka. Ač má lidská řeč daná pravidla, jsou mnohdy složitá, plná synonym, metafor a různých výjimek. Lidskému jedinci trvá osvojení přirozeného jazyka léta, program by měl v ideálním případě rozumět ihned.

Zatímco rodilým jazykem člověka je třeba čeština, angličtina nebo němčina, pro program je rodilým jazykem strojový kód. Pro většinu lidí je naprosto nesrozumitelný. Skládá se z nespočtu jedniček a nul, které vykonávají logické operace.

Zpracování přirozeného jazyka pomáhá umělé inteligenci porozumět datům přijatým hlasově nebo textově. Jeho úkolem je v prvé řadě:

- **Rozpoznávání řeči** – rozpoznat mluvené slovo a převést ho na text. Tento úkol je obzvláště náročný. Hlasy jsou různé, lidé mluví různou rychlostí, polykají koncovky, nehovoří spisovně atp..

- **Gramatické značkování** – proces identifikace kontextu užití slova ve větě. Některá slova mohou být zároveň podstatná jména i slovesa.
- **Rozlišení smyslu slova** – výběr významu vícevýznamového slova procesem sémantické analýzy, která určí nejpravděpodobnější záměr.
- **Rozpoznání jmenných entit** – rozlišení využitelných jmenných entit. Identifikace „Praha“ jako místo a „Karel“ jako jméno.
- **Řešení společného odkazu** – určení, zda dvě slova odkazují na stejnou entitu. Nejčastějším případem bývá kombinace osobního zájmena a jména v souvětí („on“ = „Karel“).
- **Analýza sentimentu** – identifikace subjektivních názorů, případně emocí mluvčího. Rozpoznání sarkasmu, podezřívání atp..
- **Generování přirozeného jazyka** – zformování odpovědi do hlasové zprávy či textu.

K těmto úkolům existují také dvě podmnožiny zpracování přirozeného jazyka. Porozumění přirozenému jazyku (Natural Language Understanding – NLU) a generování přirozeného jazyka (Natural Language generating – NLG).

NLU je podmnožinou zpracování přirozeného jazyka, které k určení významu věty využívá syntaktickou a sémantickou analýzu řeči nebo textu. Syntaxe analyzuje gramatickou strukturu věty, zatímco sémantika zkoumá její zamýšlený význam. NLU také stanoví datovou strukturu, která definuje vztahy mezi slovy a frázemi. Zatímco pro lidi je toto přirozené při rozhovorech nebo čtení textu, kombinace těchto analýz je pro umělou inteligenci nezbytná, aby stroj porozuměl zamýšlenému významu různých textů.

NLG je druhou podmnožinou zpracování přirozeného jazyka. Jedná se o proces vytváření textové odpovědi v přirozeném jazyce. Tento text lze následně převést do hlasového formátu pomocí služby převodu textu na řeč. NLG se zabývá rovněž možnostmi zkrácení zadaného textu při zachování informační integrity. (68) (69)

3.5 Vývoj hlavních řad domácích hlasových asistentů

Chytré reproduktory, které uživatelům zprostředkují možnost komunikace s virtuálním asistentem, se na trhu nabízejí již od roku 2014, kdy společnost Amazon uvedla prvního chytrého domácího asistenta Amazon Echo. Ve své podstatě jednoduché zařízení, které po připojení k internetu umožňovalo komunikovat v reálném čase se slabou umělou

inteligencí. Zatímco výrobci jako Amazon či Google naslouchají uživatelům svých zařízení, společnost Apple jde v tomto případě spíše opačnou cestou. Ne, že by kompletně ignorovala svou uživatelskou základnu a její přání, ale již jeden ze zakladatelů a zřejmě nejvýznamnější tvář této společnosti, Steve Jobs, prohlásil „*Zákazníci nevědí, co chtějí, dokud jim to neukážeme.*“ (70)

Všichni domácí hlasoví asistenti mají jedno společné. Jsou plně závislí na internetovém připojení. Pro plné využití možností hlasového asistenta je internet nepostradatelný. V naprosté většině případů je každý chytrý reproduktor vybaven integrovaným Wi-Fi modulem.

Tato část teoretické práce je věnována hlavním řadám hlasových asistentů jednotlivých výrobců. Autor práce považuje toto za důležité z hlediska ucelení obrazu o domácích hlasových asistentech. První generace asistentů byli často relativně nevhledné a příjem hlasu uživatele řešen nedostatečně. V průběhu let se se výrobci na tyto slabiny zaměřovali.

3.5.1 Řada Amazon Echo

Společnost Amazon distribuuje ve světě svou hlavní třídu pod názvem Echo. Svá budoucí vydaná zařízení v podobě nástupců označuje výrobce stejným názvem a pro odlišení těchto produktů využívá dodatečné označení v podobě čísla generací.

První domácí hlasový asistent pod názvem Amazon Echo byl uveden na trh v roce 2014. Pro svůj první produkt společnost Amazon zvolila vzhled podlouhlého válce. Uvnitř těla se nacházelo sedmidílné pole mikrofونů, schopné snímat zvuk z celého okolí, a funkční elektronika. Většinu těla zabíral 360stupňový reproduktor, schopný vysílat zvuk do širokého okolí. Technickou specifikaci tohoto zařízení tvořil procesor Texas Instruments DM3725

ARM Cortex-A8, který měl k dispozici 256 MB operační paměti LPDDR1, 4 GB úložného prostoru pro záznam zvuku a operační systém Fire OS, vyvinutým Amazonem na bázi Linuxu. Připojení k internetu a umělé inteligenci v cloudu bylo realizováno pomocí bezdrátové Wi-Fi technologie na frekvenci 2,4 GHz. V pozdějších revizích bylo připojení vylepšeno i na podporu pásma 5 GHz. Zařízení rovněž disponovalo možností připojení jiného

Obrázek 8 Amazon Echo. Zdroj (105)



zařízení pomocí technologie Bluetooth a umožňovalo tak přeměnit domácího hlasového asistenta na bezdrátový reproduktor. Na vrchní části těla chytrého reproduktoru se rovněž nacházela dvojice tlačítek sloužících k hardwarovému odpojení mikrofonu a aktivaci virtuální asistentky Alexy. Později zavedená dvojice tlačítek, která uživatelům slouží k ovládání hlasitosti, je v tomto modelu zastoupena otočnou vrchní částí zařízení. Otočením ve směru hodinových ručiček lze hlasitost zvýšit a proti směru hodinových ručiček snížit. Přítomen byl také – pro další chytré reproduktory Amazonu typický – světelný kruh, informující o nastavené hlasitosti, hardwarově odpojeném mikrofonu a dalších stavech zařízení. Ke svému prvnímu hlasovému asistentovi dodával Amazon i dálkové ovládání. Na něm se nacházela pouze čtveřice tlačítek společně s mikrofonem. Pomocí tlačítek bylo možné vypnout mikrofon, aktivovat virtuálního asistenta Alexu a snížit či zvýšit hlasitost přehrávání. Vestavěný mikrofon v těle ovladače umožňoval diktovat příkazy přímo ovladači, který je následně předal ke zpracování domácímu hlasovému asistentovi. Smyslem bylo umožnit uživateli pohodlné ovládání na delší vzdálenost, případně eliminovat horší citlivost mikrofonů reproduktoru při hlasité reprodukci hudby. Zařízení Amazon Echo 1. Gen se původně nabízelo exkluzivně předplatitelům služby Amazon Prime či vybraným zákazníkům. Až rok po svém uvedení se stalo volně dostupným široké veřejnosti. (71) (72) (73) (74)

V roce 2017 se objevil nástupce Amazon Echo, kterého výrobce pojmenoval jednoduše Amazon Echo (2nd generation). Dle názorů recenzentů i uživatelů se jednalo o mírné zklamání. Nejvíce byl tomuto nástupci prvního domácího hlasového asistenta vytýkán jeho malý přínos a vylepšení. Předchozí model byl často kritizován pro svůj vzhled a výšku. Černý nebo bílý plastový design způsoboval, že hlasový asistent špatně splýval s dalším vybavením domácnosti a zvyšoval tak nepříjemný pocit, že zařízení neustále poslouchá. Přílišná velikost zase bránila jeho umístění například do poličky v knihovně atp. Amazon tyto připomínky vyslyšel a domácí hlasový asistent druhé generace byl přibližně o třetinu menší, stále si držel tvar válce a namísto celoplastového těla zvolil umělou imitaci látky na většině povrchu. Ta byla navíc vyměnitelná za různé vzory, aby lépe splynula s okolím. I když si byl Amazon dobře vědom, že uživatelé kromě ovládání chytrých zařízení a kladení dotazů využívají jeho zařízení především ve spojení se streamovacími hudebními službami, nevyvinul pro kvalitnější reprodukci hudby žádné větší

Obrázek 9 Amazon Echo (2nd generation). Zdroj (106)



úsilí. Potenciální zákazníci se těšili na podporu technologie Dolby, která slibovala kvalitnější přehrávání zvuku, ale ve skutečnosti nebylo žádné výrazné zlepšení zaznamenáno. Naproti tomu vylepšení komunikace virtuální asistentky Alexy bylo přijato kladně. Díky výraznějším výškám bylo jejímu přednesu více rozumět, a to i za ztížených podmínek, jako například při hlasitě puštěné televizi, kdy její hlas již nesplýval s okolním zvukem. Amazon rovněž zařízení osadil druhou generací příjmových mikrofonů, které zlepšily reakce asistentky na její aktivaci. Tato skutečnost vedla k ukončení výroby příslušenství v podobě dálkového ovladače, který měl tento nedostatek u první generace vyvážit. Další obětí evoluce chytrého reproduktoru se stala otočná vrchní část sloužící u první generace pro regulaci hlasitosti. Nově byla k původní dvojici tlačítek na vrchní části zařízení – aktivace asistentky a hardwarové odpojení mikrofonu – přidána samostatná tlačítka pro snížení a zvýšení hlasitosti. Tento krok byl poměrně logický, jelikož naprostá většina interakcí s domácím hlasovým asistentem probíhá pomocí hlasu a uvedený otočný mechanismus je výrobně dražší než klasická tlačítka. Mezi další vylepšení lze zařadit přidání 3,5 mm audio konektoru a možnost propojit dvě zařízení Echo 2nd generation do páru. Díky audio konektoru bylo nyní možné, kromě příjmu audio signálu pomocí technologie Bluetooth, také připojit externí zařízení k reprodukci hudby. Spojení dvou zařízení Echo zase poskytlo stereo reprodukci zvuku a lepší hudební pokrytí většího prostoru. Zachován zůstal světelný kruh na vrchní části zařízení sloužící k informaci o stavu zařízení či aktuálně prováděných úkonech. I přes všechna uvedená vylepšení byl tento nástupce přijat spíše chladněji. Amazon zklamal v tom nejdůležitějším, vylepšení zvukového zážitku. I když si byl dobře vědom, že chytrý reproduktor je z velké části využíván právě k tomu, neučinil podle názoru uživatelů v této oblasti dostatečný pokrok. Velkým lákadlem pro kupující nakonec byla cena. Oproti svému předchůdci, kterého si společnost cenila na 180\$, byla jeho prodejní cena nového modelu přibližně o 40 % nižší. (75) (76) (77)

Roku 2019 byla uvedena na trh třetí generace domácího hlasového asistenta Amazon Echo (3rd generation). Oproti druhé generaci Echo byla ta třetí ještě menší, zato však lehce objemnější. Ovládací tlačítka pro snížení a zvýšení hlasitosti, odpojení mikrofonu a aktivaci virtuálního asistenta Alexy zůstala zachována na vrchní části zařízení. Stejně tak možnost využití Bluetooth pro příjem audio signálu a 3,5 mm audio výstup. Tělo přišlo o ostré hrany a vše je nově zaoblené. Tradiční světelný kruh, oznamující aktuální stav zařízení, zůstal zachován. Cena byla stanovena na původní úroveň Echo (2nd generation). (78) (79) (80)

Čtvrtá a zatím poslední generace Amazonu Echo byla vydána roku 2020. Přinesla zásadní změnu vzhledu a nové funkce. Novou řadu Amazon pojal již ne jako technologický doplněk domácnosti. Nová generace je prezentována jako stylový kus pokročilé technologie, která usnadní život. Tělo domácího hlasového asistenta prošlo zásadní změnou. Válcovitý tvar, na nějž byli uživatelé léta zvyklí, byl nahrazen tvarem koule, se zkosnou základnou. Zařízení je tak nyní opět o trochu menší než jeho předchůdce. Většina těla je potažena látkou a plastová tlačítka ovládající hlasitost, mikrofon a virtuální asistentku byla nahrazena novými tlačítky, která splývají s látkovým povrchem těla. Tradiční světelný kruh, informující o aktuálně prováděné akci, byl přemístěn k základně reproduktoru. Jako procesor je zde využit upravený čip MediaTek 2 GHz dual-core ARM, pojmenovaný Amazonem na AZ1 Neural Edge, který má k dispozici 4 GB LPDDR4 SDRAM. Procesor byl speciálně navržen pro urychlení obousměrné komunikace s Alexou. Vylepšena byla rovněž zvuková reprodukce. Oproti třetí generaci, která byla za svůj zvukový přednes chválena, přibyla nově dvojice výškových reproduktorů, které zajistily ještě kvalitnější reprodukci hudby. Zároveň došlo k vylepšení šíření zvuku v prostoru. Chytrý reproduktor nyní analyzuje akustiku při reprodukci a uzpůsobuje přehrávání své pozici v místnosti. Například rozlišuje, zdali se nachází uprostřed pokoje, či v rohu u stěny. Zkrátka nezůstalo ani ovládání chytré domácnosti. Řada Echo je poprvé vybavena rozbočovačem Zig-Bee. Ten sice byl již součástí modelové řady Echo Plus, nicméně v té době se jednalo o komponentu, která navyšovala cenu zařízení a nebyla příliš využitelná. Na trhu nebylo k dispozici tolik chytrých doplňků do domácnosti, které bylo možné využívat a propojit. V roce 2020 již byla nabídka bohatší, a tak se Amazon rozhodl rozbočovač opět přidat. Echo čtvrté generace podporuje také bezdrátovou technologii Amazon Sidewalk. Jedná se o bezdrátovou technologii sdružující do privátní sítě další zařízení, která tuto technologii podporují. V současné době se jedná převážně o chytrá zařízení (kamery, zámky a jiné) vyrobené přímo Amazonem. Výhodou této technologie je, že má větší dosah než klasická Wi-Fi síť, na které pak chytré doplňky nejsou závislé. Kromě vyšší bezpečnosti, kdy žádná data nejsou vysílána do internetu třetí straně, lze stále chytré doplňky využívat i v případě výpadku internetu. Samozřejmostí zůstalo zachování možnosti připojení přes Bluetooth a 3,5 mm audio výstup. (81) (82) (83) (84)

Obrázek 10 Amazon Echo (4th generation). Zdroj (107)



3.5.2 Řada Google Home/Max/Nest

Počet domácích hlasových asistentů vyrobených společnostmi Google nedosahuje zdaleka takového počtu jako u jeho největšího konkurenta v této oblasti, Amazonu. Zatímco Amazon za dobu svého působení na tomto trhu uvedl do prodeje již více než 20 modelů, Google se může aktuálně pochlubit počtem 8.

