

Генерація багатоваріантних тестових завдань на базі онтологічного опису у навчальних системах з використанням мобільних пристроїв

Заїчко О.П., Круглий Д.В., Титенко С.В.

Заїчко О.П., Круглий Д.В., Титенко С.В. Генерація багатоваріантних тестових завдань на базі онтологічного опису у навчальних системах з використанням мобільних пристроїв // Сталій розвиток — XXI століття. Дискусії 2020: колективна монографія / Національний університет "Києво-Могилянська академія" / за ред. проф. Хлобистова Є.В. — Київ, 2020. — С. 448-453 с. — Електронне видання. ISBN: 978-617-7668-22-9.

Актуальність. Сьогодні академічна завантаженість учнів у школах та студентів у вищих навчальних закладах є надзвичайно високою. Пандемія зумовила велику потребу у різних формах змішаного навчання та активне використання дистанційних форм навчального процесу. Великим викликом тут є організація заходів з контролю знань. Комп'ютерне тестування лежить в основі більшості систем дистанційного навчання. Актуальною є задача автоматизації тестування та генерація якісних тестових завдань. Особливим видом тестових завдань є багатоваріантні завдання¹. Такі завдання мають кілька варіантів умов, які відрізняються вхідними даними або деталями постановки питання. Найчастіше багатоваріантні завдання використовуються під час контрольних робіт та інших заходів з контролю знань, при цьому кожен студент отримує свій варіант умови. Серед переваг такого підходу – захист від списування та недобросовісного проходження тестування. Іншою перевагою є забезпечення нового варіанту завдань у випадку повторного проходження тестування, коли перша спроба була невдалою і студент повинен пройти перескладання. І в решті решт, цей підхід забезпечує учнів можливістю тренування у розв'язанні задач за рахунок можливості пройти велику кількість завдань на певну тему.

За останні десятиліття вибір технічних засобів значно розширився. Мобільний телефон з доступом до Інтернету є у переважній кількості здобувачів освіти. Кількість користувачів смартфонів збільшується з роками, як і інтернет-трафік через мобільні пристрої. В роботі² описується опитування, яке було проведене в 2012 році серед студентів. 67% опитаних вважають, що від мобільних пристроїв залежить академічний успіх і вони використовують їх на заняттях.

¹ Станкевич, Татьяна Геннадьевна. "Некоторые особенности использования многовариантных тестовых заданий." Вестник Костромского государственного университета им. НА Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика 13 (3), 2007, с. 218-221. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-osobennosti-ispolzovaniya-mnogovariantnyh-testovyh-zadaniy-1/viewer>

² Gikas, Joanne, and Michael M. Grant. "Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media." The Internet and Higher Education 19 (2013): 18-26.

Інтенсивне використання мобільних пристроїв для різноманітних професійних та повсякденних задач зумовлює актуальність пошуку ефективних шляхів їх інтеграції в навчальний процес і зокрема в організацію контролю знань. Попередні дослідження методів генерації контролюючих засобів потребують вдосконалення та адаптації в умовах їх застосування в мобільних навчальних застосунках.

Новизна. Робота присвячена огляду та аналізу методів генерації багатоваріантних тестових завдань та розробці мобільної програмної системи, що дозволить застосувати тестування знань для рубіжного контролю та самонавчання, де тестові завдання генеруються автоматично на базі онтологічного опису навчального контенту.

Основна частина. Для розширення області тестових завдань, для зменшення академічної недоброчесності та списування було розроблено ряд систем та методів для генерації багатоваріантних завдань.

Професійні генератори математичних задач. Генератор тестових завдань в загальному випадку повинен вирішувати два завдання: створювати тестові завдання, що задовольняють технологічні вимоги, і формувати тести по вже готовій базі тестових завдань. Функціональність генератора і якість створених тестів насамперед залежить від методу генерації. Найпростіший метод полягає в створенні шаблону тестового завдання з виділеним набором параметрів, значення яких генеруються автоматично відповідно до заданого алгоритму.

Браузерний веб-застосунок для генерації багатоваріантних завдань з математики Math Worksheets³ містить понад 90 різних математичних теми з понад 1200 унікальними робочими листами, вони можуть бути налаштовані відповідно до користувацьких потреб і можуть бути негайно надруковані або збережені для подальшого використання. Основним недоліком сайту є відсутність інтерфейсу для мобільної версії, а також для користувачів, які не знають англійську мову, користування таким інтерфейсом буде досить незручним.

