УДК 004.421

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕРСНОГО КОНТЕКСТНО-АСОЦІАТИВНОГО МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОРФОКОРЕКЦІЇ

Т.М. Заболотня

НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна, tatiana104@yandex.ru

Запропоновано алгоритм, який реалізує інверсний контекстно-асоціативний метод автоматизованого виправлення орфографічних помилок. Експериментально досліджено ефективність використання інверсного контекстно-асоціативного методу за критеріями швидкодії та точності роботи відповідного програмного забезпечення. Визначені рекомендовані значення параметрів алгоритму виправлення помилок, встановлення яких забезпечує ефективну роботу програмного орфокоректора.

ЛІНГВІСТИЧНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АВТОМАТИЗОВАНА ОРФОКОРЕКЦІЯ ПРИРОДНОМОВНИХ ТЕКСТОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Вступ

Від моменту виникнення систем автоматичної обробки текстів (АОТ) і до теперішнього часу їх важливою задачею є перевірка орфографії в текстових даних. З огляду на постійне збільшення обсягу електронної документації, забезпечення ефективної комп'ютеризованої обробки природномовних об'єктів неможливе без підвищення продуктивності програмних орфокоректорів, особливо за критеріями точності та швидкості обробки вхідних даних [1].

Дослідження останніх вітчизняних та зарубіжних робіт у галузі автоматичної обробки природномовних текстів показало, що підвищенню ефективності автоматизованої орфокорекції значною мірою сприяє модифікація існуючих алгоритмів виправлення помилок у напрямку залучення контекстної інформації та лексико-семантичних словникових ресурсів для її обробки. Проведення аналізу асоціативних зв'язків між словами уможливлює коректне звуження множини гіпотез, які мають бути оброблені під час визначення варіантів виправлення, що позитивно впливає на ефективність функціонування систем АОТ в цілому. Але на даний момент в існуючих програмних засобах орфокорекції методика врахування контексту спотвореного слова за допомогою семантичного інструментарію є недостатньо розробленою, а отже, дослідження даного питання видається актуальним.

1. Постановка задачі

Метою даної роботи є експериментальне дослідження ефективності інверсного контекстно-асоціативного методу автоматизованої орфокорекції, сформульованого та теоретично обгрунтованого у [2].

У відповідності до поставленої мети **задачами дослідження** є:

– розробка алгоритму визначення варіантів виправлення орфографічних помилок, що реалізує інверсний контекстно-асоціативний метод орфокорекції;

– дослідження ефективності роботи побудованого програмного коректора за критеріями точності та швидкості обробки текстових даних.

2. Основні теоретичні відомості щодо забезпечення автоматизованої контекстно-асоціативної орфокорекції текстових даних

2.1. Схема автоматизованого виправлення орфографічних помилок

Загальноприйнята схема автоматизованої корекції спотвореного слова [3, 4] передбачає реалізацію:

– етапу висунення гіпотез (вірогідних варіантів виправлення помилки) і

– етапу перевірки гіпотез та ухвалення однієї (декількох) з них як виправлення, що пропонується програмою до внесення.

На першому етапі послідовно виконуються підбір первинної множини варіантів виправлення із словника та попередня фільтрація її вмісту; на другому етапі – перевірка гіпотез на подібність до спотвореного слова за певними критеріями. Методи висунення та перевірки гіпотез виправлення по своїй суті передбачають фільтрацію заданої множини слів, адже в результаті застосування кожного з них відбувається звуження поточної множини варіантів корекції спотвореного слова.

З огляду на вищенаведене будемо вважати процес визначення варіантів виправлення таким, що складається із застосування композиції функцій фільтрації до множини слів W_{dict}, яка міститься у словнику [2]. Фільтром множини W_x називатимемо функцію $filter: W_x \to W_y$, за допомогою якої з елементів W_x формується множина слів W_y, що відповідають певному критерію схожості зі спотвореним словом ($W_y \subseteq W_x$) [2].

$$filter: W_x \to W_y,\ W_y \subseteq W_x, \qquad (1)$$

де W_x, W_y – множини природномовних слів.

Позначимо послідовність фільтрів як

$$FILTERS = \\ = f_m \circ f_{m-1} \circ \ldots \circ f_i \circ \ldots \circ f_2 \circ f_1 : W_{dict} \to W_{retr}, \qquad (2)$$
$$m > 1,$$

де $f_i: W_{i-1} \to W_i$ ($i = 2, \ldots, m$) – фільтр множини слів, отриманої у результаті виконання f_{i-1} (для f_1

– множини W_{dict}); W_{retr} – множина слів, визначених коректором як можливі варіанти виправлення за ознаками їх близькості до спотвореного слова.

Під *точністю* машинної орфографічної корекції спотвореного слова будемо розуміти відношення числа запропонованих орфокоректором вірних варіантів написання слова (це одиниця або нуль) до загальної кількості підібраних слів.

$$PRECISION = \frac{|W_{corr} \cap W_{retr}|}{|W_{retr}|}, \qquad (3)$$

де W_{corr} – множина вірних варіантів корекції спотвореного слова у словнику [2].

