

Ajdin Muratović
Nevzudin Buzadžija

GAMIFIKACIJA U MOODLE LMS-U UZ AI-PODRŽANO OCJENJIVANJE NA MODELU UČENJA KONVOLUCIJSKIH NEURONSKIH MREŽA

Sažetak

Rad objašnjava primjenu gamifikacije na primjeru podučavanja konvolucijskih neuronskih mreža (CNN) u online okruženju, te pregled primjene i prednosti gamifikacije kao metode u obrazovanju upotrebom Moodle learning management sistema (Moodle LMS) sa elementima inteligentnih tutorskih sistema (ITS) kroz upotrebu vještačke inteligencije. Gamifikacija kao relativno nova metoda podučavanja sve više angažira pažnju predavača i istraživača usljed dokazanih pozitivnih efekata na motivaciju studenata da kroz privid igre lakše i brže usvajaju znanje, a naročito ono koje je kompleksno i apstraktno po svojoj prirodi. Primjena elemenata gamifikacije kao što su nivoi, značke, trenutne povratne informacije i vještačka inteligencija pokazali su se ključnim u uspjehu koji ostvaruje navedena metoda. U radu je razvijen model koji se zasniva na pet progresivnih nivoa. Integriran je AI dodatak za automatsko ocjenjivanje esejskih zadataka, što omogućava trenutnu povratnu informaciju studentima. Analiza pokazuje da kombinacija gamifikacije i AI-podržanog ocjenjivanja povećava motivaciju studenata i poboljšava razumijevanje složenih koncepata. Također, rad ukazuje na prednosti i nedostatke koji se prvenstveno ogledaju u tehničkom znanju i kreativnosti predavača da iskoristi dostupne mogućnosti postojećih LM i inteligentnih tutorskih Sistema (ITS).

Ključne riječi: *Gamifikacija, Sistem za upravljanje učenjem (LMS), Inteligentni tutorski sistem (ITS), Moodle, Konvolucijske neuronske mreže (CNN), Vještačka inteligencija (AI), Evaluacija učenja*

GAMIFICATION IN MOODLE LMS WITH AI-SUPPORTED ASSESSMENT ON THE LEARNING MODEL OF CONVOLUTION NEURAL NETWORKS

Abstract

The paper explains the application of gamification using the example of teaching convolutional neural networks (CNN) in an online environment, as well as an overview of the use and advantages of gamification as an educational method through the Moodle Learning Management System (Moodle LMS) with elements of intelligent tutoring systems (ITS) supported by artificial intelligence. Gamification, as a relatively new teaching method, is increasingly drawing the attention of instructors and researchers due to its proven positive effects on student motivation, enabling learners to acquire knowledge more easily and quickly through game-like activities, especially when the content is complex and abstract in nature. The application of gamification elements such as levels, badges, instant feedback, and artificial intelligence has proven to be crucial to the success of this method. The study developed a model based on five progressive levels. An AI plug-in for automated essay grading was integrated, providing students with immediate feedback. The analysis shows that the combination of gamification and AI-supported assessment increases student motivation and improves the understanding of complex concepts. The paper also highlights the advantages and limitations, which primarily relate to the instructor's technical skills and creativity in leveraging the available features of existing learning management (LM) and intelligent tutoring systems (ITS).

Keywords: *Gamification, Learning Management System (LMS), Intelligent Tutoring System (ITS), Moodle, Convolutional Neural Networks (CNN), Artificial Intelligence (AI), Learning evaluation*

1. Uvod

Savremeno visoko obrazovanje suočava se danas sa izazovom kako studentima približiti složene i kompleksne teme na način koji je razumljiv, motivirajući i interaktivan (Sedden, M.L. and Clark, K.R., 2016). Jedna od takvih tema, posebno u oblasti informacijskih tehnologija su konvolucijske neuronske mreže (CNN). Riječ je o konceptu koji zahtijeva od studenta apstraktno razmišljanje, poznavanje linearne algebre i razumijevanje višeslojnih struktura podataka (Hasan, M.A., et al., 2024). Za studente, suočavanje s ovako kompleksnim materijalom često dovodi do pada motivacije i površnog usvajanja znanja što u konačnici utiče na ukupan uspjeh.

Tradicionalna predavanja, koja se oslanjaju na frontalnom pristupu i teorijskom izlaganju, nerijetko nisu dovoljna da održe pažnju studenata. Upravo iz tog razloga nastaje potreba za alternativnim didaktičkim metodama koje mogu povećati angažovanost i aktivno učešće u nastavnom procesu. Gamifikacija, tj. uvođenje elemenata igre u obrazovni proces, sve više se prepoznaje kao efikasan način za motivaciju i dublje učenje sa potpunim razumijevanjem (Triantafyllou, S.A. et al., 2025). U većini studija gamifikacija u edukaciji pokazala je pozitivan efekat na procese učenja i savladavanja nastavnog gradiva (Zeybek, N. and Saygi, E., 2024; Suresh Babu, S. and Dhakshina Moorthy, A., 2024).

