

ГРАФОВА МОДЕЛЬ СТАНІВ КОРИСТУВАЧА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

С.В. Ленков¹, О.О. Гайша², Є.С. Ленков³

¹ Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
вул. Ломоносова, 81, Київ, 03680, Україна; e-mail: lenkov_s@ukr.net

² Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
просп. Героїв Сталінграду, 9, Миколаїв, 54025, Україна

³ Національний авіаційний університет,
просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, 03058, Україна

Обґрунтована необхідність використання моделі станів користувача в системах дистанційного навчання (СДН). Для створення моделі весь навчальний матеріал СДН розбивають на множини елементарних невідимих відомостей певного типу: означень, пояснень, формул, схем, теорем, описів, і т.д. Для даного користувача формується набір відомостей, які йому необхідно засвоїти. Далі у якості стану користувача по кожному предмету розглядають наступну трійку: множина всіх вивчених і перевірених відомостей, множина всіх вивчених і ще не перевірених відомостей, множина всіх отриманих оцінок за контрольні роботи. Ще система працює з множинами елементарних відомостей, що перевіряються певними стандартними контрольними роботами, а також з набором стандартних дій користувача, що дозволяють йому переходити з одного стану в інший. На основі цих величин формується графова модель станів користувача СДН, що відповідає процесу його навчання.

Ключові слова: граф, множина, електронне навчання, дистанційна освіта

Вступ

В процесі навчання особа (в подальшому використовуватимемо термін «студент» безвідносно до освітньо-кваліфікаційного рівня, який здобуває дана особа) набуває певного обсягу знань та умінь, що більше чи менше відповідає навчальним програмам і планам (залежно від ступеня засвоєння матеріалу кожним окремим студентом). При звичайному процесі навчання поруч із студентом постійно перебувають професійні викладачі, що коригують цей процес відповідно до поточного моніторингу рівня засвоєння знань. При дистанційному навчанні контроль з боку викладача зведений практично до нуля: більшість матеріалу студенти вивчають самостійно і також самостійно мають проходити самостійний, поточний, проміжний та (часто) вихідний контроль в автоматизованому комп'ютерному режимі.

Отже, при такому підході у програмно-технічному комплексі забезпечення дистанційної освіти (ДО) мають бути присутніми певні засоби (забігаючи наперед скажемо, що це має бути інформаційна система - ІС), що в деякій мірі могла б замінити викладача, а саме – здійснювати загальний аналіз поточної ситуації в навчанні по групі, по окремому студенту, окремій дисципліні, окремій дисципліні у окремого студента, окремій темі, окремій темі у окремого студента. При необхідності ця ІС має здійснювати коригування процесу навчання: рекомендувати або примушувати до повторного вивчення слабко засвоєних розділів залежно від результатів проміжного контролю; переривати процес вивчення теми, якщо при поточному контролі виявилось, що якась із попередніх тем, на якій базується дана, не засвоєна належним

чином (наприклад, вивчалася давно і студент її забув) і її слід повторити. Часто матеріал курсу ВНЗ базується на інформації, що вивчається у старших класах і міг бути позабутий студентами, отже в ІС повинна існувати можливість надання цієї інформації для повторення. Також можлива ситуація – зосередження студента лише на одному (кількох) улюблених предметах у збиток більшості інших. ІС має постійно слідкувати за прогресом студента у різних предметах і при виявленні «перекосів» пропонувати йому ті предмети, за якими виявлено відставання.

Усі наведені приклади говорять про значну складність ІС, що керує процесом дистанційного навчання. Зведення такої системи не можливе без використання моделі процесу навчання окремого студента, що буде виконано в даній роботі. В цілому, з точки зору ВНЗ важливим є також процес навчання сукупності студентів (групи, наряду, спеціальності, курсу, факультету, тощо) і тому в подальшому необхідне створення ще і моделі процесу навчання заданого числа осіб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Суттєвий внесок у дослідження адаптивних систем дистанційного навчання (СДН) зробив Федорук П.І. [1], в роботі якого зокрема розглядається використання графоавтоматної моделі у вигляді орієнтованого графу, вершини та ребра якого являють собою структурні автомати різних конструкцій. При підході [1] методика роботи з моделлю більше відповідає слідуванню певним алгоритмом, а не аналізу набору станів системи (чи користувача системи) і зв'язків між ними. Крім того, автор розглядає вивчення одного курсу (що складається із сукупності елементарних фактів – квантів), а не сукупності окремих курсів-дисциплін, що необхідно для побудови моделі процесу навчання у вищій школі. Розглядання сукупності курсів, що мають одночасно вивчатися студентом, вносить певні особливості у моделювання процесу його навчання.

