

Юрій Васильович Кравченко (доктор технічних наук, професор)

Євгеній Петрович Махно

Максим Георгійович Тищенко (кандидат технічних наук)

Олександр Олександрович Шапран

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

У статті висвітлено дослідження в галузі штучного інтелекту в якості науки, яка займається створенням інтелектуалізованих автоматичних систем. Досліджено аспекти технології створення систем штучного інтелекту, а також розкрито ряд підходів до їх створення. Вказано місце інтелектуалізації адміністрування систем дистанційного навчання. У статті йдеться про перспективи штучного інтелекту, який постійно трансформується, змінюється залежно від нових тенденцій та викликів сьогодення, а також про вбачання шляхів його подальшого розвитку, підходи до вивчення та функціонування. Наразі перспективними напрямками в умовах обмежень освітнього процесу є інтелектуалізація елементів адміністрування та автоматизація певних навчальних компонентів у системах дистанційного навчання. Інтелектуалізація адміністрування у освітньому процесі дасть можливість автоматизувати ряд рутинних, типових завдань, які потребують людських ресурсів і забирають багато часу. Одним з них є планування часу на виконання навчального завдання в системі дистанційного навчання. У статті подано модель інтелектуалізації цього процесу. Це лише перші кроки на шляху до створення потужного штучного інтелекту щодо сфери освіти у військовій галузі.

Ключові слова: штучний інтелект; інтелектуалізація; автоматизація; система дистанційного навчання.

Вступ

Неочікуваний перехід навчальних закладів на дистанційне навчання, зумовлений пандемією, став доволі серйозним випробуванням для всіх учасників освітнього процесу – викладачів, слухачів (студентів, курсантів, ад'юнктів), а також організаторів технічної складової – системи дистанційного навчання.

Подолавши тимчасову розгубленість всім довелося прийняти новий виклик та швидко адаптуватись до нових реалій. За іронією долі питання розвитку дистанційної освіти, що через інертність старої освітньої системи до цього часу перебувало у тіні, набуло неабиякої актуальності.

І хоча дистанційне навчання не може бути повною заміною очного, його теперішній рівень розвитку та майбутні перспективи змогли переконати широке коло скептиків у тому, що воно може стати ефективним інструментом не лише під час карантину.

Дистанційне навчання являє собою нову організацію освіти, що ґрунтується на використанні як кращих традиційних методів отримання знань, так і новітніх інформаційних та телекомунікаційних технологій. Велика увага приділяється принципам самоосвіти. Воно дає змогу впроваджувати інтерактивні технології

викладання матеріалу, здобувати повноцінну вищу освіту або підвищувати кваліфікацію і має широкий спектр переваг:

гнучкість – слухачі (студенти, курсанти, ад'юнкти), які навчаються за дистанційною формою навчання, як правило, не відвідують регулярних занять. Вони працюють у зручний для себе час у комфортному місці та обраному темпі. Кожний може здобувати знання у необхідному йому обсязі для особистого розвитку або певного визначеного рівня;

модульність – кожна окрема дисципліна або ряд дисциплін, які засвоєні слухачами (студентами, курсантами, ад'юнктами), створюють цілісне уявлення про визначену предметну галузь. Це створює можливість формування навчального плану, що відповідає індивідуальним або навчальним потребам тих, хто навчається з переліку незалежних навчальних дисциплін;

паралельність – навчання може здійснюватися у процесі поєднання з основною професійною діяльністю “без відриву” або поєднувати навчання у різних навчальних закладах чи з різноманітними курсами;

віддаленість – відстань до навчального закладу не є перешкодою для ефективного освітнього процесу;

асинхронність – у процесі навчання і викладач, і той, хто навчається, можуть реалізувати технологію навчання й учіння незалежно в часі, по зручному для кожного розкладу і в зручному темпі;

масовість – кількість учасників дистанційної форми навчання і їх доступ до джерел навчальної інформації не є критичним параметром. Вони мають можливість як між особного спілкування так і з викладачем через засоби зв'язку або за допомогою інших засобів інформаційних технологій;

рентабельність – під цією перевагою розуміється економічна виправданість та рівень ефективності дистанційного навчання, що задовольняє потреби.

Важливою складовою дистанційного навчання є його реалізація за допомогою використання інформаційних технологій, а саме систем управління навчанням.

Системи дистанційного навчання (LMS, від англійського - learning management systems) дозволяють провести організацію освітнього процесу з “нульового” (початкового, підготовчого) рівня і відстежувати успішність слухачів (студентів, курсантів, ад'юнктів) за допомогою створення онлайн-курсів або віртуальних класів, доступних у будь-який зручний час і в будь-якому місці, при наявності Інтернету. Навчальні матеріали при цьому можна зберігати в одному місці. Ними зручно користуватися (переглядати, адаптувати) в залежності від цілей навчання і сфери діяльності тих, хто навчається. Без сумніву це зручно та практично.

Постановка проблеми. Наразі на інформаційному ринку нараховується більше семисот систем дистанційного навчання. Сучасні системи відрізняються зручним та гнучким інтерфейсом, широкими функціональними можливостями і дозволяють вивести дистанційне навчання на якісно новий рівень.

Поряд з цим існує безліч напрямків у сучасних системах дистанційного навчання, які потребують удосконалення. Одним з таких напрямків є інтелектуалізація певних процесів для вирішення завдань організації, планування та забезпечення освітнього процесу. Безумовно, це дозволить автоматизувати складну, рутинну роботу, підвищити її ефективність та оперативність, створити додаткові зручності користувачам системи дистанційного навчання. Особливої уваги заслуговує інтелектуалізація планування часу на виконання навчального завдання в системі дистанційного навчання Збройних Сил України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження інтелектуалізації та автоматизації процесів у системах дистанційного навчання проводилися й раніше. Особливої актуальності вони набули з підвищенням швидкості обміну інформацією в мережі Інтернет і пов'язаної з цим можливості використання програм для проведення

конференцій та платформ для забезпечення освітнього процесу. Популяризації додали простота доступу та роботи з ними навіть з допомогою засобів мобільного зв'язку.