Gamifikacija se sve više razvija kao pristup u obrazovanju kojim se studenti motivišu i aktivno uključuju kroz aktivnosti slične računarskoj igri, koristeći različite elemente gamifikacije u okruženjima koja nisu igre (Suresh Babu, S. and Dhakshina Moorthy, 2024). Prema istraživanju trendova rasta primjene gamifikacije izvan oblasti igara objavljenom od strane Growth Engineering-a, bilježi se konstantan rast u različitim regionima za period 2018-2025.

Cilj ovog rada je prikazati kako se metoda gamifikacije može primijeniti unutar LMS okruženja (Moodle 4.5) sa elementima ITS-a na primjeru predavanja o CNN-u. Posebna vrijednost rada leži u multidisciplinarnom pristupu, gdje se spajaju elementi vještačke inteligencije (CNN kao tema), pedagogije (gamifikacija kao metoda) i tehnologije (LMS i AI dodatak za automatsko ocjenjivanje eseja).

2. Teorijski okvir

2.1 Gamifikacija u obrazovanju

Gamifikacija predstavlja upotrebu elemenata igre u neigračkom - edukativnom kontekstu i okruženju, s ciljem povećanja motivacije, angažmana i postizanja boljih rezultata učenja kod studenata (Zainuddin, Z., et al., 2024). U obrazovanju se ovaj pristup ogleda kroz uvođenje elemenata gamifikacije kao što su nivoi, poeni, značke, *rang lista*, izazovi i trenutne povratne informacije, što studentima pruža osjećaj napredovanja i postignuća.

Suština gamifikacije nije u samoj igri, nego u prenošenju mehanizama igre u proces učenja. Time se kreira okruženje u kojem studenti aktivno učestvuju, donose odluke i dobijaju nagrade za uspješno savladane zadatke. Umjesto pasivnog slušanja predavanja, student postaje akter u edukativnoj igri, što dokazano povećava pažnju i motivaciju (Triantafyllou, S.A. et al., 2025).

U obrazovnom kontekstu, gamifikacija se pokazala posebno korisnom u situacijama gdje studenti imaju poteškoća s razumijevanjem apstraktnih, tehničkih ili izrazito kompleksnih sadržaja. Prema Hamari, J. et al., (2014), gamifikacija pozitivno utiče na učenje kada se pažljivo dizajnira prema psihološkim principima motivacije, a posebno kada potiče osjećaj autonomije, kompetencije i socijalne uključenosti. Brojna istraživanja u visokom obrazovanju

potvrđuju da elementi kao što su XP poeni, bedževi, progresivni nivoi i povratne informacije značajno doprinose motivaciji i kontinuiranom angažmanu studenata (Alsawaier, R., 2018).

Kada govorimo o visokom obrazovanju, gamifikacija se posebno ističe kao korisna metoda u situacijama gdje studenti imaju poteškoće s razumijevanjem apstraktnih ili složenih nastavnih jedinica. Uvođenje gamifikacije u LMS sistem omogućava strukturu predavanja kroz nivoe i jasne ciljeve, a značke i XP poeni (iskustveni poeni) služe kao vid nagrade i podsticaja za dalji rad.

2.2 LMS sistemi

Learning Management Systems (LMS) predstavljaju digitalne platforme namijenjene za planiranje, organizaciju i izvođenje obrazovnih aktivnosti. Njihova glavna uloga je omogućavanje strukturisanog online učenja kroz lekcije, testove, forume, resurse i praćenje napretka studenata. Prednosti LMS-a u savremenom obrazovanju su višestruke (Suresh Babu, S. and Dhakshina Moorthy, A., 2024):

- Centralizacija materijala - svi resursi (skripte, prezentacije, zadaci) dostupni su studentima na jednom mjestu.
- Praćenje napretka - putem evidencije ocjena, bodova i statusa aktivnosti, studenti i nastavnici imaju uvid u postignuća.
- Interaktivnost - uključivanje kvizova, diskusija i dodatnih alata čini proces učenja aktivnijim i zanimljivijim.
- Fleksibilnost - studenti mogu učiti tempom koji im odgovara, iz bilo kojeg okruženja.
- Interoperabilnost sa vještačkom inteligencijom - modularnost omogućava razvoj AI alata i njihovo povezivanje u procese LMS-a.

U ovom radu korišten je hosted Moodle LMS (verzija 4.5), koji nudi napredne mogućnosti za gamifikaciju (Kurochkina, A.A. et al., 2024):

- Završetak aktivnosti (Activity completion) i XP poeni kroz *Gradebook*;
- *Badges* kao nagrade za postignuća;
- *Leaderboards* (lista najboljih) putem zbirnih pregleda ocjena;
- Integraciju eksternih alata, poput AI dodatka za automatsko ocjenjivanje esejskih pitanja.

Time LMS postaje više od administrativnog alata: on postaje okruženje igre u kojem studenti uče kroz izazove, nagrade i progresivne levele.

