

У роботі проведено дослідження можливості введення тексту меншою кількістю комунікаційних одиниць для реалізації альтернативної комунікації людей з обмеженими можливостями вербального спілкування. Запропоновано використати віртуальну клавіатуру з неоднозначним вибором, клавіші якої містять згруповані букви алфавіту. Алгоритмічно надано метод усунення неоднозначності вибору, що дозволяє отримати перелік слів, які відповідають послідовності дій користувача. Розглянуто задачу оптимізації розподілу букв українського алфавіту на групи у певному порядку слідування. Досліджено варіанти розподілу для різної кількості груп та різних порядків слідування букв. На основі досліджень сформовано рекомендації щодо розподілу множини букв для різної кількості згрупованих клавіш неоднозначної віртуальної клавіатури.

Ключові слова: альтернативна комунікація, неоднозначна віртуальна клавіатура, розподіл букв.

R.O. BAGRIY
Khmelnitsky National University

TEXT TYPING SYSTEM WITH USING AN AMBIGUOUS VIRTUAL KEYBOARD

The paper focuses on the possibilities of the entering text less communication units for the implementation of alternative communication of people with disabilities verbal communication. It is proposed to use ambiguous virtual keyboard, which contain keys with grouped letters of the alphabet. Algorithmically filed disambiguation method, which allows get a list of words that correspond to a sequence of user actions. The problem of optimizing the distribution of letters Ukrainian alphabet into groups in a specific sequential order. Investigated the problem of optimizing the distribution of letters Ukrainian alphabet into groups in a specific sequential order. Variants of distribution for different number of groups and different orders of letters are investigated. Based on the research, recommendations on the distribution of a set of letters for a different number of grouped keys of an ambiguous virtual keyboard are formed.

Keywords: alternative communication, ambiguous virtual keyboard, distribution of symbol.

. Концепція додаткової та альтернативної комунікації [1] полягає в наданні людям з обмеженими можливостями спілкування засобів для комунікації із зовнішнім світом. Альтернативна комунікація передбачає підходи, методи та технології для перетворення даних, отриманих за допомогою ААС пристроїв в повноцінну інформацію. Таке перетворення пропонується реалізувати шляхом організації введення тексту меншою кількістю комунікаційних одиниць та створення програмного забезпечення для надання можливості спілкування.

Основна проблема будь-якого засобу ААС полягає малій кількості доступних керуючих сигналів, які необхідно зв'язати з великим набором символів комунікації. Методи вибору дозволяють зв'язати елементи управління з вихідним керуючим сигналом, отриманим від будь-якого ААС-пристрою.

Для реалізації альтернативної комунікації необхідно інтелектуалізувати процес введення текстової інформації для обмеженого числа керуючих сигналів. Прискорення процесу введення тексту можливе за рахунок використання надмірності природної мови, що передбачає використання віртуальної клавіатури, клавіші якої містять згруповані букви алфавіту.

: дослідження можливості прискореного введення тексту за допомогою віртуальної клавіатури з неоднозначним вибором. Це потребує розв'язання задачі неоднозначного вибору та досліджень з розподілу множини букв алфавіту у певному порядку слідування.

. Для оптимізації продуктивності введення тексту і зведення до мінімуму взаємодії з користувачем часто використовуються віртуальні клавіатури.

Віртуальна клавіатура – це свого роду програмне забезпечення, яке відображає розкладку клавіатури на екрані пристрою. Така клавіатура є одним з найпростіших механізмів для введення тексту. Віртуальні клавіатури показують більш низьку продуктивність введення, ніж фізичні клавіатури, навіть якщо у користувачів немає фізіологічних відхилень. Основними причинами, які роблять віртуальну клавіатуру повільнішою, ніж їх фізичний аналог, є малий розмір віртуальних клавіш і відсутність тактильного зворотного зв'язку [2].

