

УДК 004.33

Н.М. Ліщина

ЭФЕКТИВНІСТЬ ЛОГІКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ НАУКАХ

Досліджена і описана роль у комп'ютерних науках доказових методів розробки алгоритмів і програм з доказами їхньої правильності. Вивчене питання безперервної взаємодії комп'ютерних наук з логікою.

Ключові слова: логіка, логічна форма, закони логіки.

Літ. 11.

Н.М. Лищина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛОГИКИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУКАХ

Исследована и описана роль в компьютерных науках доказательных методов разработки алгоритмов и программ с доказательствами их правильности. Изучен вопрос непрерывного взаимодействия компьютерных наук с логикой.

Ключевые слова: логика, логическая форма, законы логики.

N. M. Lishchyna

EFFICIENCY OF LOGIC IN KOMPUTER SCIENCES

An investigational and described role is in komputer sciences of evidential methods of development of algorithms and programs with proofs of their rightness. The studied question of continuous co-operation of komputer sciences is with logic.

Keywords: logic, logic's forms, laws of logic.

Постановка проблеми. На відміну від природничих наук, комп'ютерні науки отримали великий стимул від широкої і безперервної взаємодії з логікою. Особливу роль у комп'ютерних науках відіграють доказові методи розробки алгоритмів і програм з доказами їхньої правильності.

Тестування програм може виявити наявність помилок у програмах, але не може гарантувати їх відсутність. Гарантії відсутності помилок в алгоритмах і програмах можуть дати тільки докази їх правильності. Алгоритм не містить помилок, якщо він дає правильні рішення для всіх допустимих даних.

Серйозною проблемою для комп'ютерних наук та інформатики є наявність помилок в алгоритмах і програмах, що публікуються в підручниках і навчальних посібниках, а також невміння викладачів і вчителів інформатики виявляти і виправляти помилки в алгоритмах і програмах, складених учнями.

Єдиний шлях для подолання цих проблем-це вивчення систематичних методів складання алгоритмів і програм з одночасним аналізом їх правильності в рамках доказового програмування з самого початку навчання основам алгоритмізації і програмування.

Складність для викладачів і програмістів полягає в тому, що вони повинні вміти писати не тільки алгоритми і програми, а й докази правильності своїх алгоритмів і програм.

В результаті програмісти пишуть програми з великим числом помилок, які вони не можуть ні виявити, ні виправити. Масоване тестування програм на ЕОМ приносить програмістам безперечну користь, проте не дає гарантій повного позбавлення від помилок.

Виклад основного матеріалу. Визначення логіки у першому найзагальнішому наближенні виглядає таким чином: логіка – це наука, яка вивчає мислення людини. Але сутність мислення досягається в межах кількох наук – філософії, психології, фізіології вищої нервової діяльності, кібернетики тощо.

Наприклад, у частині філософії, як гносеологія формуються такі важливі положення про мислення:

- мислення й свідомість є функцією мозку і відображають процеси і явища об'єктивного світу; це відображення здійснюється за допомогою відчуттів, сприйняття, уявлень, пам'яті, міркувань;
- мислення є опосередкованим і узагальненим відображенням дійсності і здійснюється в логічних формах понять, суджень, умовиводів;
- за допомогою мислення досягають такі сторони реального світу, які не можуть бути розкриті за допомогою тільки чуттєвих форм відображення дійсності, — відчуттів, сприйняття, уявлень;
- критеріями істинності виступають практика, досвід, краса, моральні норми, логічна несуперечність, корисність, успіх тощо;

© Н.М. Ліщина

- думка виражається у звукових, письмових або інших знаках, символах як природної, так і штучної мови;
- логіка широко використовує формалізацію і формалізовані мови;
- у мисленні формальна логіка вивчає логічні форми й формально-логічні закони побудови думки;
- логічні висновки мають необхідний, об'єктивний, неминучий, обов'язковий характер.

Психологію теж цікавить мислення, але вона вивчає психологічні особливості мислення індивідів, тобто вплив на мислення особливостей психіки індивіда, його темпераменту, мотивації, настроїв тощо. З позиції психології мислення нормальної людини і марення божевільного однаково закономірні, а з позицій логіки мислення розглядається таким, яким воно повинно бути, щоб не відхилитись від істини. Логіку не цікавить питання про те, хто мислить (юнак або старець, чоловік або жінка, геній або божевільний, жебрак або багач, керівник або підлеглий, студент або професор, учень або вчитель), а для психології це дуже важливо.

На відміну від інших наук, логіку цікавить не мислення взагалі, а саме правильне мислення. Вона є наукою про форми і закони правильного мислення. Сучасна логіка за своїм предметом і проблематикою є наукою гуманітарною (вона — частина філософського знання), за методами вона близька до математики, за своїми цілями вона повинна поєднати природні потенції людини до мислення з точністю сучасного наукового стилю мислення і з метафоричністю, образністю гуманітарної думки.