2.3 Konvolucijske neuronske mreže (CNN) kao studij slučaja

CNN predstavljaju specijalizovanu arhitekturu dubokog učenja namijenjenu prepoznavanju obrazaca u vizuelnim podacima (slike i videa). Njihova primjena najčešće je vezana za obradu slika, video zapisa i medicinske radiologije, gdje postižu zapažene rezultate u klasifikaciji i detekciji različitih objekata. Osnovni elementi CNN-a uključuju:

- Konvolucijske slojeve, u kojima se primjenjuju filteri (kerneli) kako bi se izvukle informacije iz slike;
- *Pooling* slojeve, koji smanjuju dimenzije podataka, ali čuvaju najvažnije informacije;
- Funkciju aktivacije (*ReLU*), koja mreži omogućava da uči nelinearne odnose;
- *Flatten* sloj, kojim se višedimenzionalne mape značajki pretvaraju u vektor;
- *Fully Connected* sloj, koji integrira sve informacije i donosi konačnu odluku;
- *Softmax*, koji pretvara izlaz u vjerovatnoće i omogućava klasifikaciju.

CNN je složen koncept za studente, te je upravo zbog toga u ovom radu odabran kao studija slučaja jer dobro ilustruje kako gamifikacija može olakšati razumijevanje teških tema. Cilj nije duboko istraživanje CNN arhitekture, već njeno korištenje kao primjera za kreiranje online predavanja u gamifikovanom LMS okruženju sa elementima inteligentnog tutorskog sistema (ITS).

3. Metodologija

U ovom radu korišten je didaktičko eksperimentalni i multidisciplinarni pristup, pri čemu je cilj bio osmisliti model izvođenja časa o konvolucijskim neuronskim mrežama koristeći metodu gamifikacije u okviru LMS sistema sa vještačkom inteligencijom.

Glavna metoda je gamifikacija, implementirana kroz elemente igre u okviru hostiranog LMS okruženja (Moodle 4.5) na domeni servisa <https://its.kvant.ba>. Studenti napreduju kroz levele (od 1 do 5), osvajaju XP poene rješavanjem kvizova i eseja, te otključavaju značke (*badges*) kao nagrade za postignuća. Napredak se prati putem *Gradebook*-a (dnevnik ocjena) i znački u studentskom profilu.

Specifičnost metodologije ogleda se u korištenju vlastitog AI dodataka integrisanog u Moodle, koji automatski ocjenjuje esejska pitanja. Time se omogućava trenutna povratna informacija studentima, što je važan motivacijski element u gamifikovanom procesu učenja.

Izvođenje časa zamišljeno je kao korak-po-korak proces, gdje svaki level predstavlja dio sadržaja (uvod, konvolucija, *Pooling* i *ReLU*, *Softmax*, završna vježba). Nakon savladavanja jednog nivoa, student otključava naredni, čime se stvara osjećaj napretka i postizanja ciljeva sličan računarskim igrama.

4. Podešavanje LMS sistema i integracija vještačke inteligencije

U ovoj sekciji prikazane su osnovne mogućnosti Moodle platforme iz perspektive predavača. Cilj je demonstrirati tehničke korake u podešavanju kvizova i lekcija, te način kodiranja i integracije vještačke inteligencije. Posebna pažnja posvećena je postavkama koje omogućavaju ograničavanje vremena testiranja, davanje obrazloženja nakon završetka testa, uslovljavanje prelaska na naredne lekcije i testove i kreiranje različitih tipova pitanja.

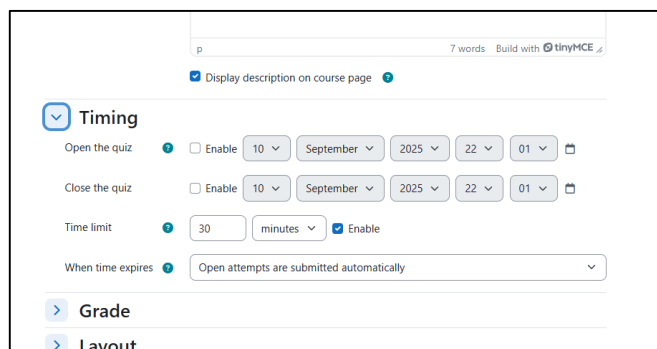
Tehničke postavke (kvizovi, vremenska ograničenja, restrikcije pristupa) omogućavaju operacionalizaciju gamifikacijskog dizajna zasnovanog na progresiji i povratnim informacijama, što je u skladu s principima adaptivnog učenja.

4.1 Ograničavanje vremena trajanja testa

Moodle LMS sistem omogućava da se za svaki kviz postavi vremensko ograničenje. Predavač u postavkama kviza, u sekciji *Timing*, može odrediti vremenski period tokom kojeg je kviz dostupan i maksimalno trajanje testa (npr. 30 minuta). Kada vrijeme istekne, kviz se automatski predaje.

