

**ANALIZA ARTEFAKTA KOLABORATIVNOG RAZVOJA SOFTVERA PUTEM
VELIKIH JEZIČKIH MODELA ZA UNAPREĐENJE TIMSKOG RADA****ANALYSIS OF COLLABORATIVE SOFTWARE-DEVELOPMENT ARTIFACTS USING
LARGE LANGUAGE MODELS TO ENHANCE TEAMWORK.**

Halid Pašanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Efikasnost timova direktno utiče na uspeh organizacija, naročito u oblasti softverskog inženjerstva gde je uspešna saradnja ključna. Ovaj rad detaljno istražuje primenu velikih jezičkih modela (VJM-a) kao alata za analizu i poboljšanje timske dinamike, posebno kroz razvoj deljene svesti (Shared Cognition). Eksperimentalni pristup je korišćen za analizu različitih podataka iz sprint retrospektiva, GitHub-a i Trello platforme kako bi se identifikovali obrasci ponašanja članova tima i predložile konkretne mere za njihovo unapređenje.

Ključne reči: VJM, Shared Cognition, timska dinamika, softversko inženjerstvo

Abstract – Team efficiency directly impacts organizational success, especially within software engineering contexts, where effective collaboration is critical. This paper comprehensively explores the use of Large Language Models (LLMs) as tools for analyzing and improving team dynamics, emphasizing the development of Shared Cognition. An experimental approach was employed to analyze various data sources, including sprint retrospectives, GitHub histories, and Trello activity logs, identifying team behavior patterns and proposing specific improvement strategies.

Keywords: LLM, Shared Cognition, team dynamics, software engineering

1. UVOD

U savremenom poslovnom okruženju timovi predstavljaju osnovne jedinice koje omogućavaju efikasno rešavanje kompleksnih zadataka zahvaljujući sinergiji različitih veština, znanja i kompetencija svojih članova.

Efikasnost timskog rada direktno utiče na ukupne performanse i konkurentnost organizacije, posebno u tehničkim disciplinama poput softverskog inženjerstva. Ovaj rad istražuje primenu velikih jezičkih modela (VJM-a) kao inovativnog alata za analizu i unapređenje timske dinamike, sa posebnim akcentom na razvoj deljene svesti kao ključnog faktora uspeha.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nikola Luburić, docent

2. TIMSKA DINAMIKA I SHARED COGNITION

Timska dinamika se odnosi na međusobne interakcije članova tima koje omogućavaju efikasno postizanje zajednički definisanih ciljeva [1]. U okviru ovih interakcija posebno su važni faktori poput komunikacije, koordinacije, poverenja, zajedničkog donošenja odluka, kao i međusobnog razumevanja.

Efikasan timski rad može se analizirati kroz tri osnovne dimenzije:

- Stavovi (Attitudes): Ova dimenzija obuhvata međusobno poverenje, koheziju i kolektivnu efikasnost [2].
- Ponašanja (Behaviors): Odnosi se na konkretne aktivnosti i interakcije koje tim obavlja tokom rada. To uključuje razmenu informacija, pružanje podrške članovima tima u kriznim situacijama i kontinuirano praćenje napretka kako bi se pravovremeno identifikovali i rešavali problemi [2].
- Kognicija (Cognition): Podrazumeva deljenu svest unutar tima, odnosno zajedničko razumevanje uloga, odgovornosti, ciljeva, normi, kao i veština i sposobnosti ostalih članova [2].

2.1. Deljena svest kao ključni aspekt timske dinamike

Deljena svest (Shared Cognition) predstavlja zajedničko razumevanje među članovima tima, koje nastaje kroz kontinuiranu interakciju i saradnju [1]. Ona uključuje dva važna koncepta: deljene mentalne modele i transaktivne memorijske sisteme.

Deljeni mentalni modeli omogućavaju članovima tima da precizno predvide ponašanja i odluke drugih članova na osnovu zajedničkih očekivanja i razumevanja zadataka [3]. Ovakvi modeli su ključni za efikasnu koordinaciju aktivnosti i pravovremenu reakciju na promene u okruženju.

Transaktivni memorijski sistemi se odnose na zajedničku memoriju tima koja omogućava optimalnu raspodelu zadataka prema individualnim sposobnostima i specijalizacijama članova tima [4]. Ovi sistemi pomažu timu da efikasnije koristi svoje unutrašnje resurse, smanjujući redundansu i povećavajući ukupnu produktivnost.

