

УДК 519.68 : 519.72

На правах рукопису

ПІЖУРІН Артур Володимирович

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ТА МАТЕМАТИЧНИХ
МОДЕЛЕЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧА “МОВНИЙ СИГНАЛ-ТЕКСТ”
РОСІЙСЬКОЇ МОВИ

Спеціальність 05.13.02 “ Математичне моделювання у наукових
дослідженнях”

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків-1996

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки.

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор Бондаренко М.Ф.

Науковий консультант - кандидат технічних наук, професор Дюбко Г.Ф.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор Сироджа І. Б. (ХАІ)

кандидат технічних наук, директор АТ «Енергоблок» Міхнов Д.К.

Провідна організація - НДПІ «Союз» (м. Харків)

Захист дисертації відбудеться "4" лютого 1997р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої Ради Д 02.25.04 у Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726, Харків, пр.Леніна,14.

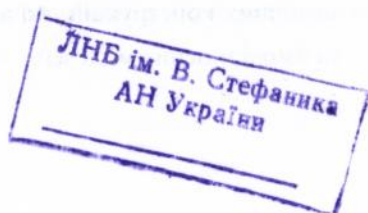
З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського державного технічного університету радіоелектроніки.

Автореферат розісланий "13" січня 1997р.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ РАДИ

доктор технічних наук, проф.

Левикін В.М.



009:51

AB 36,777

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ
ЛННБ України ім.В.Стефаніка

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ



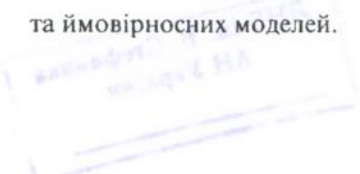
00760947 (X)

автоматичному розпізнаванню мови була використана системний підход і у рішенні цієї проблеми , де мовний сигнал ділився на окремі ділянки , в кожній із яких містився визначений звук , який відображає фонему мови . Багато робіт присвячено фонемному дослідженню звуків та знаходженню ознак , які визначають фонему. В цілому усі ці ознаки є числовими характеристиками. В результаті цих робіт визначилося, що з деяким ступенем достовірності можна ідентифікувати фонему. На основі такої ідентифікації з фонем складаються слова, речення і т.д.

Однак по різним об'єктивним причинам як то: нечітке проголошення, проголошення одних звуків замість інших, злитність безперервної мови, індивідуальні характеристики голосу, завади -надійність розпізнавання була дуже низькою.

Далі роботи в галузі автоматичного розпізнавання мови пішли по шляху пошуку детермінованих ознак, більш довгих ніж фонему ділянок. Це, в свою чергу, призвело до аналізу більш довгих часових інтервалів мовного сигналу, тобто до аналізу слів, частини речення. Цей підхід суттєво підняв надійність розпізнавання, але знизив гнучкість та універсальність системи розпізнавання, обмежив обсяг інформації , яку сприймає система .

Цей підхід дістав назву об'єктивного розпізнавання мови. Об'єктивне розпізнавання мови зводиться до пошуку детермінованих ознак мовного сигналу, які дозволяють віднести його до визначеного класу. Оскільки такі детерміновані ознаки відображають кількісні характеристики мовного сигналу, системи автоматичного розпізнавання мови зводяться до чисто технічних конструкцій, які виділяють ці ознаки, та до реалізації статичних та ймовірносних моделей.



У дисертації оглядені шляхи реалізації системи автоматичного розпізнавання мови з використанням експертної системи (ЕС). При проектуванні та реалізації такої ЕС ми говоримо, що відбувається моделювання сприйняття та розпізнавання мовного сигналу людиною-експертом, яка знає мову, на якій відображено це повідомлення. Саме з цієї точки зору система автоматичного розпізнавання мови, яка нами розроблюється, наречена експертною, підхід - суб'єктивним, а робота є достатньо актуальною у галузі штучного інтелекту.

МЕТА РОБОТИ: дослідити підходи та методи автоматичного розпізнавання мови, виявити "вузькі" місця в автоматичній системі розпізнавання, запропонувати та дослідити математичні моделі, які дозволяють підняти проблему розпізнавання мови на вищий ступінь.

НАУКОВА НОВИЗНА:

1. В дисертації розроблені математичні моделі перетворення акустичного сигналу у фонему на підвалинах сучасних математичних уявлень; математичні моделі, які описують морфологію, синтаксис та семантику мови.

