

Využití velkých jazykových modelů pro analýzu konzistence výpovědi v rámci společných vyšetřovacích týmů

Anotace: Tato studie představuje výsledky výzkumu zaměřeného na využití velkých jazykových modelů (LLMs) v kriminalistické praxi, se zaměřením na společné vyšetřovací týmy (JITs). Výzkum ověřoval schopnost LLMs, konkrétně nástroje Google NotebookLM, analyzovat konzistenci výpovědí, identifikovat rozpory a generovat doplňující otázky. Výsledky ukazují, že LLMs mohou efektivně identifikovat nesrovnalosti ve výpovědích a generovat otázky usnadňující přípravu na výslechy. Kriminalisté s detailní znalostí případů ocenili vysokou přesnost modelu. LLMs rovněž vykazují vysokou efektivitu při zpracování vícejazyčného materiálu, což je klíčové pro mezinárodní vyšetřování, kde jejich využití může přinést významné časové i finanční úspory. Výzkum dokládá, že LLMs mohou představovat významný nástroj pro efektivnější vyšetřovací procesy, aniž by vyžadovaly složité doladění pro konkrétní úkoly. Tyto modely tak nabízejí kriminalistům praktickou podporu při analýze složitých případů, zvláště v mezinárodním prostředí.

Klíčová slova: Kriminalistika, umělá inteligence (AI), velké jazykové modely (LLMs), analýza konzistence výpovědi, společné vyšetřovací týmy (JITs), evaluace AI systémů, analýza multilingvních dokumentů, zefektivnění vyšetřování, rozpory ve výpovědích, automatizace formulace doplňujících otázek.

Úvod

Společné vyšetřovací týmy (JITs) jsou zásadním nástrojem v boji proti mezinárodní kriminalitě, neboť umožňují efektivní spolupráci mezi národními orgány a zajištění důkazů v různorodém právním a jazykovém prostředí. Klíčovou roli v těchto vyšetřovacích procesech hraje výslech, jehož příprava, provedení a následná analýza jsou časově i organizačně náročné, zejména v případech s rozsáhlým spisovým materiálem. Identifikace nesrovnalostí a vazeb mezi výpověďmi a dalšími důkazy je přitom nezbytná pro koherentní objasnění skutkového stavu.

Rostoucí složitost vyšetřování zvyšuje potřebu moderních nástrojů, které by podpořily kriminalisty při práci s rozsáhlými daty. Umělá inteligence (AI) a zpracování přirozeného jazyka (NLP) nabízejí nové možnosti automatizace analýzy dokumentů a identifikace rozporů, což má potenciál zásadně zefektivnit vyšetřovací procesy. Tyto technologie mohou být obzvláště přínosné v mezinárodním prostředí JITs, kde je nutné pracovat s vícejazyčnými dokumenty.

Tato studie prezentuje výsledky výzkumu zaměřeného na využití velkých jazykových modelů (LLMs) v kriminalistické praxi, se zaměřením na experimentální evaluaci nástroje Google NotebookLM. Cílem výzkumu bylo ověřit schopnost LLMs podporovat kriminalisty při analýze konzistence výpovědí a jejich vztahu ke spisovému materiálu, a to zejména v kontextu JITs. Výsledky experimentálních testů, provedených za účasti zkušených kriminalistů, poskytují cenné poznatky o možnostech využití AI k řešení klíčových problémů v kriminalistice.

1. Společné vyšetřovací týmy

Společné vyšetřovací týmy (JITs) jsou pokročilým nástrojem mezinárodní spolupráce v boji proti závažné trestné činnosti. Vznikají za základě právní dohody mezi dvěma nebo více státy, která umožňuje efektivní a koordinované vyšetřování složitých trestných činů.¹ Představují „reálnou spolupráci v reálném čase“. Členové týmu mohou přímo jednat ve

¹ Eurojust. *Joint investigation teams* [online]. 2023 [cit. 16. června 2024]. Dostupné na internetu: <https://www.eurojust.europa.eu/judicial-cooperation/instruments/joint-investigation-teams>.

společném vyšetřovacím prostoru, který tvoří součet území států zapojených do týmu. Koncept JITs tak vytváří synergickou akci států v zájmu potírání přeshraniční trestné činnosti a překračuje tradiční rámec vzájemného uznávání.²

Oproti tradičním formám mezinárodní spolupráce mají JITs významnou výhodu, zejména díky přímé výměně informací a důkazů, což eliminuje nutnost zdlouhavých žádostí o právní pomoc či opakované Evropské vyšetřovací příkazy.³ Vzhledem k tomu, že JITs sdružují rozhodovací pravomoci a zdroje na jednom místě, mohou efektivněji a rychleji reagovat na vývoj kriminalistické situace.^{4;5} Informace shromážděné členy JITs jsou pro vyšetřování klíčové a mohou hrát důležitou roli i při **spojoování sériových skutků a získávání důkazů**.⁶ Tento přístup je v souladu s legislativou EU, která umožňuje použití informací získaných členy nebo posílenými členy JITs v trestním řízení.⁷

Jednou z hlavních výzev je nutnost zpracovávat **velké objemy zpracovávaných dat**, které je třeba prohledávat a filtrovat.⁸ Tento aspekt představuje pro vyšetřovatele velké technické a personální výzvy.⁹ Tyto výzvy vycházejí z potřeb a omezení, které přináší rychlý rozvoj informačních technologií a změny v objemu a rychlosti zpracování dat. Další problémy mají technický charakter a vyžadují vývoj nového softwaru a hardwaru, schopného efektivně shromažďovat, ukládat a analyzovat digitální důkazy.¹⁰

Další výzvou, které JITs čelí, jsou **jazykové bariéry**. Eurojust ve své hodnotící zprávě

² GERACI, R. *Beyond mutual recognition: the rules of joint investigation teams*. [online]. 2022. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu:

https://www.researchgate.net/publication/358568603_Beyond_mutual_recognition_the_rules_of_joint_investigation_teams.

³ BAKKER E. a J. POWDERLY. *Joint Investigation Teams: Added Value, Opportunities and Obstacles in the Struggle against Terrorism*. [online]. ICCT (International Centre for Counter-Terrorism). 2011. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://www.icct.nl/publication/joint-investigation-teams-added-value-opportunities-and-obstacles-struggle-against>.

^{4;5} POWDERLY, J. a E. BAKKER. *Dealing with transnational terrorism, the concept and practice of Joint Investigation Teams*. Security and Human Rights, 22, 19-28. [online]. 2011. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1163/187502311796365880>.

⁵ GERACI, R. *Beyond mutual recognition: the rules of joint investigation teams*. Optime, 13(2). [online]. 2022. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.55312/op.v13i2.378>.

⁶ NICHOLSON, D., S. ARTZ, A. ARMITAGE a J. FAGAN. *Working Relationships and Outcomes in Multidisciplinary Collaborative Practice Settings*. Child and Youth Care Forum, 29, 39-73. [online]. 2000. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1023/A:1009472223560>.

⁷ BELFIORE, R. *Joint Investigation Teams in the Italian Legislation Implementing Framework Decision 2002/465/JHA*. EU Criminal Justice. [online]. 2018. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97319-7_9.

⁸ VAN STADEN, W. a E. VAN DER POEL. *Team Formation in Digital Forensics*. [online]. 2016. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1109/ISSA.2016.7802934.

⁹ CAVIGLIONE, L., S. WENZEL a W. MAZURCZYK. *The Future of Digital Forensics: Challenges and the Road Ahead*. [online]. In: *IEEE Security and Privacy Magazine*. 2017, roč. 15. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1109/MSP.2017.4251117.

⁹ SPAFFORD, E. *Some Challenges in Digital Forensics*. [online]. 2006. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1007/978-0-387-36891-7_1.

¹⁰ EUROPOL. *Europol Programming Document 2024 - 2026* [online]. 2024. EUROPOL, [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Programming_Document_2024-2026.pdf.

