

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЧУТТЄВОГО СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Василь Заяць¹, Марія Заяць²

¹ Буковинський університет,
кафедра комп'ютерних систем і технологій, Чернівці, Україна

² Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж, Львів, Україна

¹ E-mail: zvmmvz01@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7150-1070

² E-mail: zajacmarija@gmail.com, ORCID: 0000-002-9015-0138

© Заяць В., Заяць М., 2023

Запропоновано системний підхід до аналізу психологічного сприйняття інформації на рівні людського інтуїтивного відчуття. Наведено найвдаліші, на думку авторів, методи та підходи до побудови інформаційних моделей чуттєвого сприйняття інформації та ідентифікації користувачів комп'ютера на основі рукомоторних реакцій. Такий системний підхід “від простого до складного, а від нього до узагальнення” дав змогу визначити особливості кожного із розглянутих методів, їх переваги та недоліки та вказати напрями доцільного використання.

Автори запропонували та реалізували метод ідентифікації користувачів комп'ютера, що ґрунтується на вимірюванні різних часових затримок під час введення інформації з клавіатури комп'ютера. З метою підвищення точності ідентифікації рекомендовано використовувати відносні тривалості пауз до натискання та після натискання клавіші до часу її утримання. Такий підхід забезпечує підвищення точності розпізнавання на 15 % та зменшує часові та ресурсні затрати на здійснення ідентифікації.

З метою автоматизації процесу ідентифікації особи, що працює за комп'ютером протягом тривалого часу, передбачено адаптацію розробленого продукту до зміни клавіатурного почерку користувача зі зміною зразка почерку.

Уточнено поняття “знак”, “образ”, “значення”, “сенс”, які відображають психологічні аспекти сприйняття інформації користувачем комп'ютера.

Ключові слова: інформація; знак; образ; модель; рукомоторні реакції; розпізнавання; ідентифікація.

Постановка проблеми

Створюючи системи розпізнавання та ідентифікації користувачів комп'ютера, що забезпечують ефективність (швидкодію та мінімальні технічні затрати) та надійність (безпомилковість), доцільно виконати порівняльний аналіз відомих методів та підходів до вирішення цієї проблеми та після комп'ютерного моделювання на тестових прикладах визначити особливості та напрями їх прикладного застосування. Очевидно, такий підхід потребує створення інформаційної математичної моделі об'єкта, що розробляється.

Під час аналізу нелінійних динамічних систем часто застосовують дискретні моделі систем [1–10], які відповідають природі предмета досліджень, а не є результатом дискретизації неперервної системи. Доцільність використання таких моделей пояснюється їх особливими характеристиками:

– простішим математичним та декларативним поданням порівняно з неперервними моделями;

- розширенням спектра режимів та появою нових, порівняно з відомими моделями та реальними об'єктами чи пристроями;
- нескінченною розмірністю, що забезпечує моделювання нових гармонічних складових у разі їх введення у вектор змінних стану, завдяки чому не змінюється розмірність системи;
- оптимізацією обчислювальних процедур під час здійснення комп'ютерних експериментів;
- пристосованістю та адаптованістю до виконання комп'ютерних експериментів;
- широким спектром прикладних застосувань, починаючи від розпізнавання та ідентифікації “свій – чужий” і завершуючи оцінкою психологічного сприйняття інформації того чи іншого користувача новітньої інформаційної технології.

Отже, дискретні за природою моделі прийнятні як для побудови реальних пристроїв, що забезпечують задані режими, так і для ідентифікації таких режимів у системах зі складною динамікою і поведінкою, зокрема, аналізу реакції конкретної особи на отриману інформацію, що дає змогу оцінити її психологічний та емоційний стан. Це дає змогу істотно підвищити ефективність роботи таких систем, отримувати нову інформацію та забезпечувати достовірну ідентифікацію.

Цілі статті

Метою статті є аналіз методів та підходів, на яких основана побудова автоматизованих інформаційно-комп'ютерних систем розпізнавання та достовірної ідентифікації користувачів комп'ютера чи будь-яких інших об'єктів на підставі чуттєвого (психологічного) сприйняття отриманої інформації. Це дасть змогу виділити найоптимальніші за точністю розпізнавання та забезпечить автоматизацію ідентифікації користувачів. В роботі також висвітлено методи та підходи до оцінювання чуттєвого, психологічного сприйняття інформації у вигляді знаків, образів, текстів та визначено особливості, напрями доцільного використання таких методів та підходів. Проаналізовано та уточнено поняття “знак”, “образ”, “значення”, “сенс”, які відображають психологічні аспекти чуттєвого сприйняття інформації користувачем комп'ютера.

Об'єкт дослідження – чуттєве і психофізіологічне сприйняття інформації користувачем.

Предмет дослідження – інформаційні моделі та засоби чуттєвого і психологічного сприйняття інформації користувачем комп'ютера та його ідентифікація.

1. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Під час створення систем розпізнавання об'єктів та процесів із метою їх достовірної ідентифікації та прийняття оптимальних рішень у реальному режимі часу найдоцільніше застосовувати системний підхід, який ґрунтується на формуванні словника первинних ознак предмета розпізнавання, встановленні їх пріоритету, створенні робочого словника ознак та виборі або розробленні та реалізації оптимальних критеріїв розпізнавання і достовірної ідентифікації досліджуваних об'єктів, режимів та процесів.

Перші роботи у галузі розпізнавання та ідентифікації в нашій країні належать А. А. Харкевичу [5, 18] – одному з фундаторів теорії інформації та сигналів. Вагомий внесок у розвиток теорії розпізнавання зробили В. М. Глушков, О. Г. Івахненко, Ю. І. Журавльов та інші. Серед праць іноземних вчених варто відзначити роботу Ф. Розенблатта, який у 1957 р. розробив машину, здатну до навчання та розпізнавання образів, яку назвав перцептроном (у перекладі з англійської “to percеrt” – сприймати). Це була найпростіша модель діяльності людського мозку. У подальший розвиток теорії розпізнавання та ідентифікації образів вагомий внесок зробили У. Гарднер, С. Ватанабе, Р. Дуда, Г. Себастьян, Дж. Ту, К. Фукунага, П. Харт [7–9] та інші.

Перші роботи з розпізнавання образів стосувалися теорії та практики побудови читальних автоматів [5, 7] (під образом розуміли знак, зображення, букву або цифру). Основним математичним апаратом для розв'язання задач розпізнавання з моменту їх виникнення і до сьогодні була і залишається теорія статистичних розв'язків [5–8].

Нині досягнення теорії статистичних розв'язків стали основою для побудови алгоритмів розпізнавання та ідентифікації, які забезпечують зарахування об'єкта до його класу на підставі експериментальних апостеріорних даних – ознак, що характеризують об'єкт, та апріорних даних, що описують класи об'єктів. Забезпечується мінімальна похибка ідентифікації. Згодом математичний апарат розширився за рахунок використання методів алгебри логіки і деяких розділів прикладної математики, теорії інформації, математичного програмування, системотехніки, теорії прийняття рішень та машинного навчання [6–10].

Незважаючи на поширеність та використання методів і алгоритмів розпізнавання та ідентифікації у прикладних галузях природознавства, зокрема, медичній та технічній діагностиці, екологічному моніторингу та захисту довкілля, соціальній інформатиці та прикладній лінгвістиці, метеорологічному прогнозуванні та геології, засобах захисту інформації та системах опрацювання текстової, графічної та мовної інформації [11], інтелектуальних системах прийняття рішень та машинному навчанні [12, 24, 28], у літературі – як вітчизняній, так і в іноземній – системний підхід до задач розпізнавання поки що не реалізується.

Очевидно, під час розроблення та реалізації будь-яких систем розпізнавання необхідний системний підхід, суть якого у тому, щоби в умовах заданих фінансових і технічних ресурсів система розпізнавання забезпечила системі прийняття рішень реалізацію потенційно можливої ефективності та досягнення функції цілі. Вибору чи створенню критеріїв розпізнавання повинна передувати процедура формування та визначення первинних ознак для процесу розпізнавання, встановлення пріоритету цих ознак та формування робочого словника ознак, які можуть бути вимірянні або розраховані. З математичного погляду побудова такої системи має забезпечити мінімальну похибку розпізнавання та достовірну ідентифікацію об'єкта розпізнавання за вибраними ознаками та критеріями прийняття рішення. З фізичного погляду така система повинна забезпечити досягнення цільової функції в умовах заданих економічних, технічних та людських ресурсів

2. Основні аспекти психологічного сприйняття інформації

2.1. Знак

Психологічну структуру інформації можна подати у вигляді триланкової ієрархії: знак – значення – сенс [25]. Послідовно розглянемо кожен елемент цієї структури.

