

УДК 004.4:629.735.072.8:004 (043.5)

Рябокін Ю.М.

Національний авіаційний університет

ОНТОЛОГІЯ ПУЛЬТІВ ІНСТРУКТОРА АВІАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРІВ

Розглянуто проблеми збереження та представлення знань про предметну область. Запропоноване застосування онтології для формалізованого представлення знань про пульты інструктора авіаційних тренажерів та інтерфейсних елементів панелі пультів.

Рассмотрены проблемы сохранения и представления знаний о предметной области. Предложено применение онтологии для формализованного представления знаний о пультах инструктора авиационных тренажеров и интерфейсных элементов панели пультов.

In the article considers problems of save and presentation of knowledge of the domain. For formal representation of knowledge about instructor consoles for different types of flight simulators and interface elements of panel is proposed use ontology.

Ключові слова: онтологія, домен, авіаційний тренажер, пульт інструктора авіаційного тренажеру, панель пульта інструктора, журнал польоту, програма польоту, індикатор.

Вступ

Знання – результат теоретичної і практичної діяльності людини, що відображає накопичення попереднього досвіду і відрізняється високим ступенем структурованості [1–2]. Знання як особливий ресурс мають властивості безперервного відтворення, наростання, як на рівні їх об'ємів, так і на рівні якісних характеристик (складності, фундаментальності) адекватно змінам в науці, соціумі або культурі. Однак, як і будь-який ресурс, знання піддаються зубожінню і дуже швидкому старінню. Тому для роботи зі знаннями необхідні особливі методи їх представлення, обробки, зберігання і використання.

Проблема представлення знань заключається в тому, що в більшості випадків, знання є продуктом діяльності людини, точніше, експерта в деякій предметній області. Відповідно, головна задача – навчитися зберігати знання таким чином, щоб програми могли обдуманно обробляти їх і досягти тем схожості людського інтелекту.

Існують десятки моделей представлення знань для різноманітних предметних областей [3–5]. Більшість із них можуть бути зведені до наступних класів: продукційні, семантичні мережі, фрейми, логічні моделі, нейронові мережі [5]. Однак як форма представлення знань все більшу популярність останнім часом отримує – онтологія.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Останніми роками розробка онтологій – явний формальний опис термінів предметної області (домену) і відношень між ними [5–6], яка переходить із світу лабораторій зі штучного інтелекту на робочі столи експертів з предметних областей. У всесвітній павутині онтології стали звичайним явищем. Онтології в WEB варіюються від великих таксономій, що характеризують WEB-сайти (наприклад, сайт Yahoo!), до категоризацій товарів, що продаються, і їх характеристик (наприклад, сайт Amazon.com). Консорціум WWW (W3C) розробив RDF(Resource Description Framework), мову кодування знань на WEB-сторінках для того, щоб зробити їх зрозумілими для електронних агентів, які здійснюють пошук інформації [7]. Крім того, управління перспективних досліджень і розробок Міністерства оборони США у співпраці з W3C розробило мову DAML (DARPA Agent Markup Language), розширюючи RDF виразнішими конструкціями, призначеними для полегшення взаємодії агентів в мережі [8].

У багатьох дисциплінах зараз розробляються стандартні онтології, які можуть використовуватися експертами з предметної області для спільного використання і анутовання інформації в своїй області. Наприклад, в області медицини створені великі стандартні, структуровані словники, такі як SNOMED [9] і семантична мережа Системи Уніфікованої Медичної Мови (the Unified Medical Language System). Також з'являються обширні загально цільові онтології. Наприклад, Програма ООН з розвитку (the United Nations Development Program) і компанія Dun & Bradstreet об'єднали зусилля для розробки онтології

UNSPSC, яка надає термінологію товарів та послуг [5–6, 9].

Ведуться роботи по створенню правил, мов представлення знань, які могла б розуміти не тільки людина, але і комп'ютер (програмна система) [6].

Постановка задачі

В даний час актуальною є задача формування концептуальних, «прозорих» подань для слабо-структурованих та складних предметних областей. Сьогодні провідною парадигмою структурування інформаційних потоків є онтології, які формуються експертом з предметної області на основі вивчення і структурування потоків інформації, документів, протоколів витягнутих знань та інших джерел. Застосування онтології забезпечує: стандартизацію термінології і єдину інформаційну, комунікаційну основу для роботи.