В [1-3] представлено дослідження з автоматизації системи управління та контролю знань в процесі навчання. Розроблено моделі представлення знань і принципи побудови спеціалізованих баз даних тестових завдань, які дають змогу формувати питання відповідно до рівнів пізнавальної діяльності людини незалежно від семантики предметних галузей. Одержано співвідношення системи нечітких логічних висловлювань для диференціації оцінки результатів комп'ютерного тестування. Установлено залежність мінімальної кількості питань, що забезпечують об'єктивність оцінки результатів тестування у взаємозв'язку з якістю засвоєння навчального матеріалу. Розроблено адаптивну стратегію комп'ютерного тестування, що дає змогу скоротити число питань тесту та зменшити час використання ресурсів мережі для керування та контролю знань.

Дослідження методів побудови сервісо-орієнтованих систем автоматизації електронного навчання представлено в роботах [4-5]. Розроблено програмну модель системи автоматизації освітнього процесу для вирішення задач керування навчальними програмами, фундаментальної підтримки компонентів на рівні прикладного інтерфейсу та середовища функціонування. Запропоновано нову програмну модель системи автоматизації освітніх процесів, ключовими характеристиками якої є наявність базової функціональності навчального середовища, технологічної та платформної незалежності функціонування, використання відкритих інтерфейсів та алгоритмів взаємодії для інтеграції з існуючими системами автоматизації освітніх процесів. Здійснено програмну реалізацію розробленої моделі, яка включає функціональне середовище (framework) та програмний API. Реалізацією моделі є сервісо-орієнтована програмна система "University Learning Directory", що завдяки розробленим алгоритмам взаємодії з гетерогенними компонентами інтегрується з системою Microsoft Class Server та розширює функціональність за допомогою автоматизації процесів тестування та перевірки знань.

Досліджено засоби, моделі та технологію автоматизованого групового навчання. Обґрунтовано доцільність побудови інформаційних навчальних комплексів (ІНК) на базі одного класу IBM PC, до якого приєднуються робочі місця учнів. Показано координованість системи та безконфліктність її функціонування. Побудовано адаптивно-параметричну модель навчання. Описано технологію розробки комп'ютеризованих навчальних курсів і розроблено пакет програм управління, який дозволяє автоматизувати основні функції

управління процесом групового навчання. Надано рекомендації для проектування інтегрованого середовища комп'ютеризованих навчальних курсів. На базі побудованих моделей запропоновано загальну технологію автоматизованого групового навчання під управлінням викладача. Розроблено мультиконсольну інформаційну систему, яка базується на застосуванні таймерної технології, та встановлено, що екологічні характеристики таймерних ІНК є безпечними для здоров'я користувачів.

Проведено роботу над Інформаційною технологією автоматизованого навчання та контролю знань в управлінні освітнім процесом [6-7]. Розроблено тривірневу математичну модель інформаційного середовища вищих закладів освіти (ВЗО), структура якого задається двома компонентами - інформаційним середовищем системи управління навчанням та інформаційним середовищем системи управління ВЗО. Виділено елементи та запропоновано визначення основних понять інформаційного середовища системи управління навчанням, в якій виділено три рівні представлення інформації - інформаційні середовища системи управління навчанням, середовища системи управління процесом, процесу та суб'єктів навчання. Розроблено математичну модель оптимальної взаємодії у тривірневому інформаційному середовищі системи управління навчанням. Запропоновано метод та алгоритм виділення інформаційних об'єктів системи управління навчанням, наповнення яких доцільно виконувати у процесі автоматизованого навчання та контролю знань. Запропоновано структуру інформаційної технології створення у процесі автоматизованого навчання та контролю знань інформаційного ресурсу системи управління навчанням.

Розроблено інформаційну технологію побудови автоматизованої системи управління освітнім процесом [8-9]. Запропоновано методи організації інформаційних засобів, що передбачають використання логіко-математичних моделей циклового освітнього процесу, які дають змогу розв'язувати задачі оцінювання системи навчання та автоматизувати управління процесом навчання в освітніх закладах. Розроблено методи аналізу процесу навчання, що базуються на логічних, математичних процедурах в інформаційних технологіях синтезу систем автоматизованого управління навчання і забезпечують можливість здійснювати оцінювання рівня якості надання освітніх послуг не тільки в періоди екзаменаційних сесій, але й у довільні моменти функціонування цього процесу. Уперше обґрунтовано методи аналізу непередбачуваних подій, що виникають у процесі навчання, які базуються на ланцюгах скінчених графів і дерев рішень та є основою під час вибору стратегій проведення даного процесу. Розглянуто метод

організації взаємодії учасників освітнього процесу та автоматизованої системи управління навчанням у межах локальної інформаційної мережі для ефективного управління навчанням. Розроблено методи контролю процесу навчання з використанням інтелектуальних тестів і логічних класифікаторів знань, що дають змогу формувати та реалізувати управляючі дії стосовно складових освітнього процесу з метою забезпечення заданого алгоритму функціонування.

Проведено роботу над математичним та програмним забезпеченням систем дистанційного мережецентричного навчання [10]. Розроблено математичне та програмне забезпечення систем дистанційного навчання, реалізованих з урахуванням мережецентричних технологій. Розроблено формалізовані моделі, а саме: дистантного навчального матеріалу з урахуванням ієрархічних рівнів у вигляді І/АБО-графа, для якого запропоновано ефективні алгоритми обходу; тестових завдань, еталонних відповідей викладача, що дозволило підвищити ефективність процесу навчання. Розроблено ефективні алгоритми формування та структурування навчального матеріалу, враховуючи пріоритет структурних одиниць навчального матеріалу та результати тестування дистантного слухача (ДС), що дозволило індивідуалізувати освітній процес. Розроблено методи й алгоритми авторизації, які дозволяють користувачу одержати віддалений доступ до розподілених навчальних ресурсів залежно від його повноважень. Розроблено загальну архітектуру дистанційного мережецентричного навчання, яка базується на використанні парадигми мережево-центричності та моделі ДС, що дало змогу адаптовувати освітній процес для кожного ДС і забезпечити функціонування у режимі віддаленого доступу.