¹⁰ EUROPOL. *Europol Programming Document 2024 - 2026* [online]. 2024. EUROPOL, [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Programming_Document_2024-2026.pdf.

konstatoval: "Hodnocené JITs se potýkaly s několika jazykovými problémy. Patřily mezi ně rozsáhlá nebo složitá šetření, která vyžadovala překlad značného množství údajů; vysoké náklady na tlumočení a překlady; a obtíže při hledání včasných a nákladově efektivních řešení, pokud se jednalo o méně obvyklé jazyky.¹¹ Významnou část provozních nákladů tak tvoří náklady na tlumočení a překlady, které jsou pro efektivní komunikaci mezi členy týmů nezbytné.¹²

2. Výslech jako klíčový nástroj kriminalistické praxe

Výslech představuje **jeden z nejdůležitějších nástrojů kriminalistické praxe**, jehož účelem je získávání kriminalisticky a právně relevantních informací z paměťových stop vyslýchaných osob. Tento procesní úkon je **klíčovým prvkem trestního řízení**, jelikož výpověď získaná během výslechu může sloužit jako důkazní materiál. Příprava a realizace výslechu jsou **zásadně ovlivněny obsahem vyšetřovacího spisu**, který poskytuje nezbytné kontextuální informace a důkazy. Příprava výslechu zahrnuje důkladnou analýzu spisového materiálu, stanovení taktických cílů a modelování možného průběhu výslechu.¹³

V kontextu činnosti JITs je výslech ještě větší výzvou, neboť tyto týmy klasicky pracují s rozsáhlými heterogenními vícejazyčnými daty. Jednou z komplexních výzev pro JITs je právě **efektivní analýza a integrace rozsáhlých multilingvních datových sad získaných během vyšetřování**.

Z pohledu psychologie je pro úspěch výslechu klíčová schopnost vyšetřovatele rychle **analyzovat výpověď vyslýchané osoby a porovnávat ji se spisovým materiálem** pro identifikaci rozporů a nepravdivých tvrzení a umožňuje mu konfrontovat vyslýchanou osobu s důkazy.¹⁴

Rovněž z pohledu kriminalistické taktiky by měl být vyšetřovatel schopen rychle odhalit nesoulad mezi výpovědí a důkazním materiálem, což by mu **umožnilo přesněji zacílit další otázky na vyslýchanou osobu** s cílem získat další informace nebo objasnit rozpory. Schopnost identifikovat nesrovnalosti by dále mohla **zvýšit psychologický tlak na vyslýchanou osobu**.¹⁵ Vyšetřovatel musí kombinovat psychologický tlak s empatií a citlivým přístupem, aby získal co nejvíce relevantních informací, aniž by porušil zákon či etické zásady.¹⁶

3. Velké jazykové modely jako nástroj pro analýzu konzistence výpovědi

Velké jazykové modely (LLMs) představují významný pokrok v oblasti umělé inteligence, zejména směrem k cíli dosažení umělé obecné inteligence podobné té lidské. Tyto modely jsou trénovány na obrovských množstvích dat pomocí samoučících metod a jsou schopny vykonávat řadu složitých úkolů, jako je kreativní psaní, překlad, odpovídání na otázky,

¹¹ Fourth JIT Evaluation Report | Eurojust | European Union Agency for Criminal Justice Cooperation. [online].2023.EUROPOL. [cit. 7. května 2024]. Dostupné na internetu: <https://www.eurojust.europa.eu/publication/fourth-JIT-evaluation-report>.

¹² NAGY, J. About Joint Investigation Teams in a Nutshell. [online]. In: *Issues of Business and Law*. 2010, roč. 2. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: DOI: 10.2478/v10088-010-0010-0.

¹³ ŠÁMAL, P. *Trestní řád: komentář*, s. 827.

¹⁴ KASSIN, S. et al. Police Interviewing and Interrogation: A Self-Report Survey of Police Practices and Beliefs. [online]. In: *Law and human behavior*. 2007, roč. 31. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: DOI: 10.1007/s10979-006-9073-5.

¹⁵ CLEMENS, F. a T. GROLIG. Innocent of the crime under investigation: Suspects' counter-interrogation strategies and statement-evidence inconsistency in strategic vs. non-strategic interviews. [online] In: *Psychology Crime and Law*. 2019. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: DOI: 10.1080/1068316X.2019.1597093.

¹⁶ PORTER, S. a John C. YUILLE. Credibility assessment of criminal suspects through statement analysis. [online]. In: *Psychology, Crime & Law*. 1994, roč. 1, č. 4, s. 319-331. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1080/10683169508411969>.

sumarizace a generování počítačového kódu.^{17;18}

LLM je typ umělé inteligence, který je navržen pro **zpracování a generování přirozeného jazyka** (Natural Language Processing – NLP). Tyto modely využívají pokročilé neuronové sítě, aby se naučily složité vzory a struktury jazyka. Základem moderních LLMs je architektura tzv. transformeru, jehož klíčovým prvkem je **mechanismus sebek pozornosti** (Self-attention), který umožňuje modelu vážit různé části vstupního textu při generování každého slova. Sebek pozornost umožňuje modelu zachytit vztahy mezi vzdálenými slovy v textu.¹⁹ Navzdory omezeným formám znalostí jsou tyto systémy schopny vykonávat řadu složitých úkolů, včetně vědecké syntézy a vysvětlování.²⁰

LLMs představují **technologii obecného využití** (General-Purpose Technology - GPT)²¹, což jim umožňuje široké uplatnění v různorodých oblastech.²² Škálování modelů vede k zásadnímu zlepšení výkonu a přináší nové schopnosti, které menší modely nemají. Tento pokrok je ilustrován například uvedením ChatGPT, který přitáhl širokou pozornost veřejnosti.²³

Rychlý pokrok ve výzkumu umělé inteligence se projevil zejména v oblasti **kognitivních schopností LLMs**, přičemž se ukazuje, že tyto modely vykazují v některých kognitivních úlohách srovnatelné nebo dokonce lepší výsledky než lidské subjekty.²⁴ Zkoumání modelu GPT-3.5 v oblasti chování a kognitivních schopností například objevilo zajímavé paralely mezi tímto modelem a lidskou intuicí.²⁵

Další významný pokrok ve vývoji představuje GPT-4, který dosáhl značný pokrok i v úlohách kognitivní psychologie. GPT-4 se vyznačuje vysokou úrovní přesnosti v úlohách, které jsou náročné i pro lidský mozek, jako je porozumění, paměť, jazyk a řešení problémů.²⁶ Někteří autoři dokonce představují GPT-4 jako součást nové skupiny LLMs, které **vykazují**

¹⁷ Y ARCAS, B. A. Do Large Language Models Understand Us? [online]. In: *Daedalus*. 2022, roč. 151, č. 2, s. 183-197. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: https://doi.org/10.1162/daed_a_01909. [cit. 11. dubna 2024].

¹⁸ ZHENG, Y. et al. Large Language Models for Scientific Synthesis, Inference and Explanation. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2023].

Dostupné na internetu: Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.2310.07984.

¹⁹ VASWANI, A. et al. Attention Is All You Need. In: *arXiv*, 2023. [cit. 29. června 2024].

Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.1706.03762.

²⁰ ZHENG, Y. et al. Large Language Models for Scientific Synthesis, Inference and Explanation. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.07984>.

²¹ Označuje inovace, které mají rozsáhlé a univerzální aplikace napříč různými odvětvími a mají potenciál zásadně transformovat ekonomiku a společnost. Mezi příklady patří parní stroj, elektřina či moderní informační technologie, které vyvolaly zásadní změny v produktivitě a organizaci práce.

²² PLATT, M. a D. PLATT. Effectiveness of Generative Artificial Intelligence for Scientific Content Analysis. Online. In: *2023 IEEE 17th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*. [online] IEEE, 2023, s. 1-4. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1109/AICT59525.2023.10313167>.

²³ ZHAO, W. X. et al. A Survey of Large Language Models. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>.