Онлайн-генератори завдань пропонуються на сайті WolframAlpha⁴. Даний сайт створено компанією Wolfram, яка є одним з лідерів математичного та наукового програмного забезпечення, зокрема, найвідомішим їх продуктом є система комп'ютерної алгебри Mathematica. WolframAlpha дозволяє користувачам задавати питання англійською мовою на будь-яку тему, і відповідає на них на основі великої кількості баз з різних галузей знань та обчислювального ядра системи Mathematica. Тим, хто підписується на використання розширеної версії сервісу WolframAlpha, додатково надається можливість генерації завдань за допомогою Wolfram Problem Generator⁵. Генератор дозволяє вирішувати завдання прямо на

³ Dynamically Created Math Worksheets [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.math-aids.com>.

⁴ Wolfram|Alpha, computational knowledge engine [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://wolframalpha.com>.

⁵ Wolfram Problem Generator [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://wolframalpha.com/pro/problem-generator>.

сайті або друкувати їх на папері. Крім правильної відповіді сервіс здатний показати покрокові рішення. Створювати свої генератори на сайті WolframAlpha не можна. Недоліком сервісу є те, що підтримується генерація завдань лише з математичних наук. Не підтримується інтерфейс для мобільних пристроїв.

Генерація на основі формальних граматики. Знання областей знань представлені у вигляді формальної граматики, де можливі параметри тестових завдань є нетермінальними символами. Різні варіанти завдань являють собою випадкове виведення в розробленій граматиці. Варіанти вибору значень параметрів відповідають правилам граматики для довільного нетермінального символу. Підхід було детально описаний в роботах^{6,7,8}. Недоліком підходу є вимога винятково строгого опису предметних областей, що більшою мірою підходить для математичних наук, та велика трудомісткість формування відповідних формальних моделей для подальшої генерації завдань на їх основі.

Генерація на основі семантичних мереж. Базується на створенні моделі предметної області експертом з навчального матеріалу. Модель має вид орієнтованого графу, з фрагментами тексту на його вершинах і дугами, які показують зв'язки між ними. Структура моделі складається з триад^{9,10} «Поняття 1» – «Відношення» – «Поняття 2». Автоматична генерація досягається опусканням однієї з ланок триади. Семантичні мережі погано підходять для формування якісних тестових завдань, що властиво багатьом підходам на базі штучного інтелекту¹¹. Недоліками є досить великі витрати на створення цілісної семантичної мережі, яка б коректно відображала предметну область. Також завданням, які були згенеровані з використанням цього підходу, властива мала лінгвістична зрозумілість, і часто – дидактична недоцільність.

Комбінаторні моделі є ще одним із методів генерації. Він побудований на представленні моделі тестового завдання скінченною множиною змінних і постійних фрагментів з заданим відношенням порядку. Сама модель являє собою

⁶ Сергушичева, А. П. Метод и алгоритмы автоматизированного построения компьютерных тестов контроля знаний по техническим дисциплинам : дис. ... канд. техн. наук / Сергушичева А. П. – СПб., 2007. – 18 с

⁷ Братчиков, И. Л. Генерация тестовых заданий в экспертно-обучающих системах / И. Л. Братчиков // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Информатизация образования. – 2012. – № 2. – С.47–61.

⁸ Швецов, А. Н. Система синтеза учебных тестов на основе формальных грамматик / А. Н. Швецов, Ю. О. Мамадулов, С. И. Сорокин // Программные продукты и системы. – 2013. – № 2. – С. 181–185.

⁹ Елизаренко Г.Н. Проектирование компьютерных курсов обучения: концепция, язык, структура. НТУУ «КПИ». Киев, 2001.

¹⁰ Slavomir Stankov, Branko Žitko and Ani Grubišić. Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems. AIED'05 Workshop SW-EL'05: Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning. Papers of 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2005). Amsterdam, 2005. <http://hcs.science.uva.nl/AIED2005/W3proc.pdf>

¹¹ Титенко С.В., Гагарін О.О. Проблема моделювання знань в інтелектуальних навчальних Web-системах // IX міжнародна наука конференція імені Т.А. Таран «Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2009», Київ, 19-22 мая 2009 г.: сб. тр./ ред. кол.: С.В. Сирота (гл. ред.) и др. – К.: Просвіта, 2009. – С. 384-390.

дерево AND/OR¹². Кожен варіант дерева описується одним елементом комбінаторної множини. Недоліком є трудомісткість формування шаблону для генерації більш складних завдань.

Онтологічний опис контенту на базі ПТМ. Для реалізації генератора багатоваріантних тестових завдань нами було використано метод генерації на основі онтологічного опису контенту.

