

This article presents a virtual simulator that allows you to perform coronary angioplasty using mixed reality technology in the form of user-application interaction through the Leap Motion controller. The project was developed based on the Unity game engine, the code is written in C #.

Key words: virtual reality, mixed reality, augmented reality, 3D modeling, Unity3D, C # (CSharp), medicine

Сведения об авторах:

Дайнеко Евгения Александровна, PhD, ассистент-профессор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий.

Ипалакова Мадина Тулегеновна, к.т.н., ассистент-профессор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий.

Цой Дана Дмитриевна, магистр, специалист лаборатории смешанной реальности МУИТ.

About authors:

Yevgeniya A. Daineko, PhD, assistant-professor, Computer Engineering and Telecommunication Department, International Information Technology University.

Madina T. Ipalakova, cand. of tech. sci., assistant-professor, Computer Engineering and Telecommunication Department, International Information Technology University.

Tsoy D. Dana, M.Eng.&Tech., specialist of the Mixed Reality laboratory, International Information Technology University.

УДК 004.89+371.26

Бекаулова Ж.М.¹, Мауленов Е.С.¹, Дузбаев Н.Т.¹, Дайнеко Е.А.¹, Маматова Г.У.

¹ Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

² Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
НА ОСНОВЕ SMART-ТЕХНОЛОГИЙ**

***Аннотация.** Статья посвящена теоретическому рассмотрению феномена смарт технологий в современном образовании с позиций развития универсальных и профессиональных компетенций. Процесс обучения учеников предполагает обращение к инновациям, поскольку применение новых технологий существенно расширяет границы и преподавания, и получения знаний, и применения имеющихся умений и навыков в практической деятельности. Включенность в образовательное пространство современного вуза такой инновации, как смарт-технологии, обуславливает ценный переход к разностороннему обучению. Погружение студентов в сферу новых образовательных технологий актуализирует ранее скрытые творческие и интеллектуальные ресурсы, мотивирует на исследовательскую деятельность, повышает уровень познавательного интереса. Концептуальная модель с адаптивной образовательной онлайн-системой, основанной на SMART-технологиях может быть использована двумя возможными путями. Первый, как дополнительный инструмент для модификации традиционного процесса обучения путем оптимизации повторяющихся элементов, которые могут быть автоматизированы. Второй, модернизировать текущий процесс обучения путем внедрения новых методик преподавания, такие как e-learning, m-learning, blended learning и других. В результате работы системы подход, ориентированный на преподавателя (teacher-centric), заменяется подходом, ориентированным на студента (student-centric). Тем не менее особо отмечается, что*

роль преподавателя не нивелируется, а наоборот, преподаватель выступает в качестве ментора и наставника, который с использованием SMART-технологий сможет максимально раскрыть свой потенциал. Это в свою очередь положительно скажется на качестве знаний, полученных обучаемыми в этой образовательной системе.

Ключевые слова: *e-learning, онлайн-оценивание, адаптивное обучение, адаптивное оценивание, адаптивное тестирование, дерево знаний, smart-технологии, m-learning, теория графов.*

Введение. В последние годы становится популярным получать образование онлайн. Помимо этого в связи с появлением и распространением коронавируса по всему миру в конце 2019 и начале 2020 года большая часть компаний остановило деятельность или перешло на онлайн-функционирование. Это же касается учебных заведений от школ до университетов. Внезапный рост внимания и примеров практического применения или перехода на онлайн-формат привел к более продуктивному росту числа исследований в сфере e-learning. Martin Ebner и другие провели анализ процесса перехода учебного процесса с традиционного офлайн на онлайн формат на примере австрийского университета Graz University of Technology (TU Graz) [1]. В Китае правительством была инициирована кампания «School's Out, But Class On», которая подразумевает создание крупномасштабного онлайн образовательного приложения для обучающихся со всей страны [2]. Из-за введенного карантина более 270 миллионов китайских обучающихся вынуждены были перейти в онлайн. Для того, чтобы системы поддерживали нагрузку от такого количества пользователей были использованы облачные технологии, которые позволяют разрабатывать решения, рассчитанные на очень большие нагрузки. Это не единичный пример использования облачных технологий в e-learning. В статье Abderrahim El Mhouti и других проводится обзор существующих решений e-learning на основе облачных технологий [3].