²⁴ BINZ, M. a E. SCHULZ. Using cognitive psychology to understand GPT-3. [online]. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2023, roč. 120, č. 6. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1073/pnas.2218523120>.

²⁵ HAGENDORFF, T., S. FABI a M. KOSINSKI. *Machine intuition: Uncovering human-like intuitive decision-making in GPT-3.5*. [online]. 2022. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.05206>.

²⁶ DHINGRA, S. et al. Mind meets machine: Unravelling GPT-4's cognitive psychology. [online]. In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11436>.

známky umělé obecné inteligence (AGI)²⁷.

Jedním z klíčových aspektů LLMs je jejich schopnost provádět úkoly, které vyžadují hluboké a spolehlivé uvažování, tedy kompetence, která hraje důležitou roli v aplikacích v kritických scénářích. To zahrnuje schopnost provádět víceúrovňovou úvahu a vést k vytvoření platného sledu úvah, který může uživatel ověřit.²⁸

4. Právní a etické otázky nasazení LLMs v kriminalistice

Zároveň se zahájením diskuse o potenciálním využití LLMs v právních odvětvích a kriminalistice vyvstává řada právních otázek. LLMs mohou být pro použití v těchto oblastech lákavé, avšak jejich využití není bez otázek a rizik. Tyto modely mohou do svých odpovědí zahrnovat nepravdivá tvrzení, což je ve srovnání s tradičními vyhledávacími, jako je Google, který na sémanticky podobné dotazy vrací správné informace, chování považované za „nové“.²⁹

Tato situace vyvolává obavy, protože nepravdivá tvrzení, tzv. **halucinace**, mohou narušit vyšetřovací postupy a kontaminovat jejich výstupy, a to i přesto, že použití LLMs může být vzhledem k jejich schopnosti rychle zpracovávat a generovat texty na základě velkého množství dat velmi efektivní.³⁰

5. Aplikační možnosti LLMs v kriminalistice

LLMs přináší do kriminalistických aplikací několik specifických technologických aspektů. Prvním aspektem je schopnost zpracování přirozeného jazyka.³¹ Také koncept „odůvodněné umělé inteligence“ (Justifiable artificial intelligence) navrhuje, že získávání podporujících, nebo vyvracejících výstupů LLMs může zvýšit důvěryhodnost generovaných textů a může tak hrát zásadní roli v argumentaci podporující vznik právních expertních systémů, které vyžadují vysokou míru důvěryhodnosti a odpovědnosti.³²

Pro adaptaci na specifickou doménu a úkol mohou být LLMs jemně doladěny, například pro **extrakci komplexních informací z neuspořádaných textů**. Díky tomu se model naučí získávat relevantní informace buď z jednotlivých vět, nebo napříč větami v abstraktech a dalších textových pasážích.³³ Dále je možné LLMs jemně doladit například pro zlepšení textového **hodnocení při určování relevance mezi dotazem a dokumentem**. Výsledky

²⁷ ADAMS, S.S., I. AREL, J.BACH, R. COOP, R. FURLAN et al. Mapping the Landscape of Human-Level Artificial General Intelligence. [online]. In: *AI Magazine*. 2012, roč. 33, č. 1, s. 25-41. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1609/aimag.v33i1.2322>.

²⁸ CRESWELL, A. a M. SHANAHAN. Faithful Reasoning Using Large Language Models. [online] In: *arXiv*, 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.14271>.

²⁹ LADKIN, P. B. Involving LLMs in legal processes is risky. [online]. In: *Digital Evidence and Electronic Signature Law Review*. 2023, s. 40-46. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.14296/deeslr.v20i.5610>.

³⁰ ANDERSON, J. F., K. REINSMITH-JONES a N.J. MANGELS. Need for triangulated methodologies in criminal justice and criminological research: exploring legal techniques as an additional method. [online]. In: *Criminal Justice Studies*. 2011, roč. 24, č. 1, s. 83-103. ISSN 1478-601X. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1080/1478601X.2011.544390>.

³¹ DAI, Y. et al. *LAiW*. A Chinese Legal Large Language Models Benchmark. [online] In: *arXiv*, 2024. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05620>.

³² WEHNERT, S. Justifiable Artificial Intelligence: Engineering Large Language Models for Legal Applications. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.15716>. [cit. 11. dubna 2024].

³³ DUNN, Alexander et al. *Structured information extraction from complex scientific text with fine-tuned large language models*. [online] *arXiv*, 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.05238>.

experimentů ukazují, že tato metoda zlepšuje výkonnost modelů v různých scénářích včetně jak doménově specifických, tak i všeobecných úloh.³⁴ Extrakce dat je klíčovou a zároveň velmi náročnou částí syntézy důkazů, která je často náchylná k chybám. Předchozí pokusy využít strojové učení pro zvýšení efektivity tohoto procesu nebyly dostatečně přesné. S příchodem LLMs se objevily nové možnosti pro zvýšení efektivity a přesnosti extrakce dat.³⁵

Možné je také jejich využití k **anotaci emocionálních dat ve výpovědích**. Modely mohou být užitečné při zlepšování současných systémů pro rozpoznávání emocí tím, že poskytují efektivní anotace emocionálních dat, což může zlepšit přesnost analýzy emocionálních aspektů ve výpovědích.³⁶

Výsledky zahraničního výzkumu tedy ukazují, že LLMs mají pro extrakci strukturovaných informací z nestruturovaných textů značný potenciál. Jejich schopnost pracovat s rozsáhlými a heterogenními daty umožňuje efektivní a přesnou identifikaci klíčových informací, jako jsou osoby, místa, časy, nebo vztahy mezi jednotlivými prvky důkazního materiálu.³⁷

V oblasti zpracování přirozeného jazyka je klíčovou technikou **koreference napříč dokumenty** (Cross-document coreference resolution - CCR), která umožňuje identifikaci a propojení zmínek o stejném subjektu napříč různými dokumenty. Tato technika je zásadní pro efektivní extrakci informací, protože umožňuje uživatelům získat komplexní pohled na určitý subjekt z více zdrojů textu současně.^{38;39}

V kontextu kriminalistiky je nutné zmínit schopnost LLMs **rozpoznávat vzorce** v datových sadách. Tyto modely mají schopnost generovat a doplňovat složité sekvence tokenů a autoregresivně doplňovat složité sekvence tokenů, takže mohou být použity k extrapolaci datových sekvencí.⁴⁰

6. Promptování jako nástroj pro přizpůsobení LLMs specifickým úkolům

Promptování je proces, při kterém **uživatel dává LLMs pokyn, tedy prompt, v přirozeném lidském jazyce**. Tento prompt mu popisuje, jak vykonat specifický úkol.⁴¹

³⁴ ZHANG, L. et al. TSRankLLM: A Two-Stage Adaptation of LLMs for Text Ranking. [online] In: *arXiv*, 2024. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.16720>.

³⁵ WEIDINGER, Laura et al. *Ethical and social risks of harm from Language Models*. [online]. In: *arXiv*, 2021. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04359>.

³⁶ LATIF, S. et al. *Can Large Language Models Aid in Annotating Speech Emotional Data? Uncovering New Frontiers*. [online] 2023. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.06090>.

³⁷ Pro tuto demonstraci byl použit LLM GPT-4o, dostupný k 18.6.2024.

³⁸ BAGGA, A. a B. BALDWIN. Entity-based cross-document coreferencing using the Vector Space Model. [online]. In: *Proceedings of the 36th annual meeting on Association for Computational Linguistics* -. Morristown, NJ, USA: Association for Computational Linguistics, 1998, 79. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.3115/980845.980859>.

³⁹ KESHTKARAN, A., S. S. YUHANIZ a S. IBRAHIM. An overview of cross-document coreference resolution. [online]. In: *2017 International Conference on Computer and Drone Applications (ICConDA)*. IEEE, 2017, s. 43-48. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1109/ICONDA.2017.8270397>.