Формальною моделлю представлення знань про предметну область служить дидактично-орієнтована онтологія. Основними ідеями реалізації онтологічного підходу для генерації тестових завдань є:

- 1) опрацювання експертом навчального контенту з метою виділення в ньому базових елементів онтології, їх властивостей у вигляді стислих текстових фрагментів і відношень між ними;
- 2) використання шаблонів тестових завдань;
- 3) автоматичне вилучення та підстановка пропущених ланок онтологічної моделі для формування завдання відповідно до шаблону.

Основою онтології є понятійно-тезисна модель предметної області¹³ навчального контенту. Ключовий елемент моделі – поняття, тобто деякий об’єкт з предметної області, про який в навчальному матеріалі є знання. Схематичне зображення фрагмента онтології в співвідношенні з навчальним матеріалом показано на рис. 1.

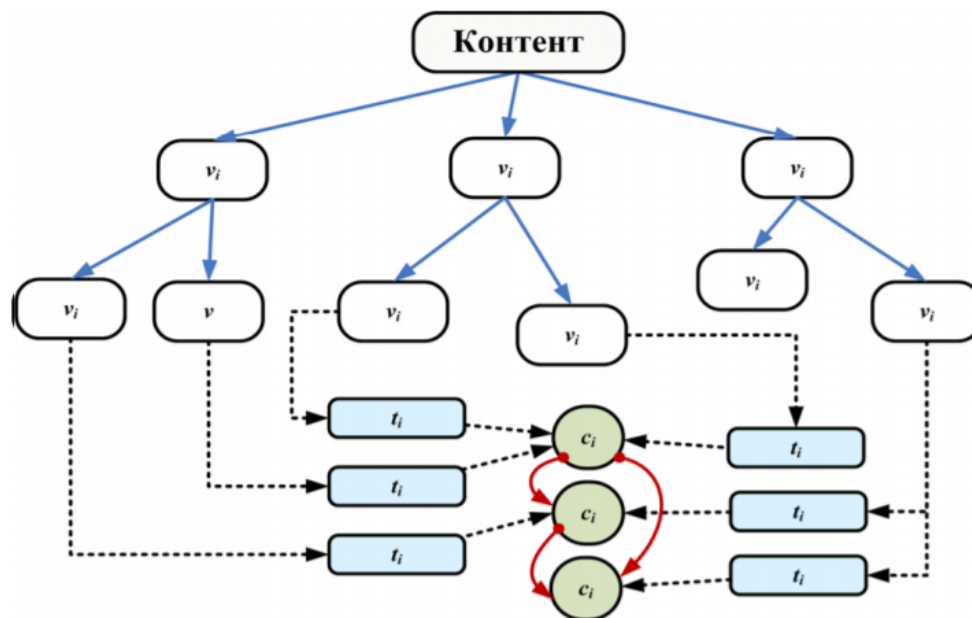


Рисунок 1. Структурна схема понятійно-тезисної моделі:

¹² Зорин, Ю. А. Интерпретатор языка построения генераторов тестовых заданий на основе деревьев И/ИЛИ / Ю. А. Зорин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № (27). – С. 75–79.

¹³ Титенко, С. В. Автоматизация побудови тестових завдань дистанційного навчання на основі понятійно-тезисної моделі / С. В. Титенко // Навчальні технології та суспільство. – 2013. – № 1 (16). – С. 463–481.

t_i — елемент множини тез (твердження про поняття); c_i — елемент множини понять; v_i — елемент множини фрагментів або сторінок навчального контенту¹⁴

Тестове завдання формується шляхом вибору контрольної понятійно-тезисної пари і дистракторів на основі інших понять або тез. Понятійно-тезисна модель має ряд узагальнень, що розширюють можливості генерації, і це в поєднанні з простотою підготовки даних в цілому є перспективним методом створення генераторів.

ПТМ надає можливості для формалізації першоджерела знань і обробки навчального тексту безпосередньо. Для наповнення навчальної бази використовується техніка осмисленого читання. Перевагою є відсутність необхідності залучення експерта. Це дозволяє знайти шляхи для усунення несумісності завдань, які генеруються традиційними системами штучного інтелекту. Метод забезпечує унікальність кожного створеного тесту. Це мінімізує можливості для недобросовісного проходження тестування, чого не можна сказати про системи з невеликою базою статичних завдань. Крім цього, час потрібний на створення бази знань є меншим у порівнянні з семантичними мережами. Також перевагою завдань, згенерованих з використанням ПТМ, є їх краща лексична зрозумілість. Підхід дозволяє використовувати різноманітні стратегії для оцінювання і формування тестів завдяки встановленню точних зв'язків між семантичними даними і навчальним матеріалом, що значно підвищує якість тестування.

