

УДК 004.415 (045)

¹Л.М. Бадьоріна, к.т.н., докторант²І.В. Замаруєва, д.т.н., проф.

МЕТОД ЗМІСТОВОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТОВИХ ВІДПОВІДЕЙ У СИСТЕМАХ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ

¹Національний авіаційний університет

E-mail: vada@ukr.net

²Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

E-mail: zamaruev.com

Запропоновано метод оцінювання ступеня опанування поняттєвого апарату для тих, хто навчається, з певної навчальної дисципліни. Показано, що основою методу є автоматизація оброблення природномовних відповідей та їх зіставлення з еталонними зразками.

In the article active methods are offered teaching which allow substantially to promote the level of preparation of specialists.

Предложен метод оценки степени усвоения обучаемыми понятийного аппарата по определенной дисциплине. Показано, что в основе метода лежит автоматизация обработки ответов на естественном языке и их сравнения с эталонными образцами.

Постановка проблеми

Розвиток сучасних інформаційних технологій в освітній сфері створює необхідність автоматизованого контролю знань фахівців.

Для автоматизованих систем освітнього призначення великого значення набувають моделі оцінювання відповідей, поданих не як варіанти, вибрані з фіксованого набору, а у вигляді текстів, написаних природною мовою.

Одним із найважливіших критеріїв засвоєння навчального матеріалу є рівень володіння майбутнім фахівцем понятійним апаратом з відповідної навчальної дисципліни.

Оцінювання відповідей, написаних у довільній формі, тих, хто навчається, є виключно прерогативою викладача, що вносить певну частку суб'єктивізму.

Розвиток сучасних інформаційних технологій надає нові можливості щодо моделей, методів і принципів побудови автоматизованих систем контролю знань для тих, хто навчається.

Одним зі шляхів підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та об'єктивізації контролю знань тих, хто навчається, є розроблення знання-орієнтованого підходу до

автоматизованого контролю знань, що подані у вигляді довільного природномовного тексту (ПМТ), ґрунтуються на методах розпізнавання, вилучення і формалізації знань, що містяться у ПМТ.

Загальна принципова особливість оцінювання знань полягає в тому, що предметом аналізу для викладача є саме зміст відповіді (тексту) або знання, які там містяться.

Урахувати цю особливість можна, вирішивши проблеми моделювання процесу розуміння людиною текстової інформації.

Основними компонентами знань з погляду їх формалізованого подання є [1]:

- поняття;
- відношення між поняттями;
- характеристики понять і відношень;
- модальності цих характеристик.

Сутність знання-орієнтованого підходу до автоматизації процесу оцінювання знань за довільним текстом полягає в тому, що текст має бути підданий лінгвістичному обробленню, спрямованому на розпізнавання у тексті основних компонентів знань і встановлення логіко-семантичних зв'язків між ними. Подання знань у вигляді пов'язаної відношеннями сукупності понять з відповідними

характеристиками та іншими атрибутами називатимемо поняттєвою структурою (ПС) змісту вхідного тексту.

Аналіз стану теоретичних робіт у галузі комп'ютерної лінгвістики і штучного інтелекту свідчить, що нині відсутній теоретичний апарат, реалізувавши який можна створити програмні засоби автоматизації формування ПС. Водночас створено достатній теоретичний доробок у цій галузі, що є основою для його узагальнення і подальшого розвитку в напрямку автоматизації розпізнавання і вилучення знань, які містяться в ПМТ, їх формалізації для вирішення різноманітних завдань, у тому числі і спрямованих на оцінювання знань тих, хто навчається, за відповідями, поданими в ПМТ.

Мета роботи – автоматизоване оцінювання знань у системах тестування.

Знання-орієнтований підхід до автоматизації оцінювання знань

Знання-орієнтований підхід до автоматизації оцінювання знань тих, хто навчається, за текстовими відповідями передбачає наявність засобів приведення еталонних відповідей, поданих природною мовою, і відповідей до формалізованого подання у вигляді моделі знань про предметну галузь.

