

МОДЕЛІ СКЛАДОВИХ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Анотація

Стаття присвячена розробці моделей складових адаптивної системи дистанційного навчання, що заснована на принципах аналізу перебігу навчального процесу, та особливостей сприйняття матеріалу студентом. Особливу увагу в статті приділено побудові цілісної моделі, яка дозволить використати її в освітній галузі із мінімальними вимогами щодо пристосуванням до специфіки навчального закладу. При побудові моделі було використано математичний апарат теорії множин, матричного числення, теорії функцій та логіки предикатів [1, 2, 3].

Вступ

Сучасні системи дистанційного навчання (СДН) для того, щоб задовольняти зростаючий попит на курси з різноманітних дисциплін, повинні відповідати сучасним вимогам якості знань, які в результаті отримує студент. Для цього пропонується відмовитися від усередненого принципу подачі навчального матеріалу, і подавати матеріал відповідно початковому рівню студента та особливостям його навчання [4].

Принцип адаптивності вимагає динамічної подачі матеріалу студенту, яка відповідає його реальному рівню. Постає задача розробити моделі складових адаптивної СДН (АСДН), яка б дозволяла вибудовувати курс, представлення якого легко могло б бути змінено. Одним із основних показників, згідно яких змінюється представлення курсу, є шлях студента та непрямі оцінки (НО) [4]. Для досягнення цілісності АСДН необхідна модель зворотнього зв'язку, яка б дозволила показникам перебігу навчального процесу впливати на формування представлення навчального матеріалу, і таким чином забезпечувати адаптивність системи.

Детальному розгляду моделей цих компонентів та об'єднанню їх в єдину цілісну систему, присвячено дану статтю.

Формалізований опис АСДН

Дистанційний курс складається із логічно завершених фрагментів інформації, які подаються студенту в певній послідовності і складаються із теоретичних та практичних елементів. Узагальнену формалізовану модель АСДН з точки зору складових можна записати виразом:

$$АСДН = f_{АСДН}(T^{АСДН}, P^{АСДН}),$$

де $f_{АСДН}$ - функція формування АСДН; $T^{АСДН} = \{T^{АСДН}_1, T^{АСДН}_2, \dots, T^{АСДН}_N\}$ - множина теоретичних елементів, що входять у дану АСДН, і є її статичною частиною; $P^{АСДН} = \{P^{АСДН}_1, P^{АСДН}_2, \dots, P^{АСДН}_M\}$ - множина практичних елементів, і є динамічною частиною АСДН. Прийmemo, що $Y = |T^{АСДН} \cup P^{АСДН}|$ - числове значення потужності $|T^{АСДН} \cup P^{АСДН}|$ та запишемо функцію $f_{АСДН}$ у вигляді динамічної матриці:

$$f_{АСДН} = \begin{bmatrix} АСДН_1^1, АСДН_2^1, АСДН_3^1, \dots, АСДН_Y^1 \\ АСДН_1^2, АСДН_2^2, АСДН_3^2, \dots, АСДН_Y^2 \\ \dots \\ АСДН_1^{Y'}, АСДН_2^{Y'}, АСДН_3^{Y'}, \dots, АСДН_Y^{Y'} \end{bmatrix},$$

де $Y' = Y!$ - кількість можливих перестановок Y .

Прийmemo, що теоретичні та практичні елементи ДК складаються з логічно завершених пакетів (порцій) інформації, які містять мінімально необхідний набір теоретичних та/або практичних елементів, що дають можливість опанувати конкретне

явище чи процес – тобто, фреймів [5]. Фрейм (F) можна визначити як множину: $F = \{[T_1, T_2, \dots, T_l], [P_1, P_2, \dots, P_j]\}$. Гіпертекстові технології дозволяють включити у фрейм елементи, які не належать даній АСДН. З такої точки зору модель фрейму має вигляд:

$$F = f_{Frame}(T^{АСДН}, P^{АСДН}, T^3, P^3, Activity),$$

де f_{Frame} - функція формування фрейму; T^3 - зовнішній теоретичний матеріал; P^3 - зовнішній практичний матеріал, $Activity$ – вектор показників активності чи діяльності студента, які існують в даному фреймі. Вектор показників активності чи діяльності студента формується як результат функції, параметрами якої є результати аналізу непрямих оцінок, що були отримані в процесі перебігу навчання, а також інформація, яка міститься в статичній частині ПОД студента [6, 7]. Вектор $Activity$ можна представити матричним виразом:

$$Activity = \begin{bmatrix} a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, \dots, a_n^{(1)} \\ a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, \dots, a_n^{(2)} \\ \dots \\ a_1^{(m)}, a_2^{(m)}, \dots, a_n^{(m)} \end{bmatrix},$$