2. У роботі пропонується підхід до системи перетворення "мовлення-текст", як до експертної системи з використанням відповідних баз знань, а також структура експертної системи.

3. Виконана експериментальна робота та підтвердження реалізації підходу, який пропонується, на сучасній комп'ютерній техніці.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ роботи полягає у розробці системи автоматичного розпізнавання мови з використанням експертної системи та розробка одного з технічних додатків з використанням запропонованих перетворювача "мовлення-текст" та математичних моделей змісту.

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Основні положення та отримані в дисертаційній роботі результати були представлені на наукових конференціях:

- друга всеукраїнська міжнародна конференція УКРОБРАЗ'94 "Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів" (Україна, Київ, 20-24 грудня 1994р);
- друга міжнародна конференція "Теорія і техніка передачі, прийому та обробки інформації" (Харків-Туапсе, 1996р).

РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Результати дисертаційної роботи впроваджені у розробках НДПІ «Союз», що підтверджується відповідним актом.

ПУБЛІКАЦІЇ:

За результатами проведених досліджень опубліковано 5 робіт, у яких відображені головні аспекти дисертації; серед них 4 статті та 1 тези.

ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК АВТОРА :

- Розробка моделі якісного опису елементарного сегменту
- Побудова рівень для розпізнавання звуків
- Розробка структури та принципів побудови морфологічної та синтаксичної баз даних та знань.
- Розробка принципів побудови системи аналізу семантики на підставі змістових функцій.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ, ВИНЕСЕНІ НА ЗАХИСТ :

1. Структура експертної системи розпізнавання мовних сигналів.
2. Моделі для опису елементарного сегменту мовного сигналу.
3. Принципи побудови морфологічної і синтаксичної баз даних та знань.
4. Принципи побудови системи аналізу семантики на підставі змістових функцій.
5. Рекомендації щодо розробки автоматизованого робочого місця (АРМ) авіадіспетчера.

ОБСЯГ РОБОТИ : Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти глав, заключення та додатків. Загальний обсяг роботи 153с., в тому числі 27 малюнків, 3 таблиці, бібліографія з 56 найменувань.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність досліджень, дана стисла характеристика суті досліджень.

Перша глава присвячена огляду методів та систем розпізнавання мови. В ній приведений історичний огляд проблеми розпізнавання образів. Зроблено досконалий аналіз стану методів та засобів розпізнавання мови. Обгрунтована актуальність досліджень, сформульовані мета і основні задачі дисертаційної роботи.

Друга глава присвячена методам рішення. Ядром будь якої експертної системи є її база знань та математичні моделі, на яких ґрунтується ця база знань. У нашому випадку є кілька баз знань: морфологічна, синтаксична, "внутрішній світ" - тлумачний словник та правила прийняття рішень. Ці бази знань описуються такими математичними моделями як кінцеві автомати, атрибутні транслюючі контекстно-вільні граматики, система логічного виводу. У всіх базах знань процедурою діставання знань є процедура формального виводу у формальній системі. Пояснюємо схему (малюнок 1) розпізнавання мовного повідомлення,



Малюнок 1.

результатом якого є письмове повідомлення у вигляді послідовності символів, яка відповідає правилам граматики розпізнавасмої мови.

На першому етапі за допомогою технічних засобів здійснюється частотно-фазовий аналіз мовного сигналу на основі фонемного підходу. При цьому більше оцінюються не кількісні, а якісні оцінки сигналу.

Якісна оцінка - розпізнавання здійснюється за допомогою апарату формальних граматик та алгебри кінцевих предикатів. Розпізнана таким чином послідовність символів буде дуже ненадійна, та ми не зможем на цьому рівні надійно класифікувати розпізнаємі звуки мови. Тому ми створюємо тут різноманітні варіанти звуків які розпізнаються, а як наслідок, і різноманітні послідовності комбінацій звуків.

Другий етап заключається у пошуку слів, які відповідають різним комбінаціям сприйнятих символів у словнику - морфологічній базі знань, реалізованої на принципі кінцевого автомату. На цьому рівні можна вже робити висновки про ступінь недетермінованості сприйнятого мовного сигналу.