Досягнуто результатів у напрямку розробки математичних моделей процесу інформаційного обміну в системах дистанційного навчання [11]. Розроблено методи ідентифікації користувачів та математичні моделі й алгоритми оптимізації ситуаційних пріоритетних стратегій управління інформаційним обміном у системах дистанційного навчання. Зазначено, що запропоновані математичні моделі, методи й алгоритми дозволяють суттєво поліпшити економічні показники функціонування сучасних комп'ютеризованих систем дистанційного навчання, а також підвищити ефективність обслуговування користувачів цих систем.

Розроблено метод побудови програмного забезпечення систем дистанційного навчання [12]. У контексті вивчення особливостей безперервної професійної освіти досліджено методи, форми, принципи, системи та технології дистанційного навчання. Проаналізовано сучасний стан інженерії програмного забезпечення (ПЗ). З урахуванням одержаних результатів розроблено метод побудови ПЗ систем дистанційного навчання

(СДН) на підставі використання принципів багаторівневого представлення, шаблонування та квантифікації. Запропоновано модель рівня бізнес-логіки та комплексний набір метрик, який забезпечує аналіз навчального контексту в дидактичному, навігаційному та оформлювальному аспектах. На підставі дослідження існуючих підходів і моделей шляхом застосування архітектурних стилів, методу Attribute Drive Design та атрибутів якості архітектури ПЗ розроблено архітектуру ПЗ СДН та шаблони її реалізації. Розроблено архітектуру ПЗ для виконання метричного аналізу ПЗ СДН (навчального контенту). Створено шаблони та методика реалізації основних форм навчальних матеріалів (лекції, лабораторних і практичних робіт), які апробовано на прикладі конкретного контенту. Здійснено реалізацію ПЗ СДН на підставі запропонованого методу його побудови в Національному авіаційному університеті на кафедрі інженерії програмного забезпечення у освітньому процесі другої вищої освіти.

Досліджено питання інтелектуального автоматизованого контролю знань в системах дистанційного навчання. Були проаналізовані існуючі методи і моделі, що дозволяють побудувати так звану інтелектуальну автоматизовану систему контролю знань. Реалізація методів адаптивного тестування, використання нечіткої логіки і інженерії знань дозволить досягти високих результатів в цій області.

Звичайно ж це лише декілька прикладів, які засвідчують наявність та безперервність процесу пошуку й постійного вдосконалення науковцями наявних систем дистанційного навчання шляхом інтелектуалізації їх окремих елементів. Запити на вирішення нових завдань виникають постійно. Таку необхідність викликає неспинний прогресивний розвиток людства та, як наслідок, поява нових потреб. Разом з цим змінюються вимоги до сучасних інформаційних інтелектуальних систем.

Мета статті. Враховуючи сучасні потреби і вимоги метою статті є висвітлення підходів щодо вирішення завдань інтелектуалізації освітніх процесів у сфері освіти щодо системи дистанційного навчання. Аналіз існуючих джерел на наявність та глибину досліджень визначеного напрямку. Аналіз варіантів вирішення завдання різними методами. Створення моделі інтелектуалізації планування часу на виконання навчального завдання у системі дистанційного навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження

Одним із цікавих завдань цього спектру, що заслуговує уваги є розробка моделі інтелектуалізації планування часу на виконання навчального завдання у системі дистанційного навчання.

Існує декілька методів, що заслуговують уваги для вирішення цього завдання.

Початок класичного евристичного підходу до вирішення інтелектуальних задач відбувся на початку 60-х років при цьому основний акцент був зроблений на планування цілеспрямованих дій. Першою інтелектуальною програмою стала розроблена Ньюеллом, Саймоном і Шоу програма Логік-Теоретик, за допомогою якої можна було доводити теореми математичної логіки. Ідеологія нового підходу полягала в породженні різноманітних здогадок та припущень з подальшою перевіркою їх справедливості.

Цей напрямок почав розвиватися і був пов'язаний з програмою "Загальний вирішувач задач" (GPS - General Problem Solver) (інша назва - "Універсальний вирішувач задач"). Пропонувалися певні принципи розв'язання задач з довільної предметної області. Підхід ґрунтувався на розгляді ситуацій, що виникають при вирішенні задач, та операторів, які можуть змінювати ці ситуації. Методика GPS передбачає аналіз цілей та наявних засобів для їх досягнення. Аналіз цілей випливає з аналізу розбіжностей між поточною та бажаною ситуаціями.

Схема прийняття рішення:

1. Проаналізувати поточну ситуацію.
2. Порівняти ситуацію з бажаною, якщо відмінності відсутні - кінець роботи.
3. З'ясувати, який оператор або оператори можна застосувати для зменшення різниці, що існує.
4. Послідовно застосовувати оператори, знайдені на кроці 3, доки один з них не спрацює.
5. Повернутися на крок 1.

Ця проста схема, не залежить від конкретної предметної області та в принципі може бути застосована до вирішення будь-якої задачі. На першому етапі необхідно зафіксувати перелік можливих відмінностей між поточною та бажаною ситуаціями та перелік операторів, які можуть ліквідувати ці відмінності.

Ключовим поняттям при використанні "Універсального вирішувача задач" є евристична таблиця, або, як її ще називають, таблиця відмінностей. Її рядки відповідають типам відмінностей, а стовпці - різним операторам. Якщо даний оператор може бути застосованим для зняття даного типу розбіжностей, в клітині перетину рядка і стовпця ставиться одиниця, в іншому випадку ставиться нуль.

При розвитку і вдосконаленні ідеї GPS стало зрозуміло, що при прийнятті рішень необхідно брати до уваги і інші характеристики конкретної задачі, наприклад, причинно-наслідкові зв'язки. Можливість застосування GPS була продемонстрована на ряді порівняно простих задач. Проте процедура виявилася не настільки універсальною. В реальних ситуаціях кількість типів відмінностей та можливих операторів може бути надто великою.