Відповідно до формули (3), для того, щоб досягти високого показника точності роботи орфокоректора, необхідно, по-перше, забезпечити постійне входження вірного слова до сформованого масиву варіантів виправлення ($|W_{corr} \cap W_{retr}| = 1$), а по-друге, – зменшити загальну кількість слів, які пропонуються програмою як найбільш вірогідні кандидати виправлення помилки (W_{retr}).

2.2. Місце семантичної складової у схемі виправлення орфографічних помилок

Згідно з класичною послідовністю обробки текстових даних (морфологічний, синтаксичний та семантичний аналіз) семантичні фільтри набору гіпотез мають стояти наприкінці композиції *FILTERS* (див.(2)). Відповідно ж до сучасних тенденцій щодо зміни загальноприйнятого порядку етапів обробки текстів [3, 5] можливим є підвищення ефективності програмного орфокоректора у випадку перенесення перевірки гіпотез за семантичними критеріями ближче до початку *FILTERS*.

Теоретичні дослідження впливу зміни місця семантичної складової у схемі орфокорекції на точність та швидкодію програмного коректора показали такі результати [2]:

– зміна розташування семантичного фільтру f_{cont} у схемі орфокорекції не впливає на точність роботи коректора (*PRECISION*);

– застосування семантичного фільтру f_{cont} під час висунення гіпотез виправлення забезпечує більш швидке отримання результату роботи орфокоректора, ніж його використання для остаточної перевірки множини гіпотез за умови виконання нерівності $t_{f_{cont}(W_{dict})} <= t_{f_{cont}(W_m)}$, де W_m – результат фільтрації множини W_{dict} із використанням композиції функцій $f_m \circ ... \circ f_2 \circ f_1 : W_{dict} \to W_m$ (для $i = 1$ роль W_m виконує безпосередньо W_{dict}).

У даному випадку f_{cont} – це функція, яка застосовується для відбору із вихідного набору слів тих словоформ, що узгоджені з контекстним оточенням спотвореного слова за змістом.

Факт підвищення швидкості пошуку варіантів виправлення при збереженні точності роботи орфокоректора у разі перенесення семантичної складової схеми корекції на її початковий етап [2] і ліг в основу інверсного контекстно-асоціативного методу автоматизованої орфокорекції.

2.3. Інверсний контекстно-асоціативний метод та узагальнений алгоритм автоматизованого виправлення орфографічних помилок

Для забезпечення орфокоректора даними про семантично-асоціативні зв'язки між словами природної мови використано онтологічний словниковий ресурс у формі орієнтованого графу *G*, вершинами якого є лексеми природної мови, поєднані лексико-семантичними відношеннями [5, 6].

З огляду на те, що із збільшенням дистанції між вершинами графу словника сила семантичного зв'язку між ними швидко зменшується [5], слова, відстань від яких до контексту за структурою графу *G* перевищує певний поріг *maxdist*, вважатимемо нескінченно віддаленими від нього і не включатимемо їх до множини гіпотез.

Отже, згідно з інверсним контекстно-асоціативним методом процедура автоматизованої орфокорекції являє собою послідовне виконання таких дій:

1) встановлення радіуса пошуку *r* рівним мінімально припустимому значенню;

2) висунення гіпотез виправлення за ознакою семантичної близькості до контекстного оточення спотвореного слова;

3) перевірка гіпотез виправлення на подібність до спотвореного слова за формальними ознаками;

4) збільшення радіуса пошуку гіпотез виправлення та перехід до п.2 даного методу у випадку, якщо, по-перше, $r<maxdist$, а по-друге, якщо на заданій відстані *r* від вершин графу словника, котрі відповідають словам контексту, не знайдено жодного слова, яке задовольнило б усім критеріям схожості зі спотвореним словом; в іншому разі – закінчення пошуку варіантів виправлення [2].

Важливою особливістю методу є його ітераційний характер. Він дозволяє зменшити кількість дій щодо обробки слів під час орфокорекції, і тим самим підвищити швидкість її виконання.

На основі інверсного контекстно-асоціативного методу організації роботи орфокоректора процес корекції спотворених слів пропонується упорядкувати таким чином, як це описано нижче (див. рис. 1).

Крок 1. Визначення елементів контекстного оточення, які будуть враховуватися автокоректором для виправлення спотвореного слова: від того, які слова будуть відібрані з контексту на цьому кроці, залежить хід подальшої корекції помилок та ефективність застосування методу в цілому (див. блоки 2, 3, 6 рис.1).

Множина слів контексту $W_{context}$ може містити слова $W_{dict\_context} \subset W_{dict}$ та слова $W_{error\_context}$, яких у словнику немає (будемо вважати їх такими, що містять помилку).