Серед основних цілей, які впливають на виникнення потреби в розробці онтології є можливість забезпечити: сумісне використання людьми або програмними агентами/системами загального розуміння структури інформації; повторне використання знань в предметній області; аналіз знань в предметній області.

З метою вирішення проблем пов'язаних із зниженням витрат та зменшенням часу на розробку програмного забезпечення пультів інструкторів авіаційних тренажерів існують пропозиції відносно створення та застосування багаторазово використовуваних компонентів (БВК). У роботі пропонується здійснити формалізоване подання цих компонентів у вигляді онтологій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Онтологія домену (предметної області) – сукупність понять, характерних для них відносин, термінології і парадигми їхньої інтерпретації в межах домену [3, 10].

Неформально, онтологія являє собою деякий опис погляду на світ стосовно конкретної області інтересів [4, 10]. Цей опис складається із термінів і правил використання цих термінів, що обмежують їх значення в рамках конкретної області [4].

Отже, онтологію (O) можна представити як трійку виду:

$$O = (X, R, F),$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, $i = \overline{1, n}$, n – кінцева множина концептів (понять) заданого домену;

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_k, \dots, r_m\},$$

$R: x_1 \times x_2 \times \dots \times x_k \times \dots \times x_n$, $k = \overline{1, m}$, m – кінцева множина семантично значимих відношень між концептами домену (предметної області). Вони визначають тип взаємодії між поняттями;

$F: X \times R$ – кінцева множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і/або відношеннях.

Визначення онтології як формального представлення домену (предметної області), полягає в виділенні її трьох взаємопов'язаних компонентів: класифікації термінів, опису змісту термінів, а також правил їх використання і обробки.

Для представлення онтології домену застосовуються різні стандарти, в роботі пропонується використати Стандарт онтологічного дослідження IDEF5 [11].

В рамках стандарту IDEF5 для підтримки процесу побудови онтології визначені спеціальні онтологічні мови [11]:

– схематична мова (Schematic Language – SL) – є наглядною графічною мовою, спеціально призначеною для представлення в домені сукупності основних відомостей про нього в формі онтологічної інформації;

– мова доробок і уточнень (Elaboration Language – EL) – структурована текстова мова, яка дозволяє деталізувати елементи онтології. За допомогою неї вирішуються задачі аналізу і забезпечення повноти представлення відомостей, отриманих в результаті онтологічного дослідження.

Під час розробки онтології домену в роботі було створено словник, в якому зазначаються визначення основних термінів/концептів домену. Словник формується із термінів, які мають особливе значення для спеціалістів авіаційної галузі, зокрема, для спеціалістів авіатренажерної індустрії. Терміни отримуються із наявних джерел інформації домену, включаючи розроблені артефакти (код, проєкт, тести), документацію, літературу і термінологію занотовану під час проведення зустрічей і інтерв'ю з експертами домену. Крім того, словник розрахований на спрощення спілкування між проєктною командою та зацікавленими сторонами, шляхом використання загальноприйнятої термінології.

Для виявлення термінів/концептів в роботі пропонується застосовувати поєднання двох методів [12, 13]: використання списку категорій концептів (концептуальних класів) та виділення іменників. Застосування першого методу дає можливість скласти список кандидатів на роль концептів, зокрема, в роботі, були виділені наступні категорії концептів: фізичні та матеріальні об'єкти, ролі людей, події, процеси. При застосуванні методу виявлення іменників були розглянуті текстові описи прецедентів. Поєднання зазначених методів дало можливість скласти список кандидатів на роль концептів та атрибутів. Проаналізувавши список кандидатів концептів на предмет належності домену та їх особливостей, в роботі визначено концепти домену, встановлено зв'язки (асоціації) між

ними, та представлено онтологію за допомогою схематичної мови SL (рис.1).

Для забезпечення повноти представлення елементів онтології домену, в роботі пропонується скористатися логікою предикатів першого порядку [14]. Перевага її використання полягає в гарантуванні отримання надійних

результатів навіть при зниженні ефективності представлення, тобто при ускладненні опису проблеми за рахунок розростання її масштабів.

Відповідно до рис.1 пульт інструктора можна представити у вигляді системи, яка складається з непустої множини D:

$$D = \{панель_пульта, журнал_польоту, програма_польоту\}$$

Тоді формулу для пульта інструктора (ПІ) можна зобразити у наступному вигляді:

$$ПІ = P^{III}(панель_пульта) \wedge P^{III}(журнал_польоту) \wedge P^{III}(програма_польоту),$$

де P^{III} – «є частиною пульта інструктора».