Koraci u Moodle-u:

1. Na kursu odabrati *Turn editing on*.
2. Dodati novu aktivnost *Quiz* ili urediti postojeći kviz (*Edit settings*).
3. U sekciji *Timing* (Slika 1) podesiti:
 - *Open the quiz* i *Close the quiz* (vrijeme dostupnosti)
 - *Time limit* (npr. 30 minutes)
 - *When time expires* (npr. "Attempt is submitted automatically").



Slika 1. Ograničavanje vremena testa u Moodle-u.

4.2 Obrazloženje odgovora po završetku testa

Po završetku testa, Moodle LMS sistem omogućava da predavač definiše šta student vidi u pregledu rezultata testa. Podešava se u sekciji *Review options*. Predavač može uključiti prikaz tačnih odgovora, bodova i različitih vrsta povratne informacije. Posebno je korisno što se može dodati generalni *feedback* (opće objašnjenje za cijelo pitanje) i specifične povratne informacije (objašnjenje za određeni ponuđeni odgovor). Na ovaj način studenti uče iz svojih grešaka i primaju pojašnjenje odmah po završetku testa ili u kasnijem periodu.

Koraci u Moodle-u:

1. Otvoriti *Edit settings* testa
2. Otići u sekciju *Review options*.
3. Označiti željene opcije:
 - a) *Whether correct* (da li je tačan odgovor)
 - b) *Right answer* (koji je tačan odgovor)
 - c) *General feedback* i *Specific feedback* (objašnjenja profesora)
4. Odabrati faze prikaza informacija:
 - a) Tokom pokušaja
 - b) Odmah nakon pokušaja

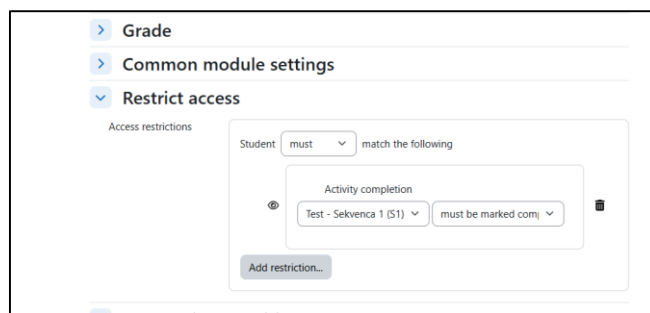
- c) Kasnije dok je kviz otvoren
 - d) Nakon što se kviz zatvori
5. Pri kreiranju pitanja, unijeti *General feedback* i *Feedback* za svaku opciju.

4.3 Kontrola prelaska na sljedeći nivo

Sistem omogućava predavaču da postavi uslove za pristup lekcijama i testovima. U sekciji *Restrict access* moguće je odrediti da se naredna lekcija otključa tek po završetku određenog testa. Pet nivoa je odabrano zbog pedagoškog postupnog usložnjavanja i Bloomove taksonomije.

Koraci u Moodle-u:

1. Otvoriti postavke kreirane lekcije
2. Otvoriti sekciju *Restrict access* (Slika 2)
3. Odabrati *Add restriction*
4. Označiti *Activity completion*
5. Odabrati aktivnost i postaviti uslov



Slika 2. Postavke kontrole pristupa

4.4 Vještačka inteligencija u ulozi ocjene tačnosti tekstualnih odgovora u testu

Moodle LMS sistem podržava tekstualna pitanja kroz tipove *Short answer* i *Essay*. Kod kratkih odgovora moguće je unaprijed definisati tačne riječi ili fraze koje sistem automatski prepoznaje i ocjenjuje. Međutim, za složenije tekstualne sadržaje i procjenu njihove validnosti kao odgovora na pitanje bilo je potrebno razviti, te integrisati AI dodatak koji će presresti slanje odgovora i u realnom vremenu ocijeniti tačnost ili netačnost. U tu svrhu programiran je lokalni dodatak pod nazivom *AI Essay Grading*.

Dodatak *AI Essay Grading* razvijen je za Moodle i ima za cilj automatizaciju ocjenjivanja eseja koristeći OpenAI API. Kada student preda esej, dodatak automatski šalje odgovor AI modelu, dobija binarnu ocjenu (1.0 - tačan odgovor, 0.0 - netačan odgovor) i upisuje rezultat u Moodle-ovu bazu podataka. Time se značajno smanjuje opterećenje nastavnika, ubrzava proces evaluacije i osigurava dosljednost u ocjenjivanju. U radu će biti prikazani samo ključni dijelovi dodatka relevantni za razumijevanje njegove funkcionalnosti.

Upotreba AI alata za automatsko ocjenjivanje eseja sve više dobija na značaju zbog sposobnosti modela velikih jezičkih mreža (LLM) da analiziraju semantičku tačnost, koherentnost i konceptualno razumijevanje studentskih odgovora (Williams, A., 2025). Prethodna istraživanja pokazuju da AI ocjenjivanje može biti jednako pouzdano kao ocjenjivanje ljudskih evaluatora, posebno kada se radi o kratkim i fokusiranim tekstualnim odgovorima (Mark, J.G., 2012).