Мобільний застосунок для проходження тестування. Розроблено мобільну та веб-систему¹⁵ для тестування знань за допомогою згенерованих завдань на базі ПТМ. Застосунок є частиною освітньої платформи¹⁶ для навчання як професіоналів так і студентів, яка базується на сучасних дослідженнях в областях моделювання знань, онтологій та інтелектуальних навчальних веб-систем. Система має базу знань, яка підтримує більше десятка предметних областей, що робить можливим широкий вибір дисциплін для перевірки знань. Також є можливість вибирати складність тестування, що змінює можливий вміст завдань та їх типи. Після завершення користувачеві надається інформація про кінцевий результат і список рекомендованих ресурсів по темам, в яких були допущені помилки. Діаграму функціональних можливостей системи наведено на рис. 2. Інтерфейс користувача представлено на рис. 3.

Підтримка декількох програмних платформ для розроблюваного програмного забезпечення вимагає великих витрат часу та ресурсів. Існують технології, що дозволяють скоротити ці витрати, що обумовило вибір платформи Flutter для розробки клієнтського мобільного застосунку системи. Flutter – безкоштовний програмний каркас з відкритим кодом, який розробляється

¹⁴ Титенко, С. В. Структурні основи онтологічно-орієнтованої системи управління інформаційно-навчальним Web-контентом / С. В. Титенко // Управляючі системи та машини. – 2012. – № 2. – С. 35–42.

¹⁵ <http://test.semantic-portal.net/>

¹⁶ <http://semantic-portal.net/>

компанією Google. Використання даної технології дозволило оптимізувати процес розробки версій системи для Android, iOS та веб-версії. Сучасні особливості та компактність програмного коду мовою Dart, вдалі архітектурні рішення розробників Flutter зумовлюють перспективність подальшого вдосконалення запропонованого програмного продукту з тестування із використанням командного розвитку системи.