Якщо $W_{error\_context} \neq \varnothing$ (див. блок 3 рис. 1), подальший хід корекції помилок зводиться до пере-

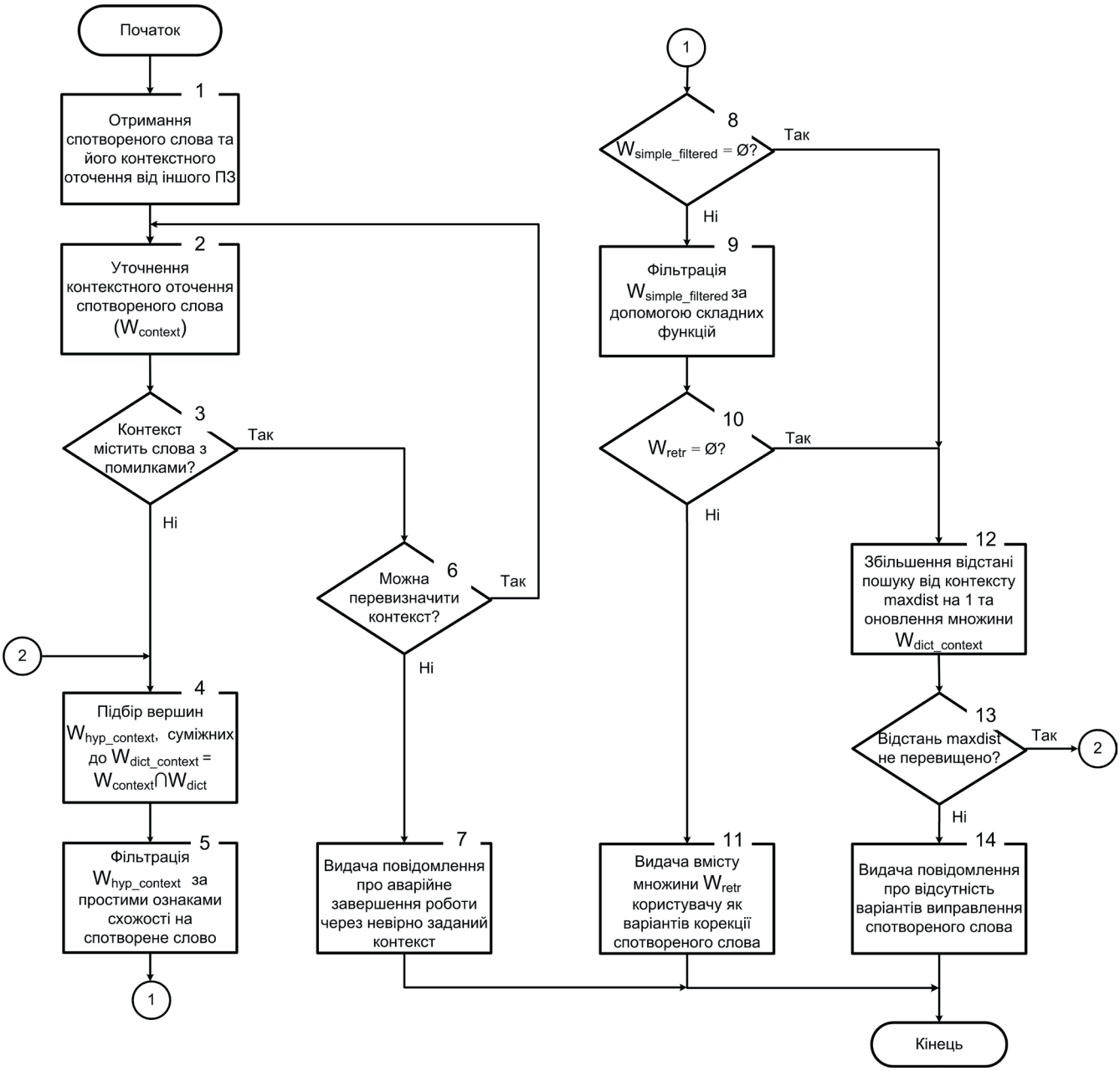


Рис. 1. Схема узагальненого алгоритму визначення варіантів виправлення

вірки можливості перевизначення контексту (див. блоки 2, 6 рис.1). Для систем реального часу будь-яка додаткова обробка слів контекстного оточення, які містять помилку, є неприпустимою. У такому разі умова $W_{error\_context} \neq \varnothing$ є критерієм завершення процесу корекції конкретного слова.

Крок 2. Проведення підбору слів $W_{hyp\_context}$, які є суміжними за структурою словника до елементів множини $W_{dict\_context}$ (див. блок 4 рис.1).

$$W_{hyp\_context} \subset W_{dict} \setminus W_{dict\_context}$$
$$\forall w \in W_{hyp\_context} \ \exists v \in W_{dict\_context} : (v,w) \in E \quad (4)$$

Відібрані таким чином слова є близькими за змістом до слів контекстного оточення спотвореного слова *error_word*. Але крім семантичної складової, необхідно враховувати і формальний бік схожості слів. Тому наступним кроком є

Крок 3. Фільтрація $W_{hyp\_context}$ за простими ознаками схожості на спотворене слово (див. блок 5 рис.1). Відбір слів відбувається за такими критеріями, які дозволяють швидко визначити, які слова точно не є варіантами виправлення спотвореного слова. Це можуть бути: критерій альфакоду, критерій довжини слова, критерій збігу першої літери слова тощо [4].