Međutim, zbog moguće pristrasnosti preporučuje se kombinovani pristup, gdje AI obavlja inicijalnu evaluaciju i daje trenutnu povratnu informaciju, dok nastavnik nadgleda odgovore u slučajevima koji zahtijevaju dublju interpretaciju (Smutny, P. and Schreiberova, P., 2020).

U kontekstu ovog rada, upotreba AI dodatka za automatsko ocjenjivanje eseja predstavlja primjer efikasne primjene AI u ITS okruženju, gdje se učenje optimizira kroz trenutnu povratnu informaciju.

Dodatak se sastoji od nekoliko ključnih fajlova:

- *settings.php* - omogućava konfiguraciju API ključa, modela i parametara u admin GUI-ju (Slika 3),
- *observer.php* - sluša događaje kada je odgovor predan i pokreće AI ocjenjivanje (Slika 13) (Slika 4),
- *client.php* - definiše komunikaciju sa OpenAI API-jem (Slika 5),
- *events.php* - registruje događaje koje dodatak prati (Slika 6).

```
$settings->add(new admin_setting_configpasswordunmask(
    'local_aiessaygrading/apikkey',
    get_string('apikkey', 'local_aiessaygrading'),
    get_string('apikkey_desc', 'local_aiessaygrading'),
    ''));

$settings->add(new admin_setting_configtext(
    'local_aiessaygrading/model',
    get_string('model', 'local_aiessaygrading'),
    get_string('model_desc', 'local_aiessaygrading'),
    'gpt-4o-mini'));
```

Slika 3. Unos OpenAI API ključa u admin panelu i odabir modela

```
defined('MOODLE_INTERNAL') || die();

$observers = [
    [
        'eventname' => '\mod_quiz\event\attempt_submitted',
        'callback' => '\local_aiessaygrading\observer::quiz_submitted',
        'includefile' => '/local/aiessaygrading/classes/observer.php',
    ]
];
```

Slika 4. Reakcija dodatka na slanje odgovora iz testa

```

public static function quiz_submitted(\mod_quiz\event\attempt_submitted $event): void {
    file_put_contents(__DIR__ . "/debug.log", "Observer called!\n", FILE_APPEND);
    global $DB;
    $config = get_config('local_aiessaygrading');
    if (empty($config->enabled) || empty($config->apikey)) {
        return;
    }
    $attemptid = $event->objectid;
    $attempt = $DB->get_record('quiz_attempts', ['id' => $attemptid], '*', MUST_EXIST);
    $client = new client(
        trim($config->apikey),
        $config->model ?? 'gpt-4o-mini',
        $config->rubric ?? ''
    );
    $changed = false;
    $qas = $DB->get_records('question_attempts', ['questionusageid' => $attempt->uniqueid]);
    foreach ($qas as $qa) {
        $question = $DB->get_record('question', ['id' => $qa->questionid]);
        if ($question->qtype != 'essay') {
            continue;
        }
        $answer = trim(strip_tags($qa->responsesummary));
        if ($answer == '') {
            continue;
        }
        $questiontext = trim(strip_tags($question->questiontext));
        try {
            $decision = $client->evaluate_essay($questiontext, $answer);
        } catch (\Throwable $e) {
            file_put_contents(__DIR__ . "/debug.log", "AI essay grading error: " . $e->getMessage() . "\n", FILE_APPEND);
            continue;
        }
        if ($decision == null) {
            continue;
        }
    }
}

```

Slika 5. Ključni dio koda za slanje eseja AI-ju na automatsko ocjenjivanje

```

public function evaluate_essay(string $question, string $answer): ?bool {
    global $CFG;
    require_once($CFG->libdir . '/filelib.php');
    $system = "You are an auto-grader. Decide if the student's answer correctly answers the question b";
    if (empty($this->rubric)) {
        $system .= "\nRubric:\n".$this->rubric;
    }
    $user = "Question: ".$question."\nStudent answer: ".$answer."\nRespond with YES if correct, otherw";
    $payload = [
        'model' => $this->model,
        'input' => [
            'system' => $system,
            ['role' => 'system', 'content' => [['type' => 'input_text', 'text' => $system]]],
            ['role' => 'user', 'content' => [['type' => 'input_text', 'text' => $user]]]
        ],
        'temperature' => 0,
        'max_output_tokens' => 50
    ];
    $headers = [
        'CURLOPT_HTTPHEADER' => [
            'Content-Type: application/json',
            'Authorization: ' . 'Bearer ' . $this->apikey
        ],
        'RETURNTRANSFER' => true
    ];
    $curl = new \curl();
    $resp = $curl->post('https://api.openai.com/v1/responses', json_encode($payload), $headers);
}

```

Slika 6. Dio koda za slanje studentskog odgovora prema OpenAI API-ju

5. Dizajn predavanja

U ovom dijelu rada prikazan je konkretan model predavanja o CNN-u, realizovan u LMS Moodle 4.5 korištenjem metode gamifikacije i njenih elemenata (Tabela 1) uz upotrebu vještačke inteligencije. Predavanje je strukturisano kao igra sa pet uzastopnih nivoa, pri čemu svaki nivo sadrži kombinaciju teorijskih sadržaja, kviza i nagradnog sistema u vidu XP poena i znački (Khaldi, A. et al., 2023).