Аксиома для пульта інструктора виглядає як:

$$\forall панель_пульта \forall журнал_польоту \forall програма_польоту \rightarrow ПІ$$

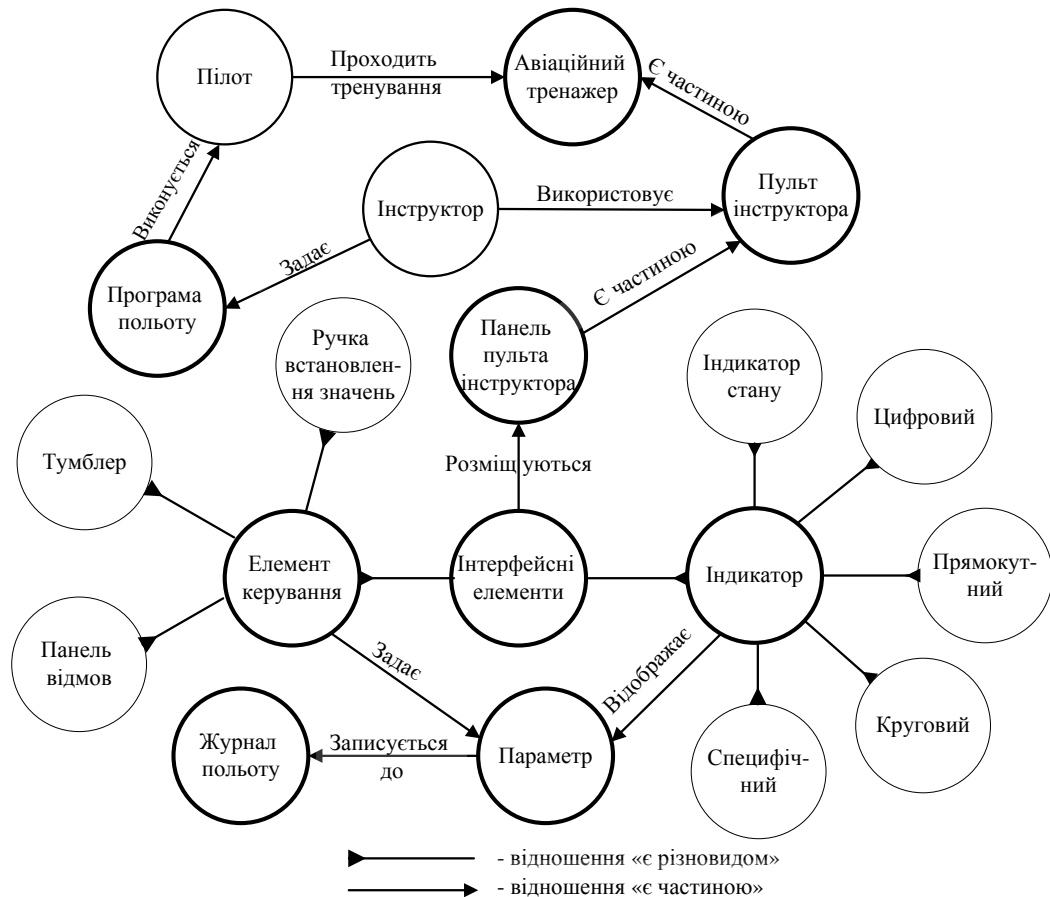


Рис. 1 Онтологія пульта інструктора АТ

Серед основних елементів онтології пульта виділено об'єкт – панель пульта інструктора, за допомогою якого інструктор здійснює виконання своїх функціональних обов'язків. Панель пульта інструктора виступає в якості інтерфейсу між тренажером та інструктором. Її складають інтерфейсні елементи. В зв'язку з відсутністю класифікації інтерфейсних

елементів панелі пульта інструктора, в роботі пропонується їх класифікувати за призначенням:

- відображаючі – індикатори;
- керуючі – елементи керування.