Стоит отдельно отметить роль государства в развитии e-learning в стране. Так, например, в Китае в рамках кампании «School's Out, But Class On» правительство внесло корректировки на законодательном уровне для реализации масштабного проекта по предоставлению e-learning формата обучения для всей страны. Среди наиболее интересных изменений в законах то, что теперь процесс обучения не является ориентированным на преподавателя (teacher-centric), а переходит на ориентир на студента (student-centric) и преподаватель выступает в роли наставника и ментора. Подобный подход использовали новаторы из Индии, которые разработали SMART mobile Android-приложение [4]. Основная идея этого приложения состоит в том, что для реализации m-learning процесса обучения нужно от teacher-centric подхода перейти к student-centric. Эти изменения предоставят возможность персонализировать процесс обучения, построить индивидуальную траекторию обучения и проводить адаптивное тестирование др. положительные стороны внедрения SMART-технологий в учебный процесс.

Наиболее продвинутыми видами e-learning систем являются – adaptive e-learning. Основная идея заключается в персонализации траектории обучения под каждого обучающегося. Для того, чтобы система была адаптивной могут быть применены различные подходы. Hsiao-Chien Tseng и др. в своей работе использовали теорию концептуальных карт (concept maps), разработанный Novak and Musonda в 1991 году [5]. Разработка позволяет из определенного набора учебного материала или курсов по имеющимся данным об обучающемся индивидуально подобрать следующий материал/курс.

Dalal Abdullah и др. в своей работе предлагают модель адаптивной образовательной системы, в котором адаптивным является процесс оценивания, т.е. adaptive e-assessment [6]. Система может быть интегрирована с другими решениями, так как разрабатывается как отдельный модуль. В случае с авторами решение было интегрировано с LMS Moodle. Авторы утверждают, что невозможно создать адаптивную образовательную систему, если в ней не адаптирован процесс оценивания, т.е. обратная связь от студента преподавателю. Авторы

данной работы полностью согласны с этим утверждением и одной из основных компонентов нашей системы является adaptive e-assessment.

Dalal Abdullah и др. в своей образовательной системе как методологическую базу выбрали Computerized Adaptive Test (CAT). Computerized Adaptive Test (CAT) – это одно из самых распространенных теорий, которая используется для реализации адаптивных оценочных систем [7]. Мы изучили подход CAT, его преимущества и недостатки для реализации адаптивных систем. Свой выбор сделали в пользу Knowledge Space Theory (KST), которая также является одним из частых выборов авторов, разрабатывающих адаптивные системы [8]. В основной части будет сравнение двух подходов, а также информация о будущей образовательной системе. Далее будет представлена концептуальная модель образовательной системы, которая базируется на теории KST.

Концептуальная модель адаптивной образовательной онлайн системы. Основная цель системы: точное определение уровня знаний по определенному предмету индивидуально для каждого обучающегося путем минимального количества тестовых вопросов.

Рассмотрим основные компоненты этой системы. Центральным компонентом является «дерево знаний» на подобии Knowledge Structure tree [9]. Абстрактно можно его представить в виде ориентированного графа/дерева без циклов. Вершинами этого графа будут «единицы знаний» по аналогии с Knowledge Unit, которая является одним атомарным понятием в рамках предмета/курса, которое может быть проверено одним вопросом. Ребрами в этом графе являются взаимосвязи между «единицами знаний». На рис. 3 можно увидеть, что обучающийся, который освоил понятия А и В готов к изучению материала С. Обратное тоже верно. Если система получила подтверждение, что обучающийся освоил/знает материал С, то можем условно принять, что материалы А и В также освоены.

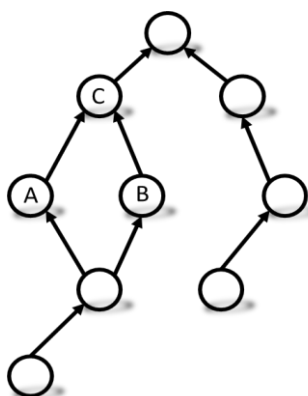


Рисунок 3 – Пример «дерева знаний»

Следующим по важности компонентом является база вопросов. Каждый вопрос может быть связан с несколькими вершинами «дерева знаний». Это говорит о том, что этот вопрос может быть использован для проверки знаний обучающегося по связанным с ним темам/понятиям. Также верно и обратное, одна вершина («единица знаний») может быть связана с несколькими вопросами. Чем больше вопросов будет у одной вершины, тем меньше шанс, что обучающиеся выучат правильные ответы или смогут списать друг у друга, так как вопросы одинаковые.