⁴⁰ MIRCHANDANI, S. et al. Large Language Models as General Pattern Machines. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.04721>.

⁴¹ ARORA, S. et al. *Ask Me Anything: A simple strategy for prompting language models*. [online]. In: *arXiv*, 2022. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.02441>.

Umožňuje **rychlé využití existujících modelů bez nutnosti dalšího tréninku**. Modely mohou být přizpůsobeny různým úlohám pouhou změnou promptu, což zvyšuje jejich flexibilitu.⁴²

Pro schopnost LLMs generovat kvalitní odpovědi je klíčový účinný design promptů vytvořených pro konkrétní úkol.⁴³ Recentní výzkumy poukazují na to, že integrace doplňujících a vysvětlujících příkladů do promptů může výrazně zlepšit schopnost LLMs učit se v kontextu. Tento přístup, známý jako in-context learning, naznačuje, že kombinování vhodně zvolených příkladů může poskytnout modelům lepší základ pro pochopení a řešení komplexních úloh.⁴⁴ Dokonce i **drobné nuance ve formulaci promptů mohou mít významný vliv na výstupy LLMs**.⁴⁵

7. Formulace výzkumného problému

Tradiční kriminalistické metody založené na manuálním zpracování spisového materiálu mají omezené schopnosti efektivně čelit výzvám, které přináší mezinárodní a organizovaná trestná činnost. JITs tak musí pracovat s heterogenním, multilingvním spisovým materiálem, což klade vysoké odborné a kapacitní nároky na jejich členy a přináší vysoké finanční náklady.

Výzkum reflektoval současný pokrok v oblasti umělé inteligence, zejména vývoj LLMs, které nabízí nové možnosti řešení těchto problémů. LLMs jsou schopné provádět automatizovanou analýzu rozsáhlých textových dat, vyhledávat klíčové informace, identifikovat nesrovnalosti ve výpovědích a poskytovat konzistentní analýzu napříč jazykovými bariérami.⁴⁶ Tento přístup by kriminalistům mohl umožnit zaměřit se na takticky důležité aspekty vyšetřování, přičemž by se výrazně redukovala rutinní, manuální práce kriminalistů a čas potřebný na zpracování dat.

Cílem výzkumu bylo empiricky ověřit efektivitu LLMs jako nástroje pro detekci rozporů ve výpovědích a jejich porovnání se spisovým materiálem. Experiment byl zaměřen na zhodnocení schopnosti LLMs analyzovat rozsáhlé a heterogenní datové sady a poskytovat doplňující otázky relevantní pro další vyšetřovací kroky. Klíčovým záměrem bylo zjistit, zda mohou být tyto technologie prakticky využity k řešení složitých kriminalistických úkolů, zejména v prostředí JITs.

Z interdisciplinárního hlediska výzkum přináší důležité poznatky nejen pro aplikaci pokročilých AI technologií v kriminalistice, ale také pro rozvoj moderních metod analýzy strukturovaných i nestrukturovaných dat v kriminalistické praxi. Výsledky podporují předpoklad, že LLMs mohou představovat revoluční nástroj pro zpracování spisového materiálu v kriminalistice.

⁴² Modely nemusí být trénovány s obrovským množstvím specifických příkladů pro každý úkol, který mají provést. Místo toho mohou používat menší množství informací a přesto se naučit, jak reagovat správně.

⁴³ DIAO, S. et al. Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. [online]. In: *arXiv*, 2023, roč. abs/2302.12246. [cit. 11. dubna 2024].
Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12246>.

⁴⁴ YE, Xi et al. Complementary Explanations for Effective In-Context Learning. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].
Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.13892>.

⁴⁵ LI, Xingxuan et al. Does GPT-3 Demonstrate Psychopathy? Evaluating Large Language Models from a Psychological Perspective. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].
Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.10529>.

⁴⁶ ZHAO, W. X. et al. A Survey of Large Language Models. [online] In: *arXiv*, 2023. [cit. 11. dubna 2024].
Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>.

8. Stanovení výzkumných otázek

Stanovení výzkumných otázek bylo zásadním krokem výzkumu, jehož cílem bylo ověřit, zda mohou LLMs zvýšit efektivitu a přesnost přípravy a realizace výsledků v kontextu JITs. Výzkum se zaměřil na tři klíčové oblasti: identifikaci nesrovnalostí a rozporů ve výpovědích, automatizované generování doplňujících otázek a schopnost LLMs zpracovávat data v různých jazycích.

Hlavní oblasti zkoumání a formulace otázek

1. **Identifikace nesrovnalostí a rozporů:** Výzkum testoval schopnost LLMs analyzovat výpovědi a porovnávat je se spisovým materiálem s cílem odhalit nesrovnalosti, které by mohly signalizovat lži nebo chybnou interpretaci. Klíčovou výzkumnou otázkou zde bylo:

VO1: Mohou LLMs efektivně identifikovat nesrovnalosti a rozpory ve výpovědích a spisovém materiálu?

2. **Generování doplňujících otázek:** Druhá oblast se soustředila na schopnost LLMs formulovat relevantní doplňující otázky. Výzkumná otázka zněla:

VO2: Mohou LLMs automaticky generovat doplňující otázky na základě analýzy výpovědi a spisového materiálu?

3. **Zpracování vícejazyčných dat:** Vzhledem k mezinárodní povaze JITs bylo klíčové ověřit, zda LLMs dokážou zpracovávat textová data v různých jazycích. LLMs byl testován na textových datech zajištěných v několika různých jazycích, přičemž byla hodnocena jeho schopnost identifikovat nesrovnalosti a generovat otázky bez ohledu na jazyk dokumentů. Výzkumná otázka zněla:

VO3: Jsou LLMs schopny zpracovávat a analyzovat textová data v rámci mezinárodního prostředí JITs v různých jazycích?

9. Metodologie sběru dat

Metodologie sběru dat byla navržena tak, aby zajistila maximální informovanost účastníků o možnostech a limitech LLMs a vytvořila prostor pro získání empirických dat prostřednictvím strukturovaného dotazníku. Proces byl rozdělen do tří hlavních fází, přičemž první fáze zahrnovala úvodní prezentaci zaměřenou na teoretické seznámení účastníků s technologií LLMs a jejím využitím v kriminalistice.

Úvodní prezentace trvala 45 minut a jejím cílem bylo poskytnout policistům ucelený teoretický základ o LLMs. Prezentace zahrnovala úvodní představení výzkumu, vysvětlení funkčnosti LLMs a praktických možností jejich aplikace, včetně rizik spojených s jejich využitím. Současně byly zmíněny limity technologie, například riziko generování nepodložených informací („halucinací“), což zdůraznilo nutnost kritického přístupu k interpretaci výstupů.

Ve druhé fázi výzkumu bylo provedeno **experimentální testování nástroje NotebookLM**, jehož cílem bylo posoudit schopnost modelu analyzovat konzistenci mezi výpověďmi a spisovým materiálem. Práce s nástrojem probíhala v kontrolovaných podmínkách, kde byl systém promptován přesnými instrukcemi zaměřenými na identifikaci klíčových shod a nesrovnalostí mezi jednotlivými částmi dokumentace. Výsledky generované modelem byly porovnávány s manuálními závěry kriminalistů, čímž se získaly empirické podklady pro hodnocení efektivitu a přesnosti technologie.

Po dokončení experimentální části následovala **diskuse s účastníky**, která poskytla příležitost k detailnímu vysvětlení analytických postupů a promptování používaného v průběhu experimentu. Policisté mohli klást otázky týkající se metodiky, interpretace výsledků a celkového fungování nástroje.