Третій етап розпізнавання заключається у розпізнаванні синтаксичної та семантичної структури сприйнятого мовного повідомлення та виділення граматичних та семантичних одиниць повідомлення. Цей етап реалізований на підставі атрибутних транслюючих граматик. Для реалізації цього стану необхідна база знань, яку ми нарекли "внутрішній світ", і де визначається зміст мовного повідомлення. Прийняття рішень по змістовим одиницям здійснюється на рівні логічного виводу. Розпізнавши синтаксичну та змістову структуру мовного повідомлення, можна детермінувати і мовне повідомлення. Відзначимо, що на цьому етапі використовується також синтаксична база знань, яка реалізована у вигляді продукційної системи.

Т р е т ь я г л а в а присвячена розробці моделей розпізнавання мовного повідомлення на основі фізичних характеристик мовного сигналу. Автором були проведені комп'ютерні експерименти по одержуванню та

аналізу функцій $P(t)$ для окремих звуків слів, фраз, промовлених різними дикторами. Мовні сигнали аналізувалися за допомогою звукової карти Sound Blaster.

Зроблен висновок, що функція $P(t)$ містить усю необхідну інформацію для подальшої обробки мовного сигналу.

Так як певні результати у об'єктивному розпізнаванні мови були отримані за допомогою спектрального методу, оберемо їх базовими.

В результаті аналізу елементарного сегменту ми одержуємо його спектральну характеристику функції $F(w)$, тобто функцію зміни інтенсивності в залежності від частоти. Розглянемо моделі якісного опису функції $F(w)$, а також методи пізнання звука, пов'язані з цією функцією.

Як першу модель, розглянемо описання функції $F(w)$ формулою Алгебри кінцевих предикатів и віднесення цієї функції деякому звуку.

Пояснюємо ідею на конкретному прикладі. Розглянемо функцію $z=f(x,y)$, $x \in \{0,1,2\}$, $y \in \{1,2\}$ а $f \in x+y$. Задамо функцію z таблицею (таблиця 1).

Таблиця 1

X	Y	Z
0	1	1
0	2	2
1	1	2
1	2	3
2	1	3
2	2	4

Табличну форму запису функції можна перетворити у логічну формулу.

$$x^0y^1z^1 \vee x^0y^2z^2 \vee x^1y^1z^2 \vee x^1y^2z^3 \vee x^2y^1z^3 \vee x^2y^2z^4 = f(x,y,z) \quad (1)$$

Функція $F(w)$ є функцією одної змінної та кінцевим об'єктом. Але для логічного опису цієї функції необхідно зробити її функцією кількох змінних. Опишемо ці змінні. Припустимо, що задана функція $z=f(y_1, \dots, y_k)$,

де $u_1, \dots, u_k \in$ деякі ознаки, що відносять їх сукупність деякому звуку, тобто область існування функції $\varphi \in$ множина звуків $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$.

Форму цієї кривої ми будемо описувати у кожній точці дискретизації за допомогою частоти (w), поведінки функції F у даній точці дискретизації (P), відносної величини інтенсивності (I), тобто для кожної точки дискретизації повинен бути складен предикат

$$w^{f_i} x^{P_i} y^{I_i} z^{d_v} \quad (2)$$

$$d_v \in \{z_1, \dots, z_m\}$$

тобто заголовок таблиці для функції φ , аналогічної таблиці 1, повинен бути слідующим:

$$w_1 x_1^{f_1} w_2 x_2^{f_2} \dots w_n x_n^{f_n} z \quad (3)$$

Так як кожна величина w_i має фіксовану частоту f_i , $w_i^{f_i} = 1$. Внаслідок цього компонента формули має вигляд

$$z^{d_v} \wedge x_i^{P_i} y_i^{I_i} \quad (4)$$

$$1 \leq i \leq n$$

З'єднуючи (4) знаком диз'юнкції будемо мати рівняння для "обчислення" звука

$$\bigvee_{\mu} z^{d_v} \wedge x_i^{P_i} y_i^{I_i} = 1 \quad (5)$$

де μ - номер строки у таблиці функції φ .

На базі великого дослідного матеріалу, а саме, спектрограм голосних звуків російської мови, проголошених різними дикторами у різних словах, були побудовані моделі для розпізнавання голосних звуків.