Крок 4. Ухвалення гіпотез(и) як підказки до виправлення (блок 9 рис.1). Функції, застосування яких до множини гіпотез передбачено даним кроком, дозволяють однозначно визначати слова, які схожі (згідно з обраними ознаками) на спотворене слово і можуть бути вірним варіантом його написання.

Якщо пошук серед сусідніх до контекстного оточення слів не дав позитивних результатів, коло можливих варіантів можна розширити

$W_{dict\_context} = W_{dict\_context} \cup W_{hyp\_context}$ і повторити кроки 2-4 алгоритму знову (див. блоки 8, 10, 12 рис.1). Даний процес триватиме, поки не будуть отримані позитивні результати ($PRECISION > 0$), або поки відстань до контексту спотвореного слова, на якій проводиться пошук варіантів виправлення у словнику, не перевищить припустимий поріг *maxdist* (блок 13 рис.1). Ітеративний характер алгоритму, що пропонується, сприяє підвищенню швидкості роботи орфокоректора, оскільки аналізується виключно необхідний мінімум слів з околу контексту.

Перш, ніж проводити практичне дослідження ефективності методу орфокорекції з урахуванням семантично-асоціативних зв'язків слів природної мови, необхідним є обрання способу кількісного оцінювання відповідності за змістом гіпотези виправлення та контекстного оточення спотвореного слова.

2.4. Кількісне оцінювання семантичної близькості гіпотези виправлення контексту спотвореного слова

У даній статті дослідження ефективності інверсного контекстно-асоціативного методу орфокорекції проводиться із застосуванням двох мір семантичної близькості варіанта виправлення контексту спотвореного слова під час автоматизованої орфокорекції:

– *Міри 1*, яка використовується у практиці машинного перекладу та синтактико-семантичного аналізу текстів [5, 7] і обчислюється як обернена величина *сумарної довжини найкоротших шляхів від даного слова до усіх слів контекстного оточення за структурою лексико-семантичного ресурсу*;

– *Міри 2*, запропонованої у [6], яка дає змогу оцінювати близькість слова та контексту з огляду на наявність зв'язку цього слова хоча б з одним елементом його оточення і є оберненою величиною *мінімальної з довжин найкоротших шляхів від даного слова до елементів контексту*.

Основна відмінність *Міри 1* та *Міри 2* полягає у тому, що для обчислення сумарної довжини найкоротших шляхів від слова до елементів контексту у будь-якому випадку необхідно задіяти весь окіл контексту на відстані *maxdist* (адже, наприклад, слово, яке має шляхи до контексту довжиною 4 та 1 згідно *з Міри 1,* є більш семантично близьким до нього, ніж слово, яке має шляхи довжиною 3 та 3). Процедуру ж визначення слів із *Мірою 2* можна організувати таким чином (вибрати такий напрям відбору слів із словника), що для її успішного завершення достатньо обробити вершини графу *G*, які лежать у радіусі $R_{\min} = \min(R)$ від контексту, де:

$$R = \{r \in \mathrm{N} \,|\, (r <= maxdist) \wedge \wedge (((\bigcup_i \sigma x_i^{\,r} \cup \sigma x_i^{\,-r}) \cap W_x) \neq \varnothing)\}, \quad (5а)$$

$$R = \{r \in \mathrm{N} \,|\, (r <= maxdist) \wedge \wedge (F_A(\bigcup_i \sigma x_i^{\,r} \cup \sigma x_i^{\,-r}) \neq \varnothing)\}. \quad (5б)$$

У формулі (5а) $W_x \subset W_{dict}$ – результат попереднього відбору гіпотез, які потрібно перевірити на семантичну відповідність контексту. Якщо ж процес корекції починається із пошуку семантично пов'язаних з контекстом слів, доцільно використовувати формулу 5б, де F_A – абстрактна функція перевірки елементів заданої множини слів на відповідність іншим критеріям схожості із спотвореним словом. В обох записах x_i – слово контекстного оточення; $\sigma x_i^{\,r}, \sigma x_i^{\,-r}$ – відображення *r*-го ступеня вершини x_i графу G (пряме та зворотне).

3. Аналіз результатів експериментальних досліджень ефективності інверсного контекстно-асоціативного методу автоматизованої орфокорекції

Для експериментальної апробації ефективності інверсного контекстно-асоціативного методу орфокорекції використано масив словосполучень, які є запитами користувача до інформаційно-пошукової системи [8] та характеризуються різною потужністю множин слів, що складають контекст спотвореного слова; різною кількістю помилок, припущених у слові (1 та 2 помилки); різною силою семантичного зв'язку контексту із спотвореним словом.