де n – кількість студентів АСДН $i = \overline{1, n}$; m – кількість показників активності студентів АСДН, $j = \overline{1, m}$. Введений вектор є n - множиною векторів $[x_i^{(j)}]$ $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$. Тут кожен елемент представляє собою фактор - позитивний або негативний стимул (показник), який впливає на активність студента протягом процесу навчання. Чисельно (найпростіший варіант) фактор може бути описаний двійковим значенням, де 1 позначає позитивний мотиватор, а 0 – негативний мотиватор [6].

Визначимо курс як множину фреймів $K = \{F_1, F_2, \dots, F_D\}$. В множині K слід виділити підмножину фреймів, що становлять фундаментальну основу курсу – множину фреймів F , які містять інформацію, необхідну і достатню для отримання студентом знань з деякої дисципліни:

$$K_{\text{баз}} = \{F_1, F_2, \dots, F_B\}.$$

Модель шляху студента в АСДН

Шляхом є послідовність множин фреймів, які було переглянуто студентом під час проходження курсу, що входить до складу АСДН []. Математично він визначається як $W = \{F_1, F_2, \dots, F_M\}$. За умов існування для курсу K фундаментальної (базової) основа $K_{\text{баз}}$, шлях студента вважається повним, якщо до множини шляху студента входять всі елементи фундаментальної основи:

$$K_{\text{баз}} \in W, \\ |W \cap K_{\text{баз}}| = |K_{\text{баз}}|.$$

І шлях студента вважається частковим, якщо до множини шляху студента входить тільки частина (ненульова) множини фундаментальної основи:

$$K_{\text{баз}} \notin W, \\ |W \cap K_{\text{баз}}| \geq \frac{|K_{\text{баз}}|}{\alpha}.$$

Запишемо модель шляху студента АСДН виразом:

$$W = f_{Path}(K_{\text{баз}}, F),$$

де f_{Path} - функція шляху студента АСДН, F - множина фреймів, які не входять в фундаментальну основу курсу. Для опису функції f_{Path} скористаємось множиною функцій $F' : f_{Path} = f(F')$, де $F' = f(|F|)$, $|F|$ - числове значення потужності множини фреймів F . Тоді запишемо множину функцій F' у вигляді динамічної матриці:

$$F' = \begin{bmatrix} F'_{1,1}, F'_{1,2}, F'_{1,3}, \dots, F'_{1,Z} \\ F'_{2,1}, F'_{2,2}, F'_{2,3}, \dots, F'_{2,Z} \\ \dots \\ F'_{P,1}, F'_{P,2}, F'_{P,3}, \dots, F'_{P,Z} \end{bmatrix},$$

де Z – число значень потужності множини F , $P = Z!$ – кількість способів вибрати Z елементів. В цій матриці теж кожен рядок є множиною, яка розглядається як вектор, що містить один із варіантів перестановок.

Моделі обміну даними з автоматизованим модулем обробки даних (АМОДом)

На АМОДі працюють моделі стеження та подій.

Модель подій передбачає, що АМОД обробляє дані, які стосуються дій студента, і відслідковує ці дії за допомогою агента подій. Існує певний набір подій E , кожна з яких має відповідний їй обробник R в АМОД. Сигнал S , що надходить в АМОД, ініціює обробку події E_i . Сформуємо поняття події. Подія E – це множина дій користувача у межах даного фрейму, яка має викликати реакцію системи. Запишемо формування сигналу виразом:

$$S = f_S(R, E),$$

де f_S – функція формування сигналу до АМОД, залежить від події та її обробника. Являє собою таблицю відповідності стандартних подій та їх обробників.