Формула (5) задає нам рівняння для обчислення звука. В наших експериментах множина $d = \{a, e, i, y, u, \varepsilon, \text{ю}, \text{я}\}$, тобто множина голосних звуків російської мови. Пояснимо на прикладі звука "у" (малюнок 2) формування рівняння, яке є еталоном.

Елементами множини P виберемо:

P_1 -убування, невозрастання функції;

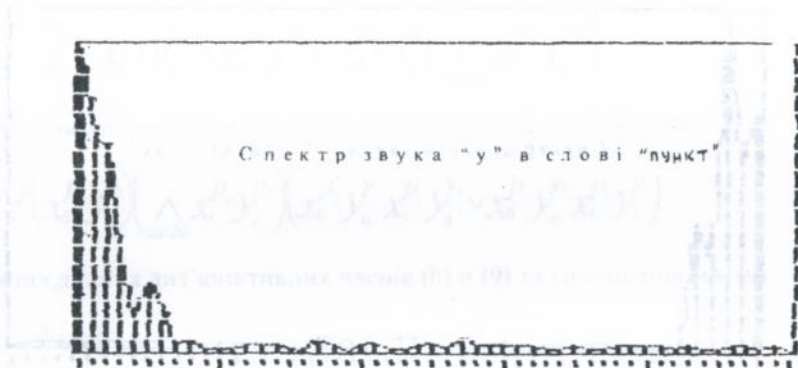
P_2 -возрастання, неубування функції;

P_3 -максимум, пік функції;

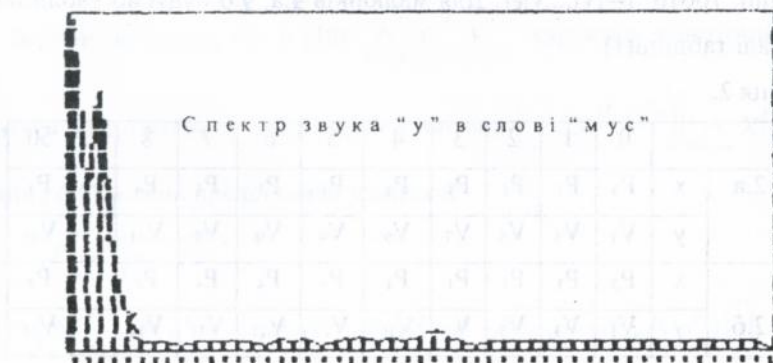
P_4 -область монотонності.

Значення P_4 ми ввели для малоінтересуючих нас по інформативності частків спектра.

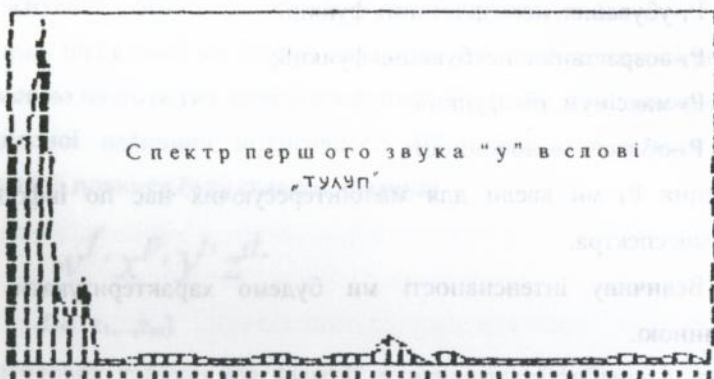
Величину інтенсивності ми будемо характеризувати відносною величиною.



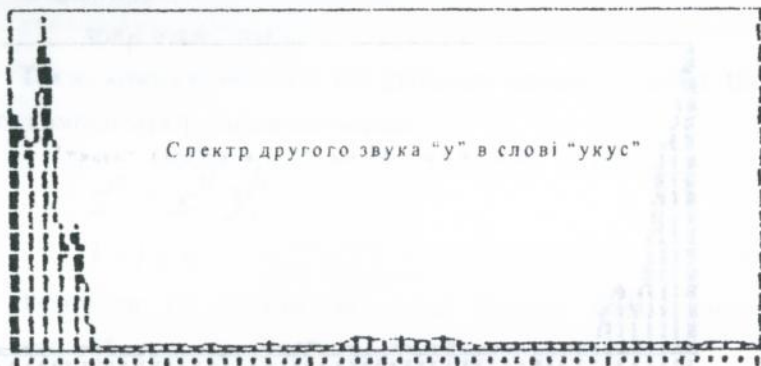
М а л ю н о к 2 . а



М а л ю н о к 2 . б



Малюнок 2.в



Малюнок 2.г

Як показали наші експерименти для опису функцій $F(w)$ нам достатньо 10 градусів, тобто. $I = \{v_1, \dots, v_{10}\}$. Для малюнків 2.а, 2.б будемо таблицю(2) на прикладі таблиці(1).