Následně byl účastníkům distribuován elektronický dotazník, který byl navržen tak, aby sbíral jak kvantitativní data prostřednictvím uzavřených otázek, tak kvalitativní data pomocí otevřených otázek. Kvantitativní část dotazníku umožnila statistickou analýzu efektivity, přesnosti a uživatelské přívětivosti systému, zatímco kvalitativní část poskytla prostor pro detailní zpětnou vazbu o subjektivních zkušenostech a návrzích na zlepšení. Tato fáze výzkumu poskytla komplexní data potřebná k vyhodnocení přínosů takového systému v kriminalistické praxi. Kombinace kvantitativních a kvalitativních přístupů zajistila robustní a mnohostranné porozumění tomu, jak může systém podporovat vyšetřovací procesy a zlepšovat efektivitu práce kriminalistů.⁴⁷

Výzkum je tak koncipován jako **smíšený (mixed-method) design**, který kombinuje kvantitativní a kvalitativní přístupy.⁴⁸ Tento typ výzkumu umožňuje získat komplexní pohled na efektivitu a přínos LLM z různých perspektiv a byl zvolen proto, že pouze kvantitativní nebo čistě kvalitativní analýza by nedokázala zachytit všechny aspekty použitelnosti systému.

Kvantitativní složka zahrnuje sběr strukturovaných dat prostřednictvím dotazníků s uzavřenými otázkami. Tyto data umožní statistickou analýzu. **Kvalitativní složka** využívá otevřených otázek v dotaznících ke zjištění individuálních postřehů a návrhů konceptu a funkcionalit vycházejících z potřeb kriminalistické praxe. Volbu smíšeného výzkumu odůvodňuje potřeba nejen kvantifikovat efektivitu systému, ale také pochopit kontext a subjektivní komplexnější pohled respondentů na využitelnost uvažovaného systému na bázi LLMs v kriminalistické praxi. Metodologický rámec tohoto výzkumu je postaven na **pragmatickém paradigmatu**, které klade důraz na praktické aplikace a řešení reálných problémů v kriminalistické praxi.⁴⁹

Teoretická východiska vycházejí z interdisciplinárního přístupu, který propojuje kriminalistiku, informační technologie a umělou inteligenci. Kriminalisté měli předem možnost si prostudovat publikaci **Průvodce policisty světem AI**, která byla vytvořena na Útvaru policejního vzdělávání a služební přípravy Policejního prezidia ČR a na jejímž vzniku se autor studie podílel.

10. Metodologický přístup a průběh experimentálního testování

Experimentální testování využilo nástroj NotebookLM od společnosti Google, který byl vybrán díky svým pokročilým vlastnostem podporujícím přesnou analýzu rozsáhlých datových sad. Tento nástroj, založený na jazykovém modelu Gemini 1.5, byl využit jako výzkumný asistent pro analýzu, sumarizaci a strukturování informací na základě dokumentů nahraných uživatelem. Klíčovým aspektem NotebookLM je jeho schopnost zpracovávat pouze uživatelem nahrané dokumenty a v rámci svých výstupů referovat na konkrétní pasáže zdrojových

⁴⁷ CEJP, M. *Kriminologický výzkum: praktická příručka. Pro praxi*, s. 77 – 78.

⁴⁸ WILKES, N., V. R. ANDERSON, Ch. L. JOHNSON a L.M. BEDELL. Mixed Methods Research in Criminology and Criminal Justice: a Systematic Review. [online]. In: *American Journal of Criminal Justice*. 2022, roč. 47, č. 3, s. 526-546. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09593-7>.

⁴⁹ ELGEDDAWY, M. a M. ABOURAIA. Pragmatism as a Research Paradigm. [online]. In: *European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies*. 2024, roč. 23, č. 1, s. 71-74. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.34190/ecrm.23.1.2444>.

dokumentů, ze kterých byla data ke zpracování čerpána (Funkcionalita „grounding“), což minimalizuje riziko halucinací a zvyšuje a zrychluje ověřitelnost výstupů generovaných h AI.⁵⁰

Benchmarkové testy ukazují, že Gemini 1.5 Pro dosahuje 100% přesnosti při zpracování datasetů o velikosti 530 tisíc tokenů. Přesnost mírně klesá na 99,7 % při zpracování milionu tokenů a zůstává nad 99 % i pro dataset s 10 miliony tokenů, což svědčí o robustní schopnosti modelu udržet vysokou míru přesnosti při práci s velkými objemy dat.⁵¹

Vzhledem k citlivé povaze reálných vyšetřovacích spisů byla **všechna data před použitím pseudoanonymizována**, takže byla zachována struktura dokumentů a současně chráněna původní data.

Bylo analyzováno 43 stran textových dokumentů zahrnujících výpověď obviněného, popis skutku, zprávu o právní pomoci z Ruské federace a svědecké výpovědi, včetně dokumentů v ruštině a němčině. Klíčovým dokumentem byl protokol o výslechu obviněného Davida Darebáka, který popisoval jeho aktivity spojené s krádežemi a převozem automobilů, a výpovědi svědků, kteří poskytli informace o jeho zahraničních vazbách.

Prompt, navržený pro testování, byl optimalizován k systematické analýze. Model měl identifikovat části výpovědi, které odpovídaly obsahu spisového materiálu, detailně popsat případné nesrovnalosti, zdokumentovat chybějící informace a navrhnout otázky, které by mohly přispět k objasnění skutkového stavu. Prompt rovněž zahrnoval instrukce pro shrnutí klíčových zjištění a doporučení dalších vyšetřovacích kroků. Při formulaci promptu byla použita metoda „meta-prompting“⁵², která zajistila, že model postupoval efektivně a přesně.

Pro sběr empirických dat byl jako hlavní nástroj zvolen **dotazník**, který je navržen tak, aby pokrýval všechna klíčová evaluační kritéria systému na bázi LLM. Struktura dotazníku kombinuje uzavřené otázky za využití Likertovy škály⁵³ a otevřené otázky, které umožní shromáždit data o individuálním pohledu respondentů a jejich podněty k funkcionalitám systému pro analýzy konzistence výpovědí.

Dotazník byl **strukturován do osmi tematických sekcí**, které pokrývají klíčové aspekty hodnocení systému, jako jsou demografické údaje respondentů, technická kritéria, například přesnost identifikace nesrovnalostí, generování doplňujících otázek, vícejazyčnou podporu, rychlost a uživatelskou přívětivost systému, uživatelská kritéria, efektivita a přínos systému, včetně jeho vlivu na úsporu času a zlepšení přesnosti práce, možnosti integrace systému do stávajících procesů, vysvětlitelnost a transparentnost výstupů AI, srovnání s tradičními metodami a prostor pro návrhy na další rozvoj systému.

Experimentu se zúčastnilo celkem 44 kriminalistů z různých organizačních článků Policie ČR. Z tohoto počtu vyplnilo dotazník 19 respondentů, přičemž zahrnovali kriminalisty z Krajského ředitelství policie Středočeského kraje (5 respondentů), Krajského ředitelství policie Jihomoravského kraje (8 respondentů) a Územního odboru Břeclav (6 respondentů).

Důležitou roli hrálo také **zapojení kriminalistů, kteří přímo pracovali na případu**, jehož dokumentace byla použita jako podklad pro experiment. Tito kriminalisté z Krajského ředitelství Středočeského kraje měli detailní znalost vyšetřovacího spisu a byli schopni

⁵⁰ Introducing NotebookLM. In: *Google* [online]. 2023 [cit. 26. října.2024]. Dostupné na internetu: <https://blog.google/technology/ai/notebooklm-google-ai/>.

⁵¹ Gemini 1.5 Pro vs GPT-4 Turbo Benchmarks. In: *Bito* [online]. 2024 [cit. 26.října.2024]. Dostupné na internetu: <https://bito.ai/blog/gemini-1-5-pro-vs-gpt-4-turbo-benchmarks/>.

⁵² ZOU, A. et al. Generalizable Chain-of-Thought Prompting in Mixed-task Scenarios with Large Language Models. In: *arXiv*, 2024. [cit. 11. dubna 2024].

Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.2310.06692

⁵³ LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. In: *Archives of Psychology*. 1932, roč. 22 140.

objektivně zhodnotit, zda LLM skutečně dokáže správně identifikovat klíčové rozporů a generovat relevantní otázky pro další kolo výsledku postupy.