Для підтвердження досягнення найкращих показників роботи коректора за умови застосування фільтрів до вмісту лексико-семантичного словника в *інверсному* порядку проаналізуємо результати функціонування відповідного програмного забезпечення у випадках, коли алгоритмом його роботи передбачено:

1) використання *Міри1* та *Міри2* сили семантичного зв'язку контексту спотвореного слова та варіантів виправлення;

2) використання семантичної функції f_{cont} *на початку* та *наприкінці* послідовності фільтрів (*прямий* та *інверсний* порядок фільтрації);

3) проведення спроб виправлення *одно-* та *двократних* помилок;

4) встановлення радіуса околу контекстного оточення спотвореного слова за структурою графа словника рівним від 1 до 5 переходів (*maxdist* = 1..5).

Показники ефективності роботи створеного орфокоректора порівняно із аналогічними показниками модуля, вбудованого до пакету MS Word, функціональність якого найчастіше використовується для обробки текстів. Робота коректора базується на використанні WordNet 3.0 для англійської мови, оскільки кінцевого варіанта локалізації словника даного формату для української мови поки що не існує.

Різноманітність вхідних текстових даних створює незручності при оцінюванні часових показників роботи коректора в секундах (чи інших абсолютних одиницях виміру часу). Тому результати вимірювань часу орфокорекції наведено у вигляді

відношення часу роботи коректора при заданих вихідних умовах (t) до відповідного показника роботи коректора, коли він виконує виправлення *однократних* помилок із застосуванням фільтрів вмісту словника в *прямому* порядку ($t_{баз}$).

$$K_t = t * 100 / t_{баз}. \qquad (6)$$

Першим показником ефективності роботи програмних засобів орфокорекції, на основі значень якого можна робити висновки щодо швидкості виправлення помилок, є час, необхідний для виконання семантичної функції f_{cont}. У статті [2] показано, що для забезпечення більш швидкої роботи коректора при перенесенні f_{cont} до початку послідовності *FILTERS*, необхідним є виконання нерівності $t_{f_{cont}(W_{dict})} <= t_{f_{cont}(W_m)}$, де W_{dict}, W_m – множини слів, які містить словник, та слів, які передаються на обробку функції f_{cont}, якщо остання стоїть наприкінці послідовності фільтрів. Перевіримо справедливість даного твердження. На графіках 2*а* та 2*б* наведені результати вимірювання часу виконання f_{cont}, в основі роботи якої лежать *Міра 1* та *Міра 2* семантичної близькості варіантів виправлення та контексту спотвореного слова.

Як можна побачити на графіку 2*а*, у межах виправлення однократних помилок при обробці околу контексту на відстані менше трьох переходів за структурою графа словника виконання функції f_{cont} є швидшим для інверсного порядку фільтрів. Дана закономірність підтверджує теоретичні відомості щодо стрімкого зменшення сили семантичного зв'язку при збільшенні дистанції між словами, яке приводить до зростання кількості нерелевантних оброблюваних гіпотез виправлення та погіршення швидкості роботи програмних засобів орфокорекції.

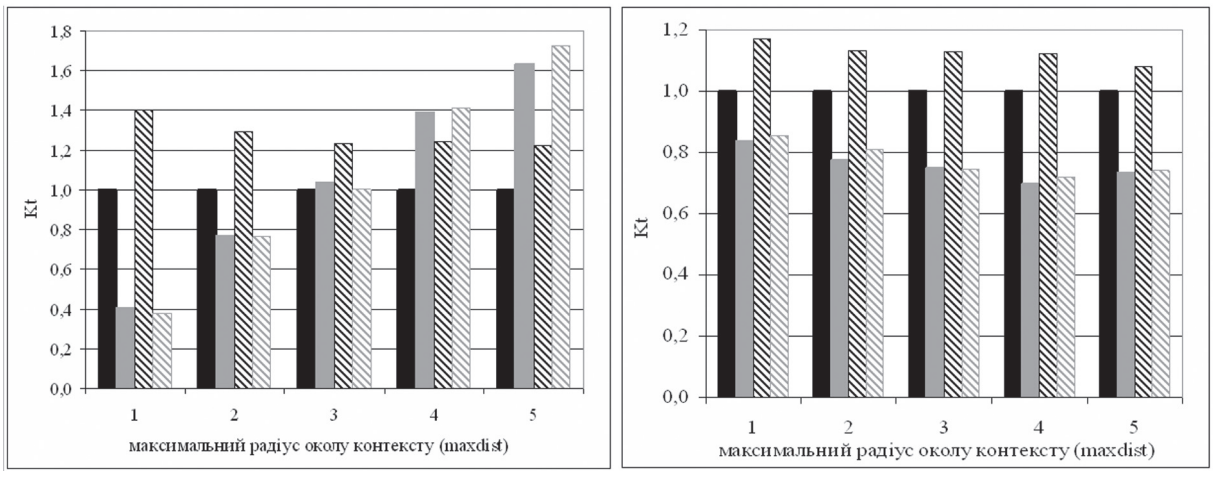
При спробі виправлення двократних помилок (за умови застосування фільтрів вмісту словника в інверсному порядку) час роботи f_{cont} практично збігається з аналогічними показниками, отриманими для даної функції у межах корекції слів з однократною помилкою. При застосуванні фільтрів у прямому порядку час виконання f_{cont} для виправлення двократних помилок є більшим, ніж час роботи f_{cont} для корекції слів з однократними помилками.