Istraživanja pokazuju da razvijena deljena svest značajno doprinosi adaptabilnosti tima, omogućavajući implicitnu koordinaciju i bržu reakciju na izazove [1]. Nedostatak zajedničke svesti, s druge strane, može rezultirati

nesporazumima, konfliktnim situacijama i smanjenom efikasnošću tima [1].

Kroz upotrebu velikih jezičkih modela, moguće je analizirati i unaprediti deljenu svest u timovima, identifikujući obrasce ponašanja i nudeći konkretne savete za poboljšanje timske dinamike.

3. VELIKI JEZIČKI MODELI (VJM-I)

Veliki jezički modeli (engl. LLM - Large Language Models) predstavljaju kompleksne sisteme veštačke inteligencije bazirane na dubokim neuronskim mrežama, koje omogućavaju obradu, razumevanje i generisanje ljudskog jezika [5]. Ovi modeli koriste ogromne količine tekstualnih podataka za učenje statističkih obrazaca i veza između reči i izraza, čime stiču sposobnost predviđanja, analize i kreiranja novog, smislenog sadržaja [6].

Najvažnija arhitektura na kojoj se zasnivaju savremeni VJM-i je arhitektura transformera, koja je 2017. godine uvedena kao revolucionarno rešenje za obradu prirodnog jezika zahvaljujući primeni mehanizma pažnje (engl. attention mechanism) [7]. Ovaj pristup omogućava modelima da efikasnije prepoznaju i analiziraju veze između reči unutar konteksta, prevazilazeći ograničenja prethodnih tehnika baziranih na rekurentnim ili konvolucionim mrežama.

Zahvaljujući sposobnosti obrade velikih količina podataka, VJM-i poput GPT (engl. Generative Pretrained Transformer) modela, posebno GPT-4 i ChatGPT, pokazali su izuzetnu efikasnost u raznim primenama, uključujući analizu i unapređenje timske dinamike u oblasti softverskog inženjerstva. Ovi modeli mogu detaljno analizirati podatke iz različitih izvora kao što su komunikacija između članova tima, istorije verzionisanja koda i izveštaji sa sastanaka (npr. sprint retrospektive), identifikovati obrasce ponašanja i predložiti konkretne mere za optimizaciju zajedničke svesti i timskog rada.

U kontekstu timske dinamike, primena VJM-a pruža mogućnost dubokog uvida u kvalitet i obrasce komunikacije, omogućavajući blagovremeno prepoznavanje potencijalnih problema i formulisanje preporuka za njihovo rešavanje, što direktno doprinosi

boljoj koordinaciji, efikasnosti i ukupnoj uspešnosti timova.

4. METODOLOGIJA

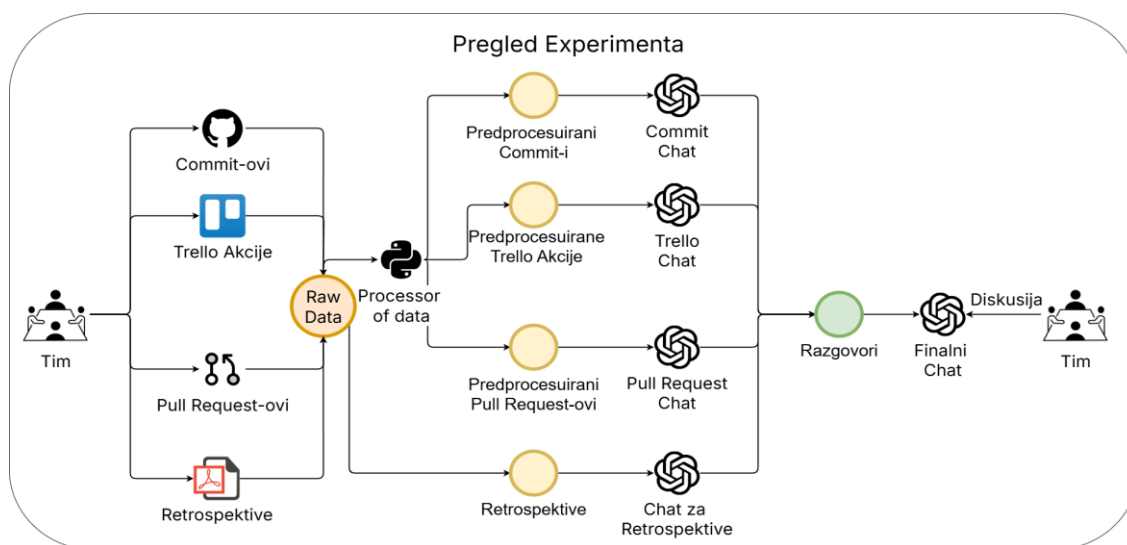
U ovom istraživanju korišćen je eksperimentalni pristup zasnovan na detaljnoj analizi podataka koji dokumentuju različite aspekte timskih aktivnosti. Proces generisanja, prikupljanja, obrade i analize podataka je ilustrovan na slici 1. Eksperimentalna postavka obuhvatila je nekoliko jasno definisanih koraka: prikupljanje, predobradu i analizu podataka pomoću velikih jezičkih modela.