Роль знака полягає у тому, щоб репрезентувати, замінювати яку-небудь річ, що є суттю цієї речі. Якщо уважно придивитися до поведінки людини, до умов інтелектуального і соціального життя, до сімейних відносин, до форм спілкування і поведінки, можна зауважити використання відразу декількох систем знаків. Зокрема, знаки мови, оволодіти якими необхідно для спілкування; дорожні знаки для регулювання вуличного руху; грошові знаки як показники стабільності економічного життя; знаки культові, обрядові, релігійні; знаки мистецтва в усіх їх проявах і різновидах. Навіть якщо обмежитися лише їх переліком, стає зрозумілим, що все наше життя пов'язано з множинами знаків і ми обумовлені ними настільки, що скасування будь-якої з них поставило б під загрозу рівновагу як суспільства, так і окремої людини. Знаки породжені внутрішньою необхідністю, яка відповідає вимогам нашої психологічної організації.

Цілком природно, що найважливішим, центральним поняттям, від особливостей дефініції якого залежить розуміння подальшого викладу, є поняття знака. У науці досі не встановилося однозначне, безперечне, прийнятне для усіх його визначення. Навіть у семіотиці – загальній теорії знаків немає ще недискусійного його визначення. Існує думка, що загальне поняття знака створити неможливо, і зазвичай мають на увазі ту обставину, що неможливо (на сучасному рівні наукових знань) дати задовільне формально-логічне визначення цього поняття. Не вдаючись до розгляду численних думок, висловлених у дискусіях з цього питання, зазначимо, що в найзагальнішому вигляді знак можливо визначити як засіб комунікативної взаємодії та мислення.

Найважливіша і найхарактерніша ознака знака, звичайно ж, його функція інформаційного заміщення об'єкта, який цей знак подає (об'єкти, що заміщаються, в подібних випадках зазвичай

називають денотатами). У технічному розумінні це модель об'єкта. Знак у власному сенсі слова не містить нової інформації про об'єкт, але має дуже важливу властивість “накопичувати” її, тому з часом його значення може ставати актуальнішим.

Найважливіша гносеологічна й одночасно психологічна функція знака виявляється в тому, що під час його сприйняття у свідомості спливає уявлення про денотате. Це може конкретно реалізуватися у вигляді образу об'єкта або образу того ж знака. А таке уявлення дає можливість оперувати не з реальними предметами, об'єктами, а з певною системою знаків і виробляти нові концепти, позначаючи їх новими знаками.

Кажучи про функції знака, не можна випускати з уваги тієї важливої обставини, що кожна з численних форм буття знака (і знакових систем) має ті, що більш-менш різняться від інших форм буття знака. Досить порівняти функції таких знаків, як ім'я, дорожній знак, емблема, музичний знак, знак ввічливості, щоб переконатися в істотній їх відмінності. Але головна, визначальна функція, загальна для знака як категорії – генерувати в свідомості уявлення про денотате.

У психології й частково у філософії намічається тенденція розуміти під знаком не стільки матеріальну основу, що заміщає той або інший об'єкт, скільки ідеальне психологічне відображення певного предмета, явища, процесу. Це, зокрема, зумовлено здатністю знака заміщати не тільки реальні об'єкти (предмети), але і предмети, що не володіють буттям (відьма, ефір тощо), і, що особливо важливо, – здатністю знака “переміщатися” у внутрішній план дій, тобто його перетворення на психологічну дію, з якою може безпосередньо працювати думка. Ця тенденція в описаному вигляді може видатися слабко аргументованою й односторонньою. У психологічному ракурсі вона звертає увагу на той безперечний факт, що, виконуючи операції зі знаками і знаковими системами, суб'єкт фактично має справу не зі знаком як матеріальним об'єктом, а з його психічним віддзеркаленням, тобто з певним ідеальним продуктом, гетерогенним початковому матеріальному знаку, але, мабуть, переважно ізоморфним йому. Знак стає ніби прозорим, і через нього просвічується його значення. Таку участь знаків у розумових процесах найзручніше ілюструвати на прикладах математичного мислення або взагалі мислення у сфері формалізованих дисциплін.

Порівняємо для прикладу дорожні й грошові знаки. У першому випадку знак не залежить від його матеріального носія. Він виконуватиме свої знакові функції незалежно від того, чи виготовлений він на металі, дереві, пластмасі, склі або, скажімо, проєктується за допомогою проєктора на полотно. Головне – щоб водій сприймав зображення знаку, щоб у нього в результаті сприйняття виник його образ, а цей останній генерує значення знака і тим самим вимагає дотримання відповідної поведінки.

Зовсім по-іншому з грошовими знаками. Для їх функціонування недостатньо зображення – необхідною умовою є також наявність певного матеріального носія цього зображення. Саме тому уявлення про грошові знаки як ідеальної суті для адекватної поведінки недостатньо. Уявлення про грошовий знак у кишені мало, щоб комусь позичити його, зробити покупку чи виконати інші функції.

Знак заміщає деякий предмет, об'єкт. Знак – наслідок процесу пізнання, встановлення деякого причинно-наслідкового зв'язку між предметом і його суб'єктивним заступником. Знак – це матеріальне вираження об'єкта пізнання, опосередковане образом цього об'єкта.

Звідси випливає, що знак як матеріальна основа – це продукт знака як ідеального, психічного феномену. Здебільшого цей останній – не що інше, як образ, уявлення. Саме це вказує на можливість розуміння знака як психологічної основи і дає підстави стверджувати про психологічну природу знака. Підкреслимо, що як тенденції абсолютизації образу або знака, так і їх тотожність не видаються обґрунтованими. Образ і знак – діалектично пов'язана система. З одного боку, вони різні за характером зв'язків з об'єктом, природою і функціональними можливостями, тому і не звідні один до одного; з іншого ж – взаємообумовлені й пов'язані один з одним. І образ, і знак часто є моделлю певного фрагмента реальності (зокрема і суб'єктивною, психологічною). Поза сумнівом, звичайно, що образи первинні стосовно знаків. Але безперечно і те, що останні володіють певною самостійністю і мають певні особливості, не притаманні образам.

Надалі під знаком розумітимемо матеріальний об'єкт (явище, властивість, дію тощо), що відрізняється від об'єкта, ним позначеного, що виступає в процесі пізнання і спілкування людей і інформаційно заміщає деякий предмет або сукупність предметів, їх властивості або відносини, який використовують для отримання, кодування, зберігання, опрацювання, використання, перетворення і передавання повідомлення або компонентів повідомлень.

Модальна спрямованість знаків не обмежується їх зоровою або слуховою адресністю. Природа знака, його "матеріальне тіло" може сприйматися будь-якими відчуттями, притаманними людині, наприклад, тактильними, больовими, смаковими, нюховими тощо. Щоправда, виникає небезпека змішування двох загалом різних понять – "знак" і "ознака". Найчіткіше ця відмінність виявляється у медичній практиці, різноманітних патологіях, де ознаки (симптоми) не конвенціональні, а закономірно зв'язані й мають причинно-наслідковий зв'язок з тими процесами або станами, які вони відображають.

2.2. Значення знаку. Перш ніж перейти до питання про значення знака, звернемо увагу на те, що труднощі ізольованого вивчення його природи (втім, як і значення) привели останнім часом до появи двох тенденцій: до прагнення розкрити природу знака через вивчення природи значень і зворотної тенденції – розкрити природу значення через вивчення природи знака. Хоча ці тенденції і здатні полегшити вивчення природи деяких конкретних видів знаків і значень, вони все ж не можуть дати задовільних результатів у вивченні їх як категорій. Ілюстрацією може слугувати той сумний факт, що досі остаточно не встановлені навіть такі фундаментальні характеристики знака і значення, як матеріальність або ідеальність.