3.5.2.1 Google Home

Prvního domácího hlasového asistenta uvedla společnost Google na trhu v roce 2016. Po vzoru svého konkurenta zvolil i Google válcovitý tvar. Na rozdíl od Amazonu Echo byl však tento tvar tvořen zkoseným jehlanem o výšce 14,3 cm, který se u základny zužoval. Tělo bylo z větší části tvořeno z plastu. Asi třetina u základny byla kryta textilním výpletem, který byl vyměnitelný. Na výběr byla různá barevná provedení, která byla uživatelsky vyměnitelná. Uvnitř těla hlasového asistenta se nacházel reproduktor, který nebyl všesměrový. Zařízení mělo přesně specifikováno, kterým směrem má mířit pro šíření zvuku. Na rozdíl od Amazonu Echo, který disponoval všesměrovým mikrofonem tvořeným sedmi přijímači, obsahoval Google Home pouze dva mikrofony. Svou úlohu však plnily dobře a hlasový asistent nebyl kritizován za špatný příjem. Srdce chytrého reproduktoru tvořil procesor Marvell 88DE3006 Armada 1500 Mini Plus 1.2 GHz dual-core ARM Cortex-A7, který měl k dispozici 512 MB paměti Samsung K4B4G1646E-BYK0 B-Die DDR3 SDRAM. K internetovému připojení pro komunikaci s virtuálním asistentem v cloudu sloužil standard Wi-Fi 802.11ac. Google Home v době uvedení na trh sice obsahoval Bluetooth modul, byl však uzamčený čistě pro komunikaci s předem danými zařízeními. Nešlo ho volně využívat, například pro streamování hudby. Google tuto možnost odemknul až 9 měsíců po jeho uvedení. Na přední části reproduktoru se nacházelo hardwarové tlačítko k odpojení mikrofonu a stavová dioda, která oznamovala, zda je mikrofon aktivní či nikoli. Na vrchní část byla umístěna dotyková plošina, podsvícená soustavou diod. Při krouživém pohybu po plošině ve směru hodinových ručiček docházelo ke zvyšování hlasitosti. Obrácený pohyb zajišťoval naopak její snížení. Krátkodobý stisk dotykové plošiny aktivoval hlasového asistenta. (85) (86)

*Obrázek 11 Google Home.
Zdroj (108)*



3.5.2.2 Google Home Max

Google Home Max je nejrobustnější domácí hlasový asistent, který společnost Google doposud dodala na trh. Uveden byl v roce 2017 a jeho primární zaměření je poskytnout kvalitní zvukový zážitek. Jako procesor byl zvolen 1.5 GHz 64-bit quad-core ARM® Cortex™ A53. Do mohutného kvádrotvého těla o rozměrech 34 x 19 x 15 cm a hmotnosti 5,3 kg byly umístěny dva basové a dva výškové reproduktory, jejichž úkolem bylo zajistit nezkrášenou reprodukci zvuku i při vyšší hlasitosti. Tělo asistenta bylo vyrobeno z tvrzeného plastu a přední část pokryta síťovinou. Na zadní straně umístěný mechanický přepínač stavu umožňoval elektricky odpojit mikrofon. Home Max byl vybaven třemi konektory. První sloužil k napájení zařízení. Druhý USB-C konektor umožňoval nabíjení externího zařízení, například mobilního telefonu, přičemž zároveň přes patřičnou redukci umožňoval připojení chytrého reproduktoru k internetu pomocí síťového kabelu. Jedná se také o první zařízení, kde Google integroval 3,5 mm audio konektor k přehrávání hudby z externího zdroje. Přední strana byla osazena čtveřicí informativních diod, které informovaly a aktuálním stavu a činnosti hlasového asistenta. Na vrchní části chytrého reproduktoru vpředu bylo umístěno podélné kapacitní dotykové tlačítko. Dotyk na středu umožnil zastavit či pokračovat v přehrávání a přejetí prstem z jedné strany na druhou bylo určeno k regulaci hlasitosti. O zachycení aktivační fráze se starala šestice mikrofونů. Home Max umožňoval i reprodukci hudby přes Bluetooth. (87) (88)

Obrázek 12 Google Home Max. Zdroj (109)



3.5.2.3 Google Nest Audio

Posledním typem zařízení, které společnost Google uvedla za dobu svého působení na trhu domácích hlasových asistentů, je Google Nest Audio. Společnost tento model uvedla na trh koncem roku 2020. Google v jeho případě zvolil zcela nový tvar těla zaobleného kvádrů bez ostrých hran. Na výšku měří 17,5 cm a je kompletně potažený textilíí. Na přední straně je umístěn přepínač pro elektrické odpojení mikrofону spolu se čtveřicí diod informující uživatele o aktuálním stavu či prováděné akci. Na vrchní části se nachází trojice kapacitních tlačítek, ukrytých pod

Obrázek 13 Google Nest Audio. Zdroj (110)



textilií, a to vpravo, vlevo a uprostřed. Krajiní tlačítka slouží k regulaci hlasitosti a prostřední k interakci. Například jím lze zastavit aktuálně přehrávanou skladbu. O chod zařízení se stará stejný procesor jako v případě Google Nest Mini, tedy Synaptics AS370 A1, speciálně navržený pro výpočty vyžadované algoritmy strojového učení. Procesor má k dispozici 8 GB DDR3 paměti. Nejvíce prostoru v těle chytrého asistenta zabírá výkonný reproduktor, který je až o 70 % výkonnější než u Google Home. Na rozdíl od jiných domácích hlasových asistentů, kteří při přehrávání analyzují okolní prostředí a upravují podle toho zvukové vlastnosti, má Nest Audio v paměti uloženo přibližně 2.500 zvukových profilů. Ty se aplikují podle umístění reproduktoru, aby byl poskytnut co nejkvalitnější hudební zážitek. Nest Audio nedisponuje 3,5 mm audio vstupem. Je nicméně možné, aby přijímal hudbu z externího zdroje přes Bluetooth. Oproti Google Home se dvěma mikrofony se o správné zaznamenání vyslovené aktivační fráze dělí mikrofony tři. (89) (90)

3.5.3 Řada Apple HomePod

Společnost Apple uvedla na trh svého prvního domácího asistenta v roce 2018, tedy s několikaletým zpožděním oproti svým hlavním rivalům, Amazonu a Googlu. S vývojem hlasového asistenta započala již v roce 2012. Apple doposud vydal pouze dva domácí asistenty, což se oproti osmi asistentům od Google a více než dvaceti od Amazonu jeví jako zanedbatelné množství. U této společnosti však nikdy nešlo o kvantitu. Její zařízení fungují ve vlastním ekosystému, často přinášejí zajímavé funkce a nebojí se inovovat.

3.5.3.1 Apple HomePod

Apple HomePod byl uveden na trh v roce 2018, po 6 letech vývoje. Zařízení mělo tvar širokého válce o rozměrech 17,2 x 14,2 cm a kromě základny a vrchní části bylo pokryto textilií. Těsně u základny se nacházel jediný otvor pro připojení napájení. Vrchol byl zarovnaný a přikrytý neprůhledným plastem, pod kterým byla umístěna síť stavových diod. Ty vytvářely různé animace informujících uživatele o stavu nebo aktuální činnosti zařízení. Vrchní strana byla zároveň dotyková. Umožňovala úpravu hlasitosti, pozastavení přehrávání či aktivaci asistentky Siri. Fyzický přepínač pro elektrické odpojení mikrofonu, které využívají asistenti od společností Amazon a Gogole, zde není. Mikrofony je možné vypnout pouze softwarově povelom nebo v aplikaci Apple Home. Nejvíce prostoru

Obrázek 14 Apple HomePod.
Zdroj (111)



v těle hlasového asistenta zabírá reproduktorová soustava. Zařízení bylo primárně navrženo k reprodukci hudby. Výsledkem šestiletého vývoje je netradiční uspořádání basového a výškových reproduktorů. Výškové reproduktory byly umístěny k základně a teprve nad nimi byl umístěn reproduktor basový, tedy přesný opak tradičního uspořádání ve většině podobných zařízení. O zachycení aktivační fráze se starala šestice mikrofonů. Zařízení je osazeno procesorem Apple A8 1,4 GHz 64bit, původně vyvinutým pro iPhone 6 v roce 2014. I když v době vydání hlasového asistenta byl procesor čtyři roky starý, poskytoval více než dostatek výpočetní síly pro podobné zařízení. Jeho výkon byl využíván hlavně pro funkce virtuální asistentky Siri, ale také k analýze přehrávané hudby. HomePod byl vybaven akcelerometrem a v případě, že zaznamenal pohyb, začal analyzovat okolní prostředí při přehrávání. Následně upravil reprodukci tak, aby nejlépe vyhovovala aktuálnímu umístění zařízení. Chytrý reproduktor byl vybaven i technologií Bluetooth, nešlo ji však využívat k připojení externího zařízení podle vůle uživatele. Funkce Bluetooth byla omezena na připojování chytrých zařízení patřících do rodiny Apple Homekit. HomePod disponoval zajímavou funkcí, kdy jednoduchým přiložením telefonu s operačním systémem iOS 11.4 a výše dojde k automatickému přepnutí přehrávání zvuku z telefonu na chytrý reproduktor a opačně. Pokud tedy aktuálně telefon přehrává hudbu, jeho přiložením k vrchní části hlasového asistenta dojde k přepnutí reprodukce právě na asistenta. V případě, že se jedná o podporovanou službu Apple, například Apple Music, následnou reprodukci obstará plně asistent sám. Pokud by uživatel přehrával například soubor MP3, bude audio vysíláno z telefonu do chytrého reproduktoru pomocí bezdrátové Wi-Fi technologie AirPlay 2. HomePod umí fungovat jako hub pro ostatní zařízení kompatibilní s Apple Home. Má integrovanou funkci Apple HomeKit Hub. Pomocí technologie AirPlay 2 dokáže propojit a ovládat další kompatibilní zařízení i v případě výpadku internetového připojení. Pokud uživatel například vlastní dva hlasové asistenty HomePod, lze je rovněž pomocí této technologie propojit a umocnit tak zvukový zážitek. V březnu 2021 společnost Apple ukončila výrobu tohoto hlasového asistenta bez náhrady. (91) (92) (93)

3.5.3.2 Apple HomePod mini

V roce 2020 byl na trh uveden nový domácí hlasový asistent HomePod mini. Asistent doznal několika změn a některých vylepšení. V první řadě došlo ke kompletní změně vzhledu. Místo oblého válce společnost Apple

Obrázek 15 Apple HomePod mini. Zdroj (112)



zvolila tvar koule menší velikosti se zkoseným podstavcem a vrcholem. Chytrý reproduktor nyní měřil na výšku 8,4 x 9,8 cm. Celé tělo kromě základny a vrchní části pokrývá úplet. Na těle u základny zůstal zachován jediný konektor pro přívod elektrické energie. Vrchní část, stejně jako u modelu HomePod, tvořila dotyková plocha se sítí stavových diod. Pomocí dotykových gest lze ovládat hlasitost, přehrávání skladeb nebo aktivovat virtuální asistentku. Nejvíce vnitřního prostoru zabírá reproduktorová soustava, tvořená jedním reproduktorem a dvěma pasivními basovými zářiči. Jako procesor byl zvolen čip Apple S5 64bit Dual Core, původně vyvinutý pro chytré hodinky Apple Watch Series 5. Funkce Bluetooth je podobně jako u HomePodu určena pouze ke komunikaci mezi zařízeními v rámci rodiny Apple HomeKit. Mezi nové zajímavé funkce, které přinesl HomePod mini, patří možnost odeslání hlasové zprávy na jiné propojené zařízení Apple v domácnosti (po aktualizaci umožněno i na Apple HomePod) a integrace čipu U1. Čip U1 slouží ke zjištění polohy jiného zařízení v okolí, které je taktéž tímto čipem osazeno. Technologie funguje na principu, kdy jedno zařízení vyšle signál a podle rychlosti návratu vypočítá jeho vzdálenost a rovněž rozezná směr, odkud se signál vrátil. Této možnosti je využito pro tzv. funkci Handoff. Funkce funguje téměř identicky jako přiblížení zařízení iPhone k HomePodu. Pokud iPhone přehrává hudbu, dojde k přenesení činnosti na chytrý reproduktor. Rozdílem je, že díky využití čipu U1 není nutné telefon přiblížit pouze k vrchní části domácího asistenta, ale stačí k jakémoliv jeho části. Rovněž odezva je znatelně rychlejší. Čip U1 v tomto směru nahrazuje zastarávající technologii Bluetooth. (94) (95) (96)

4 Vlastní zpracování

V předchozích částech byli charakterizováni chytrí domácí hlasoví asistenti, umělá inteligence a bylo provedeno seznámení s důležitými podoborými oboru umělá inteligence. Všechna tato vědní a technologická odvětví se neustále vyvíjí. Pro hlasového asistenta je umělá inteligence běžící v cloudu neoddelitelnou součástí, bez níž asistent nemůže fungovat. Schopnosti asistentů jsou pravidelně rozšiřovány a zdokonalovány. Většina těchto vylepšení se neprojevuje ohlášením nové funkce, ale zdokonalením stávajících. Každý virtuální asistent je v jádru program, komplikovaný a velmi obsáhlý.