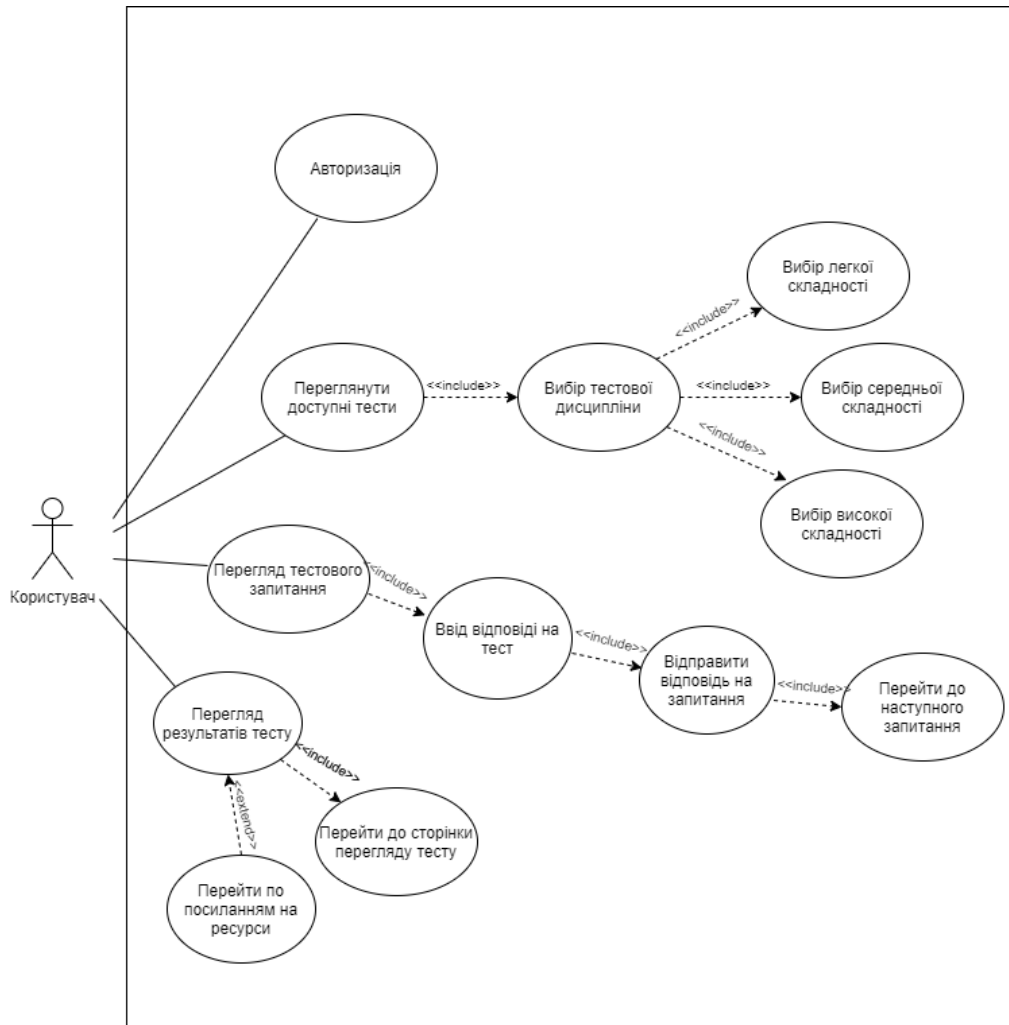


Рисунок 2. Діаграма функціональних можливостей системи

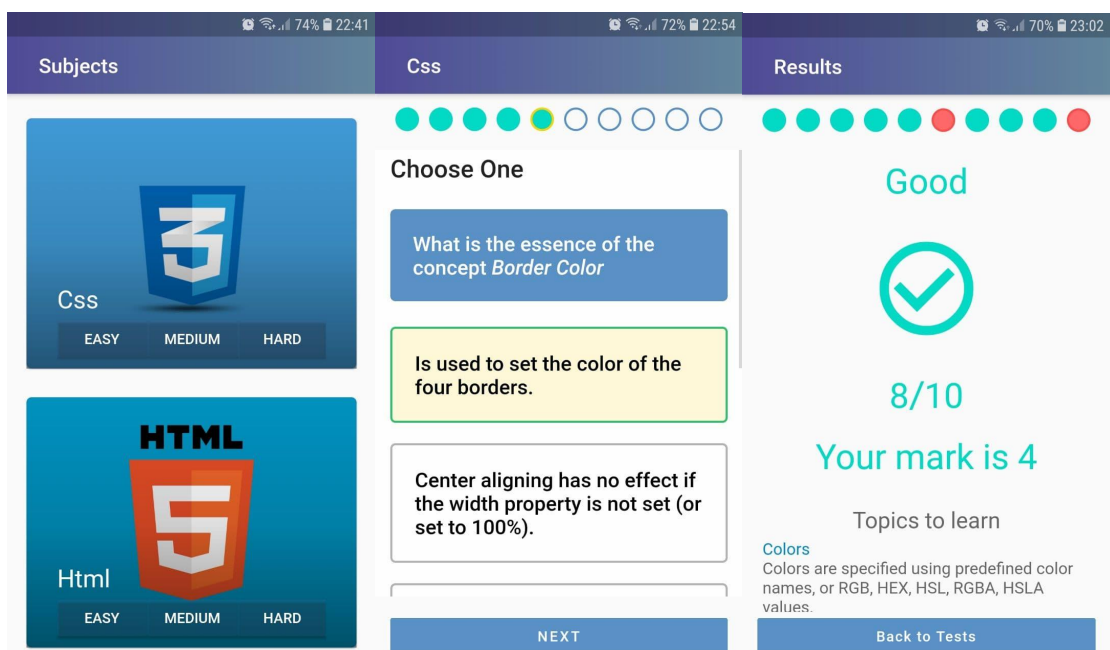


Рисунок 3. Демонстрація інтерфейсу користувача мобільної системи

Висновки. Був здійснений огляд доступних програм, які реалізують генерацію багатоваріантних завдань. Переважна більшість таких систем не передбачає роботу на мобільних пристроях. В статті розглянуті методи генерації тестових завдань, які отримали розповсюдження на практиці і в дослідженнях. Тести на основі формальних граматик обмежені областю застосування. Вони добре підходять для точних наук і програмування, але погано — для інших напрямів освіти. Генерація на основі комбінаторних моделей вимагає великих витрат часу для створення моделей більш складних завдань. Семантичні мережі та інші класичні моделі знань передбачають значні труднощі у випадку їх застосування для навчальних цілей.

Таким чином, реалізація підходу ПТМ для опису контенту та подальшої генерації багатоваріантних тестових завдань вбачається найбільш оптимальною для багатопредметних порталів. Було розроблено мобільну систему, яка дозволяє проходити тестування на основі автоматичної генерації завдань за допомогою онтологічного опису контенту на базі понятійно-тезисної моделі.

Майбутні дослідження будуть фокусуватися на покращенні тестових завдань і розробці вдосконалених алгоритмів для їх побудови. Планується розширити базову класифікацію тез і понять, на базі класифікації сформувати нові шаблони для генерації тестових завдань. Одним з перспективних напрямків є побудова моделі шаблону для тестового завдання відкритого типу. До програмної системи планується додати нові функціональні можливості: диференціювання користувачів за ролями та аналітичний кабінет учня та викладача.