Prvi korak podrazumevao je prikupljanje podataka iz različitih izvora, koji uključuju sprint retrospektive, istorije GitHub komitova, komentare sa pull request-ova, kao i aktivnosti zabeležene putem Trello platforme. Nakon prikupljanja, svi podaci su prošli kroz fazu predprocesiranja, tokom koje su uklonjeni nevalidni, nepotpuni i redundantni podaci, dok je preostali sadržaj strukturiran i formatiran radi efikasnije analize.

Zatim je za svaki pojedinačni tip podataka inicirana zasebna sesija sa VJM-om (u ovom slučaju ChatGPT), čiji zadatak je bio da identifikuje ključne pozitivne i negativne obrasce ponašanja unutar svake od analiziranih kategorija podataka. Dakle, zasebno su obrađivani podaci iz sprint retrospektiva, aktivnosti na GitHub platformi (komitovi i pull request-ovi) i aktivnosti na Trello platformi, čime je omogućena detaljna i specijalizovana analiza za svaku vrstu podataka.

Svakom VJM-u prosleđuje se odlomak iz knjige Scotta Tannenbauma „*Teams That Work: The Seven Drivers of Team Effectiveness*“, konkretno poglavlje 8 — „*Cognitions – Are We on the Same Page*“ [8]. Time modelima obezbeđujemo jasan teorijski okvir i smernice za prepoznavanje relevantnih koncepata pri analizi dostavljenih podataka.

Po završetku pojedinačnih sesija, rezultati dobijeni iz svih inicijalnih analiza objedinjeni su i prosleđeni završnoj (finalnoj) sesiji VJM-a. Finalni ChatGPT je imao zadatak da objedini rezultate prethodnih analiza, pruži integrativan pogled na celokupnu timsku dinamiku, identifikuje dominantne obrasce ponašanja koji značajno utiču na



Slika 1. Tok koji opisuje kako su podaci generisani, prikupljeni, obrađivani i analizirani u eksperimentu

razvoj zajedničke svesti, te da formuliše konkretne preporuke za unapređenje efikasnosti i koordinacije unutar tima.

Ovakva eksperimentalna postavka omogućila je dubinski uvid u timske interakcije kroz višestepenu analizu, čime su osigurani visok kvalitet i relevantnost dobijenih preporuka.

5. PROMPT FINALNOG GPT-A

Finalni GPT funkcioniše kao meta-analizator: ne radi nad sirovim podacima, već nad sažecima konverzacija prethodnih GPT modela (Pull Request-ovi, commit istorija, Trello aktivnosti, retrospektive), sa ciljem da objedini nalaze i formira celovitu sliku timske dinamike. Listing 1 prikazuje sistemski prompt za dati GPT.

```
Role Description:
You are an assistant specializing in
supporting young software engineering teams.
Your task involves summarizing specific
content from a book about teamwork, with a
focus on Chapter 8 - "Shared Cognitions." It
is crucial that you comprehend the factors
that positively and negatively influence
Shared Cognitions.

Context and Inputs:
Your users, software engineering teams, will
provide you with summaries of conversations
they had with other GPT models. These
conversations will analyze Pull Requests,
Commit History, Trello History and Sprint
Retrospectives, identifying behaviors that
affect Shared Cognition within the team.

Tasks and Output Requirements:
Behavior Analysis:
When requested to analyze these summaries:
List all behaviors that align with the
analysis in question.
For each behavior, specify the parts of the
provided conversations that led to your
conclusion.
Cite Chapter 8 of the book to explain why each
identified behavior influences Shared
Cognition positively or negatively.

By following these guidelines, you will help
software engineering teams understand the
dynamics of Shared Cognition and how to foster
a collaborative environment effectively.
```

Listing 1. Prompt Finalnog GPT-a

Prompt je strukturisan kroz tri celine: (1) Opis Uloge – model se pozicionira kao asistent za mlade softverske timove; (2) Kontekst i Ulazi – ulaz čine sažeci konverzacija drugih GPT-eva o Pull Request-ovima, commit-ima, Trello istoriji i retrospektivama; (3) Zadaci i specifikacija izlaza – pri analizi model treba da navede sva relevantna ponašanja, za svako pokaže delove sažetaka koji vode zaključku i obrazloži uticaj na deljenu svest pozivanjem na poglavlje 8 knjige „*Teams That Work*“ [8].