11. Výsledky výzkumu

Efektivita LLMs při identifikaci nesrovnalostí

Výzkum ukázal, že LLMs mohou být účinným nástrojem pro identifikaci nesrovnalostí mezi výpověďmi a spisovým materiálem. Celkové hodnocení přesnosti systému dosáhlo průměrného skóre **3,84 bodu** na Likertově škále (1–5), přičemž **63,16 % respondentů** hodnotilo přesnost jako „spíše přesnou“ nebo „velmi přesnou“. Tato data ukazují na převážně pozitivní vnímání systému.

Výsledky z KŘP Středočeského kraje zdůrazňují potenciál LLMs při práci s vysoce komplexními případy. V této skupině kriminalistů, kteří měli hlubokou znalost analyzovaného případu, dosáhl systém průměrného hodnocení **4,4 bodu** a medián byl na úrovni **5 bodů**, což naznačuje vysokou míru spokojenosti. **60 % respondentů** z této skupiny uvedlo, že AI dokázala odhalit **81–100 % nesrovnalostí**, které sami identifikovali.

Diskuse po testování odhalily, že LLMs jsou vnímány jako velmi efektivní podpůrný nástroj, který může významně zvyšovat efektivitu a přesnost vyšetřování. Kriminalisté ocenili zejména schopnost systému poskytovat relevantní a přesné výstupy i při práci s rozsáhlými a komplexními daty. Výsledky také zdůraznily, že odborná zkušenost a znalost kontextu případu hrají klíčovou roli při efektivním využití systému.

Formulování doplňujících otázek pomocí LLMs

Výzkum potvrdil, že LLMs mají schopnost generovat relevantní doplňující otázky, které mohou kriminalistům pomoci při objasňování nesrovnalostí a získávání dalších informací. **52,63 % respondentů** označilo tyto otázky za „spíše relevantní“ a **21,05 %** za „velmi relevantní“. Průměrná hodnota relevance dosáhla **3,84 bodu z 5** s mediánem **4**. Celkem **84,21 % respondentů** potvrdilo, že generované otázky mohou přispět k získání nových informací nebo k objasnění rozporů během výsledku.

Kriminalisté z **KŘP Středočeského kraje** hodnotili otázky ještě pozitivněji – **80 % respondentů** uvedlo, že otázky byly „spíše relevantní“ nebo „velmi relevantní“, a průměrná hodnota relevance zde dosáhla **4,4 bodu z 5**. Stejný podíl respondentů potvrdil užitečnost těchto otázek při vyšetřování.

Diskuse s kriminalisty odhalily, že generované otázky představují významnou podporu při přípravě na výsledky. Zejména kriminalisté s hlubší znalostí případu ocenili přesnost a relevanci otázek, které LLM generoval. Výsledky také naznačují, že hodnocení efektivity systému je úzce spjato s odbornou znalostí uživatelů, což podtrhuje synergii mezi lidskou expertizou a technologiemi.

LLMs tak představují užitečný nástroj, který může kriminalistům pomoci efektivně mapovat klíčové body případu, formulovat důležité otázky a odhalit informace, jež by mohly být jinak přehlédnuty. Automatizace tohoto procesu by mohla kriminalistům ušetřit čas na komplexnější analytické a strategické činnosti, což by přispělo ke zvýšení kvality a efektivity vyšetřování.

Schopnost LLMs zpracovávat a analyzovat textová data v různých jazycích

Výzkum potvrdil, že LLMs vykazují vysokou efektivitu při zpracování textových dat v různých jazycích, což je zásadní pro činnost JITs operujících v mezinárodním prostředí. Průměrné hodnocení vícejazyčných schopností dosáhlo **4,21 bodu z 5**, přičemž **47,37 % respondentů** označilo schopnost AI jako „velmi dobrou“ a **26,32 %** jako „spíše dobrou“. Celkem **73,69 % respondentů** hodnotilo vícejazyčnou podporu pozitivně.

Praktický význam vícejazyčné podpory byl zdůrazněn v diskuzích s kriminalisty, kteří uvedli, že tlumočení a překlady představují významné časové i finanční zatížení, zejména při práci s méně běžnými jazyky. LLMs mohou tento problém zmírnit tím, že předběžně identifikují skutečně relevantní materiály pro oficiální překlady a zrychlí tak průběh vyšetřování.

Tato zjištění jasně demonstrují potenciál LLMs zlepšit efektivitu práce mezinárodních vyšetřovacích týmů. Schopnost modelu analyzovat texty v různých jazycích nejen usnadňuje zpracování multilingvního spisového materiálu, ale také přispívá ke snížení nákladů a zvýšení agility vyšetřovacích procesů.

12. Závěr

Tento výzkum představuje zásadní krok díky svému interdisciplinárnímu přístupu, který propojuje informatiku s kriminalistikou. Takové spojení pro kriminalistickou praxi otevírá **nové možnosti pro využití pokročilých technologií** a reflektuje současný trend adopce umělé inteligence. Moderní technologie, na nichž tento výzkum staví, nabízejí potenciál pro rozvoj efektivnější kriminalistické praxe schopné reagovat na rostoucí objem a složitost případů, zejména v mezinárodním kontextu. Nasazení umělé inteligence tak umožňuje vyšetřovatelům lépe čelit současným výzvám a přispívá k transformaci tradičních postupů na inovativní a technologicky vyspělá řešení.

Závěrečná analýza zjištění z experimentálního testování nástroje NotebookLM potvrdila slibný potenciál takového systému pro aplikace v kriminalistické praxi, v daném kontextu pro účely analýzy konzistence výpovědi vůči spisovému materiálu, a to i v prostředí JITs. Výsledky ukazují, že **LLMs mohou být efektivní nástroje pro identifikaci nesrovnalostí ve výpovědích** – tato jejich schopnost je v souladu s nejnovějšími výzkumy v oblasti extrakce strukturovaných informací z nestruturovaných textů. Díky tomu mohou LLMs přinést do kriminalistiky zásadní přínos, jelikož jsou schopny pracovat s rozsáhlými, heterogenními daty, která jsou v kriminalistické praxi běžná.

Experimentální testování LLM ukázalo, že **pokročilé modely disponují kognitivními schopnostmi, které jsou pro kriminalistickou praxi mimořádně přínosné**. Během experimentů se prokázaly zejména schopnosti dedukce, indukce a interpretace dat, které LLMs umožňují analyzovat složitý heterogenní spisový materiál, identifikovat rozpory a formulovat relevantní hypotézy. **Je však nezbytné zdůraznit, že toto experimentální testování veřejně dostupného nástroje na bázi AI nelze považovat za doporučení jeho zavedení do kriminalistické praxe ani za podnět k jeho praktickému využívání**. Cílem experimentu bylo výhradně ověřit, zda LLMs dokáží plnit takto komplexní úkoly, nikoliv poskytnout závěr o připravenosti těchto technologií pro reálné nasazení.

Výsledky experimentu navíc ukázaly, že LLMs představují skutečnou technologii obecného využití, přičemž i **modely veřejně dostupné bez dalšího specifického doladění mohou – s využitím pokročilých promptovacích technik – efektivně asistovat při rozmanitých kriminalisticky relevantních úkolech**. Tento poznatek je významný, protože

naznačuje, že nasazení LLMs nemusí nutně vyžadovat nákladné a časově náročné úpravy nebo trénink na kriminalistických datech, aby byly schopny plnit různorodé úkol. I bez takového doladění dokáží veřejně dostupné LLMs díky své architektuře a schopnosti chápat kontext nabídnout kriminalistům cennou podporu.

Experiment potvrdil, že s využitím dobře strukturovaných promptů lze LLMs nasměrovat k provádění analýz na míru konkrétním potřebám vyšetřování. **Význam LLMs jako technologie obecného využití v kriminalistice tedy spočívá v jejich adaptabilitě** – jsou schopné pružně reagovat na různorodé požadavky v rámci jednoho vyšetřování, aniž by bylo nutné modely upravovat.

