

UDC 004.91

**МОДЕЛІ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВТОМАТИЗОВАНОГО ПЕРЕКЛАДУ З ФЛЕКТИВНИХ МОВ НА
ЖЕСТОВУ****кандидат технічних наук, Романишин С.О.**

Хмельницький національний університет, Україна, м. Хмельницький

Розроблено алгоритм побудови словників флективної та жестової мов, побудовано граматичні конструкції перекладу з флективної на жестову мову. Описано додавання базової словоформи до множини базових словоформ. Запропоновано спосіб Додавання слова та флексії в відповідні множини. Подано алгоритм отримання базової словоформи, флексії, категорій словозміни слів. Запропонована алгоритмічна послідовність отримання частини мови для вхідного слова. Розроблено алгоритм додавання в БД жестів та їх параметрів. Перевагами розробленої технології є відносна простота (як для системи перекладу на основі правил) розширення та можливість покращення якості перекладу внаслідок самонавчання.

Ключові слова: алгоритм, автоматизований переклад, флексія, флективна мова, слоформи.

Ph.D. in Technical Sciences, S. Romanyshyn Information technology building models for automated translation from inflectional to sign language/ Khmelnytskyi National University, Ukraine, Khmelnytskyi

The inflectional and sign languages dictionary building algorithm was developed as well as grammatical constructions for translating from inflectional to sign language. The way the base wordform should be added to the base wordform set was described. The method of adding word and inflection can be added to the appropriate sets was suggested. Author has

provided the algorithm of obtaining the base wordform, inflection and word-changing categories. Algorithmic sequence of obtaining parts of speech for incoming word was suggested. The algorithm of adding signs and their parameters into database has been developed. The following can be considered as benefits of the developed technology: easy way to extend (as for rule based translation system) and improve the translation quality because of self-study.

Keywords: algorithm, automatic translation, inflection, inflection language, wordforms.

Вступ. Основною формою спілкування нечуючих людей є жестова мова. Жестова мова має національні особливості, причому люди з вадами слуху використовують у спілкуванні дві жестові мови, які мають різну граматику й різний набір жестів.

Стрімкий розвиток обчислювальної техніки, її доступності у вигляді різноманітних мобільних пристроїв, розвиток відповідних технологій, спонукають до інтенсивного залучення їх до розв'язку проблем інклюзії (включення) людей з вадами слуху в активне суспільне життя.

Зазначеними напрямками досліджень займаються у багатьох провідних організаціях світу. Значний внесок у розвиток даних напрямків досліджень внесли Т. Veale, А. Conway, В. Collins, І. Marshall, Е. Sáfár, S. Morrissey, Ю. Крак, В. Пасічник. В Україні цією проблемою займаються у Кібернетичному центрі НАН України (м. Київ), Хмельницькому національному університеті (м. Хмельницький), національному університеті «Львівська політехніка» (м. Львів), Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, інституті спеціальної педагогіки АПН України, та інших навчальних і наукових установах.

Але не достатньо здійснено розробку інформаційної технології для перекладу речень українською мовою у відповідні конструкції розмовної жестової мови.

Формулювання мети статті та завдань. Метою статті є розглянути розробку інформаційної технології перетворення тексту українською мовою в розмовну жестову мову без спотворення сенсу. Для її досягнення визначено наступні завдання: розробити алгоритм побудови словників флективної та жестової мов; побудувати граматичні конструкції перекладу з флективної на жестову мову.

Виклад основного матеріалу. Широкого поширення набули системи машинного перекладу для вербальних мов. Машинний переклад для жестових мов розвинений значно гірше, на сьогодні існує тільки кілька десятків систем машинного перекладу [1]. Більшість робіт в даному напрямку досліджень описують прототипи систем машинного перекладу, фокусуючи основну увагу на відображенні жестового мовлення, а не на застосуванні підходів машинного перекладу для жестових мов [2].