Модель стеження передбачає, що до задач АМОД входить періодичне опитування профілю студента Q , де фіксується його поточне місцезнаходження (дані шляху проходження ДК) в тілі курсу W_k та перебіг процесу його навчання V_b за допомогою агента стеження. Модель стеження в аналітичному вигляді має вигляд:

$$Q = f_Q(f_{W_t}(W, t), V_b).$$

де $f_{W_t} = \{W(t)_1, W(t)_2, \dots, W(t)_i\}$ – множина функцій відслідковування шляху студента в часі; t – час; $V_b = \{V_{b1}, V_{b2}, \dots, V_{bk}\}$ – множина показників (в тому числі, й НО), що характеризує перебіг навчання студента та вказує на ті показники, що вимагають корекції; f_Q – функція опитування профілю студента. Результатом роботи f_Q є кортеж виду $\langle V_b \cap S_i, W_k \rangle$, який є вхідним параметром для серверної частини моделі стеження.

АМОД – це серверна частина АСДН, що взаємодіє з АРМ викладача, АРМ студента за допомогою агентів з метою адаптації ДК до потреб і дій студента. Враховуючи (2.18) та (2.19) дане визначення можна представити моделлю:

$$АМОД = f_{adapt}(f_S(R, E), f_Q(f_{W_t}(W, t), V_b))$$

де f_{adapt} – функція адаптивності АМОД. Вектор Q містить множину змінених показників активності студента V_b . Для визначення змін активності використовується функція $f_{оновл}$:

$$f_{оновл} = |V_b \setminus a_i^{(j)D}|$$

Зауважимо, що функція f_{adapt} виконується окремо для кожного студента з ідентифікатором D , тому у вищевказаному виразі використовується $a_i^{(j)}$ рядок матриці *Activity*, який відповідає студенту, для якого викликається ця функція.

Під час виконання функції $f_{оновл}$ знаходиться різниця між множиною V_b та відповідним рядком матричного виразу $Activity$. При цьому в результуючу множину потрапляють ті елементи, які є в множині V_b , але відсутні в $a_i^{(j)D}$. Результатом роботи функції є потужність цієї множини. Якщо результуюча множина непорожня, то зміни відбулися. Відтак можемо записати функцію адаптації як:

$$f_{adapt} = (V_b \rightarrow Activity) \left\{ a_i^{(j)D} \rightarrow V_b^j \right\} \text{ при } f_{оновл} > 0.$$

Функція адаптації реалізує функцію ін'єкції множини [8] V_b в множину $Activity$, причому відповідні показники $a_i^{(j)D}$ замінюються відповідними значеннями з вектора V_b , якщо відповідна функція оновлення більша за нуль.

Математична модель непрямого оцінювання (НО)

НО є автоматичним висновком, зробленим системою, який до певного ступеню може замінити інтуїтивне враження викладача щодо успішності студента в реальному часі. В цьому суть принципу "кібернетичного відчуття" [4], коли оцінки системи якомога більше наближені до оцінок, які робить жива людина. З метою посилення ролі неявних спостережень і НО у взаємодії викладач-студент пропонується така модель:

$$HO = f_{HO} \left(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}}, t_{\text{ем}}^{\text{тесту}}, W \right),$$

де $t_{\text{ем}}^{\text{тексту}}$ - еталонний час прочитання тексту, $t_{\text{ем}}^{\text{тесту}}$ - еталонний час здачі тесту, W - шлях

студента в АСДН, f_{HO} - функція непрямого оцінювання. Функція f_{HO} записується у вигляді матриці значень непрямих оцінок – векторів значень НО для кожного студента:

$$f_{HO} = \begin{bmatrix} S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^1_1, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^1_2, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^1_3, \dots, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^1_k \\ S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^2_1, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^2_2, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^2_3, \dots, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^2_k \\ S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^3_1, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^3_2, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^3_3, \dots, S(t_{\text{ем}}^{\text{тексту}})^3_k \\ S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^4_1, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^4_2, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^4_3, \dots, S(t_{\text{ем}}^{\text{тесту}})^4_k \\ W_1^5, W_2^5, W_3^5, \dots, W_k^5 \end{bmatrix}.$$

Тепер, коли всі показники активності студента описані за допомогою математичних моделей, можна узагальнити їх в цілісну систему.

Модель АСДН

Оскільки всі описані в даному розділі моделі є сумісними і розроблені для спільної мети, об'єднавши їх структурні схеми можна отримати структуру АСДН, показану на рисунку 1.