На відміну від *Міри 1*, використання *Міри 2* семантичної близькості варіантів виправлення та контекстного оточення спотвореного слова при проведенні фільтрації вмісту словникового ресурсу в інверсному порядку (див. рис. 2*б*) приводить до покращення часових характеристик роботи функції f_{cont} (порівняно із застосуванням f_{cont} наприкінці процесу фільтрації) незалежно від радіуса пошуку варіантів виправлення у графі словника.

Робота f_{cont} (з *Мірою 2*) при виправленні двократних помилок у разі застосування фільтрів в інверсному порядку займає приблизно однаковий час з роботою семантичної функції для корекції слів, які мають однократні помилки. Час же виконання f_{cont} за умови прямого порядку фільтрації у випадку виправлення двократних помилок є більшим, ніж при виправленні однократних спотворень.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що у разі перенесення на етап висунення гіпотез семантична функція виконується швидше, ніж тоді, коли вона входить до послідовності фільтрів етапу перевірки гіпотез (для *Міри 1* та *Міри 2*). Отже, умова $t_{f_{cont}(W_{dict})} <= t_{f_{cont}(W_m)}$ виконана, і загальний час проведення орфокорекції повинен бути меншим при застосуванні фільтрів до вмісту словникового ресурсу в інверсному порядку. На основі рис. 3 визначимо, чи виконується дане твердження.

Якщо порівняти графіки, подані на рис. 3 та 2*а*, можна помітити, що вони мають багато спільного: орфокоректор працює швидше у разі інверсної послідовності застосування фільтрів до вмісту словника на відстані пошуку гіпотез, яка не пере-



а *б*

Рис. 2. Графік залежності відносного часу виконання f_{cont} від особливостей реалізації алгоритму орфокорекції (для *Міри 1* (*а*) та *Міри 2* (*б*)):
■ – прямий порядок, 1 помилка; ■ – інверсний порядок, 1 помилка;
▨ – прямий порядок, 2 помилки; ▨ – інверсний порядок, 2 помилки

вищує 4 переходи за структурою графа; час, який витрачається на проведення спроби виправлення двократних помилок, є практично однаковим з часом, потрібним для визначення варіантів виправлення однократних помилок (для інверсного порядку фільтрації).

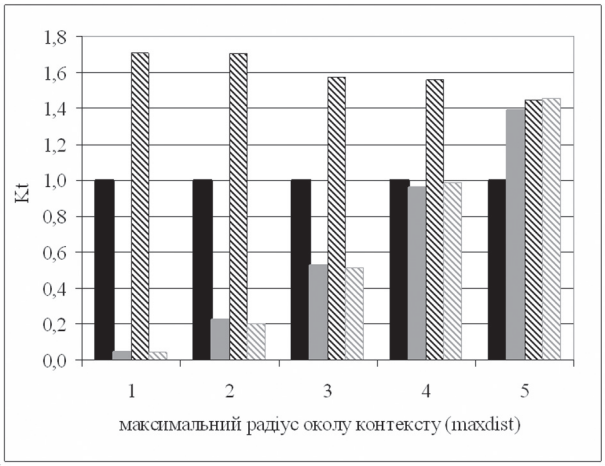


Рис. 3. Графік залежності відносного загального часу орфокорекції від особливостей реалізації її алгоритму (для *Міри 1*):
■ – прямий порядок, 1 помилка; ■ – інверсний порядок, 1 помилка; ■ – прямий порядок, 2 помилки; ■ – інверсний порядок, 2 помилки

Таким чином, виходячи з наведеного на рис. 3 графіка, можна стверджувати, що перенесення семантичної функції (яка використовує *Міру 1* близькості слів заданому контексту) на початок послідовності фільтрів вмісту словника сприяє підвищенню загальної швидкодії орфокоректора.

Всі тенденції, згадані вище для рис. 3а, також мають місце і у результатах дослідження загального часу орфокорекції за умови використання *Міри 2.*

Порівняємо тепер найкращі часові показники роботи орфокоректора із застосуванням кожної з двох мір семантичної близькості заданого слова до контексту та аналогічний показник роботи модуля корекції помилок, який входить до складу редактора MS Word (див. рис. 4). За $t_{баз}$ (див. (6)) прийнято час орфокорекції із застосуванням *Міри 1* семантичної близькості слів до контексту. Як видно з рис. 4, використання *Міри 2* забезпечує найшвидшу роботу орфокоректора, а MS Word демонструє гірший результат.