Je však důležité zdůraznit, že **LLMs by měly sloužit primárně jako podpora lidského rozhodování, nikoliv jako jeho náhrada** (což konvenuje se základní koncepcí využití AI v LEA zakotvené v Zákoně o umělé inteligenci (AI Act)⁵⁴. Kritické myšlení a odborné znalosti kriminalistů jsou v procesu rozhodování a interpretace dat ale vždy rozhodující.

Přesto však LLMs a související technologie čelí několika významným výzvám. Mezi tyto patří potřeba zajistit spolehlivost a přesnost výstupů a posílit bezpečnostní mechanismy pro ochranu citlivých dat a důraz na vysvětlitelnost výstupů modelů je klíčový pro **důvěryhodnost a akceptovatelnost těchto systémů v praxi**.

Další výzkum a vývoj systémů založených na LLMs by měly být zaměřeny na posílení jejich funkcionality v kriminalistické praxi. Klíčovou oblastí je **integrace s informačními systémy**. Tato propojení by umožnila komplexnější analýzu dat a jejich efektivní propojení s existujícími procesy, čímž by se zvýšila celková účinnost nástrojů.

Dalším doporučením je **vylepšení funkce „grounding“**, které by kriminalistům usnadnilo vyhledávání relevantních pasáží ve zdrojových dokumentech. Doplnění funkcí, jako je segmentace textu a barevné zvýraznění klíčových částí, by mohlo výrazně přispět k efektivitě kontroly výstupů AI a zrychlit jejich využití v praxi.

Za účelem dalšího rozvoje by měl být zkoumán a implementován pokročilý přístup, jako je např. open-source projekt **GraphRAG**⁵⁵ od společnosti Microsoft, který kombinuje LLMs s grafovými databázemi, nebo jeho praktická implementace **Kotaemon**⁵⁶. Tyto technologie mohou dále umožnit propojení dat a vizualizaci vztahů mezi různými entitami (např. osoby, vozidla, bankovní účty, IP adresy, telefonní čísla atd.) ve vyšetřovacím spise. Takové inovace by mohly rozšířit schopnosti LLMs o efektivní identifikaci souvislostí v komplexních případech a podpořit jejich využití při řešení složitých situací. Vývoj těchto systémů by měl **být podpořen interdisciplinárním výzkumem**, propojujícím technologie s poznatky z práva a kriminalistiky.

Literatura

CEJP, Martin. *Kriminologický výzkum: praktická příručka. Pro praxi*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2018. ISBN 978-80-7380-743-6.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 1932, roč. 22 140.

⁵⁴ AI Act | Shaping Europe's digital future. [online].2024.Europen Commission.[cit. 12. září 2024]. Dostupné na internetu: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>.

⁵⁵ EDGE, D. et al. From Local to Global: A Graph RAG Approach to Query-Focused Summarization. In: arXiv, 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2404.16130.

⁵⁶ Development - kotaemon Docs. [online].2024.GitHub.[cit. 09.září 2024]. Dostupné na internetu: <https://cinnamon.github.io/kotaemon/development/>

ŠÁMAL, Pavel. *Trestní řád: komentář*. 7., dopl. a přeprac. vyd. Velké komentáře. V Praze: C.H. Beck, 2013. ISBN 978-80-7400-465-0.

Internetové zdroje

- ADAMS, Sam S., Itamar AREL, Joscha BACH, Robert COOP a Rod FURLAN et al. Mapping the Landscape of Human-Level Artificial General Intelligence. [online]. In: AI Magazine. 2012, roč. 33, č. 1, s. 25-41. ISSN 0738-4602. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1609/aimag.v33i1.2322>.
- AI Act | Shaping Europe's digital future. [online]. 2024. European Commission. [cit. 12.09.2024]. Dostupné na internetu: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>.
- ANDERSON, James F., Kelly REINSMITH-JONES a Nancie J. Need MANGELS. Need for triangulated methodologies in criminal justice and criminological research: exploring legal techniques as an additional method. [online]. In: Criminal Justice Studies. 2011, roč. 24, č. 1, s. 83-103. ISSN 1478-601X. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1080/1478601X.2011.544390>.
- ARORA, Simran et al. Ask Me Anything: A simple strategy for prompting language models. [online] In: arXiv, 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.02441>.
- BAGGA, Amit a Breck BALDWIN. Entity-based cross-document coreferencing using the Vector Space Model. [online]. In: Proceedings of the 36th annual meeting on Association for Computational Linguistics. Morristown, NJ, USA: Association for Computational Linguistics, 1998. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.3115/980845.980859>.
- BAKKER, Edwin a POWDERLY JOSEPH. Joint Investigation Teams: Added Value, Opportunities and Obstacles in the Struggle against Terrorism. [online]. ICCT (International Centre for Counter-Terrorism) [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://www.icct.nl/publication/joint-investigation-teams-added-value-opportunities-and-obstacles-struggle-against>.
- BELFIORE, Rosanna. Joint Investigation Teams in the Italian Legislation Implementing Framework Decision 2002/465/JHA. EU Criminal Justice. [online]. 2018. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97319-7_9.
- BINZ, Marcel a Eric SCHULZ. Using cognitive psychology to understand GPT-3. [online]. In: Proceedings of the National Academy of Sciences. 2023, roč. 120, č. 6. ISSN 0027-8424. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1073/pnas.2218523120>.
- CAVIGLIONE, Luca, Steffen WENDZEL a Wojciech MAZURCZYK. The Future of Digital Forensics: Challenges and the Road Ahead. [online] IEEE Security and Privacy Magazine. 2017, roč. 15. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1109/MSP.2017.4251117.
- CLEMENS, Franziska a Tuule GROLIG. Innocent of the crime under investigation: Suspects' counter-interrogation strategies and statement-evidence inconsistency in strategic vs. non-strategic interviews. [online] Psychology Crime and Law. 2019. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1080/1068316X.2019.1597093.

- CRESWELL, Antonia a Murray SHANAHAN. Faithful Reasoning Using Large Language Models. [online] In: arXiv, 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.14271>.
- DAI, Yongfu et al. LAiW: A Chinese Legal Large Language Models Benchmark. [online] In: arXiv, 2024. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05620>.
- DHINGRA, Sifatkaur et al. Mind meets machine: Unravelling GPT-4's cognitive psychology. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11436>.
- DIAO, Shizhe et al. Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. [online] In: arXiv, 2023, roč. abs/2302.12246. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12246>.
- DUNN, Alexander et al. Structured information extraction from complex scientific text with fine-tuned large language models. [online] In: arXiv, 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.05238>.
- ELGEDDAWY, Mohamed a Mahmoud ABOURAIA. Pragmatism as a Research Paradigm. [online]. In: European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies. 2024, roč. 23, č. 1, s. 71-74. ISSN 2049-0976. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.34190/ecrm.23.1.2444>.
- Eurojust. Joint investigation teams [online]. 2023 [cit. 16. června 2024]. Dostupné na internetu: <https://www.eurojust.europa.eu/judicial-cooperation/instruments/joint-investigation-teams>.
- EUROPOL. Europol Programming Document 2024 - 2026 [online]. EUROPOL, [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Programming_Document_2024-2026.pdf.
- EUROPOL. Europol Programming Document 2024 - 2026 [online]. EUROPOL. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Programming_Document_2024-2026.pdf.
- Fourth JIT Evaluation Report | Eurojust | European Union Agency for Criminal Justice Cooperation. [online]. 2023. Europol. [cit. 7. května 2024]. Dostupné na internetu: <https://www.eurojust.europa.eu/publication/fourth-JIT-evaluation-report>.
- Gemini 1.5 Pro vs GPT-4 Turbo Benchmarks. In: Bito [online]. 17. 2. 2024 [cit. 26. října 2024]. Dostupné na internetu: <https://bit.ai/blog/gemini-1-5-pro-vs-gpt-4-turbo-benchmarks/>.
- GERACI, Rosa. Beyond mutual recognition: the rules of joint investigation teams. *Optime*, 13(2). [online]. 2022. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.55312/op.v13i2.378>.
- GERACI, Rosa. (2022). Beyond mutual recognition: the rules of joint investigation teams. Dostupné na internetu: https://www.researchgate.net/publication/358568603_Beyond_mutual_recognition_the_rules_of_joint_investigation_teams.
- HAGENDORFF, Thilo, Sarah FABI a Michal KOSINSKI. Machine intuition: Uncovering human-like intuitive decision-making in GPT-3.5. [online]. 2022. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.05206>.