Таблиця 2.

W		0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	50
Мал. 2.а	х	P_3	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_4		P_4
	у	V_1	V_3	V_5	V_7	V_9	V_9	V_9	V_9	V_{11}		V_{11}
Мал. 2.б	х	P_3	P_1	P_1	P_1	P_1	P_4	P_4	P_4	P_4		P_4
	у	V_1	V_3	V_3	V_7	V_{10}	V_{11}	V_{11}	V_{11}	V_{11}		V_{11}

В таблиці(2) ми ввели величину V_{11} , яка характеризує той факт, що інтенсивність знаходиться за порогом аналізу або постійна, або значення інтенсивності не впливає на загальний характер її зміни.

Диз'юнктивний член рівняння (5) для таблиці (2) має вигляд

$$z^y \wedge x_0^p, y_0^v \left(\bigwedge_{1 \leq i \leq 4} x_i^p, y_i^v \right) \left(\bigwedge_{5 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \quad (6)$$

Будуя таблиці, аналогічні таблиці(2), для малюнків (4.в) и (4.г) маємо із них:

$$z^y \wedge x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \wedge x_2^p, y_2^v \left(\bigwedge_{3 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \quad (7)$$

$$z^y \wedge x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \wedge x_2^p, y_2^v \left(\bigwedge_{3 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \quad (8)$$

Поєднуючи диз'юнкцією (7) та (8), після спрощення отримуємо

$$z^y \left(x_2^p, y_2^v \right) \left(\bigwedge_{3 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \left(x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \vee x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \right) \quad (9)$$

Після поєднання диз'юнктивних членів (6) и (9) та спрощення маємо

$$z^y \left(\bigwedge_{5 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \wedge \left(\left(x_0^p, y_0^v \left(\bigwedge_{1 \leq i \leq 4} x_i^p, y_i^v \right) \vee \left(\left(\bigwedge_{1 \leq i \leq 4} x_i^p, y_i^v \right) x_2^p, y_2^v \left(x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \vee x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \right) \right) \right) \right) \quad (10)$$

Беручи до уваги, що в (10) $\bigwedge_{1 \leq i \leq 4} x_i^p, y_i^v$ характер монотонності не зміниться, якщо ми його представим у вигляді $\left(\bigwedge_{1 \leq i \leq 2} x_i^p, y_i^v \right) \left(\bigwedge_{3 \leq i \leq 4} x_i^p, y_i^v \right)$, рівняння (10) можна представити у вигляді

$$z^y \left(\bigwedge_{5 \leq i \leq 50} x_i^p, y_i^v \right) \wedge \left(\left(x_0^p, y_0^v \left(\bigwedge_{1 \leq i \leq 2} x_i^p, y_i^v \right) \vee \left(x_2^p, y_2^v \left(x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \vee x_0^p, y_0^v \wedge x_1^p, y_1^v \right) \right) \right) \right) \quad (11)$$

Формула (11) і є рівняння, яке представляє звук "у" по заданому експериментальному матеріалу.

Четверта глава присвячена розробці синтаксичного аналізу та системі аналізу семантики.

Після поділення вхідного мовного потоку на слова та присвоєння словам морфологічних ознак, починаємо синтаксичний аналіз мовного повідомлення. В результаті синтаксичного аналізу ми бажаємо отримати структуру, яка вкаже зв'язки між елементами повідомлення. На підставі цих зв'язків ми будемо конструювати семантику мовного повідомлення. Для виконання синтаксичного аналізу будемо використовувати вивід в формальній системі. Як формальну систему виберемо граматику. По визначенню, граMATика є четвірка $G=(V_T, V_N, P, S)$, де V_T - термінальний алфавіт, V_N - нетермінальний алфавіт, P - множина продукцій, S - аксіома.

