

РОЗДІЛ I

Теорія навчання

УДК 013.77:004.42; 37.013.03:004. 588(073)

М. Б. Головін – кандидат фізико-математичних наук,
доцент Волинського національного університету
імені Лесі Українки

Аналіз процесу навчання за допомогою статистичних розподілів швидкостей навчальних дій (на прикладі вивчення інформатики)

Роботу виконано у ВНУ ім. Лесі Українки

Представлено оригінальну модель навчання, яка пояснює трансформації форми експериментальних статистичних розподілів швидкостей навчальних дій появою нових синтетичних умінь та відповідних понятійних одиниць. Матеріали можна використати для автоматизації навчання, у тому числі й дистанційного.

Ключові слова: модель навчання, знання, уміння та навички, статистичні розподіли, великі групи студентів.

Головін Н. Б. Анализ процесса обучения посредством статистических распределений скоростей учебных действий (на примере изучения информатики). Представлена оригинальная модель обучения, которая объясняет трансформации формы распределений скоростей учебных действий появлением новых синтетических умений и соответствующих понятийных единиц. Материалы могут быть использованы для автоматизации обучения, в том числе дистанционного.

Ключевые слова: модель обучения, знания, умения и навыки, статистические распределения, большие группы студентов.

Golowin N. B. Analysis of the Learning Process by Using Statistical Distributions of Velocities of Educational Activities (for Example, Studying Computer Science). An original model of training that explains the transformation of forms of experimental statistical distributions of velocities of educational activities by the appearance of new synthetic skills and appropriate modes of understanding this ability units is presented. Materials may be used to automate the training, including distance training.

Key words: model of education, knowledge, abilities and skills, statistic distributions, big groups of students.

Постановка наукової проблеми та її значення. Комп'ютерна діагностика, що реалізується в процесі автоматизованого навчання, є потужним джерелом інформації щодо процесу формування знань, умінь та навичок (ЗУН). Потік студентів зі 100 осіб за два заняття може виконати більше 10 тисяч практичних завдань. Це цілком прийнятна кількість, на основі якої можуть виявитися статистичні закономірності навчальних процесів. На швидкість виконання завдань впливають різноманітні стохастичні фактори. Суб'єктів навчання розрізняють за рівнем підготовки, вони мають різні вроджені та набуті в процесі навчання здатності, у них різна мотивація до діяльності, неоднаковий поточний емоційний стан, міра стомленості. Сукупність цих факторів обумовлює різну швидкість виконання завдань окремими студентами. Варіативність здатностей до діяльності виявляється в розподілі суб'єктів навчання за часом (швидкістю) виконання завдань. Ці розподіли змінюють свою форму в процесі навчання й можуть бути цінним матеріалом для аналізу відповідних навчальних процесів.

Мета цієї роботи – дослідити психологічні пізнавальні механізми в контексті ідей когнітивної психології, на базі експериментального статистичного матеріалу, отриманого під час вивчення інформатики (студентам пропонували копіювати, переносити, створювати, перейменовувати, знищувати реальні файли в операційній системі та редагувати тексти).

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Психолого-педагогічні аспекти дослідження. Ідеологія пізнавальної (cognitive) психології, у межах якої можна формалізувати віртуальну ментальну основу мислення – когнітивну структуру, є цікавим базисом для модельних підходів до розумових процесів. Відправна точка такої ідеології – дослідження в численних течіях когнітивної психології (Ф. Бартлетт, С. Палмер, У. Найссер, Е. Рош, М. Мінський, Б. Величковський тощо [1]). Тут впроваджується магістральна думка про те, що інтелектуальна діяльність детермінується структурною організацією пізнавальної сфери. Ця ж ідея є провідною і в нашій роботі. Згідно з ідеями відомого генетичного підходу до еволюції психічних структур, жодна з них ніколи не радикально є новою, кожна є модифікацією попередньої в часі конструкції. Найбільш категоричну оцінку дає У. Найссер. Він вважає, що «ті види інформації, для яких у нас нема схем, ми просто не сприймаємо» [2].