Відповідно, область інтерпретації для панелі пульта інструктора подається у вигляді:

$$D = \{інтерфейсні_елементи\} \Rightarrow D_1 = \{індикатор, елемент_керування\}$$

А формула для панелі пульта інструктора (ПІІ) зображується як:

$$ПІІ = P^{III}(індикатор) \wedge P^{III}(елемент_керування)$$

де P – предикат «розміщується на панелі пульта інструктора».
Відповідно, аксіома для ППП виглядає наступним чином:

$\forall \text{індикатор} \forall \text{елемент_керування} \rightarrow \text{ППП}$

Усі інтерфейсні елементи панелі пульта інструктора авіаційних тренажерів в роботі зображуються у вигляді розробленої родо-видової таксономії – ієрархічної класифікації (рис. 2).

Індикатори – елементи інтерфейсу пульта інструктора, що призначені для відображення інформації [15–18]. Індикатори дозволяють

контролювати стан певних величин. Їх кількість на приладовій дошці сягає 20 і більше. Серед них виділяють шість основних, якими керується льотчик при горизонтальному польоті [16–17]: авіагоризонт, варіометр, висотомір, індикатор швидкості, радіокомпас, покажчик повороту і ковзання.

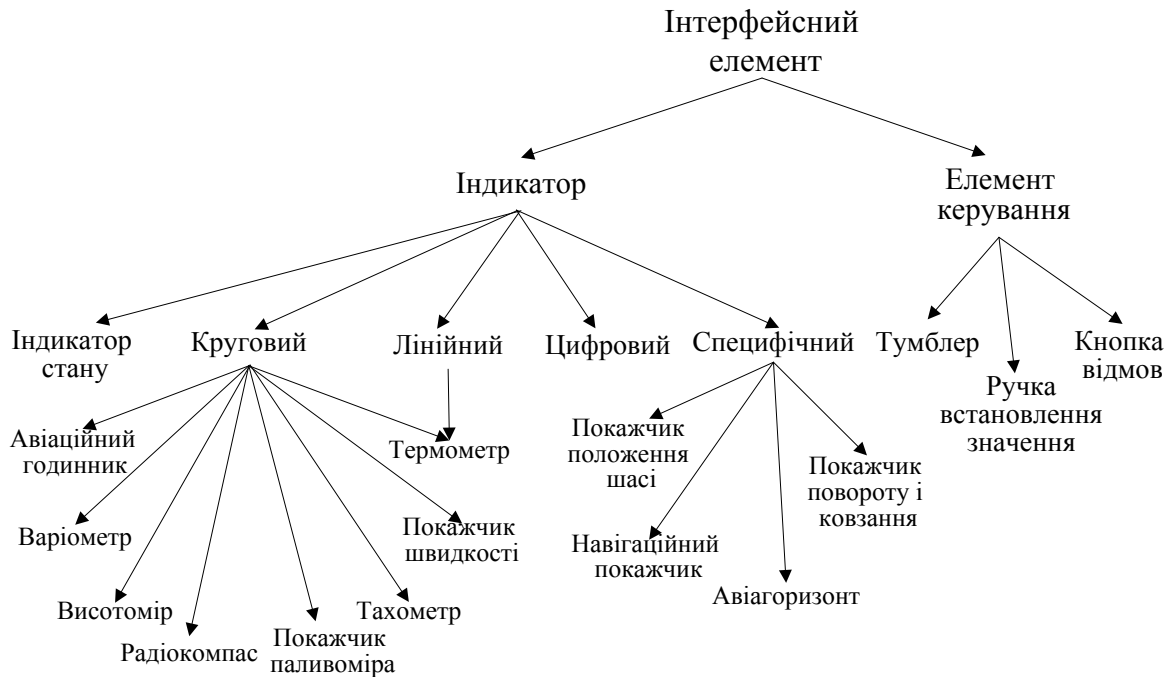


Рис. 2 Родо-видова таксономія інтерфейсних елементів панелі пульта інструктора

У зв'язку зі складністю та специфікою інтерфейсних елементів панелі пульта інструктора для спрощення їх представлення та розуміння, в роботі, пропонується класифікувати існуючі індикатори за способом відображення (представлення) інформації:

– *індикатор стану* – індикатор прямокутної форми, що представлений групою елементів «сигнальне табло». Сигнальне табло складається з набору індикаторів станів, кожен з яких вказує на настання певної події під час польоту [15, 17–19];

– *круговий* – індикатор, що має форму круга. До цього виду відносяться навігаційні прилади, які з точністю повторюють прилади кабіни пілота (контрольної панелі), яким притаманні кругові, на півкругові та секторні шкали;