Фундаментальним поняттям формальної логіки є логічна форма. Її можна визначити як форму взаємозв'язку частини мислимого змісту. Певний спосіб зв'язку може бути і тим самим для необмеженої кількості тверджень. Загальна структура логічної форми складається з: суб'єкта (S), частини, що відповідає предмету твердження; предиката (P), частини, що відповідає тому, що говориться про даний предмет; зв'язків «є» (—), або «не є» (~). S і P — це змінні знаки логіки; «є» (—), «не є» (~), «всі» (∀) та «деякі» (∃) постійні знаки.

Існують три види знаків за характером їхнього відношення до об'єктів, які позначаються як: іконічні знаки (знаки-копії), значення яких повністю визначається тим предметом, якому вони відповідають (фотографії, картини, відбитки пальців тощо); знаки-символи, які фізично ніяк не пов'язані з об'єктами, які вони позначають (слова природної мови, дорожні знаки тощо); знаки-індекси, значення котрих повністю визначаються тим контекстом, у якому вони виявляються.

Речення простої логічної форми або структури можуть вступати між собою у логічний зв'язок, утворюючи речення більш складної логічної форми або форми, загальної для багатьох подібних суджень різного конкретного змісту. З поняттям логічної форми тісно пов'язане поняття формально-логічного закону. Довільний формально-логічний закон є не що інше, як відношення між логічними формами думки, і характеризується фактором необхідності. Це означає, що формально-логічні закони не залежать від волі людей, вони не можуть бути порушені без шкоди для пізнання істини.

Структура логіки. Назвою «логіка» об'єднуються багато різних логік. По-перше, це теоретична логіка, яка складається з теорії доведень, теорії аналізу (аналітики) та формальної семантики. По-друге, це практична логіка, до складу якої входять логіка дій, логіка рішень, евристика, праксеологія, конфліктологія. По-третє, це філософська логіка, яка включає в себе онтологію (вільну від онтологічних припущень логіку, часову і динамічні логіки), естетику (логіку тропів, метафор, аналогій), етику (аксіологію, деонтичну логіку, логіку оцінок, норм, імперативів), філософію права, політики, ідеології, принципи аналітичної філософії. По-четверте, це логічний аналіз мови, який складається з теорій комунікацій, аргументації, мовленнєвих актів, аналізу дискурсу і дискусій, риторики, семіотики. По-п'яте, це логіка інформаційних технологій, до якої входять когнітологія, логіко-когнітивний аналіз, комп'ютерна логіка, логічне програмування, штучний інтелект. Нарешті, це метапроблеми логіки, тобто історія, соціологія, філософія і викладання логіки.[3]

З наведеної класифікації логічних дисциплін можна зробити висновок, що логіка потрібна скрізь, де постає потреба приводити до певного ладу розрізнені емпіричні факти та знання, систематизувати їх і визначити точну сутність понять і суджень. Особливо важливе значення вона має для:

- науки (логіка – «цариця» наук, вона поглиблює творчі здібності науковців, створює універсальну метамову науки, наводить мости через «прірву» між гуманітарними та природничими науками, прокладає шляхи до інтеграції наукового знання);
- економічної діяльності (важко уявити теорію і практику економічної науки, економічного життя без поняття ефективності, раціональності, логічної обґрунтованості);
- права (судові процеси, законодавча діяльність, нотаріальна справа тощо принципово неможливі без логічної аргументації);
- політики (саме логіка допомагає обмежити емоційні оцінки і дії, досягти зрівноважених рішень, консенсусу);
- точного відображення думок в усній та письмовій формах (логіка виховує дисципліну думок, навички раціональної легітимації соціальної поведінки, професійну грамотність);
- коректного ведення дискусій (логіка стимулює критичне мислення, аналітичність, культуру дискурсу);
- інформатики, діалогу з ПК (принципи логіки є базисними для інформатики, на них спирається побудова комп'ютерів і комп'ютерних програм).

Основні закони логіки. Закон є результатом відображення необхідного, істотного, сталого й багаторазово повторюваного відношення між предметами і явищами реальної дійсності. Закон мислення – це результат відображення необхідних істотних, сталих, багаторазово повторюваних зв'язків між думками, вираженими логічними засобами. В логіці найвідомішими є чотири основних закони: тотожності, несуперечності, виключеного третього, закон достатньої підстави. Перші три закони були сформульовані ще Аристотелем, четвертий відкрив Лейбніц. Ці чотири закони належать до основних законів традиційної логіки. Інші закони сформульовані в межах класичної логіки. [1]

Закон тотожності: обсяг і зміст понять (суджень) повинні бути строго визначеними і лишатися незмінними в процесі логічних міркувань. Його формули мають вигляд: $A \leftrightarrow A$; $A \rightarrow A$.

Закон суперечності: у процесі міркування про який-небудь предмет не можна одночасно стверджувати і заперечувати що-небудь в одному й тому самому відношенні. Його формула має вигляд: $A \wedge \text{не-}A$.

Закон виключеного третього: з двох суперечливих суджень одне повинне бути істинним, друге — хибним, третього бути не може. Його формула має вигляд: $A \vee \text{не-}A$.