Згідно з Ж. Ф. Ришаром, знання про діяльність мають два складники: процедурний та декларативний. Процедурні знання фіксують процес як спосіб досягнення результату. Декларативні знання містять інформацію про властивості й факти предметної області [3].

Щодо завдань на маніпуляцію файлами, то у процесі їх виконання актуалізуються такі декларативні понятійні одиниці: файл, папка, накопичувач інформації, дерево файлів, а також візуальні образи інтерфейсу файлової системи, які відповідають згаданим поняттям та відношенням між ними. Очевидно, процедурні знання мають як імпліцитний, так й експліцитний складник.

Декларативні та експліцитні процедурні знання ґрунтуються на вербальних зв'язаних конструкціях, що формалізовані у вигляді слів, та на відповідних цим словам візуальних образах. У такому контексті експліцитні процедурні знання є описом дій за допомогою слів у предметній області і виявляються в мові у вигляді дієслів: копіювати, вирізати, вставляти, відкрити, закривати, запустити в дію.

Імпліцитні процедурні знання виявляються як автоматизовані дії у процесі діяльності і реалізуються під час невербального мислення. Вони формуються за допомогою наочно-чуттєвих образів, які виникають упродовж сприйняття, що супроводжує діяльність із подолання проблеми. У нашому випадку ця діяльність концентрується навколо роботи з файлами та текстами. Ключові моменти діяльності у форматі наочно-чуттєвих образів зберігаються в пам'яті. Під час повторної аналогічної діяльності ці наочно-чуттєві образи, очевидно, відтворюються в режимі часткового передбачення результатів поточної діяльності [2]. Передбачення може будуватися і на частковому відтворенні вербальних конструкцій, що підтримують діяльність.

Можна стверджувати, що запам'ятовування опису практичної діяльності паралельно з освоєнням самої сенсо-моторної та наочно-чуттєвої діяльності на початковому етапі роботи з навчальним матеріалом підтримує та стабілізує практичні дії. Попереднє освоєння вербальних конструкцій про порядок дій може підтримати автономне швидке формування автоматизованої діяльності в подальшому навчальному процесі. Остаточне формування автоматизованих практичних дій у процесі освоєння матеріалу спричиняє суттєве звуження вербального складника діяльності і приводить до значного згортання усвідомлення деталей практичних дій.

Експериментальні дослідження. Предмет досліджень – формування знань, умінь і навичок, необхідних під час роботи з файлами та текстами. Ці дослідження проводили на заняттях з інформатики у Волинському національному університеті імені Лесі Українки. Студентам пропонували: копіювати, переносити, створювати, перейменовувати, знищувати реальні файли у файлової системі. У деяких завданнях необхідно було створювати та знищувати папки, міняти атрибути файлів, запускати прикладні програми. Велика частина завдань стосувалась редагування реальних текстових документів, а також закріплення навичок копіювання, переносу фрагментів тексту.

Оригінальна тренажерна програма, спеціально розроблена для цих досліджень, підтримувала роботу з реальними файлами в реальній файлової системі комп'ютера. Ця програма ставила завдання, копіювала файли у визначені для навчальної роботи папки, перевіряла правильність виконання завдання та знищувала непотрібні файли і папки. Процес перевірки результатів виконання завдання полягав у контролі наявності файлів та каталогів у цільових папках, перевірці атрибутів файлів, контролі тексту, що редагувався. У процесі навчання фіксували час виконання кожного завдання.