Принципи роботи з графовими моделями станів різноманітних систем докладно описані в [2] та [3], але особливості роботи саме систем навчання, звичайно, не враховуються.

Таким чином, зважаючи на відсутність відповідної моделі, метою роботи є створення моделі процесу навчання окремого студента у вигляді графу станів.

Основна частина

Весь наявний в системі електронного навчання матеріал розіб'ємо на N частин, що відповідають окремим дисциплінам (в загальному випадку ці частини можуть перекриватися). Кожну таку n -ну частину (дисципліну) після докладного аналізу можна представити як множину U_n найменших нерозривних частин навчального матеріалу («атомів», «квантів» інформації) різних типів, таких як означення, формула, теорема, факт, опис експерименту, схема, відомості про певний об'єкт, і т.д. Типи таких інформаційних «атомів», допустимих для кожної дисципліни, можуть бути різними. Наприклад, для математики не може бути елементарної інформації типу «вірш», що є необхідним для літератури; для історії не потрібно типу «формула», і т.д. Для кожної n -ої дисципліни буде своя множина типів V_i , де $i = 1 \dots i_n$ — номер типу інформації, допустимого для n -ої дисципліни, а i_n — загальна кількість таких допустимих типів. Тоді всю множину U_n представляємо як об'єднання множини $U_n^{(1)}$ усіх відомостей типу V_1 із даної дисципліни, множини $U_n^{(2)}$ усіх відомостей типу V_2 із даної дисципліни, множини $U_n^{(3)}$ і т.д. до $U_n^{(i_n)}$:

$$U_n = U_n^{(1)} \cup U_n^{(2)} \cup \dots \cup U_n^{(in)}.$$

У будь-якій СДН для користувача, що вчиться за даною конкретною програмою (напрямом чи спеціальністю), можна виділити із всього простору наявної інформації набір множин U_n окремих дисциплін, об'єднати їх елементи, і в результаті отримаємо інформацію U , що слід засвоїти за семестр:

$$U = \bigcup_{n=1}^N U_n.$$

Перейдемо до станів користувача в СДН. Нехай уся їх сукупність утворює скінченну множину $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_M\}$. Кожен елемент Ω відповідає якому-небудь конкретному стану користувача в СДН і являє собою підмножину ω_m , зміст якої розглянемо нижче. Перехід між станами здійснюється після завершення користувачем дії певного типу (можливо, ще і з деякою інерційністю) із множини усіх типів дій в СДН $A = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p\}$. Серед найбільш типових дій можна назвати:

- α_1 = «вивчення елементарної нерозривної частини навчального матеріалу», наприклад факту, формули, схеми, і т.д., тобто одного конкретного j -го елемента u_{nij} із якої-небудь множини $U_n^{(i)}$;

- α_2 = «вивчення певного розділу/модуля предмету»;
- α_3 = «вивчення певного предмету U_n »;
- α_4 = «проходження проміжного контролю»;
- α_5 = «проходження підсумкового контролю з дисципліни»;
- α_6 = «здача сесії U », і т.д.

Стани користувача ω_m можна розрізняти за трьома показниками:

- набором вивчених і перевірених шляхом контролю елементарних відомостей – множина W . Ця множина складається із підмножин W_{nq} , кожна з яких відповідає одному проведеному контрольному заходу (n — номер дисципліни, з якої дана контрольна; q — номер контрольної з даної n -ої дисципліни). W_{nq} містить елементарні відомості, засвоєння яких можна перевірити q -ою контрольною з дисципліни n ; потужність $|W_{nq}|$ дорівнює числу таких елементарних відомостей. Кількість елементів у W :

$$|W| = \sum_{n=1}^N \sum_{q=1}^{Q_n} |W_{nq}|,$$

де Q_n — кількість контрольних за n -ою дисципліною.

Множини W_{nq} можуть формуватися кожен раз оригінально (вручну) при проведенні контрольного заходу із окремих елементів u_{nij} множини U , або краще (розглядаємо в подальшому тільки такий варіант) – беруться із множини X усіх допустимих контрольних. Елементами такої множини є підмножини X_{nq} , що складаються із елементарних відомостей u_{nij} , засвоєння яких можна перевірити q -ою контрольною з дисципліни n .