Для описання синтаксиса російської мови ми вибрали атрибутну граматику. Для надання змісту елементам мовної конструкції ми вводимо символи дії, образуєючи атрибутну трансклюєчу граматику и залишаєючись в рамках КС-граматики.

Визначення: $G^{A,T}=(V_T, V_N, V_D, P, S)$, де V_T - алфавіт термінальних символів, V_N - алфавіт нетермінальних символів, V_D - алфавіт символів дії, P - множина продукцій у виді $A \rightarrow \alpha$, де $A \in V_N$, $\alpha \in (V_T \cup V_N \cup V_D)^*$, S - аксіома.

Для ілюстрації принципів, які заложені нами в синтаксичний аналіз, розглянемо приклад описання невеликого фрагменту російської мови. Перепустимо що термінальний алфавіт складається не із букв, а із слів і кожний термінальний символ має вигляд {клас, морфологічна категорія}, де клас=слово, морфологічна категорія={существительное, глагол, прилагательное...}. Для краткості термінали можна визначити "г"-глагол, "с"-существительное, "п"-прилагательное, "м"-местоимение, "н"-наречие, "р"-предлог, "s"-союз.

Кожний термінальний символ в залежності від морфологічної категорії має визначну кількість атрибутів.

Визначимо символ с атрибутами у вигляді $X_{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n}$, де порядок розташування індексів-атрибутів символа несе визначну змістову навантаження. Наприклад, $S_{сл, см, од, ляр, род, число, падеж, скл}$ визначає, що термінальний символ є существительное з 8 атрибутами.

Для легкості будемо описувати тільки прості речення, які складаються з глаголів та іменників у вигляді "іменник - глагол - іменник".

Наприклад, "автобус веде водитель" (1), "автобус пылит дорогой" (2), "автобус управляется водителем" (3). За допомогою простої КВ-граматиці ми змогли б описати структуру наших речень такими продукціями:

- $\langle \text{предложение} \rangle \rightarrow \langle \text{подлежащее} \rangle \langle \text{сказуемое} \rangle \langle \text{дополнение} \rangle |$
 $\langle \text{дополнение} \rangle \langle \text{сказуемое} \rangle \langle \text{подлежащее} \rangle$
- $\langle \text{сказуемое} \rangle \rightarrow \langle \text{глагол} \rangle$
- $\langle \text{подлежащее} \rangle \rightarrow \langle \text{существительное} \rangle$
- $\langle \text{дополнение} \rangle \rightarrow \langle \text{существительное} \rangle$.

Однак, при синтаксичному аналізі в реченні (1) ми не змогли б виявити його синтаксичну структуру, використовуючи тільки продукції, навіть атрибути. Наприклад, продукція

$\langle \text{подлежащее} \rangle_{a_7 = \text{'именительный'}} \rightarrow S_{a_1, \dots, a_8}$

не дає результату, так як "автобус" і "водитель" два іменника, які знаходяться одночасно у двох падежах - іменительном и винительном.

Для виявлення структури речення (1) необхідно використовувати семантику розглядаємих существительных. Для більш компактного опису граматики мови введемо крім V_T, V_N, V_D ще один алфавіт - алфавіт умовних символів. Умовний символ є змінна, яка приймає значення конкретних символів із V_N, V_D в залежності від деякого контексту, визначеного значеннями атрибутів.

Так, речення типу (1)-(3) по синтаксису і семантиці можуть бути визначені продукціями:

1. $\langle \text{предложение} \rangle \rightarrow X_{p_1, \dots, p_9} \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1, \dots, q_9} X_{r_1, \dots, r_9} Z$

$$2. X_{p_1, \dots, p_9} \rightarrow C_{a_1, \dots, a_8}$$

$$3. \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1, \dots, q_9} \rightarrow \Gamma_{a_1, \dots, a_8}$$

Де X, Z - умовні символи; X означає або <подлежащее>, або <дополнение>; Z означає семантичну функцію $f_{1..3}(x_1, x_2)$. Щоб продукції 1-3 вірно відображали синтаксис і семантику мови, треба надати їм відповідні процедури над значеннями атрибутів. Зробимо це слідуочим образом:

$$1. \langle \text{предложение} \rangle \rightarrow X_{p_1, \dots, p_9} \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1, \dots, q_9} X_{r_1, \dots, r_9} Z$$