Модель пізнавальних процесів подамо на рисунку 1. Виконання завдань на початковому етапі навчання представлені у вигляді окремих елементарних дій. Ці дії позначені кружечками в основі великого трикутника. Кожна дія усвідомлюється й фіксується в короткочасній пам'яті. Тоновані трикутники всередині великого окреслюють конструкти – сукупності логічно зв'язаних дій, в полі зосередження уваги. Дії в конструкті виконуються без переключення уваги. Кружечки у вершинах тонованих трикутників k, v, S позначають синтетичні дії, що охоплюють відповідні елементарні дії в основі кожного з конструктів. Перехід від одного конструкта до другого пов'язаний із перезавантаженням короткочасної пам'яті та перенесенням уваги. Так, наприклад, під час виконання завдання на копіювання файлів через буфер обміну на початковому етапі навчання можна інтерпретувати кружечки на рисунку 1 як такі фази діяльності: 1) пересування файловою системою для знаходження папки джерела файлів; 2) відкриття папки джерела файлів; 3) відмітка потрібних файлів у цій папці; 4) копіювання файлів у буфер обміну; 5) пересування файловою системою до цільової папки; 6) відкриття цільової папки; 7) вставлення файлів із буфера обміну.

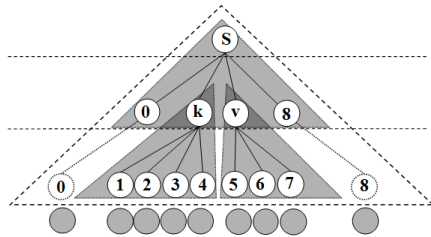


Рис. 1. Пізнавальна схема навчальних дій.

Під час копіювання або переносу фрагмента тексту в текстовому редакторі через буфер обміну можна бачити аналогічні фази: 1) пересування текстом для знаходження потрібного фрагмента; 2) встановлення курсора на початок відмітки; 3) відмітка відповідної частини тексту; 4) копіювання (або вирізування) уривка тексту в буфер обміну; 5) пересування текстом до цільового місця, тобто нового розташування фрагмента; 6) встановлення курсора на початок вставки; 7) вставлення скопійованої частини тексту в цільовому місці.

Послідовність представлених фаз можна розділити на два періоди. Впродовж першого періоду відбуваються дії 1–4 із виокремлення об'єктів копіювання (або перенесення). Для другого періоду властиві дії 5–7 зі вставлення об'єктів копіювання у спеціальне місце. Існує також деяка нульова дія, яка полягає в завантаженні програмного засобу для виконання завдання. У випадку завдання на роботу з файлами – це менеджер файлів, а у випадку редагування текстів – текстовий редактор. Існує й певна дія 8, упродовж якої програмний засіб, необхідний для виконання завдання, закривається.

На завершальному етапі навчання, після кількох правильних виконань кожного завдання, окремі його фази, що відповідають конкретним діям, зливаються. Вони великою мірою переходять у сенсорну сферу, а усвідомлюються тільки синтетичні концептуальні цільові положення. Так, дії 1–4 зливаються в синтетичну дію копіювання (k), а дії 5–7 – у дію вставлення (v). Надалі можна чекати, що весь ланцюг дій 0-k-v-8 об'єднається в синтетичній події S. Конструкти будемо називати за синтетичною дією в їх вершині.

Результатом навчальних дій є синтетичне уміння, яке виконується злито та швидко. Якісний стрибок у навчанні полягає в тому, що замість ланцюга навичок, які виконують роль фаз в умінні діяти, на завершальному етапі навчання залишиться лише синтетичне уміння.

Результати експерименту представлені розподілами кількостей виконаних завдань за часом їх виконання (рис. 2). Зрозуміло, що швидкість обернено пропорційна часу, тому чим менший час виконання, тим більша швидкість навчальних дій. Тому розподіли на рисунку 2 можна називати також і розподілами кількостей виконаних завдань за швидкістю навчальних дій. Кожний із розподілів відображає сукупну роботу всіх студентів, що брали участь в експерименті, в окремій спробі виконати пакет завдань. Так, на рисунку 2.1 показана робота за першої спроби виконати завдання, відповідно, на рисунках 2.2–2.7 представлені розподіли, що утворилися внаслідок другої–сьомої спроби. Точками показані експериментальні дані, а жирною лінією – апроксимації контурів розподілів сумою гаусових (нормальних) кривих. Самі нормальні криві представлені під контурами відповідних розподілів.