▪ набором вивчених, але ще не перевірених шляхом контролю елементарних відомостей – множина W' . Відмітимо, що множина W' не обов'язково містить при даному стані користувача якісь конкретні X_{nq} , а вона лише містить набори u_{nij} , що необов'язково відповідають якій-небудь X_{nq} :

$$\exists j_1, j_2 : W' = \{u_{nij} \mid n = 1 \dots N, i = 1 \dots i_n, j = j_1 \dots j_2\}, X_{nq} \notin W' \forall n, q.$$

На початок контрольного заходу W_{nq} в ідеалі $X_{nq} \subset W'$, тобто користувач готовий до контрольної і знає усі факти, що в ній використовуються. Після проведення контрольного заходу і виставлення оцінки, W' оновлюється:

$$W' = W' \setminus X_{nq}.$$

▪ набором оцінок, отриманих за перевірені контрольні заходи, що вже містяться у W , це множина G . Для легшого співставлення конкретної контрольної W_{nq} та оцінки, отриманої по ній, зручно множину G організувати як і множину W : приймаємо, що G складається із n підмножин, в яких містяться оцінки по окремим дисциплінам. Кожному елементу W_{nq} із W відповідає один конкретний елемент G_{nq} із множини G , а точніше її підмножини G_n , тобто задана взаємно однозначна відповідність $W \Rightarrow G$. Так як елементи W є підмножинами, що включають усі перевірені на даному контрольному заході елементарні відомості, то за відповідним елементом множини G можна легко встановити, яку оцінку мав користувач за кожен конкретний елемент u_{nij} (точніше за контрольну роботу, яка була націлена на перевірку в тому числі u_{nij}).

Таким чином, зміст m -го стану користувача в СДН задається трійкою множин W, W', G :

$$\omega_m = \{W, W', G\}.$$

Як уже зазначалося вище, переходи між окремими станами ω_m можливі після завершення дії α_p . Деякі переходи здійснюються зі 100% імовірністю (мають неминучий характер, лише займають певний час), такі, як наприклад, визначені вище $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Інші види переходів (наприклад, $\alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$, визначені вище) навпаки мають певну імовірність успіху і невдачі, які можуть визначатися або безособово (на основі статистичної частоти успішної здачі даного контрольного заходу W_{nq} , предмету U_n або сесії U в цілому попередніми студентами) або відносно даного студента (враховуючи певним способом його попередню успішність). В цілому, визначення таких ймовірностей представляє собою достатньо складну задачу і потребує окремого дослідження.

Зважаючи на вищенаведене, процес навчання особи в СДН у першому наближенні може бути змодельований зваженим графом, вершини якого відповідають окремим ω_m , а переходи діляться на два типи (детерміновані та імовірнісні). Частина такого графу показана на рис. 1. На рисунку імовірності підписані тільки для переходів, що не є детермінованими. Дії α_p , що викликають зміну стану користувача СДН, підписані біля дуг, що зручно з точки зору використання місця на рисунку, але не зовсім точно, адже дія для цього графа є не характеристикою процесу зміни стану, а активатором цього процесу (відповідно, більш правильно було би сказати, що дії належать вершинам

графу і показують, яка саме дія користувача може змінити стан ω_m , в якому він знаходиться в поточний момент).

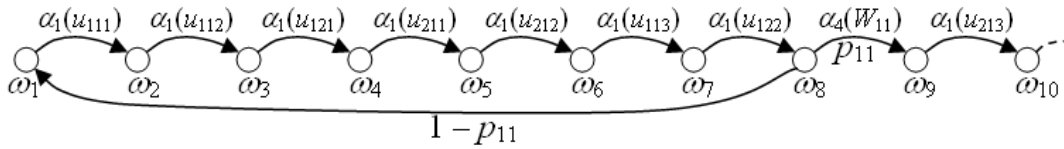


Рис. 1. Простий граф станів користувача в СДН

Процес навчання при такому графі виглядає наступним чином: користувач починає вчити дисципліну $n = 1$ і вивчає (дія α_1) відомості $u_{111}, u_{112}, u_{121}$, а потім (наприклад, наступного дня) переключається на дисципліну $n = 2$ і вивчає відомості u_{211}, u_{212} . Потім знову вертається до вивчення першої дисципліни – вчить відомості u_{113}, u_{122} і потрапляє до стану ω_8 , що характеризується переліченим набором $W' = \{u_{111}, u_{112}, u_{121}, u_{211}, u_{212}, u_{113}, u_{122}\}$ і двома порожніми множинами W і G :

$$\omega_8 = \{\emptyset, \{u_{111}, u_{112}, u_{121}, u_{211}, u_{212}, u_{113}, u_{122}\}, \emptyset\}.$$