Вихід із такого скрутного становища – на шляху комплексного, системного вивчення природи знака і значення як суті взаємообумовленої та взаємно визначеної. Такий підхід є найадекватнішим засобом і для вирішення питання про зв'язок знака і значення. Останніми роками його вирішують у зарубіжній літературі переважно саме так. Знак і значення зв'язані відношенням відгуку, тобто зі знаком постійно зіставляється деякий психологічний зміст, що є віддзеркаленням того або іншого фрагмента об'єктивної або суб'єктивної реальності. Але не можна забувати, що значення може позначатися особливим знаком, наприклад, образом певного типу – емоцією. Такий підхід виправданий, якщо полегшує роботу розумових механізмів людини. Ясно, що в подібних випадках ми маємо справу з ідеальною формою буття знака, і тому видається односторонньою позиція дослідників, що розглядають його як виключно матеріальну суть. Як наслідок, дії в мисленнєвих процесах не дають достатніх підстав вважати, нібито думка "не є чимось суто ідеальним". Відомі й протилежні думки.

Знак і значення тісно взаємозв'язані. Не існує знака, який не мав би значення. Це видається абсолютно очевидним. Що ж до характеру цього зв'язку, то серед безлічі переконань найцікавіша для нас наочна, образна й експресивно-емоційна теорія значень, тобто групи, що концентруються навколо понять "предмет", "образ", "емоція".

Насправді значення виникає не з факту наявності предмета (денотата). Самі по собі предмети і знаки як ізольована суть не можуть породити значення. Для його виникнення необхідний інтерпретатор, тобто суб'єкт, що користується ним (адже знак є знаком тільки для тих, хто ним користується) і може встановити зв'язок, виявити співвідношення між знаком і предметом. Сильною стороною наочної теорії значення потрібно визнати те, що вона звертає увагу на нерозривний зв'язок між знаком і реальністю, яку він позначає, і констатує визначальну роль денотата у формуванні значення.

Для образної теорії [8] значення реальна небезпека допущення методологічної помилки: ототожнення значення слів із поняттям, що приводить до ототожнення лексико-семантичної системи мови з понятійною системою науки, тобто до ототожнення слова і поняття, мови і мислення. Значення становить не ідеальний образ сам по собі, а відношення знака до узагальненого віддзеркалення предмета. Але, поза сумнівом, значення фіксується знаком.

Під експресивним (емоційним) значенням знака розуміють вираження з його допомогою (у разі його використання в певному контексті й у певній ситуації) емоції, відчуття, смаку, оцінки, бажання людини, що вживає цей знак. Тут найяскравіше реалізується прагматичний рівень семіотики.

Принципова відмінність знаків природної мови від всіх інших знаків полягає у тому, що мова людини є певною мірою матеріальним втіленням мислення, тому виконує насамперед пізнавальну і культурно-історичну функції. У знаків ж математичної та іншої наукової “символіки”, навпаки, мінімальні можливості передавання емоційних значень.

Експресивне значення знака дає додаткову самостійну інформацію, що часто змінює сенс всього вислову. І більше, часто-густо з'ясування саме експресивного значення дає можливість учасникові комунікації правильно зрозуміти адресоване йому повідомлення. Нерідко експресивне значення знака несе основну в контексті повідомлення інформацію. Наприклад, предмети слів “дуб”, “капелюх”, “яструб”, залежно від контексту і специфічних засобів вираження експресивного значення, будуть цілком різні.

Психологічно структура значення – міцно зв'язаний конгломерат вторинних образів, емоцій і проverbsіальних утворень. Існує погляд на значення, за термінологією А. А. Потебні, як на відображення внутрішньої сторони знака або слова певної природної мови. Зовнішня ж сторона знака – звукові, графічні й подібні комплекси – це власне знаки, що означають ту психічну реальність, яку вище названо значеннями. Є достатньо підстав вважати, що значення беруть безпосередню участь у формуванні думки і, з іншого боку, самі ж формуються в процесі мислення. Знаки ж, і насамперед слова, – незамінний комунікативний засіб, шифри думки, що забезпечують процеси спілкування. Знаки можуть також слугувати своєрідними опорами для самої думки. Але в цьому останньому випадку вони не обов'язково повинні набувати форму соціально нормованих знаків, що вживаються у комунікативних процесах. Вони можуть бути (і найчастіше бувають) скороченими, зредукованими й індивідуалізованими, інтимно-особовими, “зрозумілими” лише конкретній мислячій особі.

У логіці поняття значення і сенсу практично ототожнено. Тут значення є сенсом знакового зображення, що формується в результаті встановлення певних співвідношень між знаками, віднесення певного знака до предмета.

У логічній семантиці розрізняють два головні види значень – екстенціональне (у нашій термінології це щось близьке до вказівки на денотате) та інтенціональне. Це останнє значення фактично розуміють як сенс вислову на деякій природній або штучній мові.

У лінгвістиці, що об'єднує у наш час безліч теорій, течій, напрямів, значення переважно розглядається як смисловий зміст того або іншого фрагмента природної мови. Винятком, мабуть, є так звана психологічна течія, в межах якої достатньо безумовно розрізняють значення і сенс.

У філософській літературі простежується тенденція поширення поняття значення не тільки на знаки і знакові системи, але і на реальні речі. У цьому останньому випадку значення визначається тією конкретною функцією (або функціями), яку річ виконує у суспільній практиці. Разом з очевидними слабкостями, не можна не помітити і сильних сторін такої позиції. Її слід розуміти так, що значення формується поза мовою (не мова створює значення), а коли воно більш-менш закінчене, то отримує вербальний знак, зокрема для цілей комунікації. Але тут виникає запитання: де ж і за яких обставин формується значення. Існуючи в реальному світі, людина в ході діяльності так чи інакше взаємодіє із предметами, іншими людьми, тваринним і рослинним світом, спостерігає або спонукає певні процеси, явища і стани. В ході цієї взаємодії виникають певні образи, рецепти, формується ставлення до оточення, із яким взаємодіють або яке спостерігають, що зазвичай набуває форми емоційної оцінки, з'являються усвідомлені зв'язки між предметами, явищами і процесами. Ці психічні утворення, зумовлені активним діяльним ставленням до тієї або іншої речі, відображені “в голові” й віднесені до цієї речі, і є значеннями. Вони фактично і є найголовнішими чинниками у вищих пізнавальних процесах людини. Для зручності комунікації та мислення (особливо понятійного, абстрактно-логічного) сформовані значення особа позначає тим або іншим знаком (переважно вербальним).

Але не варто випускати з уваги тієї вирішальної обставини, що людина переважній більшості своїх знань зобов'язана попереднім поколінням людей. Ці знання зафіксовані у формі тих або інших знакових систем (переважно природної мови). Пізнання навколишнього світу для кожного з нас починається ще в дитинстві й завжди опосередковане знаками та їх значеннями.

Зрозуміло, в деяких випадках можливе формування значень безпосередньою практичною або пізнавальною взаємодією із предметами. Такі ситуації свідчать про первинність філогенезу значень щодо знаків. Дослідження із дитячої психології дають підстави вважати, що деяку частину знань на їх початкових рівнях дитина засвоює у напрямі від значення до знаків. Ці факти мають надзвичайно цікаві й важливі наслідки для загальної психологічної теорії.

Кількість знань, які здобув той чи інший індивід, неймовірно мала порівняно з почерпнутим з книг (взагалі письмових джерел), предметів матеріальної та духовної культури, з міжособових комунікацій, різних форм навчання тощо. Цим-то і визначається роль і значущість з'ясування значення вербального знака. Насправді знання значень таких знаків – перша необхідна умова розуміння мовної комунікації. Зрозуміло також, що в цих умовах значення ніби міститься в самому вербальному знаку, воно закодоване цим знаком, який одночасно виконує і функції носія значення.

Інакше кажучи, в комунікативній ситуації, в ситуації спілкування (яку вважають невід'ємною ознакою людини як суспільної істоти) найголовніша початкова функція – “добування” значень, розкодовування вербальних знаків, яке здійснює людина. Підкреслимо ще раз ту, загалом тривіальну, думку, що комунікація безпосередньо – не що інше, як обмін значеннями.