Інший клас задач прийняття рішень можна сформулювати у вигляді класичної оптимізаційної задачі. Тобто знайти рішення, на якому деяка цільова функція досягає свого максимуму при заданих обмеженнях. Так, наприклад, керівник фірми має бажання максимізувати свій дохід, не порушуючи при цьому закони.

Формальніше оптимізаційну задачу можна подати в такому вигляді:

Знайти $x = (x_1, \dots, x_n)$, при якому функція $f(x)$ досягає максимуму, але задовольняються обмеження $g_i(x) \geq 0$.

Функція $f(x)$ називається цільовою функцією, а функції $g_i(x)$ - обмеженнями оптимізаційної задачі.

Будь-який елемент x який задовольняє обмеженням $g_i(x) \geq 0$, називається припустимим рішенням задачі. Якщо умова максимізації не ставиться, то ми говоримо про задачу пошуку припустимих рішень. Ця задача має велике значення для теорії та практики штучного інтелекту.

Якщо обмеження відсутні то йдеться про безумовну оптимізацію.

Умова максимізації цільової функції ніяк не звужує загальності умов. Якщо треба вирішити задачу мінімізації функції $g(x)$, ми в будь-який момент можемо поміняти знак цієї функції і вирішувати задачу максимізації функції $h(x) = -g(x)$.

Втім, не будь-яка інтелектуальна задача припускає очевидне зведення до оптимізаційної, оскільки часто не вдається записати в явному вигляді цільову функцію або обмеження.

Наступний очевидний і досить універсальний метод вирішення оптимізаційних задач, який можна застосувати, якщо множина припустимих рішень M обмежена (компактність для більшості практичних ситуацій не є необхідною). Це метод повного перебору. Він полягає у переборі всіх можливих варіантів. Метод дає гарантоване рішення, якщо множина M скінченна (ситуація, характерна для дискретного програмування), а також існує ефективний алгоритм породження будь-якого елемента з M та обчислення на цьому елементі цільової функції. Якщо ж множина припустимих рішень являє собою континуум, слід використовувати сіткову апроксимацію.

Таким чином, ми маємо справу з типовою загальноінтелектуальною процедурою. Якщо інтелектуальна система потрапляє в нову ситуацію і намагається планувати подальші дії, вона може спробувати звести задачу планування цілеспрямованих дій до оптимізаційної задачі. Для цього, достатньо визначити множину припустимих рішень M і цільову функцію $f(x)$. Якщо це вдається, повний перебір варіантів у більшості випадків дозволить отримати оптимальне рішення.

Але повний перебір має значний недолік: для більшості практичних ситуацій кількість варіантів, які доводиться перебирати, надто велика, і реалізувати метод за короткий, прийнятний час є

неможливим. Тому основною задачею класичної теорії дослідження операцій слід вважати пошук більш ефективних методів вирішення оптимізаційних задач.

У питаннях теорії і практики інтелектуальних систем слід звернути особливу увагу на три аспекти:

далеко не завжди слід шукати найоптимальне рішення. Часто достатнім є рішення субоптимальне або навіть просто припустимим;

зведення інтелектуальної задачі до оптимізаційної також є самостійною задачею, яка заслуговує на особливу увагу;

розвинені системи штучного інтелекту мають в процесі самонавчання самостійно виробляти методи вирішення оптимізаційних задач.

Широкий спектр практичних задач може бути вирішено на основі процедури, яка носить назву евристичного пошуку. Евристичним пошуком прийнято називати процедуру систематизованого перебору на основі послідовного прийняття рішень.

Загальна схема евристичного пошуку:

1. Вибрати деяку дію з області можливих дій.
2. Здійснити дію; це призведе до зміни ситуації.
3. Оцінити нову ситуацію.
4. При досягненні успіху - кінець; якщо ні - повернутися на крок 1 і почати спочатку.

Зокрема, "Загальний вирішувач задач" можна розглядати як одну з можливих реалізацій евристичного пошуку.

Евристичний пошук часто розглядається як пошук шляху на дереві або на графі. Розглянемо типову схему вирішення задачі, згідно з якою на кожному кроці можна вибирати одну з можливих дій. Звідси можна говорити про створення дерева можливостей, вузли якого відповідають ситуаціям проблемної області, а дуги - можливим діям. Тоді задача переходу від початкової ситуації до бажаної зводиться до задачі пошуку шляху на дереві. Аналогічно виникає і графова інтерпретація.

Основні алгоритми пошуку на дереві.

Серед різноманітних методів, за допомогою яких можна організувати пошук потрібної вершини на дереві, а відтак і шляху до неї, прийнято виділяти дві основні стратегії:

- пошук в ширину;
- пошук в глибину (інші назви - перебір з поверненнями; бектрекінг).

Алгоритм пошуку в ширину передбачає аналіз на кожному кроці "синів" усіх вершин, що були проаналізовані до цього (в інтерпретації прийняття рішень це означає паралельну перевірку усіх можливих альтернатив).

Алгоритм пошуку в глибину передбачає першочерговий аналіз нащадків тих вершин, що були проаналізовані останніми. Це означає, що всі альтернативи аналізуються послідовно, одна за одною. Аналіз певної альтернативи завершується лише тоді, коли вдається остаточно встановити, призводить вона до успіху чи ні. Якщо ж

альтернатива призводить до невдачі, відбувається повернення і розгляд інших альтернатив.

Пошук в ширину, як і пошук в глибину при досить загальних умовах мають, експоненційну оцінку часової складності. Можна навести ряд прикладів, коли перебір в ширину дозволяє виграти час порівняно з перебором в глибину і навпаки. В свою чергу, пошук в глибину дозволяє зекономити пам'ять, оскільки при її реалізації немає необхідності запам'ятовувати все дерево. Достатньо зберігати в пам'яті лише вершини, що мають відношення до поточної альтернативи.

На практиці процедура пошуку в глибину набула значно більшого поширення. Можна стверджувати, що перебір з поверненням став класичною загальноінтелектуальною процедурою, що лягла в основу сучасних методик планування цілеспрямованих дій, програмування ігор, автоматизованого доведення теорем тощо.