Кількість символів на клавіші також є важливою особливістю в побудові віртуальних клавіатур. Клавіатури з одним символом на клавіші класифікуються як однозначні, а ті, що мають кілька символів на клавіші класифікуються як неоднозначні клавіатури [3]. Крім неоднозначності, на кожній клавіші може бути розподілена різна кількість символів алфавіту.

Ще одна особливість неоднозначних віртуальних клавіатур – це різна кількість самих клавіш. В звичайних клавіатурах кількість клавіш рівна кількості символів, тоді як в неоднозначних клавіатурах ця кількість може змінюватись. Багато робіт [4] використовують тільки три-чотири клавіші, але ця кількість може збільшуватись в залежності від особливостей керуючих сигналів.

Розподіл символів по клавіатурі визначає порядок відображення символів на віртуальній клавіатурі. Цей розподіл відбувається двома способами: по частоті або логічний [5]. Розподіл символів, що базується на їх частоті, впорядковує символи, враховуючи частоту, з якою кожен символ використовується в даній мові. Частотний розподіл полегшує користувачеві віртуальної клавіатури доступ до найбільш частих символів.

Логічний розподіл символів базується на логіці мови, що використовується на клавіатурі [5]. Одним із прикладів такого підходу є розташування в алфавітному порядку. Клавіатури, які використовують алфавітний розподіл, представляють букви від «а» до «я», що послідовно розподілені по клавіатурі.

Іншим прикладом є розподіл QWERTY. Клавіатури, що використовують розподіл QWERTY, впорядковують букви в послідовності, що прийняті для фізичних клавіатур. Цей підхід полегшує навчання і легкість запам'ятовування для тих, хто вже має досвід роботи на фізичних клавіатурах. Щоб надати людям з обмеженими можливостями спілкування можливість використовувати віртуальну клавіатуру застосовуються різні стратегії взаємодії. Одна з них це використання неоднозначних клавіатур та методів усунення неоднозначності вибору.

Розглянемо технологію для введення інформації меншою кількістю керуючих сигналів. Вона передбачає для введення інформації використання віртуальної клавіатури, що складається зі згрупованих букв українського алфавіту. Технологія передбачає, що одним натисканням буде вибрано не конкретну букву, а набір букв, що залежить від поточної розкладки символів по клавішах (кнопках).

Для того, щоб звести до мінімуму взаємодії між користувачем і віртуальною клавіатурою, запропоновано використати алгоритм усунення неоднозначності, подібний до T9 (TNKey алгоритм), так як цей метод демонструє кращу продуктивність [6], ніж клавіатури, що використовують кілька натискань для остаточного вибору.

Метод усунення неоднозначності вибору дозволяє отримати перелік слів, що відповідають послідовності дій користувача з віртуальною неоднозначною клавіатурою та потребує виконання наступних кроків:

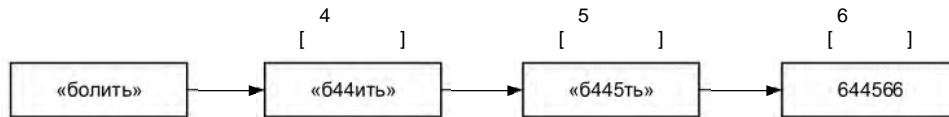
- кодування всіх слів словника (корпусу) для заданого розподілу букв по клавішах;
- отримання коду поточного слова, що відповідає послідовності дій (натискань клавіш) користувача;
- пошук у словнику слова, що відповідає коду.

Для реалізації алгоритму, всі слова корпусу потрібно закодувати для заданого розподілення букв по клавішам клавіатури. Таке кодування не зворотне. Код є набором цифр, які відповідають номеру клавіші, у яких знаходиться кожна буква слова. Декодування зводиться до пошуку у словнику коду (отриманого на вході) та повертання відповідного цьому коду слова. Алгоритм кодування наведений на рис. 1.



. 1.