Кожна модель відповіді тих, хто навчається порівнюється до еталонної моделі.

Поняттєва структура може містити різноманітні логіко-семантичні відношення між поняттями, за кожним з яких необхідно встановлювати ступінь відповідності.

На оцінювання відповідності відповідей еталонному зразку уведемо такі обмеження:

- розглядати лише визначення (тлумачення) термінів і понять із певної навчальної дисципліни;

- на множині відношень, заданих для термінів та понять із відповідної навчальної дисципліни, виділимо тільки родо-видові відношення та відношення синонімії.

Визначення поняття – це логічна операція, у процесі якої розкривається зміст поняття.

В основу правил еталонних визначень термінів і понять покладено сім правил, що вивчаються формальною логікою [2]:

- поняття визначається через родові й видові відмінності;

- визначення повинно мати такий же вимір, що й поняття, тобто обсяг значення поняття, що визначається, і поняття, за допомогою якого здійснюється визначення, мають відповідати одне одному;

- видовою відмінністю має бути ознака або група ознак, що притаманні лише одному поняттю і не містяться в інших поняттях, що належать до того ж родового поняття;

- визначення не повинно містити кода, тобто поняття, що визначається, не повинно визначатися через поняття, яке стає зрозумілим лише через це поняття;

- визначення не повинно бути тільки заперечним, оскільки заперечення вказує на відсутні ознаки і не дає суттєвих ознак, що характеризують це поняття;

- визначення не повинно бути суперечливим з погляду формальної логіки;

- визначення повинно бути зрозумілим, чітким і не містити подвійного тлумачення.

Нехай S – множина всіх еталонних визначень понять і термінів з відповідної навчальної дисципліни у вигляді ПМТ й укладених за визначеними правилами. Множина S є кінцевою й неупорядкованою:

$$S = \{s_i : 1 \leq i \leq n\},$$

де s_i – визначення терміна;

n – кількість слів в еталонній відповіді.

Сукупність відповідей тих, хто навчається, природною мовою, визначимо як множину T . Ця множина є підмножиною множини S і має всі її властивості:

$$T \subset S; T = \{t_i : 1 \leq i \leq m\},$$

де m – кількість слів у фактичній відповіді;

$$m \leq n.$$

Кожна відповідь з множини T може містити терміни і поняття, які пов'язані родовидовими відношеннями або відношеннями синонімії з поняттями відповідної еталонної відповіді множини S .

Взаємозв'язок термінів і понять у заданій предметній галузі (навчальній дисципліні) подамо у вигляді тезауруса – словника, що відображає семантичні відношення між поняттями в певній предметній галузі.

Тезаурус призначений для пошуку заданого слова за його смисловими зв'язками з іншими словами [3].

Структура тезауруса включає такі відношення:

поняття: = <рід – вид> <частина – ціле>
<синоніми> <антоніми> <асоціації>.

Відношення «рід – вид» дозволяє включити в пошукове поле більш абстрактні або конкретні поняття.

Відношення «частина – ціле» включає в пошукове поле частини цілого об'єкта.

Відношення «синонімія» й «антонімія» дозволяє виконувати пошук синонімів й антонімів.

Відношення «асоціації» різноманітні та індивідуальні за своєю природою і вказують на контекстну залежність пошукового поняття.

Відповідь того, хто навчається, визначається певною структурою понять і термінів, тобто ПС.

З урахуванням певних обмежень кожне поняття в тлумачній частині може описуватися через синоніми.

Елемент e , відносно якого утворюється множина (синонімічний ряд) D_e , назвемо базовим термом, а інші елементи множини D_e (слова-синоніми) – залежними термами.

Необхідно встановити відповідність між термами еталонного визначення і термами відповіді, спираючись на поняття синонімічної відповідності термів, яке підставляється з тезауруса, а також обчислити показник релевантності еталонного визначення і відповіді того, хто навчається.

Еталонне визначення слід розглядати як сукупність базових термів, а відповідь – як сукупність термів t , для кожного з яких необхідно знайти відповідний базовий терм e [4].