В цій структурній схемі на вхід поступають множини активних та пасивних фреймів A та U , які формують множини $K_{\text{баз}}$ та F . Ці множини є вхідними параметрами для функцій подачі відповідно теоретичного та практичного матеріалу f_{w_1} та f_{w_2} , і, разом із шляхом студента W , пройденим в рамках даного курсу, формують множини $T^{\text{АСДН}}$ та $P^{\text{АСДН}}$ – відповідно теоретичних та практичних фреймів по тій тематиці, яка відповідає поточному стану студента в процесі опанування курсу. У процесі формування фреймів беруть участь також зовнішні фрейми з множин T^3 та P^3 , а також множина $Activity$, яка складається із даних статичної частини ПОД [6, 7] і оцінок (прямих і непрямих), уже отриманих студентом в процесі опанування курсу, за допомогою функції f_{Act} . Процес

формування чергового фрейму описується функцією f_{Frame} , яка дає на виході черговий фрейм F_i , який і буде видано студенту.

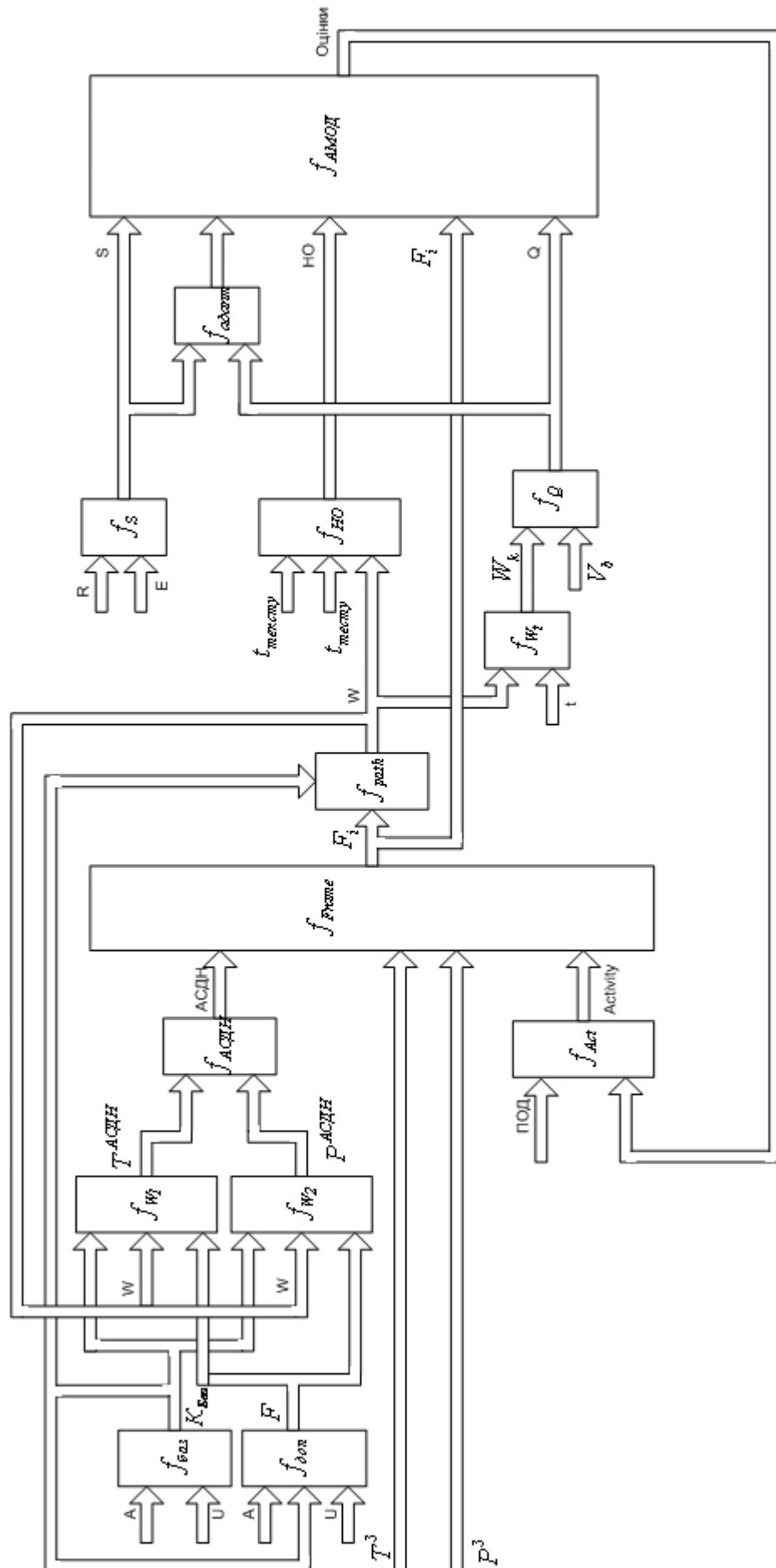


Рисунок 1 – Загальна структурна схема АСДН

Видача нового фрейму, в свою чергу, змінює шлях W студента (за допомогою функції f_{path}), і відбувається перехід на наступний крок. Змінена величина W при цьому передається по зворотньому зв'язку в f_{W_1} та f_{W_2} , що на наступній ітерації дозволить вибирати матеріали уже по наступному етапу курсу. Шлях W також подається на вхід функції f_{W_t} , яка дозволяє визначити наступний етап за індексом t . Отриманий вказівник на наступний етап W_k за допомогою вектора показників активності V_b дозволяє отримати перелік змінених показників Q . Ці показники надалі подаються на вхід функції f_{AMOD} . Однак ця функція не активується, поки не відбудеться подія S переходу на наступний етап (або виходу з системи). Повідомлення про цю подію генерується функцією f_S у залежності від дії користувача E та обробника R . До того, як цей сигнал буде згенеровано, за допомогою f_{HO} вимірюються непрямі оцінки діяльності студента. Вхідними для цієї функції є показники таймерів $t_{текст}$ та $t_{тест}$, які вимірюють відповідно час читання тексту та час здачі тесту, а також змінена множина W . Функція f_{HO} генерує результати непрямих оцінок, і надсилає їх на вхід функції f_{AMOD} . Поява відкриваючого сигналу S також дає останній із вхідних