У контексті проблеми варіативного часу суть виконання завдання така. Нормальний симетричний контур розподілу часу виконання завдань формується, якщо всі фактори, які впливають на час, дають малі добавки, рівновірогідні за знаком щодо деякого середнього значення часу виконання завдань. Однак з рисунка 2 видно, що розподіли, отримані експериментально, не є симетричними. Очевидно, існує фактор або кілька факторів, що дуже впливають на час виконання завдання.

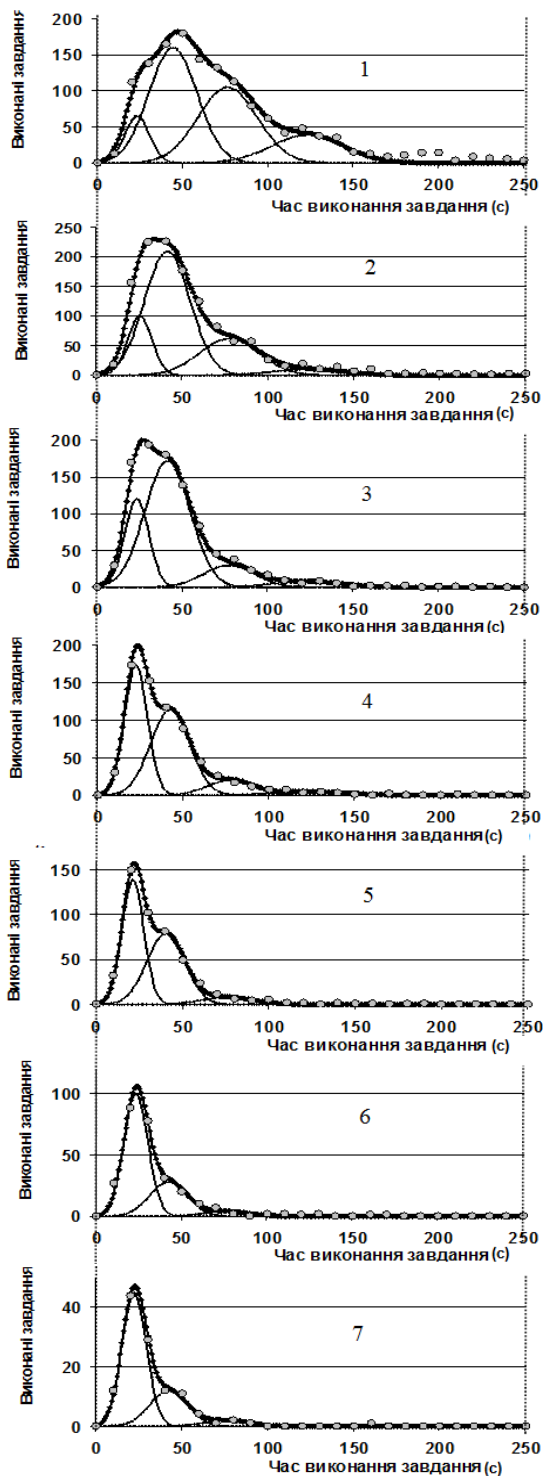


Рис. 2. Контури розподілів кількостей виконаних завдань за часом їх виконання. Число біля графіка відповідає номеру спроби

Тоді сумарний контур набув би, очевидно, форми, максимально наближеної до одиночного нормального. Усі студенти в ньому діють максимально автоматизовано. Ця тенденція простежується на рисунку 2.

Аналіз результатів експерименту. На нашу думку, основна причина несиметричної форми контурів полягає в неоднакових стартових здатностях до практичної діяльності в окремих суб'єктів навчальних дій, а також у різній динаміці формування цих здатностей у процесі навчання. Суттєво на форму контурів могла би вплинути й неоднорідність завдань за складністю та кількістю матеріалістичних дій. Однак під час формування пакету завдань цей аспект був врахований і завдання були відкалібровані. Формалізація поняття складності ґрунтувалася на роботі [4]. Завдання для тренажерної програми формувались так, щоб їх виконання вкладалося в структуру з трьох конструктів подібно до представленої на рисунку 1. Для виконання такого завдання на початковому етапі навчання необхідно концентрувати увагу по черзі на трьох конструктах. Переміщення фокусу уваги пов'язане з абстрактно-логічною діяльністю, коли відбувається перезавантаження короткочасної пам'яті. На початковому етапі навчання ці події вимагають інтелектуальних зусиль і відповідно додаткового часу.