– *лінійний* – індикатор прямокутної форми, з лінійною шкалою, що підходить для створення термометрів та індикаторів ходу польоту [15, 17–18]. Виділяють вертикальний та горизонтальний лінійні індикатори [19];

– *цифровий* – індикатор для відображення значень певної величини в дискретному вигляді, що мають фіксований набір елементів відображення, що розміщуються довільно або згруповані в знаки (цифри, букви, символи) [15–17];

– *специфічний індикатор* – особливий тип індикатора, який відображає інформацію у вигляді, властивому лише приладу, який він представляє;

Елементи керування дозволяють задавати (змінювати) значення конкретних параметрів польоту [15, 18]. Серед елементів керування виділяють:

– *тумблер* – елемент керування, який використовується для управління значенням певного параметра польоту (включення/виключення, переключення режиму польоту та інше) [15, 17–18];

– *ручка встановлення значень* – елемент керування для введення деяких факторів, що змінюють умови польоту (величину і напрям вітру, турбулентність повітря, обледеніння, положення центру мас, кількість палива і масу

вантажу при зльоті, температуру зовнішнього повітря) [17–19];

– кнопка відмов – елемент керування, який використовується для моделювання певної позаштатної ситуації [15, 17–18]. При цьому, особі, яка проходить тренування, надається можливість відпрацювання навичок пілотування в аварійних умовах. Набір кнопок відмов представляє собою панель відмов. В роботі акцентовано увагу лише на тих кнопках, які імітують програмні відмови. До них належать наступні відмови:

- вихід з ладу флюгерного насосу (лівий/правий);
- розкручування повітряних гвинтів (лівий/правий);
- зависання обертів газогенератора (лівий/правий);
- температури між турбінами (лівий/правий);
- несиметричного використання пального (лівий/правий);
- температури масла (лівий/правий);

- тиску палива (лівий/правий);
- масляної системи (лівий/правий).

В роботі пропонується онтологію будь-якого інтерфейсного елементу пульта інструктора представити синтаксисом (графічним (g) та аналітичним описом (a)) та семантикою (математичним (m) та програмним описом (t)). Шаблони програмного коду (t), що відповідають заданим інтерфейсним елементам представлені в роботі [20].

Для прикладу, в роботі, наведено онтології індикатору стану та кругового індикатору.

Індикатор стану

Кожен індикатор стану ($ИИД_СТ$) представляє собою прямокутний або круговий інтерфейсний елемент, якому властиве відображення певної події в польоті. Індикатор виконує лише інформативну функцію – в залежності від зміни відповідних умов польоту змінюється його колір.

Графічне зображення онтології лінійного індикатору ($g_i^{ИИД_СТ}$) наведено на рис. 3.

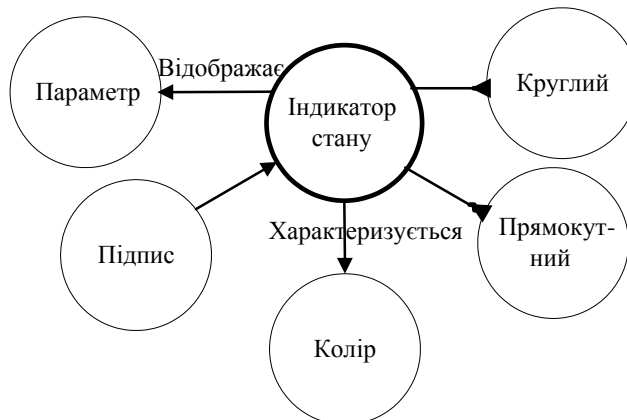


Рис. 3 Онтологія індикатора стану

З метою забезпечення кращого розуміння онтологій, аналітичний опис ($a_i^{ИИД_СТ}$) в роботі подається не в формальних позначеннях.

Нехай D – сукупність складових індикатору стану. Задамо множину D як:
 $D = \{параметр, підпис, колір\}$.

Тоді формула для індикатору стану зображується як:

$$ИИД_СТ = P^{нар}(параметр) \wedge P^к(колір_k) \wedge P^n(підпис),$$

де $P^{нар}$ – предикат «відображається індикатором», $P^к$ – предикат «характеризує індикатор стану», P^n – предикат «складова індикатора».