Системи машинного перекладу для вербальних мов почали розвиватись у 40-х роках минулого сторіччя, але значне підвищення інтересу до таких систем виникло з розвитком обчислювальної техніки у 70-х роках [3], а початок розвитку машинного перекладу для жестових мов припав на 90-і роки. Це зумовлено в першу чергу пізнім лінгвістичним аналізом жестових мов [4]. Розвиток таких систем часто будувався по принципах, аналогічних машинному перекладу на основі правил для вербальних мов.

Однією з перших спроб створити систему машинного перекладу для жестових мов була здійснена Т. Вілом [5]. В 1998 році було розроблено систему Zardoz на основі інтерлінгва підходу. Система була спрямована на галузь охорони здоров'я та являла собою

багатомовну систему для перекладу тексту англійською мовою на японську, американську та ірландську жестові мови.

Для розробки інформаційної технології перетворення тексту українською мовою в розмовну жестову мову без спотворення сенсу необхідно побудувати словники флективної та жестової мов.

Для формування множини W (слів флективної мови), множини F (флексій) та множини I (базові словоформи) запропоновано реалізувати запропонований підхід наступним чином:

- Вхід: базова словоформа та усі її словоформи (граматичні значення)
- Довжина(загальна частина для базової словоформи та всіх її словозмін)
- Для всіх словоформ визначаємо закінчення (відмінна частина) та додаємо його до множини F (якщо такого закінчення там немає)
- Додаємо базову словоформу до множини I
- Формуємо множину W

Інфологічна модель словників флективної та жестової мов потребує розробку певних алгоритмів. Ми запропонуємо наступну алгоритмічну функціональність:

- додавання базової словоформи, флексії та слова;
- отримання базової словоформи слова, його флексії;
- визначення параметрів словозміни слова.

Додавання базової словоформи до множини базових словоформ проходить наступним чином:

- *Вхід*: базова словоформа та частина мови
- Визначаємо [№ частини мови] з таблиці «Частини мови»
- Додаємо [базова словоформа] і [№ частини мови] в таблицю «Базові словоформи»

Додавання слова та флексії в відповідні множини проходить за наступною алгоритмічною схемою:

- *Вхід*: слово флективної мови, базова словоформа, параметри словозміни
- Визначення [№ параметрів словозміни 1], [№ параметрів словозміни 2], ... [№ параметрів словозміни n], [№ базової словоформи] вибіркою з таблиць «Параметри словозміни 1», «Параметри словозміни 2», «Параметри словозміни n», «Базові словоформи»
- Визначаємо k = позиція слова, починаючи з якої воно відрізняється від базової словоформи
- l = довжина слова
- флексія = RIGHT(слово, $l-i$)
- Якщо флексія не порожня
 - Якщо існує [флексія] в таблиці «Флексії» то визначаємо [№ флексії]
 - Інакше додаєм флексію в таблицю «Флексії» та отримуємо її номер
 - Кінець якщо
- Інакше визначаємо номер порожньої флексії з таблиці «Флексії»
- Кінець якщо
- Додаєм [№ інфінітива], [№ флексії], [позицію флексії], [№ множини], [№ роду], [№ узагальненої категорії словозміни] в таблицю «Словник флективної мови»

Отримання базової словоформи, флексії, категорій словозміни слова проходить за наступною алгоритмічною схемою:

- *Вхід*: слово флективної мови
- Визначаєм [№ базової словоформи] для слова з таблиці «Словник

флексивної мови» та [базова словоформа] з таблиці «Базові словоформи» по зв'язаному полю [№ базової словоформи]

- Визначаємо [№ флексії] для слова з таблиці «Словник флексивної мови» та [флексію] з таблиці «Флексії» по зв'язаному полю [№ флексії]
- Визначаємо [№ категорій словозміни n] для слова з таблиці «Словник флексивної мови» та [категорію словозміни] з таблиці «Параметри словозміни n» по зв'язаному полю [№ параметра словозміни n]

Для отримання частини мови для вхідного слова пропонується наступна алгоритмічна послідовність:

- *Вхід*: слово флексивної мови
- Визначаємо [№ базової словоформи] для слова з таблиці «Словник флексивної мови»
- Для отриманого [№ базової словоформи] з таблиці «Базові словоформи» визначаємо [№ частини мови] та [частину мови] з таблиці «Частини мови» по зв'язаному полю [№ частини мови]

Щоб додати жести в БД та їх параметри пропонується наступний алгоритм:

- *Вхід*: позначення жесту, жестова частина мови, тематика використання, емоційна складова
- Визначаємо [№ емоції] з таблиці «Емоції», [№ теми] з таблиці «Тематика», [№ частини мови] з таблиці «Жестові частини мови»
- Додаємо [позначення жесту], [№ емоції], [№ теми] і [№ частини мови] в таблицю «Словник жестів»

Алгоритми отримання параметрів жесту полягають в вибірці [№ емоції], [№ теми] і [№ частини мови] з таблиці «Словник жестів», по їх номеру.

Для подання інфологічної моделі граматичних конструкцій перекладу потрібно запропонувати наступну алгоритмічну функціональність: створення послідовності слів; створення послідовності жестів; створення структури речення; створення структури жестового речення; отримання номера структури речення для речення флективною мовою.

Створення множини послідовностей слів (2.10) алгоритмічно реалізовано наступним чином:

- На вхід подається послідовність слів
- Створюємо запис в таблиці «Послідовності слів», який містить перше слово послідовності та його порядковий номер
- Отримуємо створений [№ послідовності]
- Для кожного з наступних слів послідовності додаємо [№ послідовності], [слово], [№ слова в послідовності] в таблицю «Послідовності слів»

Створення множини послідовностей жестів аналогічне створенню послідовностей слів.

Для створення граматичної структури речення пропонується наступна алгоритмічна послідовність:

- На вхід алгоритму подається структура речення, яка складається з слів або послідовностей слів, тип та тематика речення
- Створюємо запис в таблиці «Структури речень», який містить [тип речення] та [тему], отримуємо [№ структури речення] для створеного запису
- Для кожного елемента структури речення
- Якщо елемент – слово визначаємо [№ слова] з таблиці «Словник флективної мови»
- Додаємо запис в таблицю «Елементи структур речень», який

містить [№ структури речення], [№ слова], [Знак пунктуації], [№ в структурі]

- Кінець якщо
- Якщо елемент - послідовність
 - виконуємо пошук її в таблиці «Послідовності слів»
 - Якщо послідовність знайдена визначаємо [№ послідовності]
 - Інакше створюємо нову послідовність за алгоритмом, описаним вище та визначаємо [№ послідовності]
- Додаємо запис в таблицю «Елементи структур речень», який містить [№ структури речення], [№ послідовності], [Знак пунктуації], [№ в структурі]
- Кінець якщо

На основі навчальної програми для дітей з вадами слуху було сформовано множину речень флективною мовою. Речення подаються, як послідовності слів, використовуючи клас CWord. З допомогою фахівців з жестового мовлення виконувався переклад даної множини речень, кожному слову речення ставився у відповідність жест. В результаті перекладу кожному реченню з навчальної множини було поставлено у відповідність жестове речення, в результаті чого отримано двомовний корпус речень.

Під час завантаження граматичної конструкції перекладу з БД спочатку формується впорядкована множина послідовностей слів WordSequence. При формуванні множини послідовностей жестів GestureSequence з таблиці «Елементи структур жестових речень» визначається відповідний для даної структури [№ структури в реченні] та в SequeunceCorrespond[№ структури в реченні] зберігається відповідний йому [№ структури в жестовому реченні]. Це дозволяє встановити однозначну відповідність між послідовностями слів та відповідними їм послідовностями жестів.