TP 1	R ₁	R ₂	R ₃	E
1 $p_9 \wedge r_9 = \text{'существительное'}$	1	1	1	
2 $q_9 = \text{'глагол'}$	1	1	1	
3 $q_8 = \text{'действительный'}$	1	0	1	
4 $q_6 = \text{'3-е лицо'}$	1	1	1	
5 $r_7 = \text{'именительный \vee винительный'}$	1	0	1	
6 $p_7 = \text{'именительный \vee винительный'}$	1	1	1	
7 $SF(r_2) = \text{'агент'}$	1	1	0	
1 GOTO TP 2		x		
2 IX: = <дополнение>; IIХ: = <подлежащее>; Z: = $f_{a_2, \text{гл}}(P_{a_1, \dots, a_9}, Q_{b_1, \dots, b_9})$; $a_1: = r_1; \dots a_9: = r_9$; $b_1: = p_1; \dots b_9: = p_9$;	x			
3 IX: = <подлежащее>; IIХ: = <дополнение>; Z: = $f_{a_2, \text{гл}}(P_{a_1, \dots, a_9}, Q_{b_1, \dots, b_9})$; $a_1: = p_1; \dots a_9: = p_9$; $b_1: = r_1; \dots b_9: = r_9$;			x	
4 ошибка				x

	TP 2	R ₁	R ₂
1	$\Gamma_7 = \text{'творительный'}$	1	0
1	$IX := \langle \text{дополнение} \rangle;$ $IX := \langle \text{подлежащее} \rangle;$ $Z := f^{q_2, \Gamma_1}(P_{a_1, \dots, a_9}, Q_{b_1, \dots, b_9});$ $a_1 := \Gamma_1; \dots a_9 := \Gamma_9;$ $b_1 := \rho_1; \dots b_9 := \rho_9;$	x	
2	ошибка		x

$$2. X_{\rho_1, \dots, \rho_9} \rightarrow C_{a_1, \dots, a_8}$$

$$\rho_1 := a_1; \dots, \rho_8 := a_8; \rho_9 := \text{'существительное'}$$

$$3. \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1, \dots, q_9} \rightarrow \Gamma_{a_1, \dots, a_8}$$

$$q_1 := a_1; \dots; q_8 := a_8; q_9 := \text{'глагол'}$$

В роботі зміст речень запропоновано описувати функціональними формами. Функціональна форма є аналогом предикатної форми і складається з суперпозиції деяких семантичних функцій. Вводячи функціональні форми, ми спробували удовлетворити уявленням про глибинний рівень мови - семантичних падежах и концептуальних залежностях, розширив їх і примінивши до нашої формальної системи опису та аналізу мови, яка є більш близькою до методів с синтаксичною орієнтацією. Для цього необхідна база знань, яка відображає семантику мови. Такою базою знань ми вибрали тлумачний словник. Розглянемо описані принципи семантики на прикладах, з яких можна зрозуміти і методи, за допомогою яких визначається семантика речень. Введемо дві семантичні функції - глагольну "g" і семантичну "v" для значення слова. Відповідно з нашим обмеженням глагольна функція має два аргумента X_1 , X_2 , кожний з яких є в свою чергу, функцією V. Глагольна функція має вигляд $g(X_1, X_2)$. Функція V є функція одного аргумента-существительного або глагола, які мають вигляд C_{a_1, \dots, a_8} або Γ_{a_1, \dots, a_8} . Глагольна функція має вигляд

$$g(V(C_{a1, \dots, a8}), V(C_{b1, \dots, b8})).$$

Щоб зберегти повну інформацію про ознаки глагола, введемо в глагольну функцію третю змінну-сам глагол, вірніше семантичне його значення V , і перепишемо глагольну функцію у вигляді

$$g(V(\Gamma_{d1, \dots, d8}), V(C_{a1, \dots, a8}), V(C_{b1, \dots, b8})).$$

Це і є семантична функція, яка описує зміст речення типа

<существительное><глагол><существительное>.

Розглянемо значення, які надбає функція V в залежності від її аргумента.

Хай аргументом функції V є глагол “вести”. Семантичне значення функції $V(\text{вести})$ приведено в тлумачному словнику :

1. Помогать идти;
2. Сопровождать;
3. Идти во главе;
4. Направлять чье-нибудь движение;

...