Приклад кодування слова "болить" для клавіатурного розподілу букв на 6 клавіш наведено на рис. 2:

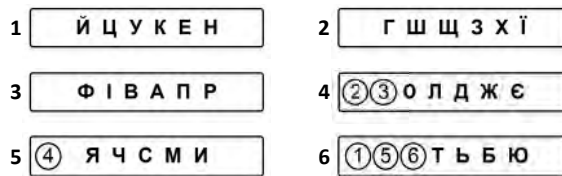


. 2.

У випадку зміни порядку слідування букв, чи зміни кількості клавіш віртуальної клавіатури процедуру кодування потрібно повторити з новими налаштуваннями.

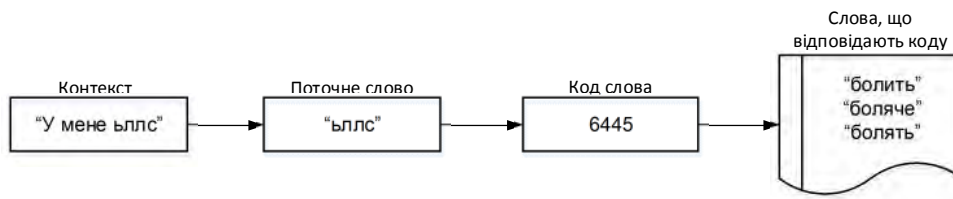
При роботі з неоднозначною віртуальною клавіатурою за одну дію вибирається декілька букв, що належать обраній клавіші. Не принципово, яка саме буква буде обрана з цього переліку, важлива тільки належність її до групи.

На рисунку 3 показана послідовність вибору клавіш користувачем для здійснення набору слова "болить":



. 3.

Цифри зліва від прямокутника – номери клавіш, що також є кодом, цифри в кружках – послідовність дії користувача. Після натискання кожної клавіші виконується алгоритм пошуку слів-кандидатів, що відповідають поточному коду. На рис. 4 показано принцип роботи алгоритму при наборі 4-х букв слова.



. 4.

Як видно, поточне слова не належить до слів української мови, а відображає тільки послідовність дій. Код, що отримується під час кодування цієї послідовності, порівнюється з внутрішнім словником та формує список відповідних слів.

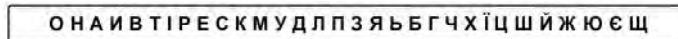
Зменшення кількості керуючих сигналів дозволить покращити ефективність набору тексту для людей з обмеженими можливостями. Крім того, це розширює перелік альтернативних засобів комунікації, що можуть бути застосовані для генерації керуючих сигналів. У випадку застосування метода вибору скануванням, зменшення кількості клавіш повинно помірно зменшити час пошуку для кожного символу.

Визначення мінімальної кількості клавіш для неоднозначних клавіатур є задачею оптимізації, так як зі зменшенням набору клавіш, кількість букв у них збільшується, що призводить до помилок роботи алгоритму усунення неоднозначності. Так, для клавіатури з 9-а клавішами (стандарт T9), кількість букв, що розташовані на кожній з них, в середньому рівна 4-м. В цьому випадку стандартний алгоритм T9 успішно розв’язує задачу неоднозначності вибору [7]. Зменшення кількості клавіш до 4-х призводить до того, що на кожній клавіші в середньому буде розміщено близько 8-и букв. Це значно ускладнює вибір (підбір) слова, що вводиться користувачем, та потребує застосування додаткових алгоритмів прогнозування та оптимізації розподілення букв по клавішам.

Для реалізації TNKey алгоритму потрібно запропонувати розподіли букв по групам та вказати порядок слідування букв у цих групах. Розподіл букв по групах є задачею оптимізації, тому що від нього залежить кількість слів з однаковим кодом і, як наслідок, швидкість роботи користувача з засобом введення тексту. Для визначення оптимального розподілу потрібно проаналізувати запропоновані порядки слідування букв та визначити критерії, які впливають на кінцевий результат.