Відповідно, аксіомою для індикатору стану є запис виду:

$$\forall параметр \forall колір_k \in [1 \div 4] \rightarrow ИИД_СТ.$$

В роботі, аргумент «параметр» приймає значення параметрів: «ПОЖАР», «ДАВЛ. МАСЛА», «ДАВЛ. ТОПЛИВА», «МИН. ЗАПАС ТОПЛИВА», «ПЕРЕПУСК ТОПЛИВА», «ПЕРЕКАЧКА ТОПЛИВА», «Мк ТМТ, ЦЭБО», «ИЗОЛИР. КЛАПАН», «ПРЕОБР I», «ПРЕОБР II», «СРЫВ, ПЕРЕД. КОЛЕСО», «НАСОС ФЛЮГИР», «ДИАПАЗОН β », «ГЕНЕР», «ЗАПУСК», «АСРОДР. ИСТОЧ», «АККУМ», «МИНИМУМ СПИРТА», «ГИДРАВЛ», «СЕПАРАТОР ЛЬДА», «ОБЛЕД», «ВЫЗОВ», «ПОС ВИНТА».

Математичний опис індикатору стану ($m_i^{ИИД_СТ}$). Нехай задано Q – простір ситуацій,

тоді $Q = \bigcup_{i=1} Q_i$, а $Q_i \xrightarrow{f_{Q_i}} M_{Q_i}$, де M_{Q_i} – матриця станів; f_{Q_i} – функціональне

відображення. Для визначення функції, що показує загорілася відповідна кнопка чи ні використовується формула:

$$Q(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P(x, y) - on \\ 0, & \text{якщо } P(x, y) - off \end{cases}$$

де x – рядки матриці; y – стовпці матриці.

Сукупність індикаторів станів – сигнальне табло, що зображується у вигляді матриці станів:

$$M_{Qi} = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Тобто матриця M_{Qi} складається з елементів:

$$q_{xy} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } L(x, y) = 0 \\ 0, & \text{якщо } L(x, y) = 1 \end{cases} \quad \forall (x, y) \in X$$

Всі можливі комбінації x і y :
 $X = \{(x, y) \mid x \in [1 \div 4] \cap z, y \in [1 \div 11] \cap z\}$.

Круговий індикатор

Круговий індикатор ($K_{ИИД}$) – це інтерфейсний елемент, який має одну та більше шкал для відображення значення; стрілки, що вказують на певне значення. Основними представниками кругового індикатору виступають: авіаційний годинник, варіометр, висотомір, радіокомпас, показчик швидкості.

Графічне зображення онтології кругового індикатору ($g_i^{K_{ИИД}}$) наведено на рис. 4.

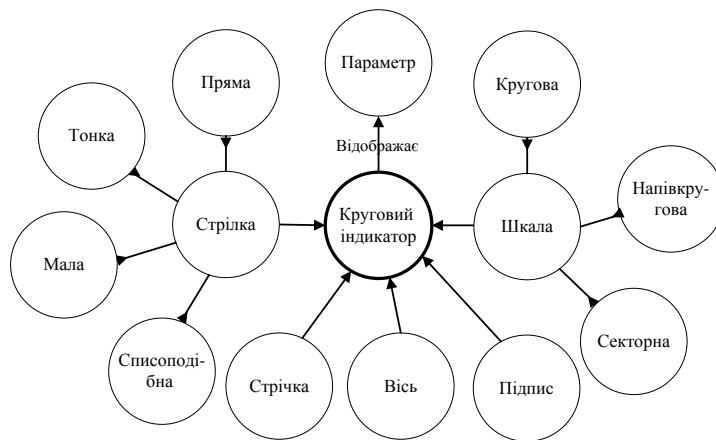


Рис. 4 Онтологія кругового індикатора

Аналітичний опис кругового індикатора ($a_i^{K_{ИИД}}$). Нехай D – сукупність складових

індикатора. Задамо множину D як:

$$D = \left\{ \begin{array}{l} \text{параметр, шкала, підпис,} \\ \text{стрічка, стрілка, вісь} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow D_1 = \left\{ \begin{array}{l} (\text{параметр}), (\text{діапазон радіус, малі_поділки, великі_поділки,} \\ \text{положення_цифр, розмір_цифр}), \text{підпис}, (\text{колір}_k, \text{протяжність_стрічки}_k) \\ (\text{тип_стрілки, розмір_стрілки}), (\text{тип_вісі, розмір_вісі}) \end{array} \right\}$$