Проблема, отже, полягає у з'ясуванні гносеологічної та психологічної природи значення, механізмів і процесів інтерпретації знака людиною, внаслідок чого в її свідомості актуалізується значення знака. Причому визначення природи значення повинно не бути частковим, таким, що стосується якого-небудь одного виду знаків (наприклад, природи значення вербальних знаків), а охоплювати всі відомі види знаків, знака як феномену. Це означає, що вирішення проблеми повинно збагатити нас знаннями і про природу значення таких знаків і знакових систем, як формули, таблиці, графіки, діаграми, гістограми, а також довгої низки піктографічних знакових систем.

Оскільки значення з часу виникнення вербальних знаків, особливо виникнення писемності, складання різноманітних словників, набуло об'єктивної фіксованості, доцільно розглядати його як об'єктивно дане, не забуваючи водночас про індивідуальне, “психологічне буття”. Інакше кажучи, значення є подвійною субстанцією: психологічне сприйняття знака (визначається рівнем освіти, родом занять, фізіологічним і психічним станом особи тощо) і його об'єктивне існування на будь-якому матеріальному носіїві, що є в деякому розумінні збіднений, позбавлений частини образності й експресивності інваріантом індивідуальних значень того ж фрагмента дійсності, позначеного певним знаком.

Саме таке формулювання питання дає змогу з'ясувати принципову можливість достатньо однозначного розуміння різними індивідами різноманітних текстів, наприклад законів, розпоряджень, тобто документів, де це абсолютно необхідно. Навіть у психологічних експериментах і в педагогічній практиці, пропонуючи випробовуваному прочитати деякий текст і передати його зміст “своїми словами”, ми не могли б визначити правильність відповідей, якби не спиралися передусім на об'єктивно фіксоване, лексичне значення слів (і їх об'єднань в пропозиції та великі відрізки тексту, в яких можна уловити надзвичайно важливу якість висловів – сенс).

Поняття значення і сенсу настільки тісно зв'язані між собою (хоча й принципова різниця), що їх ізольований розгляд навіть у параграфах, розміщених поряд, є штучним, ми розглядаємо їх так лише на основі системного підходу до розуміння викладеного матеріалу.

2.3. Сенс та сенсорне сприйняття знаків, образів, текстів

Отже, поняття знака і значення в сучасній науці ще недостатньо усталені. Немає загальноприйнятого визначення. Тим більше не можна зарахувати до розряду точно визначених поняття сенсу.

Недостатня розробленість проблеми сенсу – фундаментальної характеристики будь-якого повідомлення негативно позначається на багатьох психологічних, лінгвістичних, педагогічних, кібернетичних і навіть прикладних напрямках вивчення комунікативних процесів. Найчастіше сенс знака ототожнюють з його значенням, а значення – із денотатом (об'єктом, що вивчається). Деякі дослідники ототожнюють сенс із поняттям у логічному розумінні останнього. Такі погляди цілком аргументовано критикував ще німецький логік Р. Фреге, який достатньо чітко розрізняв поняття сенсу і значення. Доволі часто під сенсом розуміють думку, що висловлена. Підкреслимо, що практика інтерпретації одного складного поняття іншим є не менш складною і не сприяє кращому розумінню визначуваного поняття.

Розуміння сенсу знака припускає ознайомлення з мовою, елементом якої є цей знак. Для людини, що володіє тією або іншою природною мовою, мовні знаки мають сенс незалежно від того, чи є у них в тій або іншій конкретній ситуації наочне значення, чи ні (наприклад, такі слова, як “лісовик”, “русалка”, “вічний двигун”). Мабуть, цю обставину мав на увазі логік Альфонсо Чьорч, якого вважають родоначальником функціонального програмування [26], найкраще пристосованого до лінгвістичних маніпуляцій та опрацювання великих обсягів даних. Вчений розуміє під сенсом те, що “буває засвоєно, коли зрозуміло ім'я, оскільки можливо розуміти сенс імені, нічого не знаючи про його денотате, крім того, що він визначається цим сенсом”.

А. Чьорч пояснює цитовану думку: “Ми говоритимемо, що ім'я позначає або називає свій денотате і виражає його сенс...”. Про сенс ми говоримо, що він визначає денотате, оскільки є основою цього денотате. У одній або різних мовах різні імена можуть бути синонімами і виражати один і той самий сенс або концепт. З іншого боку, ім'я в різних мовах або навіть в одній мові (омоніми) може виражати різний сенс. Насправді, порівнявши омонімічне слово “ключ” у таких контекстах: “дверний ключ”, “ключ води”, “скрипковий ключ”, “журавлиний ключ” – бачимо, що сенс його як, і значення явно різні. Серед вітчизняних логіків також немає єдиної думки про сенс знака. Найчастіше сенс розглядається як якесь “сміслові значення” знака – разом з наочним і експресивним. Причому під смисловим значенням розуміють наочний або уявний образ предмета.

Під сенсом розуміють мислимий зміст вислову безвідносно до формальних способів його виразу: сенс це зміст, який слово отримує в конкретному контексті вживання, в конкретній мовній ситуації (ситуації спілкування). Остання, названа також контекстом ситуації, протиставляється лінгвістичному контексту, безпосередньому мовному оточенню слова, яке у багатьох випадках не виконує достатньо певної диференціальної функції.

Якщо значення – порівняно постійний, порівняно об'єктивний і порівняно єдиний компонент для усіх членів колективу, то сенс – постійно змінна річ, оскільки він є результатом застосування значення до об'єкта (денотате). Кількість значень слова обмежена для кожного окремого етапу розвитку мови (наприклад, можливостями людської пам'яті), а кількість сенсів практично безмежна.

Існує інший підхід до визначення сенсу, що полягає у пропозиції дихотомії: 1) актуальна мова безпосередньо пов'язана з актуальною ситуацією, з плином часу, динамічними змінами; 2) інактуальна мова позбавлена зв'язку з ситуацією. Значення – семантична категорія неактуальної, а сенс – актуальної мови. Значення – один із компонентів актуального сенсу в пізнавальній та комунікативній діяльності людей. Поняття “знак” розглядається як те окреме, усвідомлене людиною, що вже вичленовано в процесі суспільної практики, тобто неактуальне. Натомість “сенс” – те ціле, відбите об'єктом у мозку суб'єкта, ним самим впорядковане і зафіксоване за допомогою засобів інактуальної мови. Сенс – вища, визначальна категорія мови. Проблема вибору як відправного пункту дослідження однієї з функцій мови – пізнавальної (понятійної, символізувальної) або комунікативної (мови спілкування) дуже важлива. Якщо віддати перевагу першій функції, то понятійне мислення перетворюється на самостійний факт, який неможливо пояснити. Крім того, в цьому випадку відкриття комунікативної функції доведеться визнати лише щасливою випадковістю. Тому саме комунікативна функція повинна стати початковим пунктом психологічного аналізу.

Сенс висловів якось зіставляється з ситуацією, у якій вони вимовлені, з їх контекстом. Це зумовлено тим, що людська мова – не тільки засіб фіксації розумового (когнітивного) словосполучення. Залежно від сполучуваності та конкретного контексту словосполучення можуть звільнятися від жорстких семантичних кайданів, які накладає на них значення, і набувати нових, незвичайних нюансів, забарвлюючи вислів у нові смислові відтінки.

Відомі соціологічні підходи до вирішення проблеми значення і сенсу. У сучасному суспільстві людина здатна засвоїти тільки частину знання – ту, яка безпосередньо пов'язана з її функціями (ролями) в суспільстві. Ця передумова дає підстави стверджувати, що процес засвоєння і ступінь оволодіння значеннями, детермінованими соціальними функціями особи, можна описати в термінах рольової моделі особи. Звідси логічно випливає розрізнення значень, якими володіє все суспільство, і рольове (або групове) значення – фрагмент значення, який засвоїв носій певної ролі й засвоєння якого побічно інспіроване соціальною групою. Сенс, з цього погляду, реально існує тільки у формі рольового сенсу і є реалізацією значення слова в конкретних мовних діях.

Неважко помітити, що кожна з розглянутих позицій все ж не розкриває суть сенсу. Хоча поза сумнівом, що кожна з них фіксує якийсь важливий аспект цієї суті: немає безглузких визначень сенсу. Це, звичайно, не означає можливості, ґрунтуючись на розглянутих визначеннях, побудувати адитивну концепцію сенсу.