Tabela 1. Elementi gamifikacije i njihova uloga

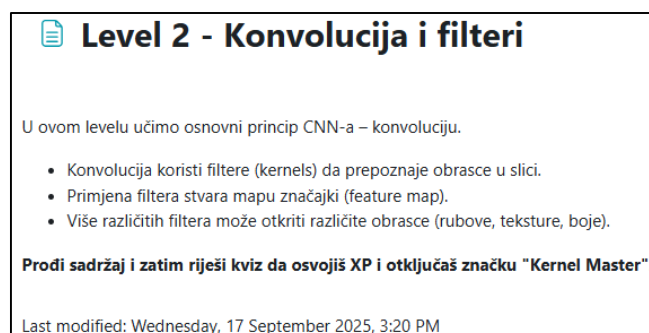
Element gamifikacije	Primjena u kursu	Funkcija za studente
XP poeni	Dodjeljuju se za tačne odgovore u kvizovima	Osjećaj napredovanja, mjerljiv uspjeh
Značke/badges	Nivo 1 - Početnik, Nivo 2 - Majstor konvolucije, ...	Simbolično priznanje, povećava motivaciju
Instant feedback	AI dodatak automatski ocjenjuje eseje, a LMS ostale tipove odgovora	Brza povratna informacija i korekcija
Leveli (1–5)	Struktura od osnovnih do složenih pojmova	Postepeno savladavanje gradiva

Nivo 1 (osnove neuronskih mreža)

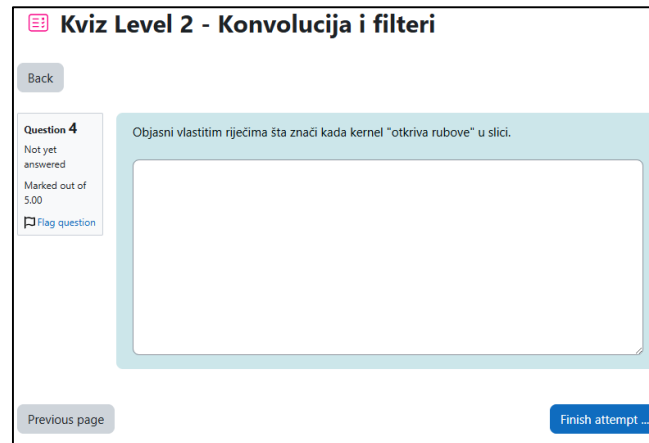
Studenti se upoznaju sa pojmom neuronskih mreža, njihovom strukturom i osnovnim principima rada. Nakon uvodnog sadržaja slijedi kviz sa jednostavnim pitanjima, a za uspješno rješavanje dodjeljuje se prva značka Početnik neuronskih mreža.

Nivo 2 (konvolucija i filteri)

Na drugom nivou studentima se uvodi ključni koncept CNN-a - konvolucija. Pomoću primjera objašnjava se rad filtera i nastanak mapa faktora. Kviz na ovom nivou uključuje i esej pitanje (Slika 7 i 8) koje automatski ocjenjuje AI dodatak. Značka na ovom nivou nazvana je Majstor konvolucije.



Slika 7. LMS setup za Level 2



Slika 8. Esejsko pitanje sa AI validacijom

Nivo 3 (ReLU, Pooling, Flatten i Fully Connected elementi)

Treći nivo obuhvata objašnjenje slojeva koji pripremaju podatke za konačnu odluku mreže. Studenti kroz kviz uče o ulozi ReLU aktivacijske funkcije, smanjenju dimenzija putem *Pooling* slojeva, transformaciji podataka u Flatten sloju i donošenju odluka kroz *Fully Connected* sloj. Nagrada je značka *Developer* mreže.

Nivo 4 (Softmax i klasifikacija)

Na ovom nivou objašnjava se završna faza CNN-a. Pretvaranje izlaza u vjerovatnoće i klasifikacija. Studenti kroz kviz provjeravaju razumijevanje *Softmax* funkcije i procesa donošenja odluke. Za uspješan završetak dodjeljuje se značka Softmax stručnjak.

Nivo 5 (Praktična primjena CNN-a)

Završni izazov traži od studenata da kroz esej objasne kako bi primijenili CNN na dataset slika mačaka i pasa. Očekuje se opis slojeva, njihove funkcije i načina evaluacije modela. AI dodatak automatski ocjenjuje odgovor, a završna nagrada je značka *CNN Hero* (Slika 9).



Slika 9. LMS setup za Level 5

U svim nivoima primijenjeni su osnovni elementi gamifikacije: poeni (XP), značke, *leaderboard* i *trenutne povratne informacije*. Ovaj dizajn predavanja omogućava studentima da učenje dožive kao progresivnu igru sa jasno definisanim ciljevima i nagradama, što značajno povećava motivaciju i angažman i akademski uspjeh (Sotirov, M. et al., 2024).