Наступний клас "Жадібні алгоритми" належать до класичних методів дослідження операцій. Їх застосування, як правило, дозволяє уникнути експоненційного зростання складності задачі.

Алгоритм вирішення певної задачі називається жадібним, якщо на кожному кроці він намагається якнайближче підійти до мети. Іншими словами, жадібний алгоритм - це алгоритм, який заради негайного наближення до мети жертвує перевагами, що можуть мати місце в перспективі.

Якщо множина рішень, які допускаються являє собою деяку область n - простору, що вимірюється, а цільова функція є диференційованою, жадібні алгоритми називаються градієнтними. Припустимо, що є деяке наближення до оптимального рішення. Сутність градієнтних методів полягає в тому, що для найшвидшого досягнення максимуму необхідно рухатися до нього по найбільш крутому схилу. Тобто на кожному кроці намагаються наблизитися до мети якнайшвидше. Математично це означає, що необхідно рухатися в напрямку градієнта цільової функції. Але жадібні алгоритми не дозволяють досягти оптимального рішення, оскільки вони досягають не глобального максимуму цільової функції, а лише локального.

Задачі планування цілеспрямованих дій прийнято розподіляти на два класи: планування в просторі станів (SS-проблема) та планування в просторі задач (PR-проблема).

При плануванні в просторі станів заданим вважається певний набір станів (ситуацій). Опис кожної ситуації складається з опису стану як зовнішнього світу, так і самої інтелектуальної системи. Відомі дії, які може здійснювати система, а також ті, що визначають перехід з одного стану до іншого. Проблема полягає у пошуку шляху від початкового стану до одного з кінцевих. Бачимо, що у такій постановці, задачу планування цілеспрямованих дій можна уявляти собі як задачу пошуку шляху з однієї вершини до іншої на певному графі. Отже, після того, як зведення

задачі до формальної моделі проведено, можна використовувати вже відомі алгоритми пошуку шляхів на графах (алгоритми Мура, Дейкстри, гілок та кордонів і т.п.).

Графом станів задачі називається орієнтований граф, вершини якого відповідають можливим станам предметної області, а дуги - методам переходу від стану до стану.

Також дуги можуть мати мітки, які інтерпретуються як вартість або довжина відповідного переходу. Звідси вирішення задачі являє собою пошук шляху від початкового стану до цільового. При цьому типовою є вимога оптимізації цього рішення, тобто пошуку найкоротшого шляху. Для цього існують обмежуючі правила та евристики, які використовуються як засіб скорочення перебору.

Як відомо, повний перебір або перебір з поверненням дозволяє у деяких випадках прийняти певні рішення. Але часто реалізація цих методів забирає дуже багато часу і тому є майже неможливою чи недоцільною. Тому в таких ситуаціях прийнято вдаватися до обмежуючих правил та евристик як до типових засобів скорочення перебору. Саме таким чином у більшості випадків діє людина при плануванні своїх дій.

Обмежуючим правилом при плануванні цілеспрямованих дій називається правило, якому мають бути підпорядковані альтернативні дії, що розглядаються.

Тобто, застосування обмежуючих правил дозволяє включати до перебору не всі можливі дії, а лише ті, які не суперечать цим правилам. Це у більшості випадків дозволяє різко скоротити перебір, а інколи навіть звести задачу до поліноміальної. Зокрема, описані вище жадібні алгоритми можна розглядати як застосування обмежуючих правил. Природа обмежуючих правил може бути різноманітною. Інколи обмежуюче правило дозволяє відкинути завідомо безперспективні гілки і досягти того ж результату, що й повний перебір. Часом це дає можливість в разі пришвидшити виконання завдання. Такі правила є теоретично обґрунтованими і безумовно повинні мати своє застосування.

Але частіше доводиться зустрічатися з ситуацією, коли обмежуючі правила спираються на наявний апріорний досвід, але без теоретичного обґрунтування. Вони не гарантують або просто не дозволяють отримати оптимальне рішення. Застосування цих правил дозволяє скоротити перебір, але за рахунок втрати гарантованої оптимальності. Власне, у багатьох випадках нічого кращого і не залишається. Саме такі правила і називаються евристичними.

Евристикою при плануванні цілеспрямованих дій називається обмежуюче правило, яке спирається на наявний досвід і не гарантує оптимальності рішення.

Повертаючись до теми статті на першому етапі

необхідно визначити функції (завдання) системи дистанційного навчання, які необхідно інтелектуалізувати (вирішувати на основі методів штучного інтелекту).

Наразі в системі дистанційного навчання є багато завдань, які потрібно інтелектуалізувати, але найважливішим завданням цієї системи є розрахунок оптимального дедлайну для будь-якого завдання на основі багатьох характеристик. В нашому випадку ключовим є час, який має студент (слухач) на виконання завдання. Тобто, система повинна визначати оптимальний термін здавання для кожного завдання, що завантажив викладач. Для цього система повинна аналізувати завантажене завдання та порівнювати зі складністю та терміновістю інших завдань цього виду. Потім на основі статистики здавання завдань, які мають подібну складність та терміновість, визначити оптимальний дедлайн. А в подальшому коректувати оптимальний дедлайн на основі поточного прогресу всіх студентів (слухачів). Якщо завдання складніше ніж інші цього виду, то система повинна визначити дедлайн на основі статистики здавання кількох завдань різних видів складності, які в сумі дають складність цього завдання.

На наступному етапі необхідно розробити для окремої функції або групи функцій "Загальний вирішувач задач".

1. Аналіз складності роботи.
2. Аналіз терміновості роботи.
3. Врахування часу, який вказав викладач.
4. Порівняння зі статистикою та визначення середнього часу, необхідного групі на виконання цього завдання.
5. Визначення дедлайну.
6. Коректування оптимального дедлайну на основі прогресу всіх студентів.
7. Повернутися на крок 4.

Далі зводимо завдання прийняття рішень в системі дистанційного навчання до оптимізаційної задачі. Створюємо відповідну математичну формалізацію.

Нехай:

X1 – час, що відводиться викладачу для перевірки цієї роботи.

X2 – Складність роботи.