Для отримання номера структури для речення флективною мовою запропоновано наступний алгоритм:

- На вхід алгоритму подається речення флективною мовою
- Для кожного слова речення знаходимо його № з таблиці «Словник флективної мови»
- Та формуємо індексовану послідовність номерів sentence
- Знаходимо список номерів структур речень list, для яких в таблиці «Елементи структур речень» даний sentence[1] міститься в послідовності слів або в полі [№ слова] та [№ в структурі] = 1
- Для всіх наступних слів речення серед структур з списку list шукаємо ті, які містять sentence[i] в послідовності слів або в полі [№ слова] та для яких [№ в структурі] = i
- Якщо така структура знайдена – повертаємо її номер

З отриманого раніше двомовного корпусу речень проводимо формування множини граматичних конструкцій перекладу за алгоритмом:

- Для кожного речення sentence1 з двомовного корпусу
- Виконуємо пошук граматичної структури речення structure, в якій всі елементи крім одного співпадають з елементами речення sentence2
- Якщо структура structure знайдена розширюємо послідовність елементів, які не співпадають
- Інакше:
 - Виконуємо пошук речення sentence2, в якого всі елементи крім одного співпадають з елементами речення sentence1
 - Якщо речення sentence2 знайдено створюємо та додаємо в список граматичну конструкцію перекладу structure на основі речень sentence1 і sentence2, яка складається з частин речень, які співпадають та послідовність слів які не співпадають для

sentence1 та sentence2

- Кінець якщо
- Кінець якщо

Після отримання множини граматичних конструкцій перекладу з допомогою фахівця по жестовій мові проводиться аналіз правильності отриманих конструкцій. Неправильні конструкції перекладу помічаються та зберігаються в окрему множину. Після аналізу отриманих конструкцій алгоритм повторюється з врахуванням неправильних конструкцій перекладу, до тих пір, поки конструкції перекладу не перестануть укрупнюватись.

Висновки. Розроблена інформаційна технологія для здійснення автоматизованого перекладу з флективних мов на жестову мову дозволяє реалізувати систему автоматизованого перекладу з можливістю постійного розширення та покращення якості перекладу. Її перевагами є відносна простота (як для системи перекладу на основі правил) розширення та можливість покращення якості перекладу внаслідок самонавчання.

Література:

1. Dreuw P. *Speech Recognition Techniques for a Sign Language Recognition System* / [Dreuw P., Rybach D., Deselaers T. and other] // *In Proceedings of Interspeech 2006. – Antwerp, Belgium, 2006. – P.2513–2516.*
2. Trujillo A. *Translation Engines: Techniques for Machine Translation* / Trujillo A. // *Springer-Verlag: Series on Applied Computing. – London, UK, 1999. – P.125-141.*
3. Emmorey K. *Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research* / Emmorey K. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates, 2002. – 212 p.

4. Cunningham P. *Organizational Issues Arising from the Integration of the Concept Network & Lexicon in a Text Understanding System* / Cunningham P., Veale T. // *In Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence*. – San Mateo, CA, 1991. – P.986–991.

5. Veale T. *The Challenges of Cross-Modal Translation: English to Sign Language Translation in the Zardoz System*. / Veale T., Conway A., Collins B. // *Machine Translation*, 13(1), 1998. – P.81–106.

References:

1. Dreuw P. *Speech Recognition Techniques for a Sign Language Recognition System* / [Dreuw P., Rybach D., Deselaers T. and other] // *In Proceedings of Interspeech 2006*. – Antwerp, Belgium, 2006. – P.2513–2516.

2. Trujillo A. *Translation Engines: Techniques for Machine Translation* / Trujillo A. // *Springer-Verlag: Series on Applied Computing*. – London, UK, 1999. – P.125-141.

3. Emmorey K. *Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research* / Emmorey K. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates, 2002. – 212 p.

4. Cunningham P. *Organizational Issues Arising from the Integration of the Concept Network & Lexicon in a Text Understanding System* / Cunningham P., Veale T. // *In Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence*. – San Mateo, CA, 1991. – P.986–991.

5. Veale T. *The Challenges of Cross-Modal Translation: English to Sign Language Translation in the Zardoz System*. / Veale T., Conway A., Collins B. // *Machine Translation*, 13(1), 1998. – P.81–106.