Praktická část zkoumá různé pohledy na hlasové asistenty, jejich možnosti a využití. Bylo provedeno pozorování domácích hlasových asistentů z hlediska intuitivnosti, používání a správného plnění příkazů uživatele. Od každého výrobce byl zvolen odpovídající produkt a umístěn do domácnosti po průměrnou dobu 5 měsíců. Tedy tři domácí hlasoví asistenti po jednom umístění do domácností o dvou členech. Od výrobce Amazon byl zvolen produkt Amazon Echo (4th generation), od výrobce Google zařízení Google Nest Audio a od výrobce Apple model Apple HomePod mini. Získané informace ohledně užívání byly analyzovány a porovnány. Jelikož se autor této práce nachází v jazykově nepodporované zemi, testování, analýza a výzkum se soustředí také na tuto skutečnost. Vyhodnocuje se zároveň, zdali i v jazykově nepodporované zemi dokáže asistent být užitečným pomocníkem.

4.1 Registrace a nastavení zařízení

Aby bylo možné využívat chytrého domácího asistenta, je nutné mít uživatelský účet a nainstalovanou doprovodnou aplikaci v mobilním zařízení. Tato aplikace slouží jako můstek mezi uživatelem a umělou inteligencí, běžící v cloudu. Uchovává veškerou konfiguraci a nastavení nejen pro chytrý reproduktor, ale i další připojená zařízení. Právě zde uživatel konfiguruje virtuální model své domácnosti. Rozděluje jednotlivá zařízení do virtuálních místností podle reality, nastavuje rutiny (sled akcí vyvolaných například aktivací hlasem), instaluje další rozšíření pro svého asistenta a mnoho dalšího. Proces a složitost této akce se u každého výrobce liší.

4.1.1 Asistent Google

Pro konfiguraci chytrého domácího asistenta Google Home Nest bylo zapotřebí nainstalovat do mobilního telefonu aplikaci Google Home. Aplikace byla nainstalována

na mobilní telefon značky Samsung Galaxy S8+ Duo, Android verze 9.0. Pro přihlášení do této aplikace je zapotřebí mít u společnosti Google zřízený účet ve formě emailové adresy. Využit byl aktivní účet uživatele, aby bylo dosaženo co nepřesnějšího nastavení na základě informací, které účet obsahuje. Jedná se především o automatické připojení kalendáře a poštovního účtu. Google Nest Home se po prvním zapnutí automaticky přepnul do režimu vyhledávání, kdy očekával kontakt od konfigurační aplikace. Následné připojení domácího hlasového asistenta bylo provedeno v nastavení Google Home. Prvotní kontakt chytrého reproduktoru a aplikace probíhal prostřednictvím technologie Bluetooth. Po připojení domácího hlasového asistenta k aplikaci následovala série dodatečných nastavení. Bylo nutné sdělit, v jaké místnosti se chytrý reproduktor nachází, zvolit Wi-Fi síť včetně hesla, vybrat si z nabízených komunikačních jazyků, a hlavně vytvořit hlasový vzor, tzv. „Voice Match“. Aplikaci byl na základě výzvy předříkán zobrazený text, což vedlo k uložení hlasového vzoru. Tato skutečnost má za následek, že zařízení je schopné přesněji reagovat na aktivační frázi a zároveň umožní personifikovat odpovědi na povely. V případě povelu „Hey Google, what is my next appointment“ bude zjištěna nejbližší v kalendáři naplánovaná událost uživatele, který se dožaduje akce. Domácí hlasový asistent dokáže uložit a rozeznat 6 různých hlasových vzorů. Následují poslední tři položky nastavení, kde bylo potřeba vyplnit preferovanou streamovací službu pro hudbu, on-line rádio a možnost konfigurace hlasového hovoru po internetu pomocí služby Google Duo.

4.1.2 Amazon Alexa

Pro instalaci aplikace Amazon Alexa potřebné k připojení a konfiguraci chytrého domácího asistenta Amazon Echo (4th generation) bylo využito mobilní zařízení Apple Ipad (3rd generation). Aplikace obdobně jako Google Home vyžaduje, aby uživatel měl aktivní účet. Zde u společnosti Amazon. Po přihlášení pomocí nově vytvořeného účtu byl započat proces párování chytrého domácího asistenta s aplikací. Domácí asistent byl nastaven do režimu vyhledávání dle pokynů v přiloženém papírovém manuálu. V aplikaci v záložce „devices“ bylo započato hledání nového zařízení. Po úspěšném spárování následovala série dotazů. Aplikace Amazon Alexa se dožadovala zvolení potřebné Wi-Fi sítě, místnosti, kde je chytrý reproduktor umístěn, a adresy, kde se asistent nachází. Adresa je využívána jako výchozí bod v případě dotazu na počasí, dopravu a další. Následná poslední položka se dotazuje uživatele, zdali si přeje nastavit chytrou domácnost. Tento krok byl vynechán a další konfigurace chytré domácnosti provedena později.

4.1.3 Apple Siri

Konfigurace a připojení domácího hlasového asistenta Apple HomePod mini byla provedena na telefonním přístroji Apple iPhone 12 Mini. Několik sekund po zapnutí chytrého reproduktoru začal aktivně vyhledávat nejbližší dostupné zařízení s operačním systémem iOS. Podobně jako domácí asistenti Google Nest Audio a Alexa Echo (4th generation) vyžaduje i tento ke své konfiguraci účet (zde Apple ID) a aplikaci. V tomto případě Apple Home App. Na její nepřítomnost konfigurační proces upozornil a nabídnul možnost instalace. Po nainstalování aplikace opět následovala série konfiguračních dotazů potřebných ke spárování. Aplikaci bylo sděleno, ve které místnosti je chytrý reproduktor umístěn, nahrán hlasový vzor pro snadnější rozeznání aktivační fráze a povolen přístup k osobním údajům v telefonu (zprávy, kontakty a jiné). Následoval schvalovací požadavek, aby asistent k dotazům, které souvisí s polohou uživatele, mohl využívat polohu mobilního telefonu. Poslední konfigurační dotaz nabízel možnost sdílení nastavení dat konkrétních aplikací s hlasovým asistentem. Zde se jedná hlavně o přístup k účtu hudební streamovací služby, a pokud již byla využívána virtuální asistentka Siri na uživatelově Apple ID v minulosti, přístup k datům, aby bylo možné, co nejlépe uzpůsobit odpovědi na případné povely a dotazy profilu uživatele. Přístup byl udělen. Po této konfiguraci začala vrchní plocha chytrého reproduktoru, kde je umístěna sada notifikačních diod, světelně pulzovat. Telefon vyzval k nasnímání vrchní plochy fotoaparátem telefonu. Po splnění požadavku byl konfigurační proces dokončen.

4.2 Analýza současného vývojového stavu hlasových asistentů

Primárním prostředkem komunikace s domácím hlasovým asistentem je hlas. Je důležité, aby dokázal porozumět povelu a správně ho splnit. Všichni tři hlasoví asistenti byli podrobeni testu složeného z 240 předpřipravených otázek. Otázky byly rozděleny do osmi kategorií, které dle autora této práce, pokrývají nejčastěji žádané funkce těchto asistentů. Kritéria hodnocení byla, zdali hlasový asistent porozuměl položené otázce či příkazu, a zda dokázal správně zodpovědět či provést příkaz. Cílem tohoto testování je získat informace o schopnostech asistenta, jeho možnostech v jazykově nepodporované zemi a o tom, v jakém stavu je vývoj těchto zařízení. Jednotlivé kategorie byly sestaveny tak, aby bylo pokryto široké spektrum činností, které je hlasový asistent ve spojení s umělou inteligencí v cloudu schopen vykonávat.

První kategorie otázek se zaměřila na získávání lokálních informací z okolí. Tato služba se nazývá „Local Business Data“. Asistenti byli dotazováni, aby našli například nejbližší obchod s konkrétním zbožím, restauraci či prostor pro volnočasovou aktivitu.

Druhou kategorií tvořily příkazy, které ve spolupráci s hudební streamovací službou testovaly hlasového asistenta, zdali je schopen poskytnout bezproblémový a pohodlný zážitek při poslechu oblíbené hudby či mluveného slova. Pro asistenty od společností Amazon a Google byla pro testovací účely využita hudební streamovací služba Spotify a pro asistenta od společnosti Apple byla jako hudební streamovací služba zvolena Apple Music. Důvodem pro netestování hlasového asistenta společnosti Apple na stejné službě je, že tato služba není pro tohoto asistenta podporovaná. Služba Spotify byla zvolena jako celosvětově nejvyužívanější hudební streamovací platforma, jak dokládá internetový zdroj. (97)

Třetí kategorií tvořila nejpočetnější skupina jak všeobecných otázek, tak otázek majících za úkol získat konkrétní aktuální informaci. Dotazy testovaly hlasové asistenty, zdali dokáží nalézt relevantní odpověď na vědomostní otázky ze světa, historie, zvířecí říše a jiných témat. Zároveň bylo zkoušeno dohledávání aktuálních informací o počasí či místním nebo světovém čase.

Čtvrtá kategorie se nezaměřovala na získávání informací z internetu, ale na plnění hlasových povelů za účelem vykonání akce. Testováno bylo ovládání chytré domácnosti. Testovanými chytrými zařízeními ovládanými pomocí hlasových asistentů byly sada chytrého osvětlení Phillips Hue, dvojice chytrých zásuvek TP-Link Tapo P100 a rozbočovač elektrické energie PowerCube Extended SmartHome. Sadu pro chytré osvětlení tvořily tři LED žárovky Color Ambiance 9 W E27 a dvě stolní lampy Philips Hue GO v2. Všechna světla byla propojena pomocí Philips Hue Bridge 2.0.

Ověření různých možností, jak upozornit uživatele upomínkou na nějakou událost po uplynutí určitého času, bylo cílem páté kategorie testovacích povelů. Jednotlivé povely se soustředily na označení konkrétního bodu v budoucnu, kdy hlasový asistent uživatele v určený čas upozornil prostým zvukovým signálem či názvem dané upomínky.

Následující šestou kategorií tvořila série povelů, které měly přikázat hlasovému asistentovi, aby přečetl či vybral zprávy nebo se pokusil navázat telefonické spojení s konkrétní osobou ze seznamu kontaktů ze spárovaného telefonu.

Předposlední kategorie povelů byla sestavena za účelem vyzkoušení tvorby seznamu s konkrétním jménem a následné vkládání položek na tento seznam, jeho čtení a odebírání konkrétních položek.

Poslední kategorii tvoří obtížně zodpověditelné otázky. Tyto otázky byly koncipovány tak, aby neumožňovaly jednoduché nalezení odpovědí. Ve většině případů je otázka složena ze dvou zdánlivě nesouvisejících podmětů a umělá inteligence v cloudu musí zjistit, zda mají nebo mohou mít nějaký vztah. Ke správné odpovědi je často nutné čerpat z více zdrojů. Hledání odpovědí na otázky bylo sice předmětem třetí kategorie, ale zde jsou kladeny mnohem větší nároky na umělou inteligenci jako takovou. Cílem bylo vyzkoušet, jestli je virtuální asistent schopen propojit dvě nesouvisející fakta a vyvodit z tohoto propojení patřičné výsledky.

Testování probíhalo v tiché místnosti, aby byl pro domácího hlasového asistenta zajištěn nerušený příjem. Zařízení samotné bylo umístěno přibližně do středu místnosti a každá aktivace provedena vyslovením aktivační fráze.

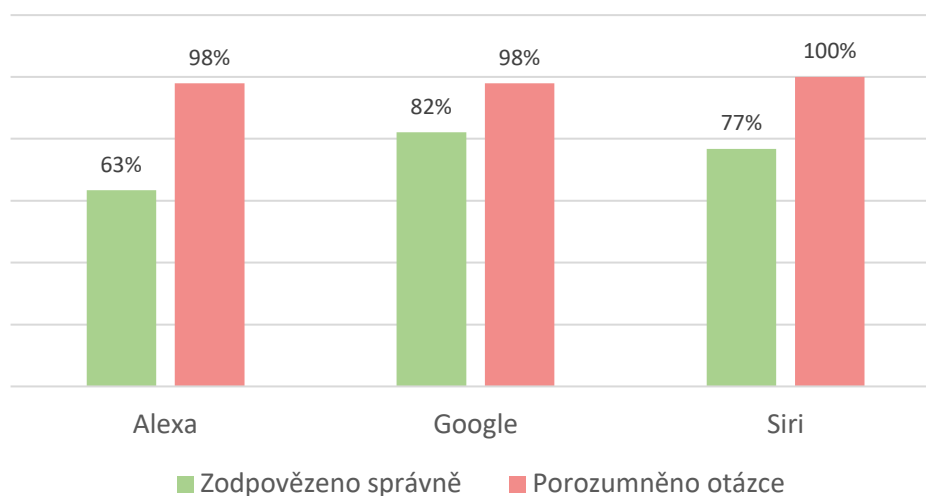
4.2.1 Analýza výsledků

Následující dvě tabulky zachycují obecný přehled úspěšnosti jednotlivých asistentů podrobených testu složeného z 240 otázek či povelů. Tyto výsledky byly nejprve zhodnoceny obecně a následně analyzovány podrobněji.