Багато дослідників, займаючись проблемою співвідношення між значенням і сенсом, розглядали значення як загальне, абстраговане поняття про певний вид предметів або явищ, тоді як сенс – це супутнє значення, це аспект, в якому ми бачимо певний предмет або явище за якою-небудь притаманною їм ознакою.

Зважаючи на це, не виключено, що за подібністю інтерпретації значення слова різні експериментатори насправді бачили нюанси цього значення, що зовсім не збігалися між собою. Ці нюанси могли помітно вплинути на розуміння пропозицій і всього тексту. Останнє повною мірою стосується і складнішого випадку – перевірки розуміння тексту, коли йдеться про сенс тексту і експертові потрібно оцінити ступінь смислової адекватності первинного тексту, запропонованого випробовуваним для розуміння, і вторинного, який містить продукт цього розуміння. Іноді перевірка розуміння початкового вислову виконується в певній послідовності наочних дій, наприклад, складання – розбирання якого-небудь механізму чи пристрою. Такі послідовні втілення сенсу дещо видозмінюються: після першої трансформації спрямованість внутрішнього плану дій зосереджується переважно на образному компоненті, з'являються перші, ще смутні уявлення про майбутні реальні дії, які постійно і послідовно зв'язують з їх можливими майбутніми результатами і їх відповідністю необхідним результатам. Інакше кажучи, відбувається формування акцептора дії. І лише після формування останнього здійснюються реальні наочні дії, відбувається приймання зворотної інформації, що забезпечує корекцію цільової функції.

Звідси ж можна вивести деякі риси природи сенсу. Це насамперед структура зв'язків елементів (значень), що об'єднуються у деяку цілісність. Це певне бачення якісних особливостей і ієрархії цих значень. Це з'ясування відношення між значеннями. Отже, сенс – це максимально зредукована, стисла схема, що охоплює значення, зв'язки і відношення між ними. За походженням сенс – продукт процесу розуміння і є інтимно-психологічною, особовою формою, однією з форм знання.

Розглядаючи сенс в аспекті його складових елементів, можна углядіти його структурну схожість зі значеннями. І це аніскільки не несподівано – психологічно структура значень складається зі своєрідного сплаву образів, емоційних і вербальних утворень. Оскільки співвідношення цих складових у значенні може змінюватися у широких межах, кожне з них може превалювати, а отже, додаючи значенню загалом відповідну якість, матимемо значення переважно емоційне, образне або провербальне. З огляду на те, що значення фактично є тією цеглою, з якої побудована будівля сенсу, структура сенсу і його якість визначається якістю складових значення. Якщо в структурі сенсу превалюють образні значення, є підстава говорити про переважно образний сенс. Отже, кажучи конкретно, структуру сенсу утворюють образні, емоційні та провербальні компоненти перетворених, ущільнених значень. Окрім названих трьох складових, “питома вага” кожної з яких може

істотно різнитися (залежно як від об'єкта, так і від суб'єкта розуміння, продуктом якого є сенс), констатувальну функцію виконує схема відношень і зв'язків між значеннями у межах смислового утворення.

Отже, сенс – це інтимно-психологічні, інтимно-особові утворення, ідеальний продукт функціонування людського мозку. Природно, що нам ніяк не вдасться видобути з мозку сенс, думку як таку, та ще і просторово перемістити, передати, ніби укласти її в голову іншого індивіда. Найстрогіший науковий аналіз не виявить сенсу або думки ні в тексті, ні в усній мові, ні в кресленні, ні в музиці. Він виявить лише те, що там насправді є: звукову послідовність, що характеризується певними значеннями частоти, довжини хвилі, інтенсивності або систему графічних побудов, організованих за деякими правилами. У жодній з форм передавання семантичної інформації немає і бути не може того, що ми називаємо думкою. Отже, мова, текст, креслення, формули – це зовсім не думки, які можна передати іншому. Це коди, шифри, що частково відображають думку і призначені (завдяки спільності значень) для генерування власних подібних думок і уявлень.

Роль знака полягає в тому, щоб репрезентувати, заміщати яку-небудь річ, відображаючи суть цієї речі для свідомості. Всяке більш-менш точне визначення, яке, зокрема, розмежовувало б декілька різновидів знаків, припускає з'ясування основоположного принципу науки про знаки, семіотики, і попередню роботу в цьому напрямі. Досить з деякою увагою придивитися до нашої поведінки, до умов інтелектуального і соціального життя, до сімейних і споріднених відносин і до зв'язків у сфері виробництва й обміну, щоб побачити, що в кожен момент ми використовуємо відразу декілька систем знаків: передусім знаки мови, оволодіння якими починається з першими кроками свідомого життя; знаки писемності; вдячності, знаки ввічливості, знаки спілкування у всіх їх різновидах та ієрархічних зв'язках; знаки, які регулюють рух транспортних засобів; “зовнішні знаки”, які вказують на суспільне становище людини; “грошові знаки”, мірила і показники економічного життя; знаки культові, обрядові, релігійні; знаки мистецтва в їх різновидах (музика, театр, образотворче мистецтво). Коротше кажучи, навіть якщо обмежитися суто емпіричним переліком, зрозуміло, що все наше життя поміщене в мережі знаків і ми обумовлені ними настільки, що не можна було б скасувати жодну з них без того, щоб не поставити під загрозу рівновагу і суспільства, й окремої людини. Знаки породжуються і множаться через внутрішню необхідність, яка відповідає також і вимогам нашої психологічної організації.

Найважливіша і найхарактерніша ознака знака, звичайно ж, його функція інформаційного заміщення об'єкта, оскільки цей знак подає об'єкти, що заміщаються. У таких випадках зазвичай його називають денотате. Знак у власному сенсі слова не містить нової інформації про об'єкт, але має дуже важливу властивість “накопичувати” її, тому з часом його значення може ставати багатшим. Власне знак лише актуалізує в пам'яті реципієнта знання, що зберігаються там і позначені як денотате. Знак і значення найтісніше зв'язані між собою. Не існує знака, який не мав би значення. Це видається абсолютно очевидним. Що ж до виду цього зв'язку, то серед безлічі переконань найцікавіші для нас наочна, образна та експресивно-емоційна теорії значень, тобто групи, що концентруються навколо понять “предмет”, “образ”, “емоція”. Найчастіше сенс знака ототожнюють із його значенням, а значення – з денотате (об'єктом, що позначається). Такі погляди цілком аргументовано критикував ще німецький логік Р. Фреге. Він достатньо чітко розрізняв поняття сенсу і значення. Ці поняття відіграють важливу роль у розробленні прикладних систем ідентифікації користувачів комп'ютера, побудова яких ґрунтується на індивідуальній психологічній реакції особи на інформацію, що вводиться [25].

3. Порівняльна характеристика методів ідентифікації користувача комп'ютера на основі дискретних інформативних ознак

3.1. Методи ідентифікації користувача комп'ютера за клавіатурним почерком

Сутність розроблення методу розпізнавання та ідентифікації користувача полягає у тому, щоби забезпечити процедуру розпізнавання та ідентифікації конкретного користувача, який працює за клавіатурою комп'ютера. Деякі часткові результати щодо створення такої системи подано в роботах [5, 7, 17–23, 25, 27].

Для організації розпізнавання користувача в пам'ять комп'ютера необхідно ввести зразок почерку кожного із об'єктів розпізнавання. За відсутності такого зразка об'єкт не підлягає розпізнаванню або створюють новий образ чи клас образів, задаючи зразок почерку (такий підхід можна використати для забезпечення санкціонованого доступу до ресурсів комп'ютера). Паралельно під час створення зразка почерку користувача за його рукомоторикою (швидкістю введення тексту) формують інформаційну модель об'єкта, визначаючи функції розподілу часових затримок під час введення інформації в комп'ютер та часові паузи між утриманнями клавіш. Як первинні ознаки про об'єкт використано різні часові затримки під час роботи об'єкта з клавіатурою комп'ютера. Встановити пріоритет кожної із первинних ознак можна експериментально, що запропоновано в роботі [10]. Під час ідентифікації об'єкта знову реалізуємо процедуру вибору або розроблення критеріїв прийняття рішення і на підставі цих критеріїв [14] і приймаємо рішення про зарахування об'єкта до певного класу. У випадку прийняття неоднозначного рішення можна застосувати функції відстані (детермінований підхід) і однозначно вибрати клас (з найменшим середньоквадратичним відхиленням ознак від зразка). Зазначимо, що різні інформаційні ознаки можуть мати різний пріоритет, який також можна встановити експериментально. З метою підвищення ефективності системи доцільно відсікати недетерміновані рухи руки особи за допомогою попередньої фільтрації інформації, що вводить користувач у режимі реального часу, створюючи тим самим неперервні набори символів для визначення усереднених рукомоторних характеристик користувача.