X3 – Терміновість роботи.

X4 – Статистика по виконанню цього виду роботи (загальний час виконання подібного завдання).

$F(X1, X2, X3, X4)$ – оптимальний дедлайн разом з часом, який потрібен для перевірки цього завдання.

$F(X4, X2)$ – реальний дедлайн.

За терміновістю сортуємо задачі на три типи:

Не термінові, середньої терміновості, дуже термінові.

За складністю на три види:

Складні, середньої складності, легкі.

Розробляєм цільову функцію та обмеження для

різних класів оптимізаційних задач.

C1 – обмеження по максимально можливому строку здавання роботи.

C2 – обмеження по мінімально можливому строку здавання роботи.

$F(x1, x2, x3) = x1 - (x3 * x4) / x2$, де $(x3 * x4) / x2$ – коефіцієнт, який характеризує зменшення часу на виконання задачі.

Далі за допомогою програми Matlab здійснюємо моделювання. Виконуємо завдання практично в Fuzzy Logic Toolbox.

Задаємо поточні змінні та їх тип. Даємо їм назву. Визначаємо діапазон і інтервал змінних. Задаємо функції належності. Даємо ім'я їх термам. Обираємо тип та вводимо параметри поточних функцій належності.

Складність роботи умовно оцінюємо за шкалою від 0 до 10.

Терміновість роботи умовно оцінюємо за шкалою від 0 до 10.

Час на виконання роботи оцінюємо наприклад в годинах за шкалою від 0 до 24.

Час на перевірку беремо сталий 20 хвилин.

Через редактор бази знань формуюмо та модифікуємо нечіткі правила та встановлюємо типи логічних зв'язків між змінними в середині правил. Задаємо значення вагового коефіцієнта правил.

За допомогою GUI-модуля Rule Viewer здійснюємо візуалізацію нечіткого логічного висновку. Цей модуль дозволяє проілюструвати хід логічного висновку за кожним правилом, одержання результуючої нечіткої множини й виконання процедури дефазифікації.

Кожне правило бази знань представляється у вигляді послідовно горизонтально розміщених прямокутників. При цьому перші два прямокутники відображають функції належностей термів посилки правила (частина правила - "Якщо"), а останній третій прямокутник відповідає функції приналежності терму-наслідку вихідної змінної (частина правила - Т). Порожній прямокутник у візуалізації правила означає, що в цьому правилі посилка по змінній відсутня. Жовті заливання графіків функцій належностей вхідних змінних указують наскільки значення входів, відповідають термам цього правила. Блакитні заливання графіка функції належності вихідної змінної являють собою результат логічного висновку у вигляді нечіткої множини за цим правилом. Результуюча нечітка множина, що відповідає логічному висновку за всіма правилами показана в нижньому прямокутнику останнього стовпця графічного вікна. У цьому ж прямокутнику червона вертикальна лінія відповідає чіткому значенню логічного висновку, отриманого в результаті дефазифікації. Тобто знаходження звичайного значення для кожної з вихідних лінгвістичних змінних, яке може бути використане спеціальними пристроями, що не належать до системи нечіткого виведення (Рис. 1).

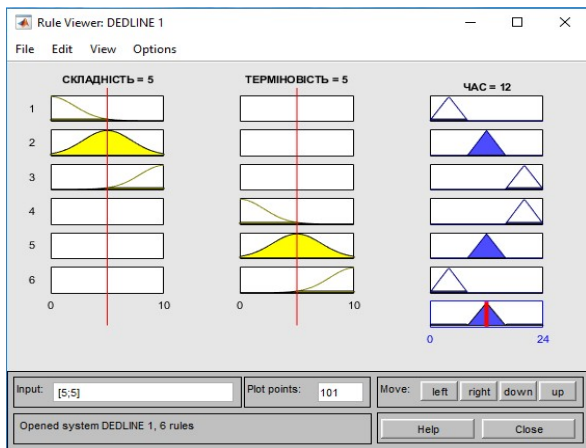


Рис. 1. Графіки функцій належності вхідних і вихідних змінних з середніми вхідними значеннями

Позиціонуючи курсором червоні вертикальні лінії вхідних змінних на визначену позицію можемо змінювати чисельні значення вхідних даних. Нове чисельне значення відповідної вхідної змінної буде перелічено автоматично й виведене у вікно Input. Відповідно автоматично зміниться чисельний результат висновку вихідної змінної, функція належності вихідної змінної, результат логічного висновку у вигляді нечіткої множини, а також результат виконання процедури дефазифікації (Рис. 2).

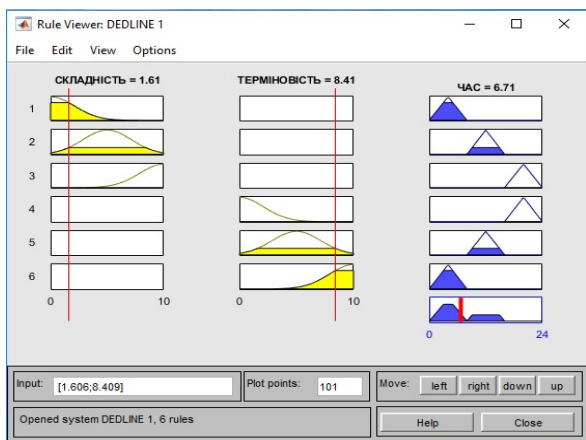


Рис. 2. Графіки функцій належності вхідних і вихідних змінних з визначеними вхідними значеннями

Є можливість візуалізувати поверхні “вхід-вихід” і вивести графічне тривимірне зображення залежності значення будь-якої вихідної змінної від довільних вхідних змінних (Рис. 3).