параметрів функції f_{AMOD} – ряд числових значень, який є результатом функції $f_{адант}$. Ці значення вказують, на які величини повинні змінитись часові рамки подачі матеріалу (від цього, наприклад, залежить обсяг фрейму). Після того, як з'явився відкриваючий сигнал і на вхід f_{AMOD} подано всі необхідні параметри, обчислюється вектор *Оцінки*, який містить всі необхідні параметри для зміни множини *Activity*. Поява параметру *Оцінки* на вході f_{Act} одночасно є відкриваючим сигналом для f_{Frame} , який видає студенту чергову порцію матеріалу і таким чином замикає цикл роботи АСДН.

Висновки

В рамках статті запропоновано моделі складових АСДН яка здатна забезпечити достатній рівень адаптивності для студента, пропонуючи йому індивідуальний варіант дистанційного курсу, а також постійно адаптуючи подачу матеріалу відповідно аналізу його поведінки під час навчального процесу.

Література

1. Капітонова Ю. В. та ін. Основи дискретної математики / Київ: Наукова думка, 2002. – 579 – с.: іл.
2. Клини Стивен Коул. Математическая логика. Пер.с англ. / Под. ред. Г.Е.Минца. Изд. 4-е. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 480 с.
3. Дж. Голуб, Ч. Ван Лоун «Матричные вычисления» - М., Мир 1999
4. Гороховський О.І., Трояновська Т.І. Моделювання, створення та практика автоматизованих систем дистанційного навчання // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія №1(8), 2007. Вінниця, ВНТУ, 2007. С. 235-239.
5. Гороховський О.І., Снігур А.В., Трояновська Т.І Розробка формалізованого опису автоматизованої системи дистанційного навчання // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія №1 (8), 2007. Вінниця, ВНТУ, 2007. С. 235-239: іл.1.
6. Трояновська Т.І Розробка комп'ютерної підсистеми аналізу та формування предметно-орієнтованої домінанти студента системи дистанційного навчання // «ВІСНИК ЧДТУ». – 2007, №3-4. С. 41-46.
7. Гороховський О.І., Трояновська Т.І. Снігур А.В. Динамічна складова предметно-орієнтованої домінанти студента дистанційної форми навчання // Електромашинобудування та електрообладнання. Межвідомчий науково-технічний збірник. Випуск 70, 2008. Київ. : "Техніка". С. 28-32.
8. А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин «Элементы теории функций и функционального анализа» - М., Наука, 1981