Tabulka 1: Obecné výsledky komunikace

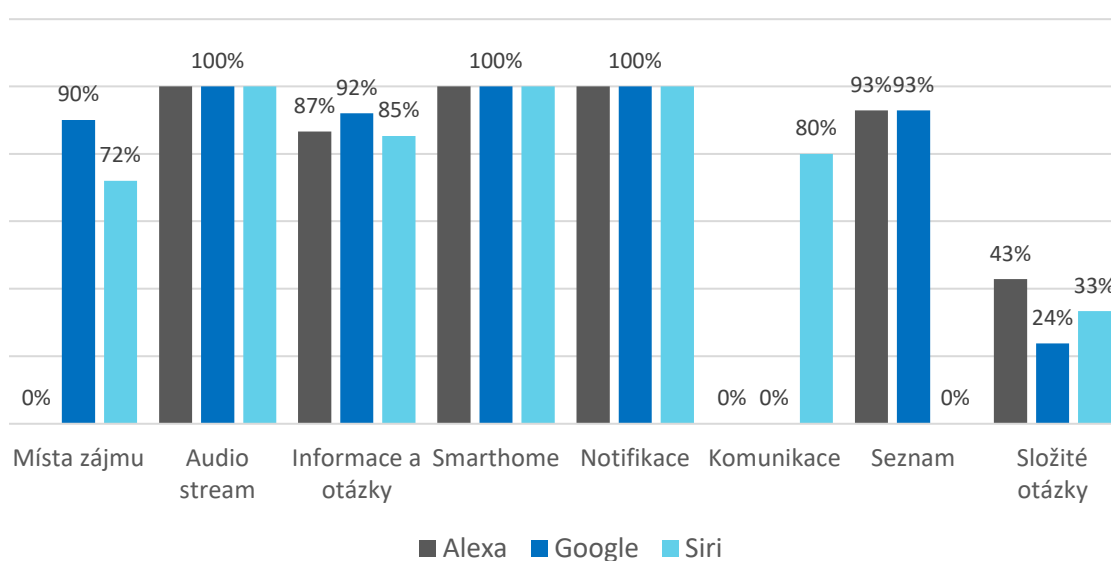
	Zodpovězeno / provedeno správně	Porozuměno otázce / příkazu
Alexa	152	235
Google	197	235
Apple	184	240

Tabulka 2: Statistika správných odpovědí a porozumění asistenty



Z výsledků testu je patrné, že nejlépe si vedl hlasový asistent od společnosti Google. Z 240 položených otázek a příkazů dokázal 82 % správně zodpovědět či provést požadovanou akci. Chytrý asistent od výrobce Amazon zvládnul celkově 63 % požadovaných akcí či otázek. Hlasový asistent společnosti Apple porozuměl a snažil se zodpovědět či provést všech 240 otázek a příkazů se 77 % úspěšností. Asistenti společností Amazon a Google zároveň na 5 otázek odpověděli, že nerozumí. Z této prvotní analýzy by se mohlo zdát, že asistent Google dominuje nad svými konkurenty. Nicméně podrobnější analýza ukázala, že pro přesnější stanovení závěru je potřeba hlubší rozbor získaných dat.

Tabulka 3: Podrobná analýza zodpovězených otázek a příkazů



Byla provedena podrobnější analýza výsledků testování, která ukázala jednotlivé přednosti a slabiny při plnění požadovaných úkolů jednotlivých chytrých domácích hlasových asistentů. Z výše uvedeného grafu je patrné, že vítěz obecného srovnání, Google, nedomnuje nad svými konkurenty ve všech oblastech. Zároveň existují kategorie, kde někteří asistenti zcela propadli. Tedy nebyli schopni úkol vykonat. Danou funkci konkrétní asistent buďto neovládá, nebo není dostupná v České republice. Cílem této analýzy bylo odhalit právě tuto skutečnost. V jaké kvalitě je schopen hlasový asistent tyto služby poskytnout, a zda fungují v prostředí České republiky.

V kategorii, kde měli všichni asistenti vyhledat bod zájmu či nějakou službu v okolí, jednoznačně zvítězil domácí asistent společnosti Google. Chytrý asistent od Amazonu naopak tuto službu v České republice nepodporuje, a tak poskytl nulové výsledky. Tato skutečnost je dána tím, že každý asistent využívá jinou databázi pro získávání výsledků. Vyhledávací algoritmus společnosti Google využívá data z jiné služby Googlu. Konkrétně Google My Business. Tato služba je volně dostupná všem podnikatelským subjektům, kteří mohou svou obchodní činnost zanést do databáze a usnadnit tak potenciálním klientům své nalezení ve vyhledávacích, mapách Google atp. Konkurenční asistent od společnosti Apple využívá vlastní databázi Apple Maps Connect a Amazon databázi údajů od společnosti Yelp. Tato služba je rozšířená v zahraničí, avšak v České republice v podstatě není využívána. Z tohoto důvodu nedokázala virtuální asistentka Alexa prostřednictvím chytrého domácího asistenta poskytnout žádný údaj související s nalezením restaurace, obchodu či jiného bodu zájmu v okolí. Tuto skutečnost autor práce nemohl podložit výzkumem a odkazuje se na internetový zdroj. (98)

V následující druhé kategorii poskytli všichni tři hlasoví asistenti nejlepší možné výsledky v oblasti funkce přehrávání hudby či mluveného slova. Přístroj je pro tuto funkci z velké části navržený a ani jeden asistent neselhal při provádění žádného z povelů týkajících se vyhledání, přehrání nebo ovládání zvukových projevů.

Třetí kategorii, v níž měli jednotliví domácí hlasoví asistenti zodpovědět otázku ze všeobecných znalostí nebo dohledat požadovanou informaci, nezvládl dokonale žádný z nich. Největší úspěch zde sice zaznamenal hlasový asistent od společnosti Google, který správně zodpověděl 92 % položených dotazů, avšak asistenti společnosti Amazon a Apple zaostávali pouze v jednotkách procent. Během testování v této kategorii bylo zjištěno, že zatímco asistenti Google a Alexa se snaží odpovídat hlasovým přednesem, kdy buďto citují

konkrétní pasáž nalezené informace na webu, nebo sestaví odpověď z nalezených informací, asistentka Siri si občas vypomáhá zasláním webových odkazů na uživatelské mobilní zařízení. Daný webový článek téměř vždy obsahoval požadovanou informaci, ale bylo nutné ji získat hledáním v článku. Chování tedy někdy připomínalo spíše webový vyhledávač než hlasového asistenta, který komunikuje hlasem.

Všechny příkazy z oblasti čtvrté a páté kategorie, tedy ovládání chytré domácnosti a notifikací, byly chytrými hlasovými asistenty zvládnuty se 100 % spolehlivostí. Všichni tři asistenti bez problémů dokázali ovládat připojená zařízení při udělení patřičného povelu a problém jim nečinilo ani vytvoření budoucí zvukové upomínky.

Kategorii, která měla za úkol prověřit komunikační schopnosti asistentů, zcela ovládl hlasový asistent od společnosti Apple. Asistenti byli testováni na to, zdali jsou schopni přečíst doručené zprávy, email nebo uskutečnit telefonní hovor. Tyto úkoly nezvládl plnit žádný asistent kromě Apple HomePod mini. Ten dokázal odesílat a číst zprávy z telefonu, nicméně taktéž neměl přístup k odesílání či přijímání emailových zpráv. Testováním bylo zjištěno, že tato omezení se vztahují pouze na požadavek přes chytrého domácího hlasového asistenta. Pokud je dotázán virtuální asistent v chytrém telefonu, v němž je integrován přímo do operačního systému (Google, Siri), je schopen s emailovou schránkou spolupracovat. Obecně jsou možnosti komunikace dostupné převážně v domovské zemi výrobců těchto chytrých asistentů. Tedy ve Spojených státech amerických a zároveň i v Kanadě a Mexiku. Asistent Amazonu tento přístup nemá vůbec. Začátkem listopadu roku 2021 obdrželi uživatelé jejich služby zprávu, že od 8. listopadu 2021 již nebudou podporovány emailové služby společností Google a Microsoft. Týká se to pouze přístupu do emailových schránek. Nadále je možno spolupracovat s kalendářem. Tuto skutečnost autor práce dokládá oficiálním oznámením od společnosti Amazon získaného z internetového zdroje. (99)

Jestliže v předchozí kategorii plně dominoval nad svými konkurenty hlasový asistent firmy Apple, činnost z následující sedmé kategorie nebyl schopen provést. Jedná se o funkci vytváření seznamů, umístování položek na tento seznam a editace seznamu. Asistenti společností Amazon a Google tuto funkci ovládají naprosto bezproblémově. Jsou schopni vytvořit a udržovat několik seznamů a libovolně přidávat či odebírat různé položky. Ani jeden z nich však neobdržel plně 100 % hodnocení v této kategorii. Důvodem bylo, že asistent v ani jednom případě nedokázal zpětně interpretovat vyslovení slova „otec“ v anglickém jazyce. V jednom z povelů byla na seznam přidána položka „new car for my father“. Jak asistent od

Amazonu, tak Google bez problémů interpretovali požadavek a tato položka byla zapsána na seznam. Při zpětném volání nebyl autor této práce ani osoby z testovaných domácností schopny položku změnit či odebrat. Analýzou uložených dat v účtu asistentů bylo zjištěno, že asistent nerozeznal zpětně slovo „father“ při vyslovení povelu k úpravě či smazání položky ze seznamu. I když byla položka odstraněna manuálně a celá akce zopakována, výsledek byl stejný. Asistenti bez potíží rozeznali problémové slovo při vytvoření seznamu, ale při zpětném pokusu o jeho editaci byly v účtech asistentů objeveny záznamy, že vyslovené slovo „father“ bylo interpretováno například jako „water“. V případě testování hlasového asistenta od společnosti Apple bylo zjištěno, že jeho asistent tuto funkci nepodporuje. Nejedná se zde o geografické omezení. Tuto skutečnost lze částečně nahradit aplikací Upomínky, která je nainstalována v základu na každém mobilním zařízení společnosti Apple. Nicméně upomínku jako takovou je nutné vytvořit nejprve manuálně, například pomocí telefonu, následně lze pak na tento seznam přidávat upomínky, které suplují položky.

Poslední kategorie otázek měla za cíl co nejlépe ověřit vyhledávací schopnosti asistentů. Otázky byly cíleně vytvořeny tak, aby se minimalizovala pravděpodobnost, že bude nalezena odpověď pouze za pomoci jednoho zdroje informací. Žádoucí bylo, aby se odpověď musela sestavit ze dvou či více zdrojů. Jako příklad může posloužit otázka „Was Napoleon killed by Caesar?“. Cílem bylo prověřit schopnosti jednotlivých virtuálních asistentů, tedy umělé inteligence běžící v cloudu. Relativně překvapivým se stal výsledek, že nejslabší výkon v této kategorii předvedl hlasový asistent společnosti Google, která je známa především svým vyhledávačem. Na rozdíl od hlasového asistenta Amazon, který se přiblížil k téměř poloviční úspěšnosti, zvládnul asistent Googlu úspěšně zodpovědět jen necelou čtvrtinu dotazů. Hlasový asistent Applu zodpověděl přibližně třetinu těchto – pro umělou inteligenci – složitých dotazů.

Nezařazeny byly dvě zvažované kategorie. Možnost on-line nákupu pomocí asistentů a získávání informací o dopravních spojeních. Funkce nakupování není v České republice vůbec dostupná. Výsledkem takového testování by byl naprostý neúspěch všech tří asistentů, tudíž nemělo význam tuto kategorii zařazovat. Získání informací o dopravních spojeních až příliš naráželo na jazykovou bariéru. Pro získání alespoň některých informací byla nutná existence ekvivalentu názvu výchozích a cílových bodů v podporovaném jazyce. Ani existence takového ekvivalentu však nezaručovala nalezení hledané informace.

Cílem této analýzy bylo poskytnout pohled na současný vývojový stav těchto asistentů a jejich schopnost vykonávat svou činnost i v jazykově nepodporované zemi, jakou Česká republika je. Všichni asistenti byli schopni v testovaných kategoriích, až výjimky, plnit úkoly.

4.3 Komunikace uživatelů s asistenty

Předchozím cílem testování bylo ověřit vývojový stav asistentů, a také jejich schopnost plnit úkoly v prostředí, pro které nejsou primárně uzpůsobeni po jazykové stránce. Následující část práce se nezaměřuje na vývojový stav těchto asistentů, nýbrž na jejich využívání v testovaných domácnostech. Poskytuje pohled, jakým způsobem a s jakou frekvencí byli čtyři domácí asistenti aktivně využíváni v testovaných domácnostech.