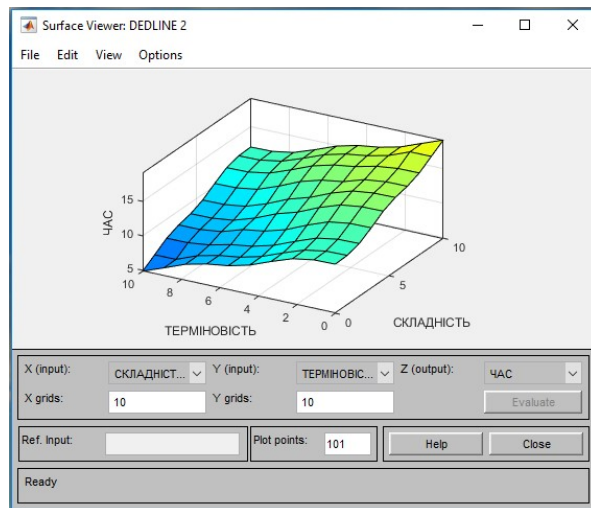


Рис. 3. Графічне тривимірне зображення залежності значення вхідних і вихідної змінних

Висновки й перспективи подальших досліджень

У рамках дослідження було здійснено моделювання планування часу на виконання навчального завдання у системі дистанційного навчання. Вхідними змінними параметрами були складність завдання і терміновість його виконання. У процесі моделювання було проведено порівняння результатів з різним ступенем складності і терміновості. Виявлено залежність вихідної змінної від зміни вхідних параметрів. Є необхідність включення додаткових критеріїв для отримання більш об'єктивних результатів.

Існує досить широкий спектр методів і підходів для вирішення такого типу задач. Але, переважно всі вони мають певні недоліки, пов'язані з трудоемістю чи затратністю ресурсів. Або передбачають якісь обмеження. На відміну від зазначених варіантів, метод нечітких множин дозволяє досить зручно, швидко, без зайвих затрат здійснити моделювання та інтелектуалізувати задачу.

Напрямами подальших досліджень є визначення додаткових критеріїв, які впливають на планування часу для виконання навчального завдання у системі дистанційного навчання. Також здійснити пошук нових завдань і процесів, які потребують інтелектуалізації у системі дистанційного навчання.

Література

1. Романишин Ю., Функціональні аспекти адаптивності технологій дистанційного навчання. / Ю. Романишин, Л. Потеряйло // Міжнародна наукова конференція “Інформація, комунікація, суспільство” – 2018. – С. 287–288. 2. М. Kaplan, M. Haenlein, (2016), “Higher education and the digital revolution. vol.59. pp. 23-27 3 Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06 Автоматизована система управління та контролю знань в процесі навчання / Т.І.

Коджа ; Одес. нац. політехн. ун-т. – О., 2003. – 20 с.: рис. – укр. 4. Автореф. дис. канд. техн. наук: 01.05.03 Дослідження методів побудови сервісно-орієнтованих систем автоматизації електронного навчання / Д.В. Холод ; Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. – К., 2007. – 20 с. – укр. 5. Пукас А.В. Інтелектуалізована система підтримки вивчення іт-дисциплін. / А.В. Пукас, М.П. Голембйовський // СІТ’2020, С. 11–12.

6. Заблоцький А.Ю. Модель використання системи підтримки e-learning для розвитку ікт-компетентностей працівників центрів дистанційної освіти університетів / А.Ю. Заблоцький // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2020, – №5, – С. 76–81. **7. Автореф.** дис. канд. техн. наук: 05.13.06 Інформаційна технологія автоматизованого навчання та контролю знань в управлінні навчальним процесом / С.Ю. Катаєва; Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси, 2004. – 18 с. – укр. **8. Автореф.** дис... канд. техн. наук: 05.13.06 Інформаційна технологія побудови автоматизованої системи управління навчальним процесом / М.С. Антоник; Держ. ком. зв'язку та інформатизації України; НАН України; Держ. НДІ інформ. інфраструктури. – Л., 2005. – 20 с.: рис. – укр. **9. Ткаченко О.** Онтологічне моделювання процесів навчання / О. Ткаченко, К. Ткаченко К., М. Боняр // Міжнародна наукова конференція “ІТ-технології в освіті, мистецтві та культурі”, – 2020, – С. 109–118. **10. Автореф.** дис... канд. техн. наук: 01.05.03 Математичне та програмне забезпечення систем дистанційного мережевоцентричного навчання / Р.О. Голошук; Нац. ун-т “Львів. політехніка”. – Л., 2008. – 20 с. – укр. **11. Автореф.** дис... канд. техн. наук: 05.13.06 Математичні моделі процесу інформаційного обміну в системах дистанційного навчання / Я.М. Степанова; Наук.-вироб. корпор. “Київ. ін-т автоматизації”. – К., 2004.

– 16 с. – укр. **12. Jung, I., Nishimura, M., & Sasao, T.** (Eds.) (2016). Liberal arts education and colleges in East Asia: Possibilities and challenges in the global age, Springer. (pp. 27-37). **13. Кравченко Ю. В.** Концепція структурування інформаційного ресурсу системи дистанційного навчання / Кравченко Ю. В., Оксіюк О. Г. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.: 2009. – №1 (4). – С. 6–11. **14. Кравченко Ю.В.** Концепція раціонального структурування знань у системі дистанційного навчання. Вища школа. 2015. – №4-5. – С. 76–86. **15. Kravchenko Y., Davidovitch N., Belichenko M.** (2017), Information Resources Usage in Project Management Digital Learning System. Journal of Education and Learning. Published by Canadian Center of Science and Education. Vol. 6, No. 2. pp.146-154. **16. Bondarenko V., Kravchenko Y., Salkutsan, S., Tyshchenko M.** (2020), Synthesis of the structure of multilevel hierarchical systems of increased survivability based on a subjective probability model. [], ATIT 2020 – Proceedings 2nd IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, pp. 138–142. **17. Kravchenko Y., Afanasyeva O., Tyshchenko M., Mykus S.** Intellectualisation of decision support systems for computer networks: Production-logical F-inference. CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 2845, pp. 117–126.