Тоді формула для кругового індикатора

має наступний вигляд:

$$K_{ИИД} = \left(\begin{array}{l} P^{нар}(\text{параметр}) \wedge \\ P^{ш} \left(\begin{array}{l} \text{діапазон}^{ш}, \text{радіус}^{ш}, \text{малі_поділки}^{ш}, \text{великі_поділки}^{ш}, \\ \text{положення_цифр}^{ш}, \text{розмір_цифр}^{ш} \end{array} \right) \wedge \\ P^n(\text{підпис}) \vee P^{см} \left(\begin{array}{l} \text{колір}_k^{см}, \text{протяжність_стрічки}_k^{см} \end{array} \right) \wedge \\ P^c \left(\begin{array}{l} \text{тип_стрілки}^c, \text{розмір_стрілки}^c \end{array} \right) \vee \\ P^в \left(\begin{array}{l} \text{тип_вісі}^в, \text{розмір_вісі}^в \end{array} \right) \end{array} \right)$$

де P^u – предикат «характеризує кругову шкалу», P^{cm} – предикат «характеризує

стрічку», P^c – предикат «характеризує стрілку», P^6 – предикат «характеризує вісь». Відповідно, аксіомою для кругового індикатора є запис виду:

$$\begin{aligned} &\forall \text{параметр} \forall \text{діапазон}^u \in [i_1, j_1] \forall \text{радіус}^u \in [i_2, j_2] \forall \text{малі_поділки}^u \in [i_3, j_3] \\ &\forall \text{великі_поділки}^u \in [i_4, j_4] \forall \text{положення_цифр}^u \in [i_5, j_5] \forall \text{розмір_цифр}^u \in [i_6, j_6] \\ &\forall \text{нідпис} \forall \text{колір}_k^{cm} \in [1 \div 3] \forall \text{протяжність_стрічки}_k^{cm} \in [i_7, j_7] \forall \text{тип_стрілки}^c \in [1 \div 4] \\ &\forall \text{розмір_стрілки}^c \in [i_8, j_8] \forall \text{тип_вісі}^6 \in [1 \div 5] \forall \text{розмір_вісі}^6 \in [i_9, j_9] \rightarrow K_ІНД \end{aligned}$$

Аргумент «параметр» набуває значення параметрів: швидкості, висотоміра, варіометра, радіокомпаса, паливоміра.

Обмеження для кругового індикатора становлять:

$$\begin{aligned} &k \in [1 \div 3], \text{діапазон}^u \in [0 \div 25000], \text{радіус}^u \in [70 \div 120], \text{малі_поділки}^u \in [0 \div 10], \\ &\text{великі_поділки}^u \in [0 \div 30], \text{положення_цифр}^u \in [-40 \div 40], \text{розмір_цифр}^u \in [8 \div 18], \\ &\text{протяжність_стрічки}^{cm} \in [0 \div 10000], \text{розмір_стрілки}^c \in [0 \div 90], \text{розмір_вісі}^6 \in [5 \div 200]. \end{aligned}$$

Математичний опис кругового індикатору ($m_i^{K_ІНД}$).

Нехай задано полярну систему координат (рис.5).

B – загальна кількість поділок в крузі;

α – «нульовий кут» (в даному випадку 180°);

l – довжина стрілки ($l = R$);

a – значення параметра, яке потрібно зобразити, перемістивши стрілку.

Формула для визначення значень даної функції має вигляд:

$$f(a) = \left(\alpha + -1^{g(a)} \frac{a}{B} * 2\pi \right) \Rightarrow (f(a), l),$$

де $f(a)$ – функція для знаходження полярних координат вектора (лише кута, оскільки l не змінюється);

$g(a)$ – функція для знаходження напрямку відкладення значення параметра.

$$g(a) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } a > 0 \\ 1, & \text{якщо } a < 0 \end{cases}$$

Перехід з полярної системи координат до декартової здійснюється за допомогою формул:

$$x = l * \cos(f(a)), y = l * \sin(f(a)).$$

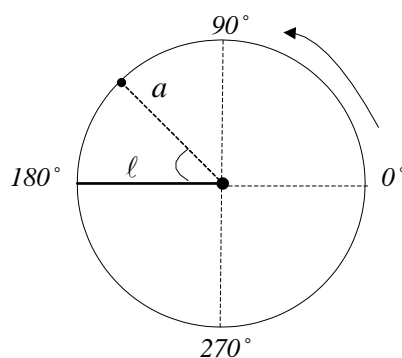


Рис. 5 Графічне зображення кругового індикатора

Висновки

На даний час онтології мають широке застосування, являючись інструментом для опису предметних областей, розробки програмного забезпечення, збереження та використання знань. Загалом, онтологія це ієрархічно структурована множина термінів, що описують предметну область. В основі

онтології лежать властивості, класи, об'єкти і обмеження, що реалізують представлення про об'єкти як про множину сутностей, які характеризуються деяким набором властивостей.