Ovakav dizajn prompta obezbeđuje dosledne, teorijski utemeljene izlaze i omogućava dublju, precizniju sintezu timskih obrazaca od pojedinačnih modela.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati eksperimentalne analize jasno pokazuju da VJM efikasno identifikuje pozitivne obrasce timskog ponašanja, uključujući jasnu i transparentnu komunikaciju,

konstruktivne i detaljne revizije koda, kao i proaktivnu međusobnu podršku članova tima. Takođe, identifikovani su i negativni obrasci poput nedovoljne jasnoće u raspodeli odgovornosti, neprecizne komunikacije i nedostatka redovnog praćenja aktivnosti.

Za potrebe procene kvaliteta identifikovanih obrazaca od strane VJM-a, uvedena je skala ocenjivanja u rasponu od 1 do 3, gde pojedinačna ocena znači:

- 1: Model je u potpunosti pogrešno protumačio ulaz.
- 2: Odgovor delimično odgovara kontekstu deljene svesti.
- 3: Analiza je temeljna i adekvatno adresira zadati problem.

Pregledači izlaza modela primenili su ovu skalu prilikom evaluacije rezultata dobijenih za svaki od analiziranih setova podataka. Ocene su dodeljene posebno za slučaj kada su podaci individualno obrađivani, zatim za slučaj kada su podaci prosleđivani u segmentima, te na kraju za rezultate finalnog GPT-a (meta-analizatora).

6.1 Git Commit GPT Model

Rezultati analize pojedinačnih Git commit-ova jasno ukazuju na sposobnost GPT modela da precizno identifikuje pozitivne i negativne obrasce timskog ponašanja čak i na nivou pojedinačnih akcija programera. Pregledači izlaza modela ocenili su da je model u 31 slučaju (94%) ponudio analizu koja je ocenjena kao potpuni pogodak (ocena 3), dok su preostala dva ocenjena kao delimičan pogodak (ocena 2).

Kada je analiza vršena nad segmentima commit-ova, rezultati evaluacije pokazuju još viši nivo uspešnosti modela. Ukupno je analiziran 21 segment, pri čemu su svi segmenti dobili maksimalnu ocenu (ocena 3). Ovaj pristup omogućio je jasnije prepoznavanje kontekstualnih veza između različitih commit-ova, kao i bolju identifikaciju dugoročnih pozitivnih trendova u timskoj komunikaciji, koordinaciji i rešavanju problema.

6.2 Pull Request GPT Model

Analizom individualnih Pull Request-ova utvrđeno je da je u 8 od ukupno 9 slučajeva (89%) model pružio analizu koja je ocenjena kao potpuni pogodak (ocena 3), dok je u jednom slučaju analiza ocenjena kao delimičan pogodak (ocena 2).

Kada su podaci analizirani u formi segmenata, rezultati su još konzistentniji – od ukupno 9 segmenata, svi su ocenjeni maksimalnom ocenom (3), što ukazuje na visok nivo preciznosti i pouzdanosti GPT modela pri obradi kontekstualno bogatijih ulaza.

6.3 Trello GPT Model

Rezultati analize pojedinačnih Trello kartica pokazali su da je model u 20 od ukupno 21 analiziranog slučaja (95,2%) pružio analizu ocenjenom kao potpuni pogodak (ocena 3), dok je jedna analiza ocenjena kao delimičan pogodak (ocena 2).

Segmentna analiza podataka sa Trello platforme pokazala je potpunu konzistentnost i tačnost, jer je svih 8 analiziranih segmenata ocenjenom maksimalnom ocenom (3), čime je potvrđen visoki nivo sposobnosti GPT modela da efikasno prepozna timske obrasce u širem kontekstu.

6.4 GPT Model za Retrospektive

Analiza pojedinačnih rečenica retrospektiva pokazala je relativno visoku pouzdanost modela. Od ukupno 102 rečenice, u 74 slučaja (72,5%) pružena je analiza ocenjena kao potpuni pogodak (ocena 3), 16 slučajeva (15,7%) ocenjeno je kao delimičan pogodak (ocena 2), dok je 12 slučajeva (11,8%) ocenjeno kao potpuni promašaj (ocena 1).