Следующие 2 компонента: обучающийся и преподаватель. Обучающийся является источником данных, т.е. истории ответов на вопросы. Эти данные будут использоваться для расчета различных параметров вопроса:

- 1) валидация/корректность вопроса;
- 2) сложность;
- 3) необходимое количество времени для ответа;

Используя вышеуказанные параметры система сможет:

- 1) выявлять и исключать некорректные вопросы;
- 2) определять факт угадывания студентом;
- 3) проверять освоение «единицы знаний» обучающимися.

Также стоит отметить, что обучающиеся смогут показывать уровень владения темой через пополнение базы вопросов, т.е. создания своих вопросов. Созданные студентами вопросы уже будут привязаны к «единице знаний». Системе далее достаточно получить подтверждение от преподавателя, что вопрос, варианты ответа и правильный ответ, указанные студентом, являются корректными и относятся к привязанной теме. При положительном исходе система помечает, что студент освоил тему, так как только студент, который полностью освоил этот материал, сможет придумать вопрос по этой теме. Далее вопрос проходит валидацию через добавление к тестам обучающихся по соответствующей теме. Важно отметить, что ответы, данные студентами на невалидированные вопросы, не учитываются, а задаются лишь для сбора необходимых данных для дальнейшего подсчета параметров конкретного вопроса. После сбора необходимого количества данных система автоматически валидирует вопрос. Если вопрос успешно проходит валидацию, то он добавляется в основную базу тестов и используется для тестирования и оценивания уровня знаний обучающихся.

С компонентом «обучающийся» тесно связан компонент «преподаватель». Преподаватель является источником информации для построения «дерева знаний». Это происходит достаточно просто для пользователя системы. Задается вопрос: «Является ли тема X следующей для изучения после темы Y». Ответы на подобные вопросы не требуют от преподавателя много времени и не предоставляют сложность. Система автоматически, собирая ответы на эти вопросы, перестраивает «дерево знаний», постепенно улучшая его. Следует особо отметить, что для начала работы системы достаточно наличия даже самой прямолинейной связи между темами, например, как в книгах – последовательно (рис. 4).

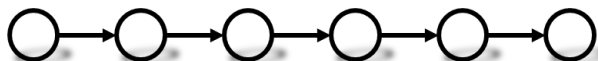


Рисунок 4 – Пример самого простого, последовательного вида «дерева знаний»

Другой функцией преподавателя в системе, также как и у обучающихся, является возможность создания собственных вопросов. Но, в отличие от обучающихся, у преподавателя есть возможность выбрать «единицу знаний», для которой планируется создать вопрос.

Таким образом можно графически проиллюстрировать все основные компоненты системы следующим образом (рис. 5):

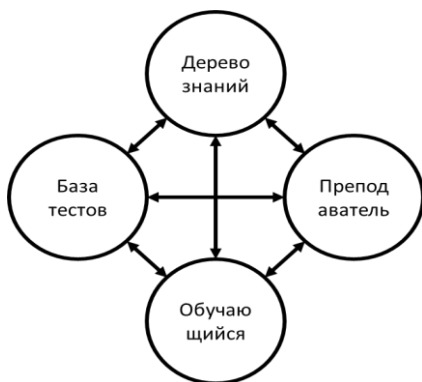


Рисунок 5 – Концептуальная модель адаптивной образовательной онлайн-системы

По перечисленным выше характеристикам очевидно то, что система может полноценно работать изначально. Но также и очевидно то, что система будет дальше развиваться и улучшаться только при активной работе обучающихся и преподавателей. Возникает вопрос:

почему студенты и преподаватели будут использовать и активно развивать систему. Ответ на этот вопрос находится в преимуществах системы для конечных пользователей.

Основными преимуществами для обучающегося являются:

- в режиме онлайн можно понять освоение/знание необходимой темы до следующего занятия. Это очень важно, так как у обучающегося будет возможность доучить/перечитать материал и прийти готовым на следующее занятие. В этом случае обучающийся с большей долей вероятности освоит и следующий материал. Но самым главным является то, что обучающийся не окажется в ситуации, когда видит оценку/уровень усвоения предыдущего материала за несколько минут перед следующим занятием. Так происходит в традиционной системе образования, когда преподаватель раздает тетради с оценками за домашнее задание перед началом изучения следующего материала. У обучающихся при таком подходе просто нет возможности доучить/перечитать предыдущий материал для того, чтобы быть готовым к освоению следующей темы;

- возможность выбора: можно решить задачу или создать свою. Это будет развивать креативность среди обучающихся, а также мотивировать их, так как создание нового вопроса вызывает больший вызов нежели решение задачи.