Якщо A – множина термів еталонного визначення, B – множина термів відповіді, то формалізоване подання еталонного визначення і відповіді матиме такий вигляд:

$$A = \{e_1, e_2, \dots, e_i, 1 \leq i \leq N\};$$

$$B = \{t_1, t_2, \dots, t_i, 1 \leq i \leq M\},$$

де N – кількість термів еталонного визначення;

M – кількість термів відповіді.

У результаті можна отримати одне з таких співвідношень між множинами A і B [4]:

$A = B$ – відповідь того, хто навчається, повністю збігається з еталонною відповіддю;

$A \subset B$ – відповідь того, хто навчається, містить усі терми з еталонної відповіді і додаткові терми;

$B \subset A$ – відповідь того, хто навчається, частково відповідає еталонній відповіді, в ній немає деяких базових термів;

$A \cap B = \emptyset$ – відповідь того, хто навчається, повністю не відповідає еталонній відповіді;

$A \cap B \neq \emptyset$ – еталонна відповідь і поточна відповідь – спільні терми.

Продемонструємо викладене на такому прикладі. Нехай маємо еталонне визначення [3]:

Програма – опис *алгоритму* розв'язання задачі, заданий *мовою обчислювальної машини*.

Еталонні відповіді зводяться до ПС, яка являє собою взаємопов'язану сукупність відношень, понять і характеристик понять та відношень для кожної еталонної відповіді.

Для отримання ПС еталонна відповідь піддається морфологічному, синтаксичному і семантичному автоматичному аналізу. Побудована таким чином ПС еталонної відповіді порівнюється з поточною відповіддю того, хто навчається, яка також зводиться до ПС.

У заданому еталонному визначенні курсивом виділені ключові базові терми, які відповідають умовам необхідності й достатності

правильної відповіді для тих, хто навчається. Інші поняття є додатковими, які також можуть мати синонімічні ряди, але не враховуються під час кількісного оцінювання відповіді того, хто навчається.

У цьому випадку для правильної відповіді визначаються два необхідні й достатні поняття, які за правилами побудови тлумачної частини терміна «програма» формують його унікальні відмінні ознаки. Для цих базових термів з тезауруса можна побудувати такий синонімічний ряд:

Алгоритм := {сукупність правил;
 послідовність операцій; сукупність дій};
Мова обчислювальної машини :=
 {мова програмування; штучна мова;
 машинна мова; формальна мова, мова ЕОМ}.

Позначимо через $A1$ множину, що визначає синонімічний ряд для поняття «алгоритм», і через $A2$ – синонімічний ряд для поняття «мова обчислювальної машини».

Тоді формалізоване подання еталонної відповіді матиме такий вигляд:

Програма :=
опис {поданий}
 $A1 \subset$ {алгоритм; сукупн+правил;
 послідовн+операцій; сукупн+дій}
розв'язання{*вирішення*; *обчислення*}
задач
 \wedge
задано{*наведено*; *опис*}
 на $A2 \subset$ {мов+обчислювальн+машин;
 мов+програмування; машинн+мов;
 формальн+мов; мов+ЕОМ}.

У цьому прикладі поняття, через які відбувається тлумачення, подано у вигляді пошукових образів, через знак «+» поєднуються слова, які складають термін для заданої навчальної дисципліни, логічна операція « \wedge » вказує на обов'язкову наявність двох базових термів. Інші відношення через уведені раніше обмеження випущено.

Це подання є основою для порівняння з поточними відповідями тих, хто навчається.

При цьому будемо вважати, що терми a (з еталонної відповіді) і b (відповіді того, хто навчається) збігаються повністю, якщо для b знайдено хоча б один пошуковий образ із синонімічного ряду термів a . Тобто для двох термів a і b можна визначити функцію $f(a,b)$, яка характеризує показник повноти тлумачення терміна через поняття, що його описують, відносно синонімії і набуває значення 1 , якщо $b \subset A$, і 0 , якщо $A \cap b = \emptyset$.