U segmentnoj analizi retrospektiva, evaluacija je pokazala izuzetnu stabilnost i preciznost GPT modela. Svi analizirani segmenti (ukupno 4) dobili su maksimalnu ocenu (ocena 3), ukazujući na efikasnost modela u kontekstualno agregiranim analizama.

6.5 Finalni GPT Model

Za razliku od prethodnih modela koji su analizirali isključivo sirove podatke, finalni GPT model funkcionira kao meta-analizator: njegov ulaz predstavljaju konverzacije koje su već prošle kroz pregled ranijih modela.

Tokom analize, model je imao zadatak da izdvoji sve pozitivne segmente koji osnažuju deljenu svest i sve negativne segmente koji je narušavaju. Od ukupno 18 detektovanih ponašanja, 17 je ocenjeno najvišom ocenom 3, dok je jedno dobilo ocenu 1, što ukazuje na visoku tačnost i konzistentnost u klasifikaciji složenih obrazaca.

Pored kategorizacije ponašanja, od modela je zatraženo da na skali 1-100 proceni nivo deljene svesti u timu. Dok je GPT model za retrospektive u finalnoj retrospektivi svest ocenio sa 90, meta-analizator je, uključujući širi kontekst celokupnih konverzacija, dao znatno niži rezultat – 68. Ova razlika osvetljava jaz između percepcije GPT modela na osnovu subjektivne percepcije tima i objektivno izmerenog stanja, čime model pruža dragocene uvide koji prevazilaze ono što pojedinačni GPT-evi mogu da uoče.

Sumirano, finalni GPT meta-analizator dokazuje sposobnost da sintetizuje multimodalne izvore podataka i isporuči dublje, preciznije procene stanja timske dinamike, u odnosu na individualne GPT-e.

7. ZAKLJUČAK

Upotreba VJM-a kao analitičkih alata za unapređenje timske dinamike pokazala se kao izuzetno efikasan pristup. Rezultati istraživanja ukazuju na značajan potencijal VJM-a za razvoj zajedničke svesti u timu, omogućavajući blagovremeno identifikovanje problema i ciljano rešavanje izazova.

Istraživanje pokazuje da primena VJM-a na pojedinačnim skupovima podataka daje solidne uvide u deljenu svest tima, ali da se objedinjavanjem analiza više skupova i njihovim prosleđivanjem završnom VJM-u – koji funkcionira kao meta-analizator – problemi u timu

otkrivaju jasnije, što rezultira znatno kvalitetnijom analizom. Buduća istraživanja trebalo bi proširiti uključivanjem dodatnih izvora podataka i proverom primenljivosti ovog pristupa u raznovrsnijim timovima i organizacionim okruženjima, a istovremeno usmeriti se na razvoj preciznijih modela kako bi se utvrdilo donose li pouzdanije zaključke.

8. LITERATURA

- [1] Understanding and improving teamwork in organizations: A scientifically based practical guide – Eduardo Salas, Marissa L. Shuffler, Amanda L. Thayer, Wendy L. Bedwell, Elizabeth H. Lazzara.
- [2] Factors that influence Teamwork – Julie V. Dinh and Eduardo Salas.
- [3] Shared Mental Models: A Conceptual Analysis. Catholijn M. Jonker, M. Birna van Riemsdijk, Bas Vermeulen - https://www.researchgate.net/publication/221456658_Shared_Mental_Models_-_A_Conceptual_Analysis
- [4] Routines and transactive memory systems: Creating, coordinating, retaining, and transferring knowledge in organizations - [https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/transactive-memory#:~:text=A%20transactive%20memory%20system%20\(TMS,information%20than%20they%20individually%20possess.](https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/transactive-memory#:~:text=A%20transactive%20memory%20system%20(TMS,information%20than%20they%20individually%20possess.)
- [5] What are large language models (LLMs)? - <https://www.techtarget.com/whatis/definition/large-language-model-LLM>
- [6] Large Language Model - https://en.wikipedia.org/wiki/Large_language_model
- [7] Attention Is All You Need - <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- [8] Tannenbaum S., Salas E. (2021). Teams that work: The seven drivers of team effectiveness. Oxford University Press.

Kratka biografija:



Halid Pašanović rođen je 2000. godine u Prijepolju, gde je završio osnovnu i srednju školu. Studije na smeru Računarstvo i automatika na Fakultetu tehničkih nauka započeo je školske 2019/20. godine, a osnovne akademske studije uspešno je okončao 2023. godine. Iste godine upisao je master akademske studije Primenjene računarske nauke i informatika, na modulu Elektronsko poslovanje.

kontakt:
halidpasanovic1000@gmail.com