У контексті цієї ідеології було вирішено апроксимувати розподіл чотирма гаусовими (нормальними) кривими. Нормальний контур, що знаходиться в області найтривалішого виконання завдання (четвертий зліва), відповідає ситуації, коли робота за всіма трьома конструктами (k , v , S) не є автоматизованою. Наступний, третій зліва контур відповідає ситуації, коли робота за двома конструктами не є автоматизованою, далі (другий зліва) – за одним конструктом не автоматизована. Крайній зліва контур (перший) відповідає ситуації, коли робота в межах всіх трьох конструктів автоматизована повністю.

За умови однорідності пакета завдань за складністю основною причиною відхилення форми контуру від нормальної є наявність у групі індивідуумів із різними здатностями до практичних дій. Різні рівні знань, умінь і навичок (ЗУН) у групі, що виконує завдання, очевидно, призводять до формування розподілу, що складається не з одного нормального контуру, а з кількох, зміщених у часі один щодо одного.

Із рис. 2 видно, що в групі, що виконує завдання на початковому етапі навчання, є носії всіх рівнів ЗУН. У процесі навчання відбувається перерозподіл площ під смугами контуру. Смуги тривалого виконання віддають свою площу смугі швидкісної роботи. Із моделі видно, що перерозподіл площ під смугами контуру мав би на завершальному етапі навчання привести до стану, коли весь розподіл сконцентрується в короткій смугі.

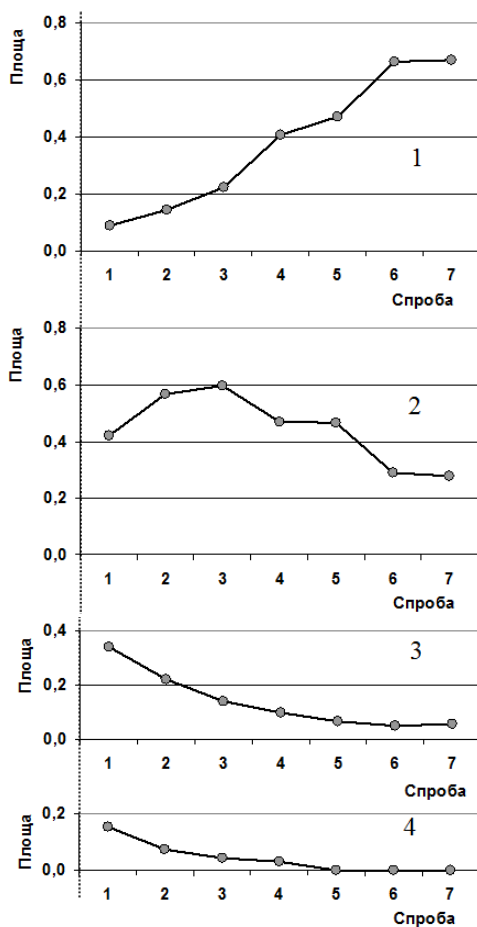


Рис. 3. Площі під нормальними складниками розподілів. Нумерація складників зліва направо

механізмів, тобто без переходів у нову понятійну якість. Динаміку зміни площі під гаусовими смугами розподілу представлено на рисунку 3. На рисунку 3.1 – динаміка зміни площі першої смуги, а на рисунках 3.2, 3.3, 3.4 зміни площі відповідають другій, третій та четвертій смугам.