У роботах [4, 7, 10] сформульовано і проаналізовано 18 кількісних характеристик, які містять первинну інформацію про користувача комп'ютера. Наведемо лише найінформативніші кількісні характеристики, пріоритет яких встановлено під час комп'ютерних експериментів для 208 користувачів. У результаті для розроблення системи розпізнавання та ідентифікації особи та формування інформаційної моделі за її рукомоторними реакціями вибрано такі характеристики:

1) приведена величина девіацій утримання клавіші – розподіл відносних відхилень тривалості утримання натиснутою цієї клавіші до середньої тривалості утримання клавіші у цій неперервній послідовності

$$DevU(i) = \frac{t^u(i) - t_{cp}^u(i)}{t_{cp}^u(i)}, \quad (1)$$

де $t^u(i)$ – тривалість утримання i -ї клавіші, $t_{cp}^u(i)$ – середня тривалість утримання i -ї клавіші у вибраній послідовності набраного тексту;

2) приведена величина девіацій паузи перед утриманням клавіші – розподіл відносних відхилень паузи перед цією клавішею до середнього значення паузи перед всіма клавішами у цій послідовності введених символів:

$$DevP(i) = \frac{t^p(i) - t_{cp}^p(i)}{t_{cp}^p(i)}, \quad (2)$$

де $t^p(i)$ – тривалість паузи перед i -ю клавішею, $t_{cp}^p(i)$ – середня тривалість паузи перед утриманням клавіш у послідовності набраного тексту;

3) приведена величина девіацій паузи після утримання клавіші – аналогічна характеристиці (2):

$$DevD(i) = \frac{t^d(i) - t_{cp}^d(i)}{t_{cp}^d(i)}, \quad (3)$$

де $t^d(i)$ – тривалість паузи після утримання i -ї клавіші, $t_{cp}^d(i)$ – середня тривалість паузи після утримання клавіш у послідовності набраного тексту.

Наведені характеристики (1)–(3) найінформативніші й подані за зменшенням їх пріоритету, що підтверджено численними комп'ютерними експериментами. Створюючи систему розпізнавання, враховували ще чотири характеристики, які також подаємо за зниженням пріоритету:

1) відношення тривалості паузи перед натисканням клавіші до тривалості утримання клавіші в заданій послідовності літер;

2) відношення тривалості паузи перед натисканням клавіші до величини паузи після натискання клавіші в заданій послідовності літер;

3) відношення тривалості паузи після клавіші до тривалості утримання клавіші в заданій послідовності літер;

4) розподіл частот використання клавіш зміни регістра.

На основі поставлених комп'ютерних експериментів із розпізнавання з першими шістьма характеристиками досліджено помилки другого роду. Окремі гіпотези система перевіряла за критерієм Стюдента [10] з рівнем значущості $\alpha = 0.05$. Одержано ймовірності помилок другого роду 13 %, 20 %, 25 %, 27 %, 32 %, 78 %. Отримано ймовірності помилок для невеликої вибірки із метою ідентифікації (104 експерименти). Для великої групи користувачів ймовірності помилок можуть дещо відрізнятись від наведених.

Під час тестування розробленої системи на досліджуваних об'єктах було допущено лише чотири помилки на 208 розпізнавань (запропоновано два схожі на об'єкт класи, один серед яких був правильний).

У зв'язку із підвищенням вимог до безпеки доступу до ресурсу конкретної інформаційної системи набули розвитку методи, які ґрунтуються на біометричній ідентифікації та розпізнаванні користувачів комп'ютера. Одну із перших робіт із розпізнавання користувачів комп'ютера виконано в 1988 р. [13]. У цій роботі досліджували роботу семи друкарок, які набирали той самий текст у різний час, а після цього здійснювали оцінку математичних сподівань та дисперсій для двох статистичних вибірок. Ці перші результати були цікавими, але непридатними для практичного використання через обмеженість обсягу тексту та малу кількість учасників експерименту.

У роботі [14] запропоновано підхід до розпізнавання на основі клавіатурного почерку, який ґрунтується на аналізі функції густини розподілу ймовірностей випадкових величин. У цьому підході приймали гіпотезу про розподіл результатів спостереження за законом Коші. Сумарну оцінку порівнювали із допустимим значенням для підтвердження або відхилення результату спостереження. Недолік цього підходу в тому, що розглядають лише дві характеристики і для отримання якісного результату розпізнавання необхідно створювати великий обсяг даних для кожного користувача (50 статистичних вибірок).

У роботі [15] запропоновано підхід, який ґрунтується на використанні штучних нейронних мереж (ШНМ). На першому етапі відбувається формування даних для здійснення навчання. Другий етап реалізує процедуру формування біометричних характеристик користувача. На третьому етапі виконують тестування результатів нових спостережень. Великий недолік такого підходу в тому, що потрібні значні часові затрати для процедури навчання ШНМ, для якої використовують мережу Кохенена.

У роботі [16] запропоновано комбінований метод розпізнавання користувачів комп'ютера, який ґрунтується на використанні трьох підходів:

1) аналіз математичного очікування і дисперсії між часовими інтервалами утримання клавіш;

2) класифікація часових характеристик;

3) аналіз зміни ритму під час набору тексту.

Застосування комбінації цих методів із використанням різних операторів для їх об'єднання дало змогу зменшити коефіцієнт похибки розпізнавання більш ніж удвічі під час досліджень на 15 користувачах упродовж шести місяців. Зауважимо, що для деяких користувачів такого покращення не спостерігалось, порівняно із використанням окремих методів. Очевидно, що виникає потреба у

встановленні вагових коефіцієнтів для кожного із методів, пов'язана з особливостями введення тексту конкретним користувачем.

3.2. Напрями модифікації та застосування дискретних моделей інформаційних систем для аналізу поведінки складних об'єктів

Виконавши порівняльний аналіз підходів до побудови систем розпізнавання та ідентифікації користувачів комп'ютера, можна побудувати інформаційну модель користувача, зберігаючи зразки його почерку протягом тривалого часу. Наявність такої моделі не лише забезпечує санкціонований доступ до ресурсів комп'ютера. Характерні зміни почерку протягом робочого часу дають змогу робити висновки про психофізіологічний стан користувача та його придатність до виконання роботи.

Розроблений метод формування первинних інформаційних ознак на основі використання дискретних моделей, що зв'язують тривалості пауз до і після утримання клавіші комп'ютера з часом утримання клавіші під час введення інформації з клавіатури комп'ютера зовсім не враховує змісту і смислового навантаження тексту, який вводить користувач. Врахування цього факту та особливостей змін почерку дасть змогу робити висновки про інтелектуальний рівень та, певною мірою, рівень знань користувача.

Отже, розроблену систему з деякими модифікаціями з успіхом можна використовувати як для здійснення процедури розпізнавання та ідентифікації користувача, так і визначення психофізичного стану користувачів за клавіатурним почерком, а також для захисту інформаційних ресурсів комп'ютера від несанкціонованого доступу.

Порівняно із відомими системами захисту інформації [17, 18] надійність її роботи підвищена, що забезпечено достовірним розпізнаванням (похибка не перевищує 5 %) та ідентифікацією користувача комп'ютерної техніки (похибка не перевищує 2 %). Загалом максимальна похибка розпізнавання та ідентифікації – не більше ніж 10 %. У цій системі захисту інформації передбачено її пристосування до змін почерку зареєстрованих користувачів системи за допомогою систематичного оновлення зразків їх почерку за умови зменшення часових затрат на створення зразка. За незначної модифікації системи для зареєстрованих користувачів не потрібно кожен раз вводити зразок тексту для розпізнавання, що усуває додаткові часові затрати на здійснення ідентифікації.