Společnost Google, Amazon a Apple shromažďují data o využívání služeb svých virtuálních asistentů. Tato data obsahují velmi podrobné informace ohledně všech provedených interakcí uživatele a virtuálního asistenta prostřednictvím jakéhokoliv zařízení. Výrobci přistupují k ukládání těchto dat dvěma způsoby. Společnosti Google a Amazon data nijak neanonymizují. Společnost Apple údaje naopak plně anonymizuje. Data o komunikaci s virtuální asistentkou Siri jsou šifrovaná a nejsou vysledovatelná zpět ke koncovému uživateli. Plně slouží pouze k analýze a rozvíjení virtuální asistentky. Z tohoto důvodu také nebylo možné do výsledků statistiky zahrnout výsledky využití domácího hlasového asistenta společnosti Apple. Veškeré údaje jsou tak získány pouze z uživatelských účtů spárovaných s testovanými hlasovými asistenty společností Google a Amazon. Tuto skutečnost autor dokládá informací z internetového zdroje, ze stránek výrobce chytrého a virtuálního asistenta, společnosti Apple. (100)

4.3.1 Analýza shromážděných dat

Data o užívání domácích hlasových asistentů od společností Google a Amazon jsou evidována ve formě kartoték. Každá interakce s domácím hlasovým asistentem je uložena v samostatném záznamu. Záznam obsahuje kompletní údaje o komunikaci. Doslovný přepis otázky či povelu, odpověď, čas, jaké zařízení bylo použito a záznam ve formátu mp3. Údaje nejsou nijak anonymizované a jsou přesně navázané na účet uživatele. Statistické údaje ohledně využívání domácího hlasového asistenta Google byly získány za pomoci služby Google Takeout. Tato služba je dostupná pro všechny uživatele, kteří mají u společnosti Google založený účet. Umožňuje získat detailní přehled informací, které o uživateli společnost nashromáždila, pokud využil některou z jejích služeb. Tyto

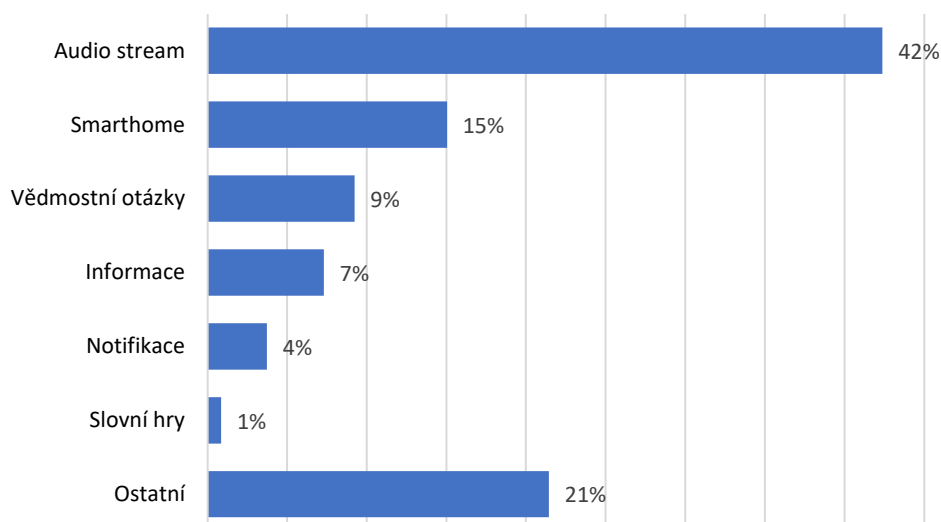
záznamy se netýkají pouze komunikace s hlasovým asistentem, ale i přehledu puštěných videí na YouTube, využívaných aplikací v mobilním telefonu, aktivit v emailové službě atd. Záznamy interakcí aktivit s hlasovým asistentem společnosti Amazon byly získány z domovské webové stránky společnosti www.amazon.com. Po přihlášení je možné si v sekci „Privacy Settings“ prohlédnout a také stáhnout hlasovou historii komunikace s virtuální asistentkou Alexa.

Obrázek 16: Karta záznamu interakce s asistentem. Zdroj (autor)



Získaná data pro asistenta Amazonu zahrnují časový rámec od června do listopadu 2021, tedy 6 měsíců. Získaná data pro asistenta Google zahrnují časový rámec 4 měsíce, od srpna do listopadu 2021.

Tabulka 4: Typy interakcí s asistenty



Tabulka číslo 4 poskytuje pohled na využívání domácího hlasového asistenta dle typu interakce ve sledovaných domácnostech. Údaje o komunikaci získané ze služby Google

Takeout a výpisu historie z uživatelského účtu na portále společnosti Amazon byly postupně analyzovány a jednotlivé interakce roztríděny do několika kategorií. Celkový součet interakcí uživatelů hlasových asistentů Google a Amazon činil 4156 hlasových záznamů. Tyto údaje byly očištěny mimo jiné o náhodné aktivace či akce neprovedené hlasem, ale například za účelem využití aplikace Alexa (aplikace pro konfiguraci asistentky Alexy) či Google Home (aplikace pro konfiguraci asistenta Google).

Ze získaných výsledků analýzy bylo zjištěno, že téměř polovina všech interakcí s domácím hlasovým asistentem je tvořena pokyny k přehrání zvukové stopy asistentem. Jedná se o jakýkoli pokyn k přehrání, například skladeb, relaxačních zvuků, rádia nebo mluveného slova. Do těchto interakcí je započítáno i ovládání ve smyslu povelu k přehrání další skladby, změna hlasitosti a podobně.

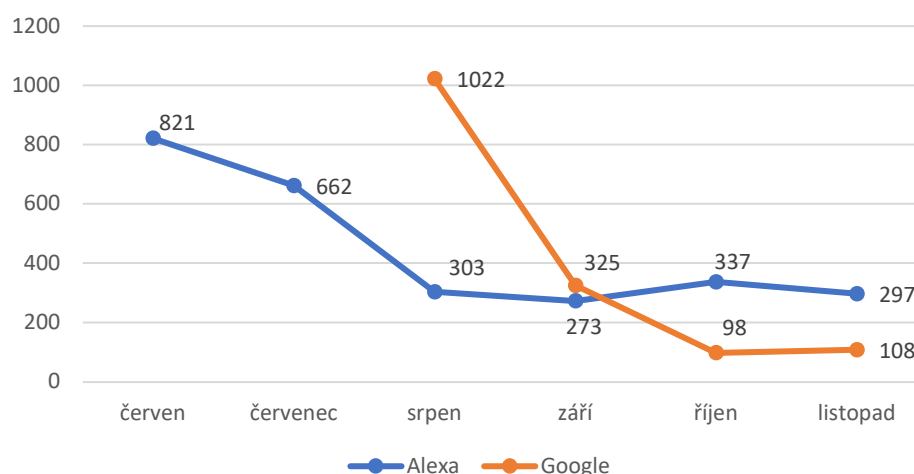
Druhou nejčastěji využívanou funkcí asistenta tvoří povely k ovládání zařízení chytré domácnosti, například zapnutí světel či chytré zásuvky. Započítány jsou rovněž interakce, kdy dochází například ke snížení svítivosti světel či jiné změně chování ovládaného zařízení.

Zbylou část, s méně než 10 % podílem interakcí s hlasovým asistentem, tvoří vědomostní či jiné otázky položené asistentovi k zodpovězení. Dále nastavování budíku či různých upozornění a 1 % interakcí (zábava) bylo tvořeno požadavky na přednesení vtipu nebo hraní některé z dostupných slovních her (20 otázek, Slova atp.).

Samostatnou část interakcí tvoří kategorie „Ostatní“ (21 %). Do této kategorie byly zařazeny všechny typy zaznamenaných interakcí, které neměly povahu příkazu ani povelu. Jedná se o potvrzení či upřesnění volby či chybně zaznamenaný nebo vyslovený příkaz atp.

Následující tabulka zobrazuje časovou osu využívání hlasových asistentů v testovaných domácnostech a poskytuje pohled na frekvenci využívání.

Tabulka 5: Měsíční počet interakcí s asistenty



Tabulka ukazuje několikanásobně větší počet interakcí s domácím hlasovým asistentem v prvních dvou měsících od pořízení. Tato skutečnost je dána tím, že se uživatel seznamuje s funkcemi a testuje schopnosti zařízení. Zjištěné hodnoty jsou až trojnásobné oproti následujícím měsícům. Virtuální asistent se také snaží více učit od uživatele, komunikuje a v průběhu komunikace doporučuje postupy. Například po nakonfigurování chytré zásuvky a její aktivaci pomocí hlasového asistenta od Amazonu byl Alexou vznesen dotaz na typ zařízení připojeného k zásuvce. Asistentka zjišťovala, zda je připojeno světlo a v případě kladné odpovědi následně nabídla tuto zásuvku jako další možný zdroj světla při povelu „Alexa, lights on“.

Pokles interakcí v následujících měsících je předpokládán. Po dvou měsících již uživatelé prozkoumali většinu funkcí a frekvence dotazů a zpětné vazby od asistentů se sníží. Je vytvořen vzorec chování uživatele a není potřeba tolik doplňujících dotazů. Asistent podle historie lépe rozpozná uživatelský záměr.

Vývoj v grafu ukazuje, že pro testované uživatele není skutečnost, že asistent nepodporuje jejich mateřský jazyk, tedy češtinu, překážkou. Zároveň ustálení frekvence dotazů na přibližně stejnou úroveň od třetího měsíce ukazuje, že i když hlasoví asistenti geograficky nepodporují Českou republiku, byli i tak schopni nabídnout uživatelům dostatek služeb, které pravidelně využívají.

5 Výsledky a diskuse

V bakalářské práci byl charakterizován a popsán vývoj a současný stav domácích hlasových asistentů, provedeno seznámení se souvisejícím oborem „Umělá inteligence“ a zmapován vývoj hlavních řad domácích hlasových asistentů. Hlavním cílem porovnání těchto hlasových asistentů byla snaha ověřit jejich schopnosti být aktivními a užitečnými pomocníky pro své uživatele. Předmětem zkoumání byla především schopnost těchto asistentů správně vykonávat příkazy zadané uživatelem i v jazykově nepodporované zemi, a ověření, zda nabízejí dostatečné množství zajímavých funkcí, aby uživatelé asistenta využívali dlouhodobě. Testování těchto asistentů bylo provedeno v jejich přirozeném prostředí, pro které jsou navrženi, tedy v domácnostech. Od každého ze tří dominantních výrobců byl zvolen zástupce a umístěn do domácnosti po průměrnou dobu 5 měsíců. Tedy tři domácí hlasoví asistenti umístěni do třech domácností o dvou členech. Od výrobce Amazon byl zvolen produkt Amazon Echo (4th generation), od výrobce Google zařízení Google Nest Audio a od výrobce Apple model Apple HomePod mini. Porovnávána byla intuitivnost prvotní aktivace hlasového asistenta a jeho konfigurace, schopnost správně vykonat zadaný povel a rovněž byly zjišťovány nejčastější účely využití hlasového asistenta v testovacím prostředí. V tomto směru byly zkoumány různé pohledy na domácí asistenty: jak jejich vývojový stav, tak jejich aktivní využívání ve třech testovaných domácnostech.

5.1 Zhodnocení procesu konfigurace

Registrační proces se mezi jednotlivými výrobci příliš nelišil. Hlavní rozdíl byl zjištěn v různém stupni požadavků na informace, které konkrétní výrobce vyžadoval. V tomto ohledu měli výhodu hlasoví asistenti od společností Apple a Google. Nastavení je intuitivní a prochází všemi důležitými kroky. Zde byla zjištěna nevýhoda u domácího asistenta od společnosti Amazon. Zatímco Google a Apple mohou z hlediska personalizace uživatelského zážitku z chytrého reproduktoru těžit z historie uživatele spjaté s jeho účtem, společnost Amazon tuto možnost nemá. Personalizace je budována až následným využíváním hlasového asistenta. Obecně lze konstatovat, že mezi složitější patří základní konfigurace Alexy. Hlavním problémem se ukázaly dvě skutečnosti. První byla, že konfigurační proces Alexy vynechá důležitý krok při prvotním nastavení: uložení hlasového vzoru. Tato funkce je důležitá z důvodu lepších reakcí hlasového asistenta na aktivační frázi. A především umožňuje pod hlasovým vzorem ukládat a přistupovat k personalizovaným údajům pro konkrétního uživatele (oblíbená hudba, kalendář a jiné). Druhý problém je systémový.

Pokud jsou k přihlášení do aplikace Google a Apple použity aktivně využívané účty, je aplikace schopna provést několik dílčích konfiguračních kroků na základě získání dat z těchto účtů. Například připojit zařízení k Wi-Fi, přidat kalendář atp. Oba výrobci zde mohou těžit z faktu, že uživatelé mají možnost využít již existující aktivní účty, které disponují historií uživatele, a to mnohdy několikaletou. Jak se ukázalo při získávání komunikačních záznamů ze služby Google Takeout, komunikační historie s asistentem tvořila jen zlomek informací, které společnost o chování uživatele nashromáždila. Tyto informace nejenže následně slouží k pohodlnější konfiguraci hlasového asistenta, ale poskytují umělé inteligenci i výchozí prostředek pro personalizaci požadovaných služeb. Vzhledem k tomu, že jako přihlašovací účet pro asistentku Alexa slouží účet uživatele k nákupu na obchodním portále Amazon, nedisponuje umělá inteligence z počátku ani zdaleka takovým množstvím informací, jako například zmíněná společnost Google.

U hlasového asistenta společnosti Google byly zároveň zjištěny rozdílné možnosti v závislosti na nastavení jazykového prostředí telefonu s aplikací Google Home. V případě českého uživatelského rozhraní telefonu se některé položky liší obsahem nebo je vůbec nelze konfigurovat. Jedná se o přidružení hudební streamovací služby k účtu pro přehrávání hudby pomocí chytrého reproduktoru či zvolení výchozí služby pro přehrávání diskuzí, tzv. podcasts. Po přepnutí zobrazovacího jazyka telefonu na „English (US)“ jsou zmíněné akce dostupné a plně využitelné. Toto s geografickou polohou uživatele souvisí pouze nepřímo. Funkce je bezproblémová, i když je zařízení detekováno v České republice. Je nutné pouze změnit jazyk komunikace. Obdobný problém byl zjištěn i při konfiguraci hudební streamovací služby u hlasového asistenta Amazon Echo (4th generation). Zde se však jednalo nikoli o jazykové nastavení aplikace, ale o zemi, pro kterou je účet registrován. Při pokusu o zvolení Spotify jako základní streamovací služby byla akce neúspěšně ukončena oznámením „Spotify is currently not available in your country.“. Jako řešení se ukázalo dočasně přepnout domovskou zemi účtu vytvořeného u společnosti Amazon do USA. Po následném propojení streamovacího účtu s aplikací, bylo opět možné vrátit domovskou zemi zpět do České republiky.