Primjena gamifikacije u učenju složenih tema kao što su konvolucijske neuronske mreže očekivano donosi više koristi u odnosu na tradicionalni pristup predavanja i podučavanja.

Uvođenjem elemenata gamifikacije kao što su XP poeni, značke i jasni ciljevi, studenti dobijaju osjećaj igre i napredovanja. To povećava njihovu motivaciju za učenjem i smanjuje pasivno ponašanje na času (Rahmi, I. et al., 2025; Coelho, F. et al., 2025.).

Kombinacija kvizova, eseja i trenutne povratne informacije omogućava studentima da aktivno učestvuju u samom procesu edukacije. Oni ne samo da prate predavanje, nego i rješavaju izazove i odmah vide rezultate svog rada. Gamifikacija razbija kompleksne teme na manje dijelove (nivoje). Na taj način studenti postepeno usvajaju koncepte CNN-a, od osnova neuronskih mreža do završne vježbe, bez osjećaja preopterećenosti i demotivacije.

Automatsko ocjenjivanje esejskih pitanja u *real-time* putem AI dodatka značajno skraćuje vrijeme povratne informacije. Studenti odmah znaju jesu li na dobrom putu, što dodatno pojačava angažman i motivaciju. U suprotnom validacija esejskih pitanja zahtijevala bi ručni pregled nastavnika.

6. Diskusija

Gamifikacija u LMS-u sa elementima inteligentnih tutorskih sistema i vještačke inteligencije, na primjeru predavanja o CNN-u, pokazuje značajne prednosti u odnosu na tradicionalni način predavanja (Tabela 2). Umjesto linearnog prenošenja znanja, nastava postaje strukturisana u nivoje, gdje studenti prolaze kroz jasno definisane izazove i odmah vide rezultate svog angažmana i napredovanja. Ovaj pristup ne samo da povećava motivaciju, nego i podstiče dublje razumijevanje kompleksnih tema i koncepata.

Tabela 2. Usporedba tradicionalnog i gamifikovanog pristupa

Osobina	Tradicionalna nastava	Gamifikacija u LMS-u
Motivacija studenata	Od niske do umjerene	Visoka (bodovi, značke, takmičenje)
Povratna informacija	Odgođena, ručna	Trenutna (AI dodatak za automatsko ocjenjivanje)
Struktura sadržaja	Linearna	Nivoi (progresivni izazovi)
Uloga studenta	Pasivna do umjereno aktivna	Aktivni učesnik u procesu edukacije
Primjena tehnologije	Ograničena	LMS sa elementima ITS-a + AI integracija

Međutim, važno je uočiti i potencijalne izazove. Tehnička ograničenja mogu se pojaviti u vidu potrebe za stabilnim LMS, ITS okruženjem i tehničkim znanjem za razvoj elemenata dostupnih u sistemu i integraciju vještačke inteligencije, pravilnim podešavanjem budžeta i pravilnim funkcionisanjem AI dodatka. Također, postoji rizik od pretjeranog fokusiranja na bodove i nagrade, pri čemu studenti mogu izgubiti iz vida suštinu, a to je razumijevanje nastavnog sadržaja. Zbog toga je ključno da nagrađivanje bude pažljivo osmišljeno i u funkciji učenja, a ne samo igre. Multidisciplinarni karakter ovog pristupa posebno se ističe u:

- AI sadržaji u vidu CNN-a pružaju kompleksnu, ali realnu temu;
- Didaktički pristup putem gamifikacije osigurava motivaciju i aktivno učešće i učenje;
- Tehničko LMS/ITS okruženje omogućava integraciju različitih elemenata igre i automatizaciju povratnih informacija.

Na taj način, rad dokazuje da kombinacija pedagogije, tehnologije i vještačke inteligencije može stvoriti inovativan model obrazovanja koji je jednako primjenjiv i na druge složene teme.

Rezultati se podudaraju s nalazima (Sotirov, M. et al., 2024) koji ističu da nivoi i XP poeni najviše utiču na kratkoročni angažman, dok povratna informacija ima najveći uticaj na kvalitet dugoročnog učenja.

7. Zaključak

Konvolucijske neuronske mreže (CNN) predstavljaju jednu od najsloženijih tema u oblasti vještačke inteligencije. Kroz tradicionalna predavanja ovaj sadržaj često ostaje apstraktan i studentima teško shvatljiv. Primjenom gamifikacije u LMS okruženju sa elementima vještačke inteligencije pokazano je da se složeni koncepti i nastavne jedinice mogu učiniti pristupačnijim i razumljivijim. To u konačnici vodi efektivnom znanju koje se može evaluirati kroz korake: razjasni, poveži i objasni.

Predloženi model učenja zasnovan na ,nivoima, XP poenima i značkama, uz integrisani AI dodatak za automatsko ocjenjivanje eseja, omogućava studentima aktivno učešće i osjećaj progresije u nastavnoj jedinici. Na taj način, motivacija se povećava, angažman raste, a usvajanje gradiva postaje dublje i efikasnije.