Цю систему із несуттєвою модифікацією можна ефективно застосовувати і для завдань медичної діагностики та під час створення біометричних вимірювальних систем [19]. Адже очевидно, що рукомоторні реакції людини, а отже, і клавіатурний її почерк змінюються зі зміною психофізіологічного стану. Цей стан визначається особливостями підсвідомих рухів людини незалежно від форми її діяльності. Порівняно з методами визначення стану працівника, які використовують у промисловості, методи клавіатурного почерку мають такі переваги:

- введення інформації з клавіатури комп'ютера є найприроднішим способом роботи оператора автоматизованого робочого місця (АРМ);
- для отримання інформації про зміни у клавіатурному почерку оператора АРМ упродовж зміни потрібен лише лічильник часу і контролер обробки сигналу від пристрою введення інформації.

Отже, істотні зміни клавіатурного почерку упродовж робочої зміни є підтвердженням змін у психофізіологічному стані працівника.

Є ще один напрям застосування описаного підходу до побудови системи розпізнавання рукописних літер та цифр, алгоритм та архітектуру якої на основі структурного підходу описано в роботах [18–23]. Очевидно, тут потрібно орієнтуватись не на структуру написання літери, а будувати систему розпізнавання із урахуванням напрямку руху руки (рух зверху вниз і в зворотному напрямку; зліва направо і в зворотному напрямку; зліва направо під кутом 45 % і в зворотному напрямку; справа наліво під кутом 45 % і в зворотному напрямку) та часу написання літери. Оцінивши математичне сподівання часу написання кожної літери, яке характерне для кожного користувача, можна реалізувати процедуру розпізнавання. З математичного погляду, з урахуванням напрямку руху руки, це буде дискретна система восьмого порядку.

Незначні модифікації системи уможливають її застосування до цілої низки прикладних додатків, починаючи від прямого її призначення і завершуючи створенням інтелектуальних систем опрацювання потоків даних та створення баз знань, із використанням методів машинного навчання [23, 24] та принципів системного аналізу [28].

Висновки

На основі системного аналізу літературних джерел наведено підходи до визначення понять знака, образу, їх значення та сенсу. Встановлено взаємні зв'язки між цими поняттями, висвітлено їх принципові відмінності та особливості для прикладного застосування. На основі викладеного можна запропонувати такі означення цих основних понять, які широко вживають, коли йдеться про психофізіологічне сприйняття інформації:

- знак – це умовне позначення або відображення частинки матеріального або духовного світу, що має здатність актуалізуватися;
- значення знака – це зміст, який вкладає конкретний користувач у певний знак у конкретному когнітивному середовищі;
- сенс знака – осмислене значення знака із встановленням зв'язків між можливою багатозначністю його значення, їх взаємодією та чуттєвим психофізіологічним сприйняттям цієї багатозначності, що веде до формування єдиного образу та спонукає до отримання нових знань.

Виконано порівняльний аналіз методів та підходів до виділення первинних ознак, встановлення їх пріоритету з метою розроблення ефективних систем ідентифікації та розпізнавання користувачів комп'ютера з урахуванням їхнього психофізіологічного стану, відзначено особливості їх застосування, напрями модифікації з метою підвищення точності розпізнавання та забезпечення достовірності ідентифікації користувачів комп'ютера.

Запропоновано підхід до ідентифікації користувачів комп'ютера на основі формування дискретної моделі, що зв'язує тривалості пауз до і після утримання клавіші з часом утримання клавіші під час введення інформації з клавіатури комп'ютера та показано доцільність його застосування у різних прикладних додатках. Використання відносних девіацій пауз від їх середніх значень під час введення інформації з клавіатури комп'ютера забезпечує підвищення точності розпізнавання на 15 %.

З метою адаптації розробленої системи до змін клавіатурного почерку користувача комп'ютера, який працює тривалий час, передбачено автоматичне оновлення зразка почерку через певний проміжок часу.

Зміна характеру почерку користувача (швидкості введення інформації) протягом одного робочого дня дає змогу робити висновки про його психофізіологічний стан.

Запропонований підхід до встановлення пріоритету первинних ознак та вибору найінформативніших із них орієнтований на використання дискретних моделей, застосовний до широкого кола прикладних завдань, зокрема, створення систем санкціонованого доступу та захисту інформації [8, 16, 22, 23], медичної та технічної діагностики, біометричних систем [15, 20, 21], розв'язання транспортних задач та аналізу системи масового обслуговування [14], опрацювання потоків даних та створення інтелектуальних баз знань [28], на основі яких можна робити висновки як про інтелектуальний рівень особи, так і про її психофізіологічний стан.

Список літератури

1. Шарковский А. Н., Коляда С. Ф., Сивак А. Г., Федоренко В. В. (1989). Динамика одномерных отображений. Киев: Наук. думка. 216 с.
2. Заяць В. М. (2000). Построение и анализ модели дискретной колебательной системы. *Кибернетика и системный анализ*. С. 161–165.
3. Zhang Fu; Jack Heidel (1997). Non-chaotic behavior in three-dimensional quadratic systems. *Nonlinearity*, 10 (5): 1289–1303. Bibcode:1997Nonli..10.1289F. DOI:10.1088/0951-7715/10/5/014.

4. Заяць В. М. (2011). Дискретні моделі коливних систем для аналізу їх динаміки. Львів: Видавництво Української академії друкарства. 284 с.
5. Заяць В. М., Заяць М. М. (2005). Математичний опис системи розпізнавання користувача комп'ютера. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. Львів. Вип. 1. С. 146–152.
6. Shalkoff R. J. (1989) *Digital image processing and computer vision*. New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. 489 p.
7. Фукунага К. (1982). Введение в статистическую теорию распознавания. М.: Наука. 512 с.
8. Горелик А. Л., Скрипник В. А. (1989). Методы распознавания. Высшая школа, 1989. 232 с.
9. Дуда Р., Харт П. (1972). Распознавание образов и анализ сцен. М.: Мир. 512 с.
10. Заяць В. М., Шокира Г. О. (2007). Визначення пріоритету детермінованих ознак при побудові системи розпізнавання об'єктів. *Математичне моделювання складних систем: зб. праць науково-практичної конф. ЛДІНТУ ім. В. Чорновола*. С. 135–137.
11. Заяць В. М. (2004, Д. О. Іванов). Архітектура подіє-орієнтованих систем на прикладі системи розпізнавання рукописного тексту. *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології"*. № 530. С. 78–83.
12. Чалая Л. Є. (2007). Сравнительный анализ методов аутентификации пользователей компьютерных систем по клавиатурному почерку. *Системы обработки информации*. Вип. 1. С. 108–116.
13. Чалая Л. Є. (2007). Метод идентификации пользователей информационных систем на основе многосвязного представления клавиатурного почерка. *Системы обработки информации*. Вип. 9 (67). С. 98–101.
14. Заяць В. М., Рибицька О. М., Заяць М. М. (2019). Підхід до оцінювання цінності та кількості інформації в системах масового обслуговування на основі теорії розпізнавання образів та нечітких множин. *Кібернетика і системний аналіз*. Київ. Том 55. № 4. С. 133–144.
15. Mohammad S. Obaidat, Issa Traore, Isaac Woungang (2019). *Biometric-Based Physical and Cybersecurity Systems*. Springer International Publishing.
16. Платонов А. В., Баклан Л. В., Крамер К. В. (2008). Використання експертних ситуативних моделей у сфері державної безпеки. *Зб. праць міжнар. наукової конф. ISDMCF 2008*. Том 1, Євпаторія. С. 39–43.
17. Іванов В. Г., Мазниченко Н. І. (2009). Ідентифікація користувача ЕОМ на основі інформаційного почерку. *Вісник НТУ "ХПІ" Серія: Інформатика та моделювання*. № 13. С. 77–83.
18. Заяць В. М., Іванов Д. О. (2003). Проект системи розпізнавання рукописного тексту (2003). *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології"*. № 481. С. 78–83.
19. Zayats V., Ivanov D. (2005). Structural method of hand-written text recognition. *International Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics"*. Lviv – Polyana, 493–494.
20. Коваль Л. Г., Злепко С. М., Новіцький Г. М., Кречотень Є. Г. (2019). Методи і технології біометричної ідентифікації за результатами літературних джерел. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 69. № 2. С. 104–112.
21. Царьов Р. Ю., Лемеха Т. М. (2016). Біометричні технології: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова.
22. Кошева Н. А., Мазниченко Н. І. (2013). Ідентифікація користувачів інформаційно-комп'ютерних систем: аналіз і прогнозування підходів. *Системы обработки информации*. 113. С. 215–223.
23. Гулак Г. М. (2020). Методологічні засади побудови захищених гарантованих інформаційних систем дистанційного навчання закладів вищої освіти. *Математичні машини і системи*. 4. С. 148–162.
24. Шестакевич Т. В., Пасічник В. В., Кунанець Н. Е. (2017). Інформаційно-технологічний супровід інклюзивного навчання в Україні. *Штучний інтелект*. 2. С. 26–36.
25. Антонов А. В. (1988). Информация, восприятие и понимание. Киев: Наук. думка. 184 с.
26. Заяць В. М., Заяць М. М. (2016). Логічне та функціональне програмування: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: Рута. 400 с.
27. Євцький В., Горнійчук І. (2016). Використання клавіатурного почерку в системах автентифікації користувача. *Information Technology and Security*, Vol. 4, Iss. 1 (6), 27–33. ref. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21434>.
28. Zgurovsky M. Z., Pankratova N. D. (2007). *System Analysis: Theory and Applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 447 p.