5.2 Zhodnocení současného stavu vývoje a komunikace s uživateli

Z výsledků testování komunikace uživatelů s asistenty vyplývá, že i když se hlasoví asistenti nacházejí v jazykově nepodporované zemi, jsou schopni svým uživatelům poskytnout většinu služeb a funkcí, které nabízejí, a zároveň v naprosté většině případů

i pochopí, co po nich uživatel žádá. Všichni tři asistenti se svými umělými inteligencemi, běžícími v cloudu, byli otestováni skupinou – dle autora této práce – nejvyužívanějších služeb a funkcí, které tito asistenti dokáží poskytnout svým uživatelům. Testovány byly i funkce, které v jazykově nepodporované zemi nemusí zcela fungovat nebo poskytují neúplné výsledky. Důvodem bylo zjistit aktuální stav vývoje těchto zařízení a jejich možnosti v prostředí, pro které nejsou přímo navrženi fungovat.

Všichni hlasoví asistenti dokázali ve většině kategorií uspět. Což ukazuje, že i v jazykově nepodporované zemi lze tohoto asistenta bez větších omezení využívat. Některým konkrétním modelům se dařilo lépe než konkurentům. Ve dvou kategoriích, které patřily k nejužívanějším funkcím, dosáhli všichni asistenti absolutního výsledku. Všichni tři asistenti bez problémů přehrávali obsah ze zvolené hudební služby a byli schopni ovládat chytrou domácnost. Konfigurace hudebních služeb byla sice v některých případech problematická, ale pokud se jednou nakonfigurovala, fungovala již spolehlivě. Problematická se jevila hlavně ze dvou důvodů. Každý hlasový asistent se ke streamovacím službám staví jinak. K testování využitá hudební streamovací služba Spotify není geograficky, pro fungování na hlasovém asistentu společnosti Amazon, v České republice podporována. Nicméně dočasná změna trvalého bydliště, které je registrováno v účtu u společnosti Amazon do Spojených států, umožnila streamovací službu bez potíží nakonfigurovat. Následná změna trvalého bydliště zpět do České republiky již funkci neovlivní. Společnost Apple podporuje zejména svou vlastní hudební streamovací službu a Spotify nelze prostřednictvím hlasového asistenta plnohodnotně využívat. Obecně nejvyššího potenciálu lze samozřejmě dosáhnout kombinací zařízení výrobců s jejich vlastní službou. Každý výrobce nabízí svou vlastní hudební službu. Jedná se o YouTube Music od Googlu, respektive Apple Music a Amazon Music. To však neznamená, že si nelze vybrat službu jinou. Pouze podpora společnosti Apple vůči hudebním streamovacím službám třetích stran je nedostatečná. Google a Amazon na podporu této funkce dbají lépe. Tato skutečnost souvisí především s filozofií společnosti Apple a jejího postoje k uzavřenosti svých zařízení do jednoho ekosystému.

Právě asistent společnosti Apple zaujímá díky filozofii výrobce specifické místo. Jak již bylo zmíněno, tato společnost si zakládá na uzavřeném ekosystému svých produktů. Uživatel, který si tento chytrý reproduktor pořídí, musí být zároveň vlastníkem a uživatelem mobilního zařízení s operačním systémem iOS, které jediné podporuje potřebnou aplikaci Home App. Hlasové asistenty konkurenčních společností lze naopak využívat ve spolupráci jak s operačním systémem iOS, tak Android.

Ovládání chytré domácnosti věnují všichni výrobci dostatečnou pozornost, což dokazuje naprosto bezproblémové ovládání testovaných zařízení pomocí hlasového asistenta. Zařízení bez obtíží plní příkazy. Většina těchto zařízení je ovládána pomocí komunikace přes internet. Výrobci chytrých asistentů Amazon a Apple zároveň nabízejí i další technologie (Zigbee, AirPlay2), nezávislé na internetovém připojení, což rozšiřuje jejich možnosti.

Jako problematické se pro všechny tři asistenty ukázalo testování jejich schopností vyhledat bod zájmu a snaha fungovat jako komunikační prostředek. Asistent od Amazonu nedokázal vyhledat vůbec žádnou restauraci či jiný bod zájmu v okolí. Asistenti Googlu a Applu byli schopni poskytnout odpovědi na většinu otázek, ale tyto odpovědi nelze ani zdaleka považovat za nejlepší možné výsledky. Problém virtuální asistentky Alexa spočíval v její databázi, z níž čerpá. Neobsahuje totiž žádná data o bodech zájmu pro nepodporované země. Databáze využívající umělé inteligence společností Google a Apple sice obsahují i data pro Českou republiku, nicméně jejich obsah je relativně skromný. Výjimkou nebyly ani poskytnuté odpovědi, že místo zájmu, které uživatel poptává, se nachází desítky kilometrů daleko v jiném městě. Komunikaci pomocí klasického telefonního hovoru nenabídnul žádný z asistentů. Tato nabídka je však obecně silně omezená i v podporovaných zemích. Výrobci asistentů tuto funkci převážně nahrazují nabídkou služby VoIP (Voice over Internet Protocol). Zde se projevuje výhoda uzavřeného ekosystému společnosti Apple. Díky vyššímu stupni integrace je virtuální asistentka Siri schopna využít hlasového asistenta jako tzv. hands-free. Telefonní spojení uskutečňuje samotný telefon od Apple, ale hlas a zvuk jsou přijímány a přenášeny prostřednictvím chytrého reproduktoru.

Jednu z nejzajímavějších funkcí, možnost on-line nakupování, taktéž nelze využívat. Tato funkce není v České republice vůbec podporována. Z tohoto důvodu ani nebyla testována. Nicméně autor považuje tuto funkci za důležitou součást těchto asistentů a rozhodnul se věnovat jí prostor v diskusi. Zde je nutné zdůraznit, že ani v podporovaných zemích není nabídka možností on-line nákupu příliš rozsáhlá. Největší výhodu má v této oblasti hlasový asistent od Amazonu, jehož výrobce provozuje jeden z největších mezinárodních on-line obchodů na světě. Zbylé dvě společnosti potřebují pro tyto účely dohodu s externími on-line obchody, jejichž seznam je počítán v jednotkách.

Nicméně i přes výše uvedené skutečnosti dokáží asistenti stále uživateli nabídnout zajímavé funkce i v nepodporované zemi. Dle statistik využívání bylo zjištěno, že tyto funkce jsou plně dostačující k tomu, aby uživatelé tyto hlasové asistenty využívali dlouhodobě. Tuto

skutečnost dokládá zejména zjištěná informace, že uživatelé v testovaných domácnostech využívali asistenty i po uplynutí několika měsíců a frekvence využívání byla ustálená. Lze tedy vyvodit, že ač uživatelé nemají možnost plně využívat všech funkcí, jako uživatelé v podporované zemi, asistenti stále nabízejí dostatek jiných funkcí, které vykonávají natolik spolehlivě, aby uživatelé hlasové asistenty k těmto činnostem využívali pravidelně. Možnost on-line nákupu a uskutečnění telefonního hovoru jsou zajímavé funkce, ale tuto problematiku nemají jednotliví výrobci plně vyřešenou či významně rozšířenou ani v podporovaných zemích. V tomto ohledu se uživatel v nepodporované zemi nemusí cítit příliš „ošizený“.

K závěru diskuze by se autor rovněž rád věnoval problému s aktivací asistentů. V průběhu užívání v testovaných domácnostech měli všichni tři asistenti jeden shodný problém: sporadicky nereagují na aktivační frázi. V některých případech se stává, že i za naprostého ticha asistenti nereagují na vyslovenou aktivační frázi. Tento problém přitom nijak nesouvisí s okolním hlukem. V momentě, kdy je rozpoznána aktivační fráze, dokáže asistent porozumět povelu nebo otázce i v hlučnějším prostředí. Nejedná se tedy o nedostatek měřitelný prostým zkoušením. Tento problém je v souvislosti s asistenty obecně diskutován, přičemž výrobci se všemožně snaží zlepšit kvalitu zachycení fráze. Dle názoru autora této práce v tomto ohledu největší snahu vyvíjí společnost Amazon. Následující informace nemohl autor práce ověřit prakticky a jako zdroj informací byla využita teoretická část této práce, kapitola „Vývoj hlavních řad domácích hlasových asistentů“. Na řešení této problematiky výrobci asistentů při vydávání nových modelů reagují tak, že se snaží přidávat větší množství mikrofonů či jejich kvalitnější modely. Tato snaha bohužel k odstranění problému nevedla. Jak bylo zmíněno, asistent neustále analyzuje zvuk okolí a hledá aktivační frázi. Společnost Amazon se proto rozhodla, že kromě snahy vylepšit příjem je zároveň nutné zapracovat na výkonu zařízení jako takového, aby dokázalo lépe analyzovat zachycený zvuk. Výsledkem byl upravený procesor, speciálně navržený pro tuto funkci: AZ1 Neural Edge, který je osazen v posledním modelu hlavní řady asistentů Amazon Echo (4th Generation). Tento model se nacházel v jedné z testovaných domácností, přičemž na základě pozorování lze konstatovat, že problém nebyl odstraněn. Nicméně tento poznatek poukazuje na fakt, že výrobci jsou si tohoto problému vědomi, a kromě snahy vylepšit příjem dochází i k rozšíření strategie k vyřešení problému s analýzou zvuku.

S výhledem do budoucna by se všichni výrobci měli zaměřit nejen na zmíněný problém s hlasovou aktivací, ale i na plynulejší komunikaci s virtuální asistentkou. Při komunikaci s umělou inteligencí v cloudu je nutné dbát na dostatečně dlouhé mezery mezi slovy. Ta je

zároveň schopna zatím vykonávat pouze jednoduché pokyny: pust' rádio, nastav budík a jiné. Při ovládání chytré domácnosti je bezproblémové například kontrolovat chytrou zásuvku. Ta má pouze dva stavy: vypnuto a zapnuto. Pokud však uživatel chce změnit barvu světla u připojené barevné LED žárovky na nějaký konkrétní odstín, musí počítat s případným dlouhým zadáváním příkazů a opakovanými aktivacemi, než dosáhne kýženého výsledku. Obecně je tak pro uživatele pohodlnější nastavit osvětlení pomocí aplikace v telefonu, než několikrát žádat asistenta a stejně nedosáhnout požadovaného výsledku. Rovněž se nelze zbavit dojmu, že velká část odpovědí je předpřipravená. Komunikace nepůsobí konverzačním dojmem. Společnost Google již před více než třemi lety zveřejnila sérii prezentací, kde umělá inteligence hlasového asistenta dokázala zamluvit stůl v restauraci nebo se objednat na ostříhání ke kadeřnici, nicméně v praxi chování asistentů nic takového nenaznačují. Samozřejmě je potřeba brát tyto prezentace s notnou rezervou, jelikož se jednalo pouze o záznam a nebylo například řečeno, že takto plynule se umělé inteligenci daří udržet třeba jeden hovor ze sta.

6 Závěr

Hlavní cíl práce i jednotlivé dílčí cíle byly splněny. V teoretické části bakalářské práce byl představen a charakterizován chytrý domácí hlasový asistent. Byly popsány jeho funkce a jednotliví virtuální asistenti reprezentující umělou inteligenci, pro něž je domácí hlasový asistent prostředkem komunikace s uživateli. V souvislosti s virtuálními asistenty, kteří fungují v cloudu, byly představeny i významné podobory oboru umělé inteligence. Zároveň byly zmíněny důležité milníky historie komunikace člověka a stroje a analyzován vývoj hlavních řad dominantních výrobců asistentů (Amazon, Google, Apple) z hlediska funkcí a hardwaru.

Praktická část se z různých pohledů zaměřuje na tyto hlasové asistenty. Tři vybraní zástupci byli rozmístěni do testovacího prostředí tří domácností. Od výrobce Amazon byl zvolen produkt Amazon Echo (4th generation), od výrobce Google zařízení Google Nest Audio a od výrobce Apple model Apple HomePod mini. Následně byla provedena analýza získaných dat na základě jejich užívání. Ta zahrnovala nejen způsob, ale i frekvenci využívání. Zároveň byl proveden výzkum, v jakém stavu se nachází aktuální vývoj těchto asistentů. Testovány byly, dle názoru autora práce, jejich potenciálně nejužitečnější aktuálně nabízené možnosti. Rovněž byly testovány funkce, které buďto nejsou podporovány, nebo poskytují nepřesné výsledky, neboť bez těchto měření by následná zjištění byla příliš plochá. Hlavním cílem však bylo ověřit současný stav vývoje, zda jsou tyto hlasoví asistenti schopni poskytnout dostatek funkcí i uživatelům z nepodporované země, a zda tyto funkce uživatele zaujmou natolik, že budou hlasového asistenta využívat pravidelně.

Výsledkem práce je zjištění, že domácí asistenti dokáží i v jazykově nepodporované zemi nabídnout svým potenciálním uživatelům dostatek funkcí. Tyto funkce navíc poskytují v natolik vysoké kvalitě, že uživatelé je k těmto účelům využívají pravidelně. V této souvislosti je však nutné poznamenat, že tyto hlasoví asistenti, respektive jejich výrobci, stále mají co zlepšovat. Funkce jako přehrávání hudby, hlídání času a jiné fungují relativně bezproblémově, ale například komunikace je problematická pro všechny testované produkty. Hlasový asistent je přitom svojí podstatou přímo stvořený k využívání pro telefonní hovory. Lze konstatovat, že asistenti a umělá inteligence se stále vyvíjí. Z hlediska hardwaru se výrobci s každou generací hlasového asistenta snaží zlepšit příjem hlasu a umělá inteligence běžící v cloudu získává nové funkce nebo jsou zdokonalovány funkce stávající. Stále se však jedná o mladou oblast. První asistent se na trhu objevil teprve před osmi lety.