- Introducing NotebookLM. In: Google [online]. 12. 7. 2023 [cit. 26.října 2024]. Dostupné na internetu: <https://blog.google/technology/ai/notebooklm-google-ai/>.
- KASSIN, Saul et al. Police Interviewing and Interrogation: A Self-Report Survey of Police Practices and Beliefs. [online] In: Law and human behavior. 2007, roč. 31. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1007/s10979-006-9073-5.
- KESHTKARAN, Aliakbar; Siti Sophiyati YUHANIZ a Suhaimi IBRAHIM. An overview of cross-document coreference resolution. [online]. In: 2017 International Conference on Computer and Drone Applications (ICONDA). IEEE, 2017, s. 43-48. [cit. 11. dubna 2024]. ISBN 978-1-5386-0765-7. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1109/ICONDA.2017.8270397>.
- LADKIN, Peter Bernard. Involving LLMs in legal processes is risky. [online]. Digital Evidence and Electronic Signature Law Review. 2023, s. 40-46. ISSN 2054-8508. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.14296/deeslr.v20i.5610>.
- LATIF, Siddique et al. Can Large Language Models Aid in Annotating Speech Emotional Data? Uncovering New Frontiers. [online] 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.06090>.
- LI, Xingxuan et al. Does GPT-3 Demonstrate Psychopathy? Evaluating Large Language Models from a Psychological Perspective. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.10529>.
- MIRCHANDANI, Suvir et al. Large Language Models as General Pattern Machines. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.04721>.
- NAGY, Judit. About Joint Investigation Teams in a Nutshell. [online] In: Issues of Business and Law, 2010, roč. 2. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.2478/v10088-010-0010-0.
- NICHOLSON, Diana, ARTZ Sibylle, ARMITAGE, Andrew a FAGAN,JOEL. Working Relationships and Outcomes in Multidisciplinary Collaborative Practice Settings. Child and Youth Care Forum, 29, 39-73. [online]. 2000. [cit. 29. června 2024] Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1023/A:1009472223560>.
- PLATT, Moritz a Daniel PLATT. Effectiveness of Generative Artificial Intelligence for Scientific Content Analysis. Online. In: 2023 IEEE 17th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). IEEE, 2023, s. 1-4. ISBN 979-8-3503-0356-8. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1109/AICT59525.2023.10313167>.
- PORTER, Stephen a John C. YUILLE. Credibility assessment of criminal suspects through statement analysis. [online]. In: Psychology, Crime & Law. 1994, roč. 1, č. 4, s. 319-331. ISSN 1068-316X. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1080/10683169508411969>.
- POWDERLY, Joseph a BAKKER, EDWIN. Dealing with transnational terrorism, the concept and practice of Joint Investigation Teams. Security and Human Rights, 22, 19-28. [online]. 2011. [cit. 2. července 2023]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1163/187502311796365880>.
- SPAFFORD, Eugene. Some Challenges in Digital Forensics. [online] 2006. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1007/978-0-387-36891-7_1.
- VAN STADEN, Wynand a Etienne VAN DER POEL. Team Formation in Digital Forensics. [online] 2016. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.1109/ISSA.2016.7802934.

- VASWANI, Ashish et al. Attention Is All You Need. In: arXiv, 2023. [cit. 29. června 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.1706.03762.
- WEHNERT, Sabine. Justifiable Artificial Intelligence: Engineering Large Language Models for Legal Applications. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.15716>.
- WEIDINGER, Laura et al. Ethical and social risks of harm from Language Models. [online] In: arXiv, 2021. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04359>.
- WILKES, Nicole, Valerie R. ANDERSON, Cheryl Laura JOHNSON a Lillian Mae BEDELL. Mixed Methods Research in Criminology and Criminal Justice: a Systematic Review. [online]. In: American Journal of Criminal Justice. 2022, roč. 47, č. 3, s. 526-546. ISSN 1066-2316. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.1007/s12103-020-09593-7>.
- Y ARCAS, Blaise Agüera. Do Large Language Models Understand Us? [online]. In: Daedalus. 2022, roč. 151, č. 2, s. 183-197. ISSN 0011-5266. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: https://doi.org/10.1162/daed_a_01909.
- YE, Xi et al. Complementary Explanations for Effective In-Context Learning. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.13892>.
- ZHANG, Longhui et al. TSRankLLM: A Two-Stage Adaptation of LLMs for Text Ranking. [online] In: arXiv, 2024. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.16720>.
- ZHAO, Wayne Xin et al. A Survey of Large Language Models. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>.
- ZHAO, Wayne Xin et al. A Survey of Large Language Models. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>.
- ZHENG, Yizhen et al. Large Language Models for Scientific Synthesis, Inference and Explanation. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.2310.07984.
- ZHENG, Yizhen et al. Large Language Models for Scientific Synthesis, Inference and Explanation. [online] In: arXiv, 2023. [cit. 11. dubna 2024] Dostupné na internetu: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.07984>.
- ZOU, Anni et al. Generalizable Chain-of-Thought Prompting in Mixed-task Scenarios with Large Language Models. In: arXiv, 2024. [cit. 11. dubna 2024]. Dostupné na internetu: DOI: 10.48550/arXiv.2310.06692.

Keywords: Criminalistic, Artificial Intelligence (AI), Large Language Models (LLMs), Testimony Consistency Analysis, Joint Investigation Teams (JITs), AI System Evaluation, Multilingual Document Analysis, Investigation Streamlining, Testimony Discrepancies, Automated Supplementary Question Generation.

Summary

This article presents research findings on the application of Large Language Models (LLMs) in criminal investigations, with a particular focus on Joint Investigation Teams (JITs). The study evaluates the capabilities of LLMs, specifically the Google NotebookLM tool, to

analyze the consistency of testimonies with investigative files, detect discrepancies, and generate supplementary questions.

The results demonstrate that LLMs can effectively identify inconsistencies in testimonies, with investigators familiar with the case rating the model's accuracy highly. LLMs also proved capable of generating relevant supplementary questions, significantly enhancing preparation for interrogations and enabling the swift identification of critical information. Moreover, the research confirmed the high efficiency of LLMs in processing multilingual material, a crucial advantage in international investigations, offering substantial time and cost savings.

The study highlights the potential of LLMs to modernize criminal investigation processes, particularly within the JIT framework, where handling extensive multilingual datasets is critical. Recommendations for further development include integrating LLMs with existing criminal databases, enhancing document navigation functionalities to locate relevant sections more efficiently, and implementing advanced analytical tools such as GraphRAG for improved data visualization and analysis.

These findings suggest that LLMs can serve as a transformative tool for streamlining investigative workflows, especially in cross-border contexts, without requiring extensive model fine-tuning for specific tasks. By assisting with complex data analysis and multilingual processing, LLMs can provide significant support to investigators, helping to address the growing complexity and volume of modern criminal cases while fostering innovation in criminalistic practices.

*pplk Mgr. Lukáš Hřibňák
externí doktorand Katedry kriminalistiky
Policejní akademie ČR v Praze
14300 Praha 12 – Kamýk, Lhotecká 559/7
e-mail: hribnak@polac.cz*

Recenzenti: mjr. Mgr. Luboš Cehlárik, PhD., mjr. Ing. Matej Barta, PhD.