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Юрий Васильевич Кравченко (доктор технических наук, профессор)

Евгений Петрович Махно

Максим Георгиевич Тищенко (кандидат технических наук)

Александр Александрович Шапран

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье освещены исследования в области искусственного интеллекта в качестве науки, которая занимается созданием интеллектуализированных автоматических систем. Исследованы аспекты технологии создания систем искусственного интеллекта, а также раскрыт ряд подходов к их созданию. Указано место интеллектуализации администрирования систем дистанционного обучения. В статье говорится о перспективах искусственного интеллекта, который постоянно трансформируется, меняется в зависимости от новых тенденций и вызовов современности, а также о возможных направлениях его дальнейшего развития, подходы к изучению и функционированию. Сейчас, перспективными направлениями в условиях ограниченного образовательного процесса, является интеллектуализация элементов администрирования и автоматизация определенных учебных компонентов в системах дистанционного обучения. Интеллектуализация администрирования в образовательном процессе позволит автоматизировать ряд рутинных, типичных задач, требующих человеческих ресурсов и отнимающих много времени. Одним из них является планирование времени на выполнение учебного задания в системе дистанционного обучения. В статье представлена модель интеллектуализации этого процесса. Это лишь первые шаги на пути к созданию мощного искусственного интеллекта в сфере военного образования.

Ключевые слова: искусственный интеллект; интеллектуализация; автоматизация; система дистанционного обучения.

THE INTELLECTUALIZATION MODEL OF TIME SCHEDULING FOR PERFORMING A TRAINING TASK IN A DISTANCE LEARNING SYSTEM

Yurii Kravchenko (Doctor of Technical Sciences, Professor)

Yevhenii Makhno

Maksym Tyshchenko (Candidate of Technical Sciences)

Oleksandr Shapran

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine

The research in the field of artificial intelligence as a science that deals with the creation of intellectualized automatic systems was covered in the article. Aspects investigated technology of artificial intelligence systems, as well as revealed some approaches to their creation were researched. The place of intellectualization of administration of distance learning systems is indicated. The article deals with the prospects of artificial intelligence that is constantly transforming changes depending on emerging trends and challenges of today and about seeing the ways of its further development, approaches to study and functioning. Currently, promising areas within the constraints of the educational process are elements of intellectualization management and automation of certain components of educational systems in distance learning. Intellectualization of administration in the educational process will make it possible to automate a number of routine, typical tasks that require human resources and take a lot of time. One of them is the intellectualization model of time scheduling for performing a training task in a distance learning system. The article presents a model of intellectualization of this process. These are just the first steps towards creating a powerful artificial intelligence in the field of military education.

Keywords: artificial Intelligence; intellectualization; automation; distance learning system.

References

- 1. Romanyshyn Yu.,** Poteriailo L. (2018), Funktsionalni aspekty adaptyvnosti tekhnolohii dystantsiinoho navchannia, Mizhnarodna naukova konferentsiia "Informatsiia, komunikatsiia, suspilstvo", pp. 287–288.
- 2. M. Kaplan,** M. Haenlein, (2016), "Higher education and the digital revolution. vol.59. pp. 23–27
- 3. Kodzha T.I.** (2003), Avtomatyzovana systema upravlinnia ta kontroliu znan v protsesi navchannia, [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Odessa, 20 p.
- 4. Kholod D.V.** (2007), Doslidzhennia metodiv pobudovy servisno-orientovanykh system avtomatyzatsii elektronnoho navchannia. [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Kyiv, 20 p.
- 5. Pukas A.V.,** Holembiovskiy M.P. (2020), Intelektualizovana systema pidtrymky vyvchennia it-dystsyplin, CIT'2020, pp. 11–12.
- 6. Zabolotskyi A.Yu.** (2017), Model vykorystannia systemy pidtrymky e-learning dliarozvytku ikt-kompetentnosti pratsivnykiv tsestriv dystantsiinoi osvity universytetiv, Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia №5, pp. 76–81.
- 7. Kataieva Ye.Yu.** (2004), Informatsiina tekhnolohiia avtomatyzovanoho navchannia ta kontroliu znan v upravlinni uchbovym protsesom, [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Cherkasy, 18 p.
- 8. Antonyk M.S.** (2005), Informatsiina tekhnolohiia pobudovy avtomatyzovanoi systemy upravlinnia navchalnym protsesom. [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Lviv, 20 p.
- 9. Tkachenko O., Tkachenko K., Boniar M.** (2020), Ontolohichne modeliuвання protsesiv navchannia. Mizhnarodna naukova konferentsiia "IT-tekhnolohii v osviti, mystetstvi ta kulturi" pp. 109-118.
- 10. Holoshchuk R.O.** (2008), Matematychni ta prohramne zabezpechennia system dystantsiinoho merezhnevotsentrychnoho navchannia. [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Lviv, 20 p.
- 11. Stepanova Ya.M.** (2004), Matematychni modeli protsesu informatsiinoho obminu v systemakh dystantsiinoho navchannia. [avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk], Kyiv. 16 p.
- 12. Jung, I.,** Nishimura, M., & Sasao, T. (Eds.) (2016). Liberal arts education and colleges in East Asia: Possibilities and challenges in the global age, Springer. pp. 27-37.
- 13. Kravchenko Yu. V.** (2009), Kontseptsiiia strukturuvannia informatsiinoho resursu systemy dystantsiinoho navchannia, Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony. №1, pp. 6–11.
- 14. Kravchenko Yu.V.** (2015), Kontseptsiiia ratsionalnoho strukturuvannia znan u systemi dystantsiinoho navchannia, Vyshcha shkola. №4-5. pp. 76–86.
- 15. Kravchenko Y.,** Davidovitch N., Belichenko M. (2017), Information Resources Usage in Project Management Digital Learning System, Journal of Education and Learning. Published by Canadian Center of Science and Education. Vol. 6, No. 2. pp.146-154.
- 16. Bondarenko V.,** Kravchenko Y., Salkutsan, S., Tyshchenko M. (2020), Synthesis of the structure of multilevel hierarchical systems of increased survivability based on a subjective probability model, ATIT 2020 – Proceedings 2nd IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, pp. 138–142.
- 17. Kravchenko Y.,** Afanasyeva O., Tyshchenko M., Mykus S. (2021), Intellectualisation of decision support systems for computer networks: Production-logical F-inference, CEUR Workshop Proceedings, vol. 2845, pp. 117–126.