Тоді для заданого еталонного зразка необхідну і достатню умови правильної відповіді можна записати так:

$$f(a,b) = 1,$$

якщо

$$(A1 \cap B1) = \emptyset \wedge (A2 \cap B2) = \emptyset. \quad (1)$$

Оскільки відповіді тих, хто навчається, можуть бути неповними, тобто не всі ключові поняття, що описують термін, є у тлумачній частині, то в разі відсутності у відповіді хоча б одного ключового терму $f(a,b) = 0$.

У разі кількісного оцінювання того, хто навчається, є потреба оцінити повноту відповіді за кожним ключовим термом тлумачної частини. Для цього введемо інтервал оцінювання $[0,1]$.

Функція $f(a,b)$ набуває значення 0 або 1 для кожного ключового терму, що входить до еталонного зразка. Загальна сума балів за відповідь визначається за формулою

$$K = \frac{\sum_1^n f(a_i, b_i)}{N'}, \quad (2)$$

де N' – загальна кількість ключових термів тлумачної частини, що підлягають оцінюванню.

Нехай для визначеного еталонного зразка маємо таку поточну відповідь того, хто навчається:

Програма – послідовність операцій над даними, необхідними для оброблення інформації і реалізації заданого алгоритму.

Ця відповідь стосується формалізованого подання. При цьому формуються пошукові образи кожного слова, що входять до тлумачної частини терміна, і порівнюються з елементами множини $A1$, що визначає синонімічний ряд для терма «алгоритм», і $A2$, що визначає синонімічний ряд для терму «мова обчислювальної машини». Інші слова також можуть перевірятися з синонімічними рядами термів, які не є ключовими для тлумачення терміну «програма», але вони не враховуються під час оцінювання відповіді того, хто навчається. Після необхідних перетворень формалізоване подання відповіді того, хто навчається, буде мати такий вигляд:

Програма :=
 $A1\{\text{послідовн+операцій}\}$
 над дан
 необхідн
 обробк/обробок
 інформаці
 реалізації
 $A1\{\text{алгоритм}\}$.

З наведеного прикладу видно, що поняття тлумачної частини терміна «програма» збігаються тільки з множиною $A1$ еталонного зразку. Причому у відповіді знайдено два еквіваленти, оскільки з формули (1) випливає, що вона набуває значення **1**, якщо знайдено хоча б один відповідник, тому згортання всіх знайдених відповідників з однієї множини дає значення **1**, тобто

$$f(\alpha_1, b) = 1;$$

$$f(\alpha_2, b) = 0.$$

Кількісну оцінку обчислюємо за формулою (2):

$$K = \frac{1}{2} = 0,5.$$

Таким чином, якщо звести інтервал $[0,1]$ до десятибальної шкали оцінювання, то відповідь буде мати оцінку 5.

Висновки

Запропонований метод автоматизації кількісного оцінювання відповідей тих, хто навчається, поданих у вигляді ПМТ, для тестів відкритого типу дозволяє порівнювати еталонні визначення та поточні відповіді на відповідних множинах синонімічних рядів. Це дає змогу об'єктивізувати процес оцінювання рівня опанування тими, хто навчається, понятійного апарату з заданої навчальної дисципліни.

Література

1. Замаруєва І.В. Комп'ютерна модель розуміння природномовної текстової інформації / І.В. Замаруєва // Проблеми програмування. – 1999. – №2. – С. 96–102.
2. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник / Н.И. Кондаков. – М.: Наука, 1975. – 719 с.
3. Словарь по кибернетике. – 2-е изд. / под ред. В.С. Михалевича. – К.: Глав. ред. УСЭ им. М.П. Бажана, 1989. – 751 с.
4. Бадьоріна Л.М. Метод оцінювання довільних відповідей у комп'ютерних системах тестування знань / Л.М. Бадьоріна // Математичні машини і системи. – 2006. – №4. – С. 138–144.

Стаття надійшла до редакції 26.01.2011.