References

1. Sharkovskii A. N., Kolyada S. F., Sivak A. G., Fedorenko V. V. (1989). Dynamics of one-dimensional displays. Kyiv: Nauka. 216 p.

2. Zaiats V. M. (2000). Construction and analysis of a models of a discrete oscillatory system. *Cybernetics and system analysis*, 161–165.
3. Zhang Fu; Jack Heidel (1997). Non-chaotic behavior in three-dimensional quadratic systems. *Nonlinearity*, 10 (5): 1289–1303. Bibcode: 1997Nonli. 10.1289F. DOI:10.1088/0951-7715/10/5/014.
4. Zaiats V. M. (2011) Discrete models of oscillatory systems for the analysis of their dynamics. Lviv. Publishing House of the Ukrainian Academy of Printing. 284 p.
5. Zaiats V. M., Zaiats M. M. (2005) Mathematical description of computer user recognition system. *Physical-mathematical modeling and information technologies*, Vol. 1, 146–152.
6. Shalkoff R. J. (1989). Digital image processing and computer vision. New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons. 489 p.
7. Fukunaga K. (1982). Introduction to the statistical theory of recognition. Science, 512 p.
8. Gorelik A. L., Skrypnik V. A. (1989). Recognition methods. Higher school, 232 p.
9. Duda R., Hart P. (1972). Recognition of images and analysis of scenes. *Peace*, 512 p.
10. Zaiats V. M., Shokyra G. O. (2007). Determining the priority of deterministic features when building an object recognition system. *Coll. Proceedings of the Scientific and Practical Conf. "Mathematical modeling of complex systems" V. Chornovil LSINTM*, 135–137.
11. Zaiats V. M., Ivanov D. O. (2007). The architecture of event-oriented systems on the example of a handwritten text recognition system. *Bulletin of Lviv Polytechnic University "Computer Engineering and Information Technologies"*, No. 530, 78–83.
12. Chalaya L. E. (2007). Comparative analysis of methods of authentication of users of computer systems by keyboard handwriting. *Information processing systems*, Vol. 1, 108–116.
13. Chalaya L. E. (2007). The method of identification of users of information systems based on the multi-connected representation of keyboard handwriting. *Information processing systems*, Is.9 (67), 98–101.
14. Zayats V. M., Rybytska O. M., Zayats M. M. (2019). An approach to evaluating the value and amount of information in mass service systems based on the theory of pattern recognition and fuzzy sets.. *Cybernetics and System Analysis*, Vol. 55, No. 4, 133–144.
15. Mohammad S. Obaidat, Issa Traore, Isaac Woungang (2019). Biometric-Based Physical and Cybersecurity Systems. Springer International Publishing.
16. Платонов А. В., Баклан Л. В., Крамер К. В. (2008). Використання експертних ситуативних моделей у сфері державної безпеки. *Зб. праць міжнар. наукової конф. ISDMCI' 2008*. Том 1, Євпаторія. 39–43.
17. Ivanov V. G., Maznychenko N. I. (2009). Computer user identification based on informative handwriting. *Bulletin of NTU "KhPI", Series: Informatics and modeling*, No. 13, 77–83.
18. Zaiats V., Ivanov D. (2005). Structural method of hand-written text recognition. *International Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics"*, Lviv-Polyana, 493–494.
19. Zayats V. M., Ivanov D. O. (2003). Handwritten text recognition system project (2003). *Bulletin of Lviv Polytechnic University "Computer Engineering and Information Technologies"*, No. 481, 78–83.
20. Koval L. H., Zlepko S. M., Novitskyi H. M., Krekoten E. H. (2019). Methods and technologies of biometric identification based on the results of literary sources. *Academic notes of TNU named after V. I. Vernadskyi. Series: technical sciences*, 69, No. 2, 104–112.
21. Tsarev R. Yu., Lemekha T. M. (2016). Biometric technologies: Nav. manual. Odesa: ONAZ named after O. S. Popova.
22. Kosheva N. A., Maznychenko N. I. (2013). Identification of users of information and computer systems: analysis and forecasting approaches. *Information processing systems*, 113, 215–223.
23. Gulak H. M. (2020). Methodological principles of building secure and guaranteed information systems for distance learning of higher education institutions. *Mathematical machines and systems*, 4, 148–162.
24. Shestakevych T. V., Pasichnyk V. V., Kunanets N. E. (2017). Information technology support of inclusive education in Ukraine. *Artificial intelligence*, 2, 26–36.
25. Antonov A. V. (1985). Information, perception and understanding. Kyiv: Nauk. opinion.
26. Zaiats V. M., Zaiats M. M. (2016). Logical and functional programming. Tutorial. *The Min. of Education and Science of Ukraine. Kamianets-Podilskyi: Ruta*, 400 p.
27. Yevetsky V., Hornychuk I. (2016). Using keyboard handwriting in user authentication systems. *Information Technology and Security*, Vol. 4, Iss. 1 (6), 27–33. ref. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21434>.
28. Zgurovsky M. Z., Pankratova N. D. (2007). *System Analysis: Theory and Applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 447 p.

**INFORMATION MODELING OF THE PROCESSES OF SENSORY PERCEPTION
OF INFORMATION AND USER IDENTIFICATION**

Vasyl Zaiats¹, Marija Zaiats²

¹ Bukovinian University,
Department of Computer Systems and Technologies, Chernivtsi, Ukraine

² Lviv Polytechnic National University,
Information Systems and Networks Department, Lviv, Ukraine

¹ E-mail: zvmvz01@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7150-1070,

² E-mail: zajacmariia@gmail.com, ORCID: 0000-002-9015-0138

© Zaiats V., Zaiats M., 2023

The article proposes a systematic approach to the analysis of psychological perception of information at the level of human intuitive perception. The most successful, according to the authors, methods and approaches of building information models of sensory perception of information are given. Such a systematic approach “from simple to complex and from it to generalization” made it possible to determine the features of each of the considered methods, to determine their advantages and disadvantages, and to indicate the directions of appropriate use.

The authors proposed and implemented a method of identifying computer users based on the measurement of various time delays when entering information from the computer keyboard. In order to increase the accuracy of identification, it is recommended to use the relative values of pauses before and after pressing a key to the time it is held. This approach provides a 15 % increase in recognition accuracy and reduces time and resource costs for identification.

In order to automate the process of identification of a person working at a computer for a long time, adaptation of the developed product to changing the user’s keyboard handwriting by changing the handwriting sample is provided.

Considerable attention is paid to clarifying the concepts of sign, image, meaning, meaning, which reflect the psychological aspects of information perception by a computer user

Key words: information; sign; image; model; hand motor reactions; recognition; identification.