

УДК 681.3

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА НАПРЯМКИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СППР

Г.Є. Кузьменко, В.А. Литвинов

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

e-mail: litvi@dr.com

1. В матеріалах щодо цілей та задач Міжнародної конференції IOI-2006 декларується, що «Интеллектуализация обработки информации становится одним из главных направлений научных исследований и разработок в информационную эпоху развития человечества. В ближайшие годы степень интеллектуализации компьютерных систем и технологий будет основным фактором, определяющим мировой прогресс».

Поняття та терміни “інтелектуальна”, “інтелектуалізована”, “інтелектуалізація” стосовно до інформаційних технологій (ІТ) використовуються у великій кількості праць з теорії і практики створення інформаційних та інформаційно-аналітичних систем різних класів і призначень. Проте поки що єдиного, чіткого тлумачення цих термінів, що припускали б хоч будь-які кількісні оцінки міри інтелектуальності або інтелектуалізованості, не склалося. Таке становище ілюструє порівняльний аналіз змісту відповідних функціональних та прикладних джерел [1-7 та ін.].

2. Погляд авторів даної доповіді а згадані поняття та терміни базується на припущенні практичної корисності суто прагматичних підходів до оцінки рівня інтелектуальності систем, що наділені елементами штучного інтелекту. Зокрема, вважається можливим застосування оцінок, що базуються:

- на порівнянні характеристик системи, що розглядається з набором базових показників деякої ідеалізованої інтелектуальної системи (**ІС**), що за своїми властивостями відповідає нашим теперішнім уявленням про таку. Результатом такого порівняння має бути значення абсолютного коефіцієнту інтелектуальності **AAIQ**;

- на визначенні порівняльного ступеню відповідальності значень вибраних проблемно-орієнтованих показників інтелектуальності бажаним значенням, що повинні характеризувати системи розглядаємого класу. В результаті такого порівняння оцінюється відносний коефіцієнт інтелектуальності **RAIQ**;

- на оцінці значення міри інтелектуального навантаження на користувача, що забезпечує дана реалізація деякої системи, підсистеми, технологічного етапу у співставленні з іншою реалізацією, що призначена для виконання аналогічних функцій (наприклад, з реалізацією, що передує даній). Результатом такого співставлення має бути зіставний коефіцієнт інтелектуальності **CAIQ**.

3. В основу формалізації оцінки значень **AAIQ** покладемо наступні міркування.

Нехай $\mathbf{W}^{(A)}$ - множина базових тестових показників $p_j^{(A)}$, що характеризують деяку ідеалізовану інтелектуальну систему, що повністю відповідає нашим теперішнім уявленням про таку. Якщо значення $p_j^{(A)}$ для конкретної розглядаємої системи повною мірою позитивні, то цю систему будемо вважати ідеалізовано інтелектуальною (**ІС**); така система може самостійно розв’язувати неформалізовані задачі і нештатні проблемні ситуації. Якщо значення $p_j^{(A)}$ частково позитивні (або повністю позитивні лише для обмеженої частини проблемної області), то система є частково інтелектуальною, або інтелектуалізованою (надалі **ІС**). Рівень інтелектуальності **ІС** може бути визначений повнотою міри позитивності значень показників $\mathbf{W}^{(A)}$.

Відзначимо, що інтелектуальні системи, близькі до **ПС**, створюються у теперішній час лише для вузьких проблемних областей. Зокрема, прикладами таких систем можна вважати розвинуті експертні системи, системи керування поведінкою роботів тощо. Прийняття рішень для управління великими багаторівневими організаційними об'єктами у складі таких СППР, наприклад, як Ситуаційні центри, з широкою проблемною областю поки що можливе лише на основі **ІС** [9].

Простою формалізацією викладених якісних міркувань могло б бути визначення рівня інтелектуальності **ІС** кількісними показниками, що враховують такі характеристики:

$$w_j^{(A)} = 0, \dots, 1.0, \sum_{j=1}^k w_j^{(A)} = 1.0, j = 1, \dots, k$$

$w_j^{(A)}$ – абсолютна вага показника $p_j^{(A)}$

$$z_i = 0, \dots, 1.0, \sum_i z_i = 1.0, i = 1, \dots, n$$

z_i – відносна вага i -ї задачі проблемної області **ІС**

$v_{ij}^{(A)}$ – відносне значення j -го тестового показника для i -ї задачі проблемної області **ІС** ($v_{ij} = 0 \dots 1.0$).