Для забезпечення багаторазового використання знань (компонентів) в області авіатренажеробування, в роботі, було

запропоновано здійснити формалізоване представлення знань про пульти інструктора авіаційних тренажерів та інтерфейсних елементів панелі пультів у вигляді онтологій. Запропоноване онтологічне представлення покладене в основу розробки програмного засобу для конструювання програмного забезпечення пультів інструктора для різних типів авіаційних тренажерів.

Список використаних джерел

1. Уэно Х. Представление и использование знаний / Х. Уэно, Т. Кояма, Т. Окамото, Б. Мацуби. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
2. Осуга С. Обработка знаний / С. Осуга: пер. с япон. В. Этова. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. Kleshchev A.A. An ontology-oriented approach to user interface development / A.A. Kleshchev, V.V. Gribova //International Journal «Information Theories & Applications». – 2003. – Vol. 10(1). – P. 87 – 94.
4. Палагин А. В. Методика проектирования онтологий предметной области / А.В. Палагин, Н. Г. Петренко, К.С. Малахов // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2011. – №10. – С. 5 – 12.
5. Петренко А.І. Методологія розробки онтологій / А.І. Петренко // Вісник університету «Україна». – 2010. – №8. – С. 56 – 71.
6. A Guide to Creating Your First Ontology. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf.
7. Resource Description Framework (RDF) Schema Specification. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.w3.org/TR/PR-rdf_schema
8. DAML Ontology Library. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.daml.org/ontologies>
9. Онтологія UNSPSC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unspsc.org>
10. Башмаков А.И. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие/

А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.

11. IDEF5 Method Report / Knowledge Based Systems, Inc. – 1994. – 187 p.

12. Рябокiнь Ю. М. Повторно використовувані рішення при створенні програмного забезпечення інтерфейсу пульта інструктора авіаційного тренажеру / Ю.М. Рябокiнь // Науково-практичний журнал «Захист інформації» – К.: НАУ. – 2012. – № 4 (57). – С.78 – 82.

13. Леффингуэлл Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход / Д. Леффингуэлл, Д. Уиндриг. М.: Вильямс. – 2002. – 448 с.

14. Parnas D. Predicate Logic for Software Engineering / D. Parnas //IEEE TRANSACTION ON SOFTWARE ENGINEERING. – 1993. – Vol. 19, No. 9. – 1993. – P. 856 – 862.

15. Рябокiнь Ю.М. Доменний аналіз програмного забезпечення інтерфейсу пульта інструктора авіаційного тренажеру / Ю. М. Рябокiнь, І. Б. Мендзєбровський // Проблеми інформатизації та управління: – зб. наук. пр. – К.: НАУ, – 2012. – Вип. 4 (40) – С. 77 – 82.

16. Харин В.И. Авиационные приборы / В.И. Харин // Транспорт. – 1978. – 205 с.

17. Ключев Г.И. Авиационные приборы и системы / Г.И. Ключев, Н.Н. Макаров, В.М. Солдаткин. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 343 с.

18. Воробьев В.Г. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы / В.В. Глухов, И.К. Кадышев. – М.: Транспорт. – 1992. – 399 с.

19. Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы: курс лекций / А.А. Кучерявый / под. ред. В.А. Мишина и Г.И. Ключева, 2-е изд., доп. и перераб. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 504 с.

20. Рябокiнь Ю.М. Генератор елементів інтерфейсу пульта інструктора / Ю. М. Рябокiнь // Проблеми інформатизації та управління: – зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2012. – Вип. 3 (39). – С.130 – 134.

Відомості про автора:



Рябокiнь Юлія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення Інституту комп'ютерних інформаційних технологій Національного авіаційного університету. Наукові інтереси: доменний аналіз, онтологія, інженерія програмного забезпечення.

E-mail: Yulia.Ryabokin@livenau.net