Алфавітний та клавіатурний («QWERTY») порядок слідування букв є загальновідомими і тому їх варто дослідити в задачі розподілу на групи клавіш. Для обох цих випадків немає можливості змінювати порядок їх слідування, тому можна провести тільки дослідження з нерівномірним розподілом букв по групах та визначити найкращі варіанти.

Інший підхід – це використати частотний порядок слідування букв (рис. 5). Для української мови є багато літературних джерел, де наведені середньостатистичні частоти повторюваності букв і їх біграми (двобуквені послідовності). В роботі [8] наведені середньостатистичні частоти букв без врахування пропуску між словами на основі аналізу сторінок україномовних сайтів і різних стилів сучасної української мови, в тому числі розмовно-побутової.



. 5.

Аналіз середньостатистичних частот повторюваності біграм в українській мові [8] показав, що для неї притаманне чергування голосних та приголосних. Тому для знаходження кращого розподілу слід відокремити голосні та приголосні та сформувані дві частотні послідовності слідування букв – для 10 голосних та 22 приголосних (рис. 6).



. 6.

Визначення кращого варіанту розподілу пропонується оцінювати за сумарною кількістю слів з однаковими кодами. Чим менше буде кількість слів-кандидатів, що відповідають коду, тим точніше будуть працювати методи прогнозування.

Була проведена серія тестів для порівняння наведених порядок слідування букв для різної кількості груп. Для частотних порядків слідування букв, групи були сформовані таким чином, щоб не допускають знаходження в одній групі букв з близькими частотами. В таблиці 1 наведено відносну кількість однакових кодів для різних послідовностей слідування букв.

Таблиця 1

| Послідовність букв | Відсоток слів с однаковим кодом для різних груп, % | | | | |
|--------------------|--|------|------|------|-----|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| алфавітна | 29.9 | 19.2 | 13.5 | 10.1 | 8.4 |
| клавіатурна | 26.4 | 18.0 | 11.4 | 8.1 | 3.6 |
| частотна | 19.7 | 11.3 | 6.5 | 3.5 | 2.4 |
| частотна (2) | 19.1 | 9.6 | 5.1 | 3.3 | 2.1 |

З проведених досліджень отримано, що частотна послідовність слідування букв з урахуванням голосних/приголосних (частотна 2) дає кращі результати розподілу. Для цієї послідовності різниця з іншими стає найбільш помітною зі збільшенням кількості груп.

Проаналізувавши таблицю можна сформувавши рекомендації щодо розподілу множини букв українського алфавіту в певному порядку слідування:

1. Для 8-и груп доцільно використовувати алфавітну послідовність слідування букв (подібне розподілення використовується в мобільних пристроях), так як такий порядок слідування букв є загальновідомим і не потребує багато часу на адаптацію.

2. Для 6-и груп запропоновано клавіатурну послідовність слідування букв, що відповідає стандартному розташуванню рядків та букв, подібно звичайній клавіатурі. Також це розподілення краще прогнозує варіанти слів, за рахунок рознесення найбільш частотних букв, що зосереджені в середині клавіатури, в різні групи.

3. Для 4-х груп доцільніше використовувати частотні послідовності слідування букв. Для інших послідовностей кількість слів з однаковим кодом значно збільшується, і їх використання стає непрактичним.

Використання рекомендованих розподілів букв для українського алфавіту надає більш зручний спосіб введення тексту людям з різним досвідом роботи з цифровими пристроями та забезпечує ефективність набору зі зменшенням елементів управління.

В роботі для можливості введення тексту за допомогою віртуальної клавіатури з неоднозначним вибором, алгоритмічно надано метод усунення неоднозначності вибору, який формує перелік слів, що відповідають послідовності дій користувача. Досліджено варіанти розподілу множини букв українського алфавіту на групи у певному порядку слідування. На основі досліджень сформовано рекомендації щодо розподілу множини букв для різної кількості груп. Так, для 4-х згрупованих клавіш віртуальної клавіатури запропоновано використовувати порядок слідування букв, що базується на частоті використання їх у корпусі мови. Для більшої кількості груп, краще підбирати такі варіанти розподілу, до яких буде легше адаптуватися користувачу.