Původně nákupní asistent bez větší podpory výrobců třetích stran se poměrně rychle etabloval jak na trhu, tak i v domácnostech. Bohužel rychlost expanze těchto zařízení je závislá především na umělé inteligenci a její schopnosti ovládnout co nejširší spektrum jazyků. Zde se nachází kámen úrazu pro české uživatele. Žádný asistent totiž doposud češtinu neovládá. Na problém lze nahlížet ze dvou hledisek. Český jazyk jako takový se řadí mezi velmi složité na zvládnutí a Česká republika je příliš malý trh na to, aby se případná investice do zvládnutí jazyka vyplatila. Spíše než finanční přínos by případně takto pokročilá umělá inteligence v oblasti jazyka přinesla prestiž svému tvůrci.

7 Seznam použitých zdrojů

1. Moskvitch, Katia. The machines that learned to listen. *bbc*. [Online] Únor 15, 2017. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://www.bbc.com/future/article/20170214-the-machines-that-learned-to-listen>.
2. Sevinç, Emre. Speech Recognition in 1920s: Radio Rex – The first speech recognition machine? *ileriseviye.wordpress*. [Online] Únor 17, 2011. [Cited: Červenec 22, 2021.] <https://ileriseviye.wordpress.com/2011/02/17/speech-recognition-in-1920s-radio-rex-the-first-speech-recognition-machine/>.
3. IBM Shoebox. *ibm*. [Online] [Citace: 22. Červenec 2021.] https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/specialprod1/specialprod1_7.html.
4. Brian X, Chen. Google Introduces Voice-Enabled Search to iPhone. *wired*. [Online] Listopad 14, 2008. [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://www.wired.com/2008/11/google-introduc-2/>.
5. Mutchler, Ava. What are Virtual Assistants? *voicebot*. [Online] Říjen 5, 2019. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://voicebot.ai/2019/10/05/what-are-virtual-assistants/>.
6. Afshar, Vala. AI-powered virtual assistants and the future of work. *zdnet*. [Online] Duben 7, 2021. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://www.zdnet.com/article/ai-powered-virtual-assistants-and-future-of-work/>.
7. Mutchler, Ava. Voice Assistant Timeline: A Short History of the Voice Revolution. *voicebot*. [Online] Červenec 14, 2017. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://voicebot.ai/2017/07/14/timeline-voice-assistants-short-history-voice-revolution/>.
8. How to change your wake word. *amazon*. [Online] [Cited: Červenec 20, 2021.] <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21341305011>.
9. KINSELLA, BRET. 3.3 Million Amazon Echo Sold on Prime Day – MIDiA Research. *voicebot*. [Online] Červenec 14, 2017. <https://voicebot.ai/2017/07/14/3-3-million-amazon-echo-sold-prime-day-midia-research/>.
10. ggmm-d3-plus-battery-base-for-amazon-echo-dot-3rd-gen. *ggmm*. [Online] <https://www.ggmm.com/products/ggmm-d3-plus-battery-base-for-amazon-echo-dot-3rd-gen>.
11. Alexa for Business resources. *aws.amazon*. [Online] Červenec 20, 2018. <https://aws.amazon.com/alexaforbusiness/resources/?a4b-whats-new.sort-by=item.additionalFields.postDateTime&a4b-whats-new.sort-order=desc>.
12. McLaughlin, Molly. What Is a Virtual Assistant and How Does It Work? *lifewire*. [Online] Červen 25, 2021. [Cited: Červenec 22, 2021.] <https://www.lifewire.com/virtual-assistants-4138533>.
13. Audioknižní skill pro Alexu. *audiolibrix*. [Online] Audiolibrix. [Citace: 24. Červenec 2021.] <https://www.audiolibrix.com/cs/Info/Page/124/audioknizni-skill-pro-alexu>.

14. aito. *aito*. [Online] aito. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://aito.ai/>.
15. Virtuální asistenti. *trigama*. [Online] Trigama. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://www.trigama.eu/cs/virtual-assistant/>.
16. Perez, Sarah. Alexa adds support for reminders and named timers. *techcrunch*. [Online] Červen 1, 2017. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://techcrunch.com/2017/06/01/alexa-adds-support-for-reminders-and-named-timers/>.
17. Set, manage & assign reminders. *support.google*. [Online] [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://support.google.com/assistant/answer/9387035?hl=en&co=GENIE.Platform%3DAndroid>.
18. Wolfe, Bryan M. How to set and share reminders with Siri. *imore*. [Online] Leden 26, 2021. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://www.imore.com/how-set-reminders-and-update-task-and-do-lists-siri>.
19. Buytaert, Dries. Cooking with Alexa. *youtube*. [Online] Březen 6, 2018. [Cited: Červenec 24, 2021.] https://www.youtube.com/watch?v=fFBYqPn8C4E&ab_channel=DriesBuytaert.
20. Gerencer, Tom. Top 10 Ways to Use Voice Assistants. *hp*. [Online] Červenec 29, 2019. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://www.hp.com/us-en/shop/tech-takes/top-10-ways-to-use-voice-assistants>.
21. Persaud, Mark. The State of Voice 2020: A Perspective from the Voice Global Conference. *medium*. [Online] Červen 29, 2020. [Cited: Červenec 24, 2021.] <https://medium.com/@mpersau2/the-state-of-voice-2020-a-perspective-from-the-voice-global-conference-da43fa125899>.
22. Mittal, Sanchita. Android App Development vs. iOS App Development: Which Platform is best? *cyfuture*. [Online] 23. Únor 2020. [Cited: 23. Červenec 2021.] <https://cyfuture.com/blog/android-app-development-vs-ios-app-development-which-platform-is-best/>.
23. Ingraham, N. This week in tech history: Google Assistant is born. *engadget*. [Online] Květen 18, 2019. [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://www.engadget.com/2019-05-18-this-week-in-tech-history-google-assistant-is-born.html>.
24. O'Boyle, Britta. Best Google Assistant speakers 2021: Top Google Home alternatives. *pocket-lint*. [Online] Březen 21, 2021. [Cited: Červenec 26, 2021.] <https://www.pocket-lint.com/smart-home/buyers-guides/146698-best-google-assistant-speakers-top-google-home-alternatives>.
25. Access the Google Assistant with your voice. *support.google*. [Online] [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://support.google.com/assistant/answer/7394306?hl=en&co=GENIE.Platform%3DAndroid#zippy=%2Cphone-or-tablet>.
26. Wallen, Jack. How to access Google Assistant with Fully Gestural Navigation. *techrepublic*. [Online] Červenec 1, 2019. [Cited: Červenec 25, 2021.]

<https://www.techrepublic.com/article/how-to-access-google-assistant-with-fully-gestural-navigation/>.

27. Langeberg, Emiel. Google Actions Growth Rate. *emiellangeberg.medium*. [Online] Duben 20, 2020. [Cited: Červenec 26, 2021.] <https://emiellangeberg.medium.com/google-actions-growth-rate-fcac724e30a8>.

28. Gartenberg, Chaim. Google Assistant gets custom shortcuts for directly interacting with third-party Android apps. *theverge*. [Online] Říjen 2020, 2020. [Cited: Červenec 30, 2021.] <https://www.theverge.com/2020/10/8/21506301/google-assistant-custom-shortcuts-third-party-apps-android>.

29. Rutnik, Mitja. Google Assistant routines: What are they and how to set them up? *androidauthority*. [Online] Červenec 17, 2021. [Cited: Červenec 26, 2021.] <https://www.androidauthority.com/google-assistant-routines-2-867959/>.

30. Ludlow, David. IFTTT essential guide: The best IFTTT Applets for your automated smart home. *the-ambient*. [Online] Květen 26, 2021. [Cited: Červenec 26, 2021.] <https://www.the-ambient.com/guides/best-ifttt-recipes-175>.

31. Matýsek, Jiří V. Google Assistant v češtině: jak to s ním je a kdy se jej dočkáme v plné podobě? *alza*. [Online] 22. Zář 2020. [Cited: 27. Červenec 2021.] <https://www.alza.cz/google-assistant-v-cestine#google-assistant-cestina>.

32. Dvořák, Zdeněk. Co vše dovede dnes Google Asistent v Google Home? *geeklife*. [Online] 28. Květen 2021. [Cited: 27. Červenec 2021.] <https://www.geeklife.cz/co-vse-dovede-dnes-google-asistent-v-google-home/>.

33. Looper, Christian de. Google Assistant: here are all the phones and devices with Google's AI. *techradar*. [Online] Květen 17, 2017. [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://www.techradar.com/news/google-assistant-here-are-the-phones-and-devices-with-googles-ai-helper>.

34. Dillet, Romain. Google launches Google Assistant on the iPhone. *techcrunch*. [Online] Květen 17, 2017. [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://techcrunch.com/2017/05/17/google-launches-google-assistant-on-the-iphone/>.

35. Khillar, Sagar. Difference Between Google Assistant and Google Now. *differencebetween*. [Online] Červenec 14, 2020. [Cited: Červenec 25, 2021.] <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-google-assistant-and-google-now/>.

36. Rougeau, Michael. Google IO 2012: Google introduces Siri-killer Google Now. *techradar*. [Online] Červen 27, 2012. [Cited: Červenec 25, 2021.] <https://www.techradar.com/news/software/operating-systems/google-io-2012-google-introduces-siri-killer-google-now-1087130>.

37. Vailshery, Lionel Sujay. Market share of global smart speaker shipments from 3rd quarter 2016 to 4th quarter 2020, by vendor. *statista*. [Online] Duben 7, 2021. [Cited: Červenec 27, 2021.] <https://www.statista.com/statistics/792604/worldwide-smart-speaker-market-share/>.

38. Miller, Chance. Strategy Analytics: Apple TV holds 2% market share in fragmented streaming devices industry. *9to5mac*. [Online] Zář 2, 2020. [Cited: Červenec 28, 2021.] <https://9to5mac.com/2020/09/02/apple-tv-market-share-report/>.
39. Lamkin, Paul. Type with Alexa makes you and your assistant texting buddies. *the-ambient*. [Online] Listopad 30, 2020. [Cited: Červenec 28, 2021.] <https://www.the-ambient.com/news/type-with-alexa-new-keyboard-feature-2435>.
40. How to change your wake word. *amazon*. [Online] [Cited: Červenec 28, 2021.] <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21341305011>.
41. Kinsella, Bret. Alexa Skill Counts Surpass 80K in US, Spain Adds the Most Skills, New Skill Rate Falls Globally. *voicebot*. [Online] Leden 14, 2021. [Cited: Červenec 28, 2021.] <https://voicebot.ai/2021/01/14/alexa-skill-counts-surpass-80k-in-us-spain-adds-the-most-skills-new-skill-introduction-rate-continues-to-fall-across-countries/>.
42. Hicks, Michal L. Google Assistant vs. Alexa: Which routines are better for you? *androidcentral*. [Online] Leden 14, 2021. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://www.androidcentral.com/google-assistant-routines-vs-amazon-alexa-routines>.
43. Schwartz, Eric Hal. Google Ending Template Actions for Google Assistant Support. *voicebot*. [Online] Zář 15, 2020. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://voicebot.ai/2020/09/15/google-ending-template-actions-for-google-assistant-support/>.
44. Carlsen, John. Google Home vs. Alexa: Which Assistant is Best? *safewise*. [Online] Březen 26, 2021. [Cited: Červenec 28, 2021.] <https://www.safewise.com/google-home-vs-alexa/>.
45. Language Support in Voice Assistants Compared. *summalinguae*. [Online] Duben 21, 2021. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://summalinguae.com/language-technology/language-support-voice-assistants-compared/>.
46. Languages Supported by Amazon Polly. *docs.aws.amazon*. [Online] [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://docs.aws.amazon.com/polly/latest/dg/SupportedLanguage.html>.
47. Wu, Ryan. Alexa, Who Are You — A Brief History of Amazon’s Voice Assistant and Beyond. *catalium.medium*. [Online] Březen 2018, 2018. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://catalium.medium.com/alexa-who-are-you-a-brief-history-of-amazons-voice-assistant-and-beyond-eb0dfce065a5>.
48. Wong, Alex. Bezos: 'Star Trek' was inspiration for Amazon Echo. *eu.usatoday*. [Online] Květen 18, 2016. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://eu.usatoday.com/story/tech/2016/05/18/jeff-bezos-amazon-transformers-washington-post/84548082/>.
49. Five years ago Amazon introduced Alexa. The name may never be the same. Here’s what happened. *seattletimes*. [Online] Listopad 8, 2019. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://www.seattletimes.com/business/amazon/five-years-ago-amazon-introduced-alexa-the-name-may-never-be-the-same/>.