Самым основным преимуществом использования системы для преподавателя является то, что не нужно вручную проверять домашние задания из тетрадей обучающихся. Система автоматически проверит всех обучающихся и отправит детальный отчет по освоению материала. Также система сможет отправить дополнительную информацию персонально по каждому обучающемуся по списку тем, которые с большей долей вероятности не были освоены или забыты. Это позволит преподавателю время, освободившееся за счет автоматической проверки домашних заданий обучающихся, посвятить улучшению учебного материала и работе с отстающими обучающимися.

Мы рассмотрели основные компоненты и концептуальную модель адаптивной образовательной онлайн-системы. Мы наблюдаем, что не все моменты были охвачены или учтены. Также предстоит дальнейшее исследование темы, которое будет описано подробнее далее.

Заключение и обсуждение. В текущей ознакомительной статье опустили некоторые кейсы, перечислены наиболее значимые из них:

- так как основным инструментом обратной связи является тестирование с вариантами ответов, то есть вероятность угадывания правильного ответа студентом. Мы предложим авторский алгоритм по выявлению угаданных ответов студентов;

- есть общее заблуждение, что тестирование проверяет только фактографические знания. В теории тестирования можно выделить порядка 10 видов тестов, помимо фактографических;

- алгоритмы и формулы используемые системой;
- архитектура информационной системы.

После получения модели адаптивной образовательной онлайн-системы и завершения разработки прототипа, авторы планируют провести эксперимент на начальных-средних классах школы по предмету математика. Эксперимент будет заключаться в сравнении прироста в полученных знаниях 2 групп учащихся: с и без использования онлайн-системы как дополнительного инструмента в процессе обучения.

Работа выполнена за счет средств Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2018-2020 годы (№ AP05135692).

ЛИТЕРАТУРА

1. Martin Ebner, Sandra Schön, Clarissa Braun, Markus Ebner, Ypatios Grigoriadis, Maria Haas, Philipp Leitner and Behnam Taraghi. *COVID-19 Epidemic as E-Learning Boost? Chronological Development and Effects at an Austrian University against the Background of the Concept of "E-Learning Readiness"* // Future Internet. – 2020. – 12. – 94. – 1-20.

2. Longjun Zhou, Fangmei Li, Shanshan Wu, Ming Zhou. "School's Out, But Class's On", *The Largest Online Education in the World Today: Taking China's Practical Exploration During The COVID-19 Epidemic Prevention and Control as An Example* // Best Evid Chin Edu. – 2020. – 4(2). – 501-519.
3. Abderrahim El Mhouti, Mohamed Erradi, Azeddine Nasseh. *Using cloud computing services in e-learning process: Benefits and challenges* // Educ Inf Technol. – 2018. – 23. – 893-909.
4. Wasim Haidar, Wilfred Blessing, Prashant Johri, Surendra Pal Singh, Sutherland Subitha. *MEE-app: An Effectual Application for Mobile based Student Centered Learning System* // 4th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA). – Greater Noida, India, 2018.
5. Hsiao-Chien Tseng, Chieh-Feng Chiang, Jun-Ming Su, Jui-Long Hung and Brett E. Shelton. *Building an Online Adaptive Learning and Recommendation Platform* // SETE 2016: Emerging Technologies for Education. – 2017. – 428-432.
6. Dalal Abdullah Al Johany, Reda Mohamed Salama, Mostafa Saleh. *ASSA: Adaptive E-Learning Smart Students Assessment Model* // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2018. – 9(7). – 128-136.
7. Mark Reckase, Unhee Ju, and Sewon Kim. *How Adaptive Is an Adaptive Test: Are All Adaptive Tests Adaptive?* // Journal of Computerized Adaptive Testing. – 2019. – 7(1). – 1-14.
9. Ying Fang, Zhihong Ren, Xiangen Hu and Arthur C. Graesser. *A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning* // Educational psychology. – 2019. – 39. – 1278-1292.
10. Jean-Claude Falmagne, Jean-Paul Doignon, Mathieu Koppen, Michael Villano, Leila Johannesen. *Introduction to Knowledge Spaces: How to Build, Test, and Search Them* // Psychological Review. – 1990. – 97(2). – 201-224.