Вихід із стану ω_8 ініціює дія типу α_4 – проходження контрольного заходу, а саме W_{11} – контрольної з дисципліни 1, по розділу 1. Якщо оцінка є успішною, то здійснюється перехід у стан ω_9 , імовірність чого складає p_{11} . При цьому до множини W усього вивченого і перевіреного матеріалу переноситься W_{11} , а з множини W' видаляються елементи, що входять до складу W_{11} . До множини G , а точніше до її підмножини G_1 вноситься отримана за контрольну W_{11} оцінка. Якщо ж контрольна виконана невдало, то необхідно повернутися до вивчення пройденого за дисципліною 1 матеріалу, тобто відбувається перехід у стан ω_1 . Якраз тут криється суттєвий недолік запропонованої форми графу станів: у лінійній послідовності станів $\omega_1 - \omega_8$ присутні як стани, що відрізняються вивченими відомостями по дисципліні 1, так і відомостями по іншій дисципліні 2, повторне вивчення яких не може бути визначене в результаті написання контрольної W_{11} .

Для більш адекватного описання процесу навчання розіб'ємо весь процес навчання на n підпроцесів і для кожного з них формуватимемо свій граф типу рис. 1. Тоді при повторному вивченні користувач має пройти лише через необхідний ряд станів, пов'язаних зі збільшенням відомостей саме по n -ій дисципліні, з якої була провалена контрольна. Щоб використовувати набір таких графів слід замість одного стану ω_m використовувати набір $\omega_m^{(1)}, \omega_m^{(2)}, \dots, \omega_m^{(N)}$, де верхній індекс відповідає номеру дисципліни. Кожна така підмножина $\omega_m^{(n)}$ відповідає стану користувача саме по n -ій дисципліні і являє собою трійку:

$$\omega_m^{(n)} = \{W^{(n)}, W'^{(n)}, G^{(n)}\},$$

де

$W^{(n)}$ — зберігає весь набір вивчених і перевічених елементарних відомостей u_{nij} з n -ої дисципліни;

$W'^{(n)}$ — містить набір вивчених, але ще не перевічених елементарних відомостей u'_{nij} з n -ої дисципліни;

$G^{(n)}$ — містить набір оцінок з контрольних робіт саме по n -ій дисципліні.

Повні множини усіх вивчених і перевічених відомостей W , усіх вивчених і не перевічених відомостей W' та усіх оцінок G формуються шляхом об'єднання відповідних множин за усіма дисциплінами:

$$W = \bigcup_{n=1}^N W^{(n)}, \quad W' = \bigcup_{n=1}^N W'^{(n)}, \quad G = \bigcup_{n=1}^N G^{(n)}.$$

Стани $\omega^{(n)}_m$ та відповідні переходи між ними повинні зображуватися на окремих графах, що характеризуватимуть навчання окремо за n -ою дисципліною (від цих часткових станів при необхідності завжди можна перейти до повного стану користувача в СДН). Переходи по цим графам відбуваються паралельно, тому умовно їх можна зобразити у вигляді графів, що лежать у паралельних площинах (рис. 2).