50. Brustein, Joshua. The Real Story of How Amazon Built the Echo. *bloomberg*. [Online] Duben 19, 2016. [Cited: Červenec 29, 2021.] <https://www.bloomberg.com/features/2016-amazon-echo/>.
51. Costello, Sam. Can You Get Siri for Android? *lifewire*. [Online] Březen 8, 2021. [Cited: Červenec 30, 2021.] <https://www.lifewire.com/can-you-get-siri-for-android-or-windows-1999189>.
52. O'Boyle, Britta. What is Siri and how does Siri work? *pocket-lint*. [Online] Zář 14, 2020. [Cited: Červenec 30, 2021.] <https://www.pocket-lint.com/apps/news/apple/112346-what-is-siri-apple-s-personal-voice-assistant-explained>.
53. Costello, Sam. Everything You Need to Know About Apple HomeKit. *lifewire*. [Online] Únor 20, 2020. [Cited: Srpen 3, 2021.] <https://www.lifewire.com/everything-you-need-to-know-about-apple-homekit-4066771>.
54. Shaik, Asif. Siri Might Soon Be Available in More Languages and Countries. *iphonehacks*. [Online] Zář 29, 2020. [Cited: Srpen 4, 2021.] <https://www.iphonehacks.com/2020/09/siri-soon-available-more-languages-countries.html>.
55. Giffin, Kyle. The Creator of Siri: “Make your prototype magic”. *scet.berkeley*. [Online] Únor 12, 2021. [Cited: Srpen 4, 2021.] <https://scet.berkeley.edu/the-creator-of-siri/>.
56. SRI International. 75 Years of Innovation: Siri. *medium*. [Online] 30. Duben 2020. [Cited: 4. Srpen 2021.] <https://medium.com/dish/75-years-of-innovation-siri-75244a25c741>.
57. Personal Assistant That Learns (PAL). *darpa*. [Online] [Cited: Srpen 4, 2021.] <https://www.darpa.mil/about-us/timeline/personalized-assistant-that-learns>.
58. Paliath, Paul. Tim Cook Confirms That The ‘S’ In iPhone 4S Stands For Siri. *redmondpie*. [Online] Květen 30, 2012. [Cited: Srpen 4, 2021.] <https://www.redmondpie.com/tim-cook-confirms-that-the-s-in-iphone-4s-stands-for-siri/>.
59. Barták, Roman. *Co je nového v umělé inteligenci*. místo neznámé : Nová Beseda, 2017. ISBN 978-80-906751-2-4.
60. *drugtargetreview*. [Online] [Cited: Srpen 11, 2021.] <https://www.drugtargetreview.com/wp-content/uploads/ai-sophia.jpg>.
61. History of Artificial Intelligence. *coe*. [Online] [Cited: Srpen 5, 2021.] <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/history-of-ai>.
62. Debecker, Alex. Chatbot ELIZA: Deconstructing Your Friendly Therapist. *blog.ubisend*. [Online] Srpen 11, 2017. [Cited: Červenec 22, 2021.] <https://blog.ubisend.com/discover-chatbots/chatbot-eliza>.
63. *miro.medium*. [Online] [Cited: Srpen 11, 2021.] https://miro.medium.com/max/645/1*CtP2n-2Xk3c-LizWAaMREg.png.

64. Typy strojového učení. *course.elementsofai*. [Online] [Citace: 6. Srpen 2021.] <https://course.elementsofai.com/cs/4/1>.
65. Kod'ousková, Barbora. CO JE STROJOVÉ UČENÍ A JAK SOUVISÍ S UMĚLOU INTELIGENCÍ? *rascasone*. [Online] 13. Duben 2021. [Citace: 6. Srpen 2021.] <https://www.rascasone.com/cs/blog/strojove-uceni-ml-metody-klasifikace>.
66. Kay, Alexx. Co jsou to umělé neuronové sítě? *scienceworld*. [Online] 18. Prosinec 2001. [Citace: 6. Srpen 2021.] <https://www.scienceworld.cz/technologie/co-jsou-to-umele-neuronove-site-4077/>.
67. Mařík, Vladimír. *Umělá inteligence 6. místo neznámé* : Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2276-9.
68. Kavlakoglu, Eda. NLP vs. NLU vs. NLG: the differences between three natural language processing concepts. *ibm*. [Online] Listopad 12, 2020. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://www.ibm.com/blogs/watson/2020/11/nlp-vs-nlu-vs-nlg-the-differences-between-three-natural-language-processing-concepts/>.
69. IBM Cloud Education. Natural Language Processing (NLP). *ibm*. [Online] Červenec 2, 2020. [Cited: Srpen 9, 2021.] <https://www.ibm.com/cloud/learn/natural-language-processing>.
70. Gilbreath, Bob. That Steve Jobs Research Quote Should RIP. *medium*. [Online] Duben 24, 2016. [Cited: 1 19, 2022.] <https://medium.com/@mktgwithmeaning/that-steve-jobs-research-quote-should-rip-e8f3335ec66>.
71. Callaham, John. Amazon Echo is now available for everyone to buy for \$179.99, shipments start on July 14. *web.archive*. [Online] Červen 23, 2015. [Cited: Zář 22, 2021.] <https://web.archive.org/web/20151208120609/http://www.androidcentral.com/amazon-echo-now-available-everyone-buy-17999-shipments-start-july-14>.
72. Amazon Echo - Black (1st Generation). *amazon*. [Online] [Cited: Zář 22, 2021.] <https://www.amazon.com/Amazon-Echo-Bluetooth-Speaker-with-WiFi-Alexa/dp/B00X4WHP5E?pldnSite=1&th=1>.
73. Aguilar, Mario. Amazon Echo Review: I Just Spoke to the Future And It Listened. *gizmodo*. [Online] Červen 25, 2015. [Cited: Zář 22, 2021.] <https://gizmodo.com/amazon-echo-review-i-just-spoke-to-the-future-and-it-1672926712>.
74. TechSnacker. Amazon Echo 1st Gen in 2020 Review! Should You Buy it? *youtube*. [Online] Červen 19, 2020. [Cited: Zář 22, 2021.] https://www.youtube.com/watch?v=ljjwY0H9nvA&ab_channel=TechSnacker.
75. Hi-Fi, What. Amazon Echo review. *whathifi*. [Online] Prosinec 4, 2019. [Cited: Zář 23, 2021.] <https://www.whathifi.com/amazon/echo-2/review>.
76. Echo (2nd Generation) - Smart speaker with Alexa and Dolby processing - Heather Gray Fabric. *amazon*. [Online] [Cited: Zář 23, 2021.] https://www.amazon.com/gp/product/B0749WVS7J/ref=ods_ac_dp_dr_ps?th=1.

77. Seifert, Dan. AMAZON ECHO (2ND GEN) REVIEW: SMALLER AND CHEAPER, BUT MOSTLY THE SAME. *theverge*. [Online] Října 24, 2017. [Cited: Zář 23, 2021.] <https://www.theverge.com/2017/10/24/16528170/amazon-echo-2nd-gen-alexa-2017-review>.
78. Echo (3rd Gen) - Smart speaker with Alexa - Twilight Blue. *amazon*. [Online] [Cited: Zář 24, 2021.] <https://www.amazon.com/gp/product/B07R1CXKN7?th=1>.
79. Ludlow, David. Amazon Echo 3rd Gen Review. *trustedreviews*. [Online] Říjen 16, 2019. [Cited: Zář 24, 2021.] <https://www.trustedreviews.com/reviews/amazon-echo-3rd-gen>.
80. Johnson, Jeramy. Amazon Echo (3rd Gen) vs. Echo Plus (2nd Gen): Which should you buy? *androidcentral*. [Online] Zář 21, 2020. [Cited: Zář 24, 2021.] <https://www.androidcentral.com/all-new-echo-vs-echo-plus>.
81. Hall, Chris. Amazon Echo 4-gen vs Amazon Echo 3-gen : What's the difference? *pocket-lint*. [Online] Červen 14, 2021. [Cited: Zář 24, 2021.] <https://www.pocket-lint.com/smart-home/buyers-guides/amazon/153965-amazon-echo-2020-vs-amazon-echo-2019>.
82. Echo (4th Gen) | With premium sound, smart home hub, and Alexa | Charcoal. *amazon*. [Online] [Cited: Zář 24, 2021.] https://www.amazon.com/dp/B07XKF5RM3?ref=ods_ucc_aucc_lr_nrc_ucc&th=1.
83. Tillamn, Maggie. What is Amazon Sidewalk? Which devices use it, how it works and how to opt out. *pocket-lint*. [Online] Červen 5, 2021. [Cited: Zář 24, 2021.] <https://www.pocket-lint.com/smart-home/news/amazon/149553-what-is-amazon-sidewalk-which-devices-use-it-and-how-does-it-work>.
84. Dorey, Brian. Amazon Echo 4th Generation Teardown & Disassembly | New CPU Inside. *youtube*. [Online] Prosinec 15, 2020. [Cited: Zář 30, 2021.] https://www.youtube.com/watch?v=i_TfM9isKak&ab_channel=BrianDorey.
85. Havard, Scott. Google Home Teardown. *ifixit*. [Online] Listopad 7, 2016. [Cited: Říjen 4, 2021.] <https://www.ifixit.com/Teardown/Google+Home+Teardown/72684>.
86. Gebhart, Andrew. Google Home review. *cnet*. [Online] Listopad 2, 2018. [Cited: Říjen 4, 2021.] <https://www.cnet.com/reviews/google-home-review/>.
87. Google Nest and Home device specifications. *support.google*. [Online] [Cited: Říjen 5, 2021.] <https://support.google.com/googlenest/answer/7072284?hl=en#zippy=%2Cgoogle-home-max>.
88. Trlica, David. Google Home Max recenze: Chytrý reproduktor se skvělým zvukem i designem. *svetandroida*. [Online] 13. Květen 2019. [Citace: 5. Říjen 2021.] <https://www.svetandroida.cz/google-home-max-recenze/>.
89. Caliendo, Dario. Nest Audio review. *en.gizchina*. [Online] 30. Listopad 2020. [Citace: 5. Říjen 2021.] <https://en.gizchina.it/2020/11/nest-audio-review/>.

90. Seifert, Dan. GOOGLE NEST AUDIO REVIEW: THE SWEET SPOT. *theverge*. [Online] Říjen 5, 2020. [Cited: Říjen 5, 2021.] <https://www.theverge.com/21501300/google-nest-audio-assistant-smart-speaker-review-price-specs-features>.
91. HomePod. *macrumors*. [Online] Září 22, 2021. [Cited: Říjen 6, 2021.] <https://www.macrumors.com/roundup/homepod/>.
92. Apple HomePod review. *whathifi*. [Online] 13. Červenec 2020. [Citace: 6. Říjen 2021.] <https://www.whathifi.com/apple/homepod/review>.
93. HomePod Teardown. *ifixit*. [Online] Únor 12, 2018. [Cited: Říjen 6, 2021.] <https://www.ifixit.com/Teardown/HomePod+Teardown/103133>.
94. How to use HomePod mini's game-changing music Handoff feature. *indianexpress*. [Online] Leden 27, 2021. [Cited: Říjen 7, 2021.] <https://indianexpress.com/article/technology/techook/heres-how-to-use-homepod-minis-game-changing-music-handoff-feature-7163184/>.
95. Vařenka, Pavel. Nový čip U1 z iPhonů 11 (Pro): Vše, co o něm chcete vědět. *letemsvetemapple*. [Online] 18. Září 2019. [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://www.letemsvetemapple.eu/2019/09/18/novy-cip-u1-z-iphonu-11-pro-vse-co-o-nem-chcete-vedet/>.
96. Vincente, Alex. HomePod Mini vs HomePod - Průvodce nákupem. *actualidadiphone*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://www.actualidadiphone.com/cs/homepod-mini-vs-homepod-guia-de-compra/>.
97. Götting, Marie Charlotte. Share of music streaming subscribers worldwide in the 1st quarter of 2021, by company. *statista*. [Online] Listopad 16, 2021. <https://www.statista.com/statistics/653926/music-streaming-service-subscriber-share/>.
98. Shanfelt, Eric. How to Optimize for Local Voice Search on Alexa, Siri, Google and Cortana. *localmarketinginstitute*. [Online] [Cited: Listopad 27, 2021.] <https://localmarketinginstitute.com/local-voice-search/>.
99. Khare, Satvik. Amazon Alexa Users to Lose Email Access, Third-Party Package Tracking From November 8. *gadgets*. [Online] Listopad 2, 2021. [Cited: Listopad 27, 2021.] <https://gadgets.ndtv.com/apps/news/amazon-alexa-gmail-microsoft-email-support-discontinued-november-8-package-tracking-2596932>.
100. Ask Siri, Dictation & Privacy. *apple*. [Online] [Cited: Listopad 28, 2021.] <https://www.apple.com/legal/privacy/data/en/ask-siri-dictation/>.
101. Google Assistant wins another intelligence test, but all assistants show substantial improvement. *theassistant*. [Online] [Cited: Srpen 11, 2021.] <https://theassistant.io/news/google-assistant-wins-another-intelligence-test-but-all-assistants-show-substantial-improvement/>.
102. *howtogeek*. [Online] [Cited: Srpen 11, 2021.] <https://www.howtogeek.com/wp-content/uploads/2021/07/Google-Assistant-hero.png?height=200p&trim=2,2,2,2>.

103. *brandlogos*. [Online] [Cited: Srpen 11, 2021.] <https://brandlogos.net/wp-content/uploads/2017/03/amazon-alexa-logo.png>.
104. *images.squarespace-cdn*. [Online] [Cited: Srpen 2021, 2021.] <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/59937b8f2994cae8c280ca6c/1541088198470-A2PSXEINEACKGQQDLGPN/Yonomi++Siri+Logo.png?format=300w>.
105. *m.media-amazon*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] https://m.media-amazon.com/images/I/51VQNUV+ZyL._SL1000_.jpg.
106. *bhphotovideo*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] https://www.bhphotovideo.com/images/images2500x2500/amazon_echo_2nd_generation_charcoal_1365629.jpg.
107. *i.gadgets360cdn*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://i.gadgets360cdn.com/products/large/amazon-echo-4th-gen-800x800-1601011939.jpg>.
108. *obchody24*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://www.obchody24.cz/items/google/ostatni-prislusenstvi-pro-mobilni-telefony/5393788/hlasovy-asistent-google-home-bily-1549606801-next-900px-1155181.jpg>.
109. *cdn.dxomark*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://cdn.dxomark.com/wp-content/uploads/medias/post-54964/Google-Home-Max-Speaker-dxomark-1.jpg>.
110. *ss7.vzw*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://ss7.vzw.com/is/image/VerizonWireless/google-nest-audio-chalk-ga01420-us-iset>.
111. *images.squarespace-cdn*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5019271be4b0807297e8f404/1525269614155-IS0X6PJSAJW4SSNRQZT5/HomePod.PNG>.
112. *dam.which.co*. [Online] [Citace: 7. Říjen 2021.] <https://dam.which.co.uk/SR17275-0640-00-front-615x461.jpg>.