Zh.M. Bekaulova¹, E.S. Maulenov¹, N.T. Duzbayev¹, Y.A. Daineko¹, G.U. Mamatova²
Conceptual model of the educational process based on smart technologies

Abstract. The article is devoted to the theoretical consideration of the phenomenon of smart technologies in modern education from the perspective of the development of universal and professional competencies. The process of teaching students involves turning to innovation, since the use of new technologies significantly expands the boundaries of teaching, and obtaining knowledge, and applying existing skills in practice. The inclusion of such innovations as smart technologies in the educational space of a modern University leads to a valuable transition to versatile learning. Students immersion in the sphere of new educational technologies actualizes previously hidden creative and intellectual resources, motivates research activities, and increases the level of cognitive interest. A conceptual model with an adaptive online educational system based on SMART technologies can be used in two possible ways. The first, as an additional tool for modifying the traditional learning process by optimizing repetitive elements that can be automated. Second, to modernize the current learning process by introducing new teaching methods, such as e-learning, m-learning, blended learning, and others. As a result, system promotes shift of teacher-centric approach to the student-centric. Nevertheless, it is noted that the role of the teacher is not leveled, but rather, the teacher acts as a mentor who will be able to maximize his/her potential using SMART technologies. This, in turn, will positively affect the quality of knowledge received by students in this educational system.

Key words: e-learning, online assessment, adaptive learning, adaptive assessment, adaptive testing, knowledge graph, smart technologies, m-learning, graph theory

Бекаулова Ж.М., Мауленов Е.С., Дузбаев Н.Т., Дайнеко Е.А., Маматова Г.У.

Smart технологияларға негізделген білім беру үрдісінің концептуалдық моделі

Аңдатпа: Мақала заманауи білім берудегі смарт технологиялар феноменін әмбебап және кәсіби құзыреттілікті дамыту тұрғысынан теориялық қарастыруға арналған. Студенттерді

оқыту үдерісі жаңа технологияларды қолданып оқыту мен білім алудың және практикалық қызметте бар іскерліктер мен дағдыларды қолданудың шегін едәуір кеңейтетіндіктен, инновацияларға үндеу жасауды көздейді. Заманауи ЖОО-ның білім беру кеңістігіне смарт-технологиялар сияқты инновацияның қосылуы жан-жақты оқуға көшудің құндылығына себепші болады. Студенттердің жаңа білім беру технологияларының саласына сіңуі бұрын жасырын шығармашылық және зияткерлік ресурстарды өзектендіреді, зерттеу қызметіне ынталандырады, танымдық қызығушылықтың деңгейін арттырады. SMART технологияларға негізделген адаптивті білім беру жүйесі бар тұжырымдамалық модель екі ықтимал жолмен пайдаланылуы мүмкін. Біріншісі, автоматтандыруға болатын қайталанатын элементтерді оңтайландыру арқылы дәстүрлі оқу процесін өзгертудің қосымша құралы ретінде. Екіншіден, оқытудың жаңа әдістерін, мысалы, электрондық оқыту, мобильді оқыту, аралас оқыту және басқаларын енгізу арқылы модернизациялау. Жүйені енгізу нәтижесінде оқытушыға бағытталған оқу процесі оқушыға ауыстырылады. Осыған қарамастан, оқытушының рөлі кемімейді, керісінше SMART технологияларды қолдана отырып, мұғалім өзінің әлеуетін дамыта алатыны ерекше атап өтіледі. Бұл өз кезегінде студенттердің осы білім беру жүйесінде алған білім сапасына оң әсер етеді.

Түйінді сөздер: электронды оқыту, онлайн бағалау, бейімделгіш оқыту, бейімделгіш бағалау, бейімделгіш тестілеу, білім ағашы, смарт технологиялар, мобильді оқыту, граф теориясы

Сведения об авторах:

Бекаулова Жансая Мұхамедқызы, PhD, лектор кафедры компьютерной инженерии и информационной безопасности Международного университета информационных технологий.

Мауленов Елжан Серикұлы, PhD, докторант 3 курса Международного университета информационных технологий.

Дузбаев Нуржан Токкужаевич, PhD, ассоциированный профессор кафедры компьютерной инженерии и информационной безопасности Международного университета информационных технологий.

Дайнеко Евгения Александровна, PhD, ассистент-профессор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий.

Маматова Гульнар Угизбаевна, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби.

About authors:

Bekaulova M. Zhansaya, PhD, lecturer, Computer Engineering and Information Security Department, International Information Technology University.

Maulenov S. Yelzhan, PhD, 3rd year doctoral student, International Information Technology University.

Duzbayev T. Nurzhan, PhD, associate-professor, Computer Engineering and Information Security Department, International Information Technology University.

Yevgeniya A. Daineko, PhD, assistant-professor, vice-rector for international and scientific affairs, International Information Technology University.

Mamatova U. Gulnar, Ph.D., associate professor, Al Farabi Kazakh National University.