Таким чином, на основі рис. 2–4 можна зробити висновки про досягнення найкращих *часових* показників роботи програмних засобів орфокорекції за таких умов їх функціонування:

– при виконанні фільтрації вмісту словника в *інверсному* порядку;

– при залученні для реалізації f_{cont} *Міри 2* семантичної близькості варіантів виправлення та контексту спотвореного слова;

– при неперевищенні радіусом околу контексту, в якому здійснюється пошук варіантів виправлення, значення *maxdist*=3.

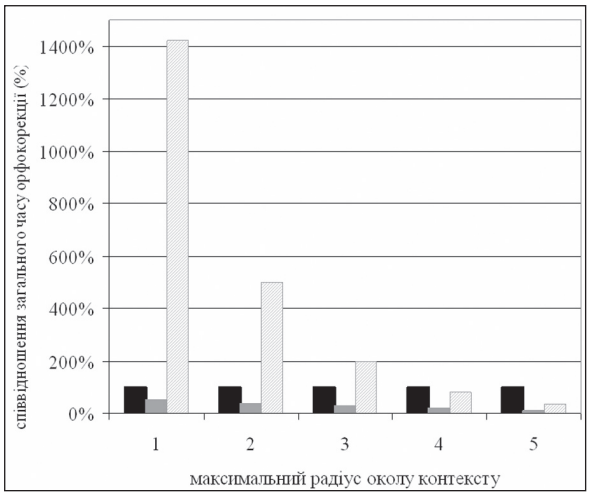


Рис. 4. Графік залежності відносного загального часу орфокорекції від особливостей реалізації її алгоритму (для *Міри 1*): ■ – Міра 1; ■ – Міра 2; ■ – MS Word

Крім того, показано, що при виконанні наведених вище умов роботи орфокоректора час на спробу виправлення однократних та двократних помилок є майже однаковим.

Проаналізуємо тепер, яким чином змінюється точність орфокорекції в залежності від різних вихідних умов проведення останньої (див. рис. 5).

Практичні дослідження підтвердили справедливість теоретично доведеної комутативності композиції функцій *filter*: від зміни порядку застосування фільтрів точність орфокорекції не змінюється. Разом з тим, очевидною є перевага розроблених програмних засобів орфокорекції за критерієм точності над модулем виправлення помилок MS Word. Найімовірнішою причиною таких результатів є припущення про те, що останній не реалізує перевірки варіантів виправлення на семантичну узгодженість з контекстом спотвореного слова [1]. Так, наприклад, спотворене слово «*fyrm*» в залежності від контексту розробленим коректором виправляється на «*farm*» (при контексті «animals grow»), «*form*» (контекст – «geometrical») або «*firm*» (контекст – «business»). Модуль орфокорекції MS Word пропонує у всіх трьох випадках однакову множину варіантів виправлення: «*farm, form, firm*».

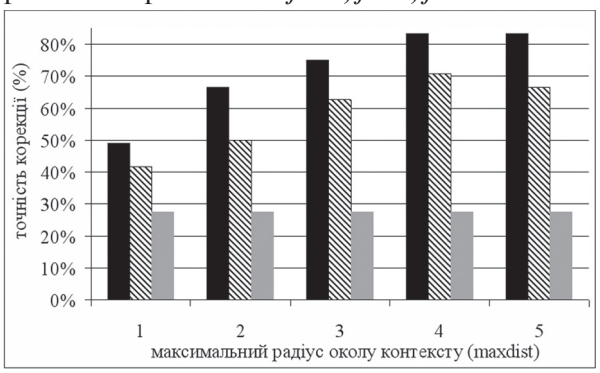


Рис. 5. Графік залежності точності роботи програмних засобів від реалізації алгоритму орфокорекції:
■ – виправлення 1 помилки;
■ – виправлення 2 помилок; ■ – MS Word

Факт, що розроблене ПЗ, яке реалізує інверсний контекстно-асоціативний метод автоматизованої орфокорекції, не характеризується 100% точністю роботи, пояснюється тим, що, з одного боку, при виправленні однократних помилок слова, які мають двократні помилки, залишаються невиправленими, а з іншого боку, спроба виправлення двократних помилок спричиняє додавання до результатів зайвих слів у випадку корекції слів, які мають однократну помилку.

Можна відмітити ще одну важливу закономірність: точність виправлення помилок перестає зростати при *maxdist*>4. Отже, з точки зору досягнення найвищої точності роботи орфокоректора збільшувати далі радіус пошуку гіпотез недоцільно.