Значення коефіцієнта інтелектуальності (**AAIQ**) можна визначити як деяку нормовану функцію F від перелічених характеристик. Характер функції F має бути таким, що для вирішення повністю формалізованих задач з нульовими значеннями тестових показників значення **AAIQ** _{i} = 0, для вирішення неформалізованих або слабо формалізованих задач значення **AAIQ** _{i} знаходяться в межах 0 – 1.0, загальний рівень «абсолютної» інтелектуальності $0 \leq \text{AAIQ} \leq 1.0$.

Прийнятні властивості мають прості лінійні функції:

$$\text{AAIQ}_i = \sum_{j=1}^k w_j^{(A)} \cdot v_{ij}^{(A)}, \quad \text{AAIQ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k w_j^{(A)} \cdot v_{ij}^{(A)} \quad (1)$$

Що стосується вибору показників $p_j^{(A)}$ множини **W**^(A), то для їх визначення можуть бути використані давні пропозиції Мічі (Mitchi) щодо визначення штучного інтелекту [10], які вважалися найбільш операціональними [11]. Зокрема, опираючись на [10], в множину **W**^(A) слід включити наступний комплекс базових тестових питань-показників:

$p_1^{(A)}$ - у якій мірі система використовує модель навколишнього середовища (проблемної області) для формування планів власних дій;

$p_2^{(A)}$ - у якій мірі при плануванні дій розглядаються альтернативні варіанти планів;

$p_3^{(A)}$ - у якій мірі система може під час виконання плану реконструювати його, якщо подальше виконання призведе до небажаних наслідків;

$p_4^{(A)}$ - у якій мірі система може використовувати накопичений досвід для індуктивного розширення та корегування моделі проблемної області;

$p_4^{(A)}$ - у якій мірі система може спілкуватися з користувачем на природній мові;

$p_6^{(A)}$ - у якій мірі є прийнятною тривалість виконання сформованого плану вирішення задачі.

4. Показники **RAIQ** _{i} , **RAIQ** можуть розраховуватися на підставі характеристик, аналогічних складовим **AAIQ**. Тобто мають бути визначені: 1) **W**^(R) проблемно-орієнтованих показників $p_l^{(R)}$, що характеризують специфічні вимоги до інтелектуальних

властивостей системи, що розглядається; 2) відносна нормована вага $w_{il}^{(R)}$ показників $p_l^{(R)}$ та їх відносні значення $v_{il}^{(R)}$ (відносні – стосовно їх бажаних значень). Таким чином,

$$RAIQ_i = \sum_l w_{il}^{(R)} \cdot v_{il}, \quad RAIQ = \sum_i \sum_l z_i w_{il}^{(R)} \cdot v_{il}^{(R)}.$$

Простий схематичний приклад використання (1), (2) наведено в [8].

5. Для формалізації оцінок **CAIQ** введемо до розгляду показник $G(R)$ інтелектуального навантаження на користувача, яке створює реалізація системи R , що розглядається. Визначимо величину $G(R)$, як зважену суму: $G(R) = \sum_g m_g r_g$ де m_g - кількість операцій класу g , що повинна виконувати людина при реалізації R ; r_g - трудомісткість операції класу g при їх виконанні людиною (наприклад, в одиницях часу).

Значення коефіцієнта **CAIQ** представимо у вигляді відносної різниці

$$CAIQ = \frac{G(R_0) - G(R)}{\max\{G(R), G(R_0)\}} \quad (3)$$

Як можна бачити з (3) для $G(R) = 0$, $CAIQ = 1.0$, для $G(R) = G(R_0)$ $CAIQ = 0$, для $G(R) > G(R_0)$ $CAIQ < 0$. Тобто взагалі значення **CAIQ** знаходяться в діапазоні $-1 \leq CAIQ \leq 1$. При цьому від'ємне значення **CAIQ** означає, що реалізація R гірша (у сенсі, що розглядається), ніж R_0 .

Що стосується прикладів визначення і застосування показника **CAIQ**, то найкращим прикладом могли б бути порівняльні значення $G(R)$ для систем сканерного вводу і оптичного розпізнавання символів на базі OCR, ICR (де в задачі людини входить, в основному, лише клавіатурно-орієнтована підтримка виправлення помилок) і систем клавіатурного вводу.