1. Augmentative and Alternative Communication (AAC) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/>.

2. Kim J.H. Differences in typing forces, muscle activity, comfort, and typing performance among virtual, notebook, and desktop keyboards / Kim J.H., Aulck L., Bartha M.C., Harper C.A., Johnson P.W. // *Applied Ergonomics*. 2014; 45(6): 1406–13.

3. Molina A. Evaluation of unambiguous virtual keyboards with character prediction / In: Emiliani P.L., Burzagli L., Como A., Gabbanini F., Salminen // *Assistive technology from adapted equipment to inclusive environments*. Clifton: IOS Press; 2009. p. 144–153.

4. Miró-Borrás J. Text Entry in the E-Commerce Age: Two Proposals for the Severely Handicapped / Julio Miró-Borrás J., Pablo Bernabeu-Soler // *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. – 2009. – vol 4. – 101–112 p.

5. Joshi A. Design and evaluation of Devanagari virtual keyboards for touch screen mobile phones / Joshi A., Dalvi G., Joshi M., Rashinkar P., Sarangdhar A. // *Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. – 2011. – 323 p.

6. Крак Ю.В. Система ввода текста для альтернативной коммуникации / Ю.В. Крак, А.В. Бармак, Р.А. Багрий // *Проблемы управления и информатики*. – 2017. – № 3. – С. 5–13.

7. Grover D. L. Patent No. US5818437, Reduced keyboard disambiguating computer / Grover D. L., King M. T., and Kuschler C. A. // Tegic Communications, Inc., Seattle, WA (1998).

8. Сушка С.О. Частоты повторяемости букв и биграмм в открытых текстах на украинском языке [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://jml.nau.edu.ua/index.php/ZI/article/view/1968>

References

1. Augmentative and Alternative Communication (AAC) [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/>.

2. Kim J.H. Differences in typing forces, muscle activity, comfort, and typing performance among virtual, notebook, and desktop keyboards / Kim J.H., Aulck L., Bartha M.C., Harper C.A., Johnson P.W. // *Applied Ergonomics*. 2014; 45(6): 1406–13.

3. Molina A. Evaluation of unambiguous virtual keyboards with character prediction / In: Emiliani P.L., Burzagli L., Como A., Gabbanini F., Salminen // *Assistive technology from adapted equipment to inclusive environments*. Clifton: IOS Press; 2009. p. 144–153.

4. Miró-Borrás J. Text Entry in the E-Commerce Age: Two Proposals for the Severely Handicapped / Julio Miró-Borrás J., Pablo Bernabeu-Soler // *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. – 2009. – vol 4. – 101–112 p.

5. Joshi A. Design and evaluation of Devanagari virtual keyboards for touch screen mobile phones / Joshi A., Dalvi G., Joshi M., Rashinkar P., Sarangdhar A. // *Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. – 2011. – 323 p.

6. Krak Yu.V. Systema vvoda teksta dlia alternatyvnoi kommunykatsyy / Yu.V. Krak, A.V. Barmak, R.A. Bahryi // *Problemy upravleniya y ynformatyky*. – 2017. – # 3. – S. 5–13.

7. Grover D. L. Patent No. US5818437, Reduced keyboard disambiguating computer / Grover D. L., King M. T., and Kuschler C. A. // Tegic Communications, Inc., Seattle, WA (1998).

8. Sushka S.O. Chastoty povtoriaemosti bukv y byhramm v otkrytykh tekstakh na ukraynskom yazyke [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://jml.nau.edu.ua/index.php/ZI/article/view/1968>

Рецензія/Peer review : 22.09.2017 р.

Надрукована/Printed :28.10.2017 р.

Рецензент: стаття прорецензована редакційною колегією