Для $V(\text{автобус})$ семантичні значення такі:

1. Многоместный автомобиль для перевозки пассажиров.

Для $V(\text{водитель})$:

1. Тот, кто управляет самодвижущейся машиной.

У даному випадку $V(\text{автобус})$ і $V(\text{водитель})$ мають одне змістове значення, яке пояснюється відповідними фразами. На неформальному рівні встановлюємо, що значення глагольної функції $g(V(\text{вести}), V(\text{водитель}), V(\text{автобус}))$ рівняється четвертому значенню семантичного словника. Ми визначили це із того, що четверте значення має відношення к руху, водій теж (“движение” має еквівалент “перемещение” і “перевозка” має еквівалент “перемещение”. А так як водій веде машину, яка є деяким еквівалентом автомобіля, а також і автобуса, то ми робимо висновок, що значення аргументів є допустимими для функції g , тобто така функція задає визначний зміст. Другий аргумент є “агентом”

з точки зору глибинних падежів Філмора, а третій аргумент є по Філмору “неодушевленная сутність, испытывающая на собі дію”.

Із всього цього ясно, що для визначення семантики глагольної функції їй необхідно сопоставити занумероване значення зміста глагола приписаним до цього номеру визначенням змісту із тлумачного словника. Вивести (формально) цей номер можна збираючись на комбінацію глибинних падежів, які виступають аргументами глагольної функції. Другими словами, по змісту та комбінації аргументів можна визначити глагольну семантичну функцію (її структуру) та значення, в якому використовується цей глагол.

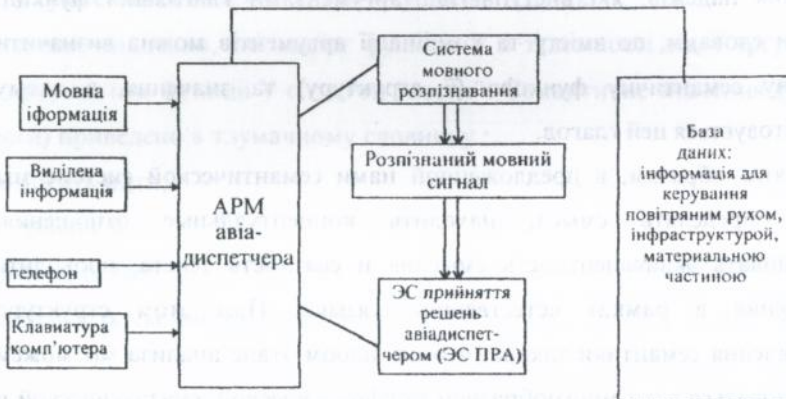
Таким образом, в предложенной нами семантической системе мы можем определять смысл, находить концептуальные отношения, устанавливать эквивалентность смыслов и связность текста, проводить рассуждения в рамках естественного языка. При этом структура представления семантики такова, что на любом этапе анализа мы можем воспользоваться всем многообразием морфологической, синтаксической и семантической информации представленной в соответствующих базах знаний.

П'я т а г л а в а присвячена технічним впровадженням, а саме розробці автоматизованого робочого місця (АРМ) авіадиспетчера. Ставлячи перед собою задачу розробки АРМ, ми говоримо, що у кінцевому результаті усі рішення залишаються за людиною-авіадиспетчером. Найчастіше про прийняті рішення авіадиспетчер промовляє голосом. Тому однією із вимог є наявність системи мовного розпізнавання. Суттєвою вимогою є наявність експертної системи, яка має базу знань для штатних ситуацій та може здійснити контроль рішення авіадиспетчера. Експертна система побудована на базі розроблених нами в попередніх главах математичних моделей. Звичайно, що ЕС повинна звідкілясь отримувати дані про стан усіх необхідних їй об'єктів, тобто повинна існувати деяка глобальна база даних, де зберігається інформація

про стан усіх літаючих засобів у зоні аеропорту, стану метеорологічних даних, стану інфраструктури та усіх аеродромних служб.

Таким чином, слідуючою вимогою є наявність бази даних, яка розподіляється на статичну та динамічну частини.

Загальна схема інформаційних блоків та їх зв'язок між собою в АРМ авіадиспетчера зображена на малюнку 3.