Закон достатньої підстави: всяка істинна думка повинна бути достатньо обґрунтованою (за допомогою вихідних положень, припущень, відомих законів і правил, практичного досвіду тощо). Формально-логічної форми запису закон не має.[4]

Закон подвійного заперечення. Згідно з ним подвійне заперечення рівнозначне твердженню. Його формули мають вигляд:

$$\text{не-}A \rightarrow A; A \rightarrow \text{не-}A; \text{не-}A \leftrightarrow A.$$

Закон ідемпотентності (від лат. idempotens – те, що зберігає вихідний ступінь). Згідно з ним повторення будь-якого висловлювання через кон'юнкцію («і») чи диз'юнкцію («або») рівнозначне самому висловлюванню. Його формули має вигляд:

$$(A \wedge A) \leftrightarrow A;$$

$$(A \vee A) \leftrightarrow A.$$

Закон комутативності (від лат. commutativus – те, що змінюється, переміщується). Згідно з ним можна міняти місцями висловлювання, зв'язані логічним сполучником («і») кон'юнкції та («або») диз'юнкції. Його формули мають вигляд:

$$(A \wedge B) \leftrightarrow (B \wedge A);$$

$$(A \vee B) \leftrightarrow (B \vee A).$$

Закон контрапозиції (від лат. contrapositio – протиставлення). Згідно з ним можна за допомогою заперечення міняти місцями антецедент і консеквент. Його формули мають вигляд:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow (\text{не-}B \rightarrow \text{не-}A);$$

$$(\text{не-}A \rightarrow \text{не-}B) \rightarrow (B \rightarrow A);$$

$$(A \rightarrow \text{не-}B) \rightarrow (B \rightarrow \text{не-}A);$$

$$(\text{не-}A \rightarrow B) \rightarrow (\text{не-}B \rightarrow A).$$

Перший закон складної контрапозиції. Згідно з ним з першого і другого висловлювань випливає третє висловлювання тоді і тільки тоді, коли з першого висловлювання і заперечення третього висловлювання випливає заперечення другого висловлювання. Його формула має вигляд:

$$((A \wedge B) \rightarrow C) \leftrightarrow ((A \rightarrow \text{не-}C) \wedge \text{не-}B).$$

Другий закон складної контрапозиції. Згідно з ним з першого висловлювання випливає друге або третє висловлювання тоді і тільки тоді, коли із заперечення другого висловлювання випливає заперечення першого висловлювання або третє висловлювання. Його формула має вигляд:

$$(A \rightarrow (B \vee C)) \leftrightarrow (\text{не-}B \rightarrow (\text{не-}A \vee C)).$$

Закон асоціативності (від лат. associatio – з'єдную). Згідно з ним можна по-різному поєднувати висловлювання, з'єднані за допомогою логічних сполучників «і» кон'юнкції, «або» диз'юнкції. Його формули мають вигляд:

$$((A \wedge B) \wedge C) \leftrightarrow (A \wedge (B \wedge C));$$

$$((A \vee B) \vee C) \leftrightarrow A \vee (B \vee C).$$

Закон дистрибутивності (від лат. distributio – розміщення, розподіл). Згідно з ним можна розподіляти один логічний сполучник стосовно іншого. Його формули мають вигляд:

$$(A \wedge (B \vee C)) \leftrightarrow ((A \wedge B) \vee (A \wedge C));$$

$$(A \vee (B \wedge C)) \leftrightarrow ((A \vee B) \wedge (A \vee C)).$$

Перший закон де Моргана. Згідно з ним заперечення кон'юнкції еквівалентне диз'юнкції заперечень. Його формула має вигляд:

$$\text{не-}(A \wedge B) \leftrightarrow (\text{не-}A \vee \text{не-}B).$$

Другий закон де Моргана. Згідно з ним заперечення диз'юнкції еквівалентне кон'юнкції заперечень. Його формула має вигляд:

$$\text{не-}(A \vee B) \leftrightarrow (\text{не-}A \wedge \text{не-}B).[2]$$

Висновки. Практика застосування та вивчення доказових методів програмування показала, що ця технологія цілком доступна студентам технічних спеціальностей, яким цілком під силу написання доказів правильності алгоритмів, після перевірки та тестування програм на ЕОМ.

Найбільший ефект в освоєнні технологій доказового програмування спостерігається в олімпіадах з інформатики та програмування, де переможцями та призерами стають ті студенти, які освоїли техніку тестування програм на ЕОМ і складання алгоритмів і програм без помилок.

1. Клини С. Математическая логика/ С. Клини. – М.: Наука, 1973.
2. Нікітченко М.С. Математична логіка та теорія алгоритмів/ М.С. Нікітченко, С.С. Шкільняк. К., ВПЦ Київський ун-т, 2008.
3. Шкільняк С.С. Математична логіка. Приклади і задачі/ С.С. Шкільняк. – ВПЦ Київський ун-т. – К., 2007.
4. Шкільняк С.С. Теорія алгоритмів: приклади і задачі/ С.С. Шкільняк. – ВПЦ Київський ун-т. – Київ, 2003.

Стаття надійшла до редакції 27.09.2013.