В цілому введені показники коефіцієнтів інтелектуальності мають, як ми бачимо, наступний сенс:

- значення **AAIQ** визначає, наскільки **ІС**, що розглядається, близька до **ПС**;
- значення **RAIQ** визначає, в якій мірі **ІС** відповідає конкретним прагматичним проблемно-орієнтованим вимогам, що пред'являються до її інтелектуальних властивостей;
- значення **CAIQ** визначає, в якій мірі **ІС**, що розглядається, знижує інтелектуальне навантаження на користувача у порівнянні з аналогічними системами відповідного функціонального призначення.

6. Повертаючись до основних понять, пов'язаних з інтелектуалізацією ІТ, на основі викладених положень інтелектуалізовану ІТ підсумково можна визначити як технологію яка:

- спрямована на підвищення значень **AAIQ** та/або **RAIQ** шляхом використання елементів штучного інтелекту;
- містить підсистеми, задачі, функції, що забезпечують зниження інтелектуального навантаження на користувача (експерта, оператора, адміністратора тощо), тобто підвищення **CAIQ**;
- активізує розумові здібності експерта-аналітика для компенсації недостатньо високих, по відношенню до потреб задач проблемної області, значень **AAIQ**, **RAIQ**.

7. З наведених ознак інтелектуалізованих ІТ випливає, що існує (або можна виділити) три взаємодоповнюючі загальні напрямки вирішення проблеми інтелектуалізації технологій СППР, - тобто підвищення рівня їх інтелектуальності:

- на загальносистемному рівні;
- на рівні окремих технологічних підсистем;
- на прикладному рівні.

Перший напрямок пов'язаний із введенням в технологічну схему елементів штучного інтелекту у вигляді відповідного інструментарію, що виконує “класичні” “інтелектуальні” функції – створення Сховищ Даних і реалізація методів і засобів OLAP Data Mining та Knowledge Discovery в процесі підтримки діяльності експерта-аналітика, створення та використання методо-орієнтованих прогнозно-аналітичних експертних систем загального призначення тощо.

Реалізація *другого напрямку* полягає в наділенні окремих технологічних етапів інтелектуальними властивостями, що полегшують користувачам роботу в системі та вивільняють їх розумовий потенціал для більш плідної роботи з комп'ютером – інтелектуалізація інтерфейсу користувача, реалізація рутинних технологічних задач підтримки діяльності експертів, ОПР, адміністратора СППР тощо.

Третій напрямок має на меті наділення елементами штучного інтелекту алгоритмічного забезпечення окремих прикладних підсистем, що реалізують вирішення конкретних задач для конкретних проблем і класів об'єктів, наприклад, управління бюджетними процесами на державному та регіональному рівнях, прийняття рішень щодо оцінки міждержавних кризових ситуацій, прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах і т.ін.

8. Запропонований підхід може на думку авторів, бути корисним для порівняльних оцінок конкретних ІС та їх класів на підставі розрахунку відповідних значень **AAIQ**, **RAIQ**, **CAIQ**. Такі оцінки дають можливість виявлення «слабких ланцюжків» та перспективних напрямків підвищення рівня інтелекту ІС та, відповідно ІТ.

Література

1. Энциклопедия кибернетики, т.1.-К., Головна редакція української радянської енциклопедії, 1974, с.с.412-414, 577-578.
2. Толковый словарь по искусственному интеллекту. Авторы-составители: А.Н.Аверкин, М.Г.Гаазе-Рапопорт, Д.А.Поспелов.-М., Радио и связь, 1999-256 с.
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови, К., Ірпін'я: ВТФ «Перун», 2004. – 1440 с.
4. Суворов В.В. К оцениванию интеллекта систем// Труды Международной конференции «Интеллектуальное управление: новые интеллектуальные технологии в задачах управления (ICIT). – Переяславль – Залесский. – 1999. – 6-9 декабря. – С.36-42.
5. <http://chemphys.edu.ru/pdf/2003-12-29-001.pdf>.
6. http://www.vestnik.adygnet.ru/diles/2006/1/98/lucenko2006_1
7. <http://www.dvags.ru/uk/4.6.html>
8. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А. Прагматичний підхід до оцінки рівня інтелекту інтелектуалізованих систем. ММиС.,2003, №3,4; с.75-79.
9. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления. ММиС, 2003, №1, с.3-14.
10. Michie D., Sibert E.E. Formation and Execution of Plans by Machine // Artificial Intelligence and Heuristic Programming, Findler N.V. and Meltzer B. (eds), Edinburgh University Press. - P.101-124 «Интеллектуальные роботы»: Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. – Вып.2 – С.378 - 405.
11. Попов Э.В., Фирдман Г.Р. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. - М.: Наука, 1976. - 455 с.