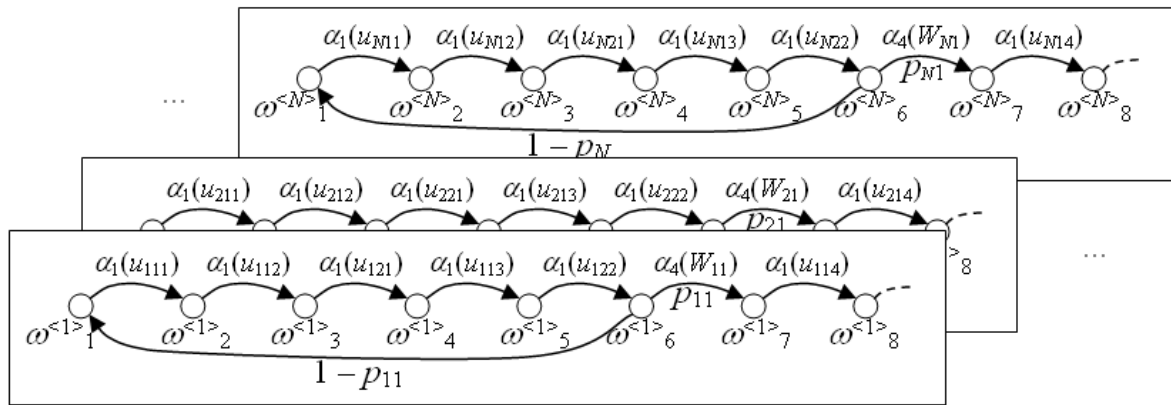


Рис. 2. Сукупність графів станів користувача в системі СДН (кожен граф відповідає одній навчальній дисципліні; структура усіх графів оригінальна)

Висновки

В роботі виконано моделювання процесу навчання одного окремого користувача СДН з використанням теорії множин та графів. Визначено основні елементи моделі та зв'язки між ними. Результати роботи можна використати при побудові моделі процесу навчання сукупності студентів (зокрема, навчальної групи), що планується в подальших дослідженнях.

Список літератури

1. Федорук, П.І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Інтернет-технологій: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.06 / П.І. Федорук ; НАН України, Ін-т пробл. мат. машин і систем. — К., 2009. — 37 с.

2. Басакер, Р. Конечные графы и сети [Текст] : монография / Р. Басакер, Т. Саати ; ред. А.И. Тейман ; пер.: В.Н. Бурков, С.Е. Ловецкий, В.Б. Соколов. — М. : Наука, 1974. — 366 с.
3. Брегман, В.И. Графы в задачах управления производством [Текст] : произв.-практическое изд. / В.И. Брегман. — М. : Статистика, 1974. — 144 с.

ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ СОСТОЯНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С.В. Ленков¹, О.О. Гайша², Е.С. Ленков³

¹ Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, ул. Ломоносова, 81, Киев, 03680, Украина; e-mail: lenkov_s@ukr.net

² Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, просп. Героев Сталинграда, 9, Николаев, 54025, Украина

³ Национальный авиационный университет, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, 03680, Украина

Обоснована необходимость использования модели состояний пользователя в системах дистанционного обучения (СДО). Для создания модели весь учебный материал СДО разбивают на множества элементарных неделимых сведений определенного типа: определений, пояснений, формул, схем, теорем, описаний и т.д. Для данного пользователя формируется набор сведений, которые ему необходимо усвоить. Далее в качестве состояния пользователя по каждому предмету рассматривают следующую тройку: множество всех изученных и проверенных сведений, множество всех изученных и еще не проверенных сведений, множество всех полученных оценок за контрольные работы. Еще система работает с множествами элементарных сведений, которые проверяются определенными стандартными контрольными работами, а также с набором стандартных действий пользователя, которые позволяют ему переходить из одного состояния в другое. На основе этих сведений формируется графовая модель состояний пользователя в СДО, соответствующая процессу его обучения.

Ключевые слова: граф, множество, электронное обучение, дистанционное образование

GRAPH MODEL FOR THE STATES OF DISTANCE LEARNING SYSTEM USER

S.V. Lenkov¹, A.A. Gaisha², E.S. Lenkov³

¹ Military Institute, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 81 Lomonosov str., Kyiv, 03680, Ukraine; e-mail: lenkov_s@ukr.net

² Admiral Makarov National University of Shipbuilding, 9 Geroyiv Stalingrada Ave., Mykolayiv, 54025, Ukraine

³ National Aviation University, 1 Kosmonavta Komarova Ave., Kyiv, 03680, Ukraine

The need for utilization of a user state model in distance learning systems (DLS) was substantiated. To develop this model, all the DNS teaching material is divided into the sets of elementary indivisible data of specific type, e.g., definitions, explanations, formulas, schemes, theorems, descriptions, etc. A set of data to be mastered by a specific user is formed. With this done, in every subject, the following three types of sets are considered as user states: a set of all learned and checked data, a set of all learned and not yet checked data, and a set of all the marks obtained for tests. Moreover, the system deals with sets of elementary data being checked by specific standard tests and with a set of user's standard actions enabling him/her to change his/her user's state for another one. Based on these values, a graph model for the states of DLS user is formed to match to his learning process.

Keywords: graph, set, electronic learning, distance education