Якщо порівняти рівні точності орфокорекції, які забезпечують реалізації алгоритмів на основі *Міри1* та *Міри2* семантичної близькості варіантів виправлення та контексту спотвореного слова, можна зробити висновок про те, що робота коректора із залученням модифікованого словника (для виправлення одно- та двократних помилок) для обох мір є практично однаково точною (тому у статті наведено графік тільки для *Міри1* – див.рис.5).

Висновки

Таким чином, результати експериментального дослідження ефективності інверсного контекстно-асоціативного методу автоматизованої орфокорекції показали, що коректор працює краще за показниками точності та швидкості, якщо алгоритмом його роботи передбачено застосування фільтрів до вмісту словника в *інверсному* порядку (починаючи з семантичного фільтра), а також використання *Міри2* семантичної близькості варіантів виправлення та контексту спотвореного слова для реалізації семантичного фільтра f_{cont} . Крім того емпірично отримані дані показали недоцільність перевищення відстані *maxdist*=4 при проведенні пошуку гіпотез у лексико-семантичному словнику, а також практично однакову швидкість та точність роботи коректора при спробах виправлення одно- та двократних помилок.

Отримані рекомендовані значення параметрів алгоритму виправлення помилок можуть бути уточнені при побудові програмних орфокоректорів для роботи зі спеціалізованими текстовими даними.

Список літератури: 1. *Лавошникова, Э.К.* О компьютерной коррекции «популярных» ошибок в текстах на русском языке [текст] / Э.К. Лавошникова // НТИ, с. 2. – 2003. – № 9. – С. 28–34. 2. *Заболотня, Т.М.* Інверсний контекстно-асоціативний метод автоматизованої орфокорекції [текст] / Т.М. Заболотня, А.Ю. Михайлюк, О.С. Михайлюк // Искусственный интеллект. – 2008. – № 3. – С. 78-88. 3. *Kukich K.* Techniques for Automatically Correcting Words in Text // ACM Computing Surveys. – 1992. – Vol. 24, № 4. – P. 377-439. 4. *Файн, В.С.* Машинное понимание текстов с ошибками / В.С. Файн, Л.И. Рубанов. – М.: Наука, 1991. – 151 с. 5. *Марченко, О.О.* Алгоритми семантичного аналізу природномовних текстів [текст] : Дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.05.01/ КНУ ім. Тараса Шевченка / О.О. Марченко. – К., 2005. – 17 с. 6. *Заболотня, Т.М.* Оптимізація процесу контекстноорієнтованої орфокорекції шляхом спрощення обчислення міри семантичної близькості слів [текст] / Т.М. Заболотня // Проблеми інформатизації та управління: Зб. наук. праць. – Вип. 3 (21). – К.: НАУ, 2007. – С. 55-59. 7. *Скороходько Э.Ф.* Семантические сети и автоматическая обработка текста [текст] / Э.Ф. Скороходько. – К.: Наукова думка, 1983. – 217 с. 8. *Заболотня, Т.М.* Інверсний контекстно-асоціативний метод та програмні засоби автоматизованої орфокорекції природномовних текстових об'єктів [текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05 / НТУУ "КПІ". / Т.М. Заболотня. – К., 2008. — 21 с.

Надійшла до редколегії 12.10.2009

УДК 004.421

Исследование эффективности инверсного контекстно-ассоциативного метода автоматизированной орфокоррекции / Т.Н. Заболотняя // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – 2009. – № 2 (71). – С. 54-60.

В статье предложен обобщенный алгоритм, реализующий инверсный контекстно-ассоциативный метод исправления орфографических ошибок, который обеспечивает повышение эффективности работы орфокорректора по критериям скорости и точности обработки текстовых данных. Проанализированы результаты функционирования соответствующего программного обеспечения в случаях, когда алгоритмом его работы предусмотрено: использование двух разных способов количественной оценки силы семантической связи контекста искаженного слова и вариантов исправления; прямой и инверсный порядок фильтрации содержимого словаря; проведение попыток коррекции одно- и двукратных ошибок; ограничение круга поиска гипотез по структуре графа словаря. Определены рекомендованные значения параметров алгоритма орфокоррекции, установление которых обеспечивает эффективную работу соответствующих программных средств.

Ил. 5. Библиогр.: 8 назв.

UDC 004.421

Investigation of the inverse context-associative method of automatized spelling correction efficiency / T. Zabolotnia // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. – 2009. – № 2 (71). – P. 54-60.

In the given article the generalized algorithm that implements the inverse context-associative method of automatized spelling correction, which provides the increase of software corrector's effectiveness on the criteria of speed and accuracy of textual data processing is proposed. The results of the appropriate software functioning in cases where the algorithm of its work provides: usage of two different ways of quantify the strength of semantic relations between context and versions of the distorted word correction; direct and inverse order of dictionary content filtering; an attempt to correct single and double errors; limiting scope of hypotheses search based on the structure of the dictionary graph are analyzed. The recommended option settings of algorithm of the errors correction, establishment of which provides effective work of the spelling corrector are defined.

Fig. 5. Ref.: 8 items.