Vrijednost ovog pristupa u organizaciji predavanja ogleda se i u njegovoj multidisciplinarnosti. Spajaju se elementi umjetne inteligencije (CNN kao studij slučaja), pedagogije (gamifikacija kao metoda) i tehnologije (Moodle LMS sa AI podrškom). Na ovaj način kreira se model koji ima potencijal da se primijeni ne samo u nastavi o CNN-u, nego i u poučavanju drugih kompleksnih tema.

Preporuke za dalja istraživanja uključuju evaluaciju ovakvog modela u realnom okruženju sa većim brojem studenata, poređenje rezultata gamifikovanog i klasičnog predavanja, proširenje metodologije na druge oblasti, istraživanje uticaja različitih gamifikacionih elemenata (nivoi, bodovi, bedževi, *leaderboardi*) na dugoročnu motivaciju i ostvarene rezultate učenja. Ovaj rad ukazuje na značaj gamifikacije kao didaktičke metode koja može obogatiti savremeno obrazovanje i ponuditi studentima iskustvo učenja koje je istovremeno izazovno, motivirajuće i zabavno.

Conclusion

Convolutional Neural Networks (CNNs) represent one of the most complex topics in the field of artificial intelligence. Through traditional lectures, this content often remains abstract and difficult for students to grasp. By applying gamification in an LMS environment with elements of artificial intelligence, it has been demonstrated that complex concepts and learning units can be made more accessible and easier to understand. Ultimately, this leads to effective knowledge acquisition, which can be evaluated through the steps: clarify, connect, and explain.

The proposed learning model, based on levels, XP points, and badges, with an integrated AI feature for automated essay grading, enables students to actively participate and experience a

sense of progression within the learning unit. In this way, motivation increases, engagement grows, and the assimilation of knowledge becomes deeper and more efficient.

The value of this approach in the organization of teaching also lies in its multidisciplinary. It combines elements of artificial intelligence (CNN as a case study), pedagogy (gamification as a method), and technology (Moodle LMS with AI support). In this manner, a model is created that has the potential to be applied not only in teaching CNNs but also in delivering other complex topics.

Recommendations for further research include evaluating this model in a real environment with a larger number of students, comparing the results of gamified and traditional lectures, extending the methodology to other fields, and exploring the impact of various gamification elements (levels, points, badges, leaderboards) on long-term motivation and learning outcomes. This paper highlights the importance of gamification as a didactic method that can enrich modern education and provide students with a learning experience that is simultaneously challenging, motivating, and enjoyable.

Literatura

Alsawaier, R., 2018. The Effect of Gamification on Motivation and Engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, 35, 56-79.

Coelho, F. et al., 2025. The impact of educational gamification on cognition, emotions, and motivation: a randomized controlled trial. *Journal of Computers in Education*, pp.1-48.

Hamari, J. et al., 2014. "Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification", 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, HI, USA

Hasan, M.A. et al., 2024. Image classification using convolutional neural networks. *International Journal of Mechanical Engineering Research and Technology*, 16(2), pp.173-181.

Khalidi, A. et al., 2023. Gamification of e-learning in higher education: a systematic literature review. *Smart Learn. Environ.* 10

Kurochkina, A.A. et al. 2024. Improving the Efficiency of Using LMS Moodle in the Educational Process by Implementing Gamification Technologies. In *Understanding the Digital Transformation of Socio-Economic-Technological Systems: Dedicated to the 120th Anniversary of Economic Education at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University* (pp. 419-435). Cham: Springer Nature Switzerland.

Mark, J.G. et al., 2012. Using automatic item generation to create multiple-choice test items, *Medical Education*, 46: 757–765

Rahmi, I. et al., 2025. Gamification as an alternative to increase students' motivation: a scoping review. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(2), pp.1125-1133.

Sedden, M.L. and Clark, K.R., 2016. Motivating students in the 21st century. *Radiologic technology*, 87(6).

Smutny, P. and Schreiberova, P., 2020. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger, *Computers & Education*, Volume 151,

Sotirov, M. et al., 2024. Learning through Gamification: A Case Study on the Development and Integration of a University Educational Serious Game. In *2024 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)* (pp. 313-318). IEEE.

Suresh Babu, S. and Dhakshina, M. A., 2024. Application of artificial intelligence in adaptation of gamification in education: A literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(1), p.e22683.

Triantafyllou, S.A. et al., 2025. Gamification in education and training: A literature review. *International Review of Education*, pp.1-35.

Zainuddin, Z. Et al., 2024. Gamification in education. In *Gamification in A Flipped Classroom: Pedagogical Methods and Best Practices* (pp. 67-113). Singapore: Springer Nature Singapore.

Zeybek, N. and Saygi, E., 2024. Gamification in education: Why, where, when, and how? - A systematic review. *Games and Culture*, 19(2), pp.237-264.

Williams, A., 2025. Integrating Artificial Intelligence Into Higher Education Assessment. *Intersection: A Journal at the Intersection of Assessment and Learning*, 6(1), 128–154.