Для розподілу, що відповідає початковому етапу навчання (рисунках 2.1), характерне наступне. Цей контур найширший. Смуга швидкісного виконання завдань становить в першій спробі 8 % від загальної площі, а в сьомій – 67 %. Видно, що відсоток площі під цією смугою неперервно зростає від спроби до спроби. Друга зліва смуга досить цікава, адже її площа спочатку зростає, а потім спадає. Це означає, що ця смуга є спочатку акцептором, тобто вона приймає та накопичує площу з-під інших контурів, а потім стає донором для першої смуги. Максимальна площа під другою смугою на третій спробі 60 %. Площа під третьою та четвертою смугою тільки спадає. Ці смуги є донорами.

Парадигма про перекачування смуг має реальну основу. Адже якщо результати виконання якогось із завдань пакета окремим суб'єктом навчання спочатку враховуються в четвертій смугі, то надалі виконання цього ж завдання цим же суб'єктом в наступних спробах проявиться в третій, другій і, на кінець, у першій смугі розподілу.

Висновки. Наведені статистичні дослідження дають змогу виявити найбільш загальні закономірності навчання, які проявляються тільки як консолідований, сукупний результат діяльності великої групи учнів. Цей результат не може бути отриманий за аналізу навчальних дій окремих індивідумів.

Зрозуміло, що наявність у кожному експериментальному контурі сукупності більш простих розподілів є припущенням. Огинаючи криву через експериментальні точки проводили методом апроксимації розподілу сумою гаусових кривих. У процесі підбору з'ясували важливий момент. Усі розподіли досить точно огинає крива, що формується сумою нормальних кривих. Трансформація форми розподілу в процесі навчання не приводить до значної зміни положення нормальних кривих у шкалі часу та до зміни їх дисперсії. Змінюються переважно тільки амплітуди нормальних складників розподілу.

Для аналізу механізмів навчання зіставлення амплітуд мало інформативне, адже нормальні смуги розподілу мають різну ширину. Площа під контурами може дозволити здійснити аналіз механізмів навчання. У моделі «площа» під кожним експериментальним контуром є нормованою й дорівнює одиниці. Ця площа відповідає загальній кількості виконаних завдань з усіма можливими швидкостями всіма суб'єктами навчання. Відповідно, площа під однією з нормальних смуг розподілу дає кількість виконань завдань, що відповідають окремому рівню ЗУН. Кожний нормальний складник зробить свій внесок у розподіл. Відносний вклад площі кожної смуги в загальний розподіл при цьому буде характеризувати досягнутий рівень навчальних успіхів групи. Перерозподіл площі під окремими смугами розподілу в процесі навчання, динаміка цього процесу, однозначно, об'єктивно характеризує процес навчання групи.

Дисперсія в межах окремих нормальних контурів поступово зменшується. Це означає, що прискорене виконання завдання від спроби до спроби має деяку тенденцію до вдосконалення в межах психомоторних

Математичне опрацювання статистичних розподілів та модельний підхід до аналізу результатів дає виявити дуже тонкі механізми навчання. Так, в цьому дослідженні показано, що формування синтетичних понятійних одиниць та умінь є домінантним важелем у скороченні часу виконання практичних завдань з інформатики.

Модельний підхід до розгляду складних феноменів практичного освоєння програмування як діяльності оснований на доктринах когнітивної психології, дає можливість пояснити достатньо тонкі процеси, пов'язані з формуванням понятійної бази мислення.

Література

1. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования / Холодная М. А. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.
2. Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии / Найссер У. – М. : Прогрес, 1981. – 225 с.
3. Ришар Ж. Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений / Ж. Ф. Ришар ; сокр. пер. с франц.– М. : Изд-во «Ин-т психологии РАН», 1998. – 232 с.
4. Головін М. Б. Кількість і складність розумових дій у контексті діагностики когнітивних процесів, що детермінують практику навчального програмування / М. Б. Головін // Вісн. Черкас. ун-ту. Сер. Педагогічні науки. Вип. 125. – Черкаси, 2008. – С. 34–41.

Статтю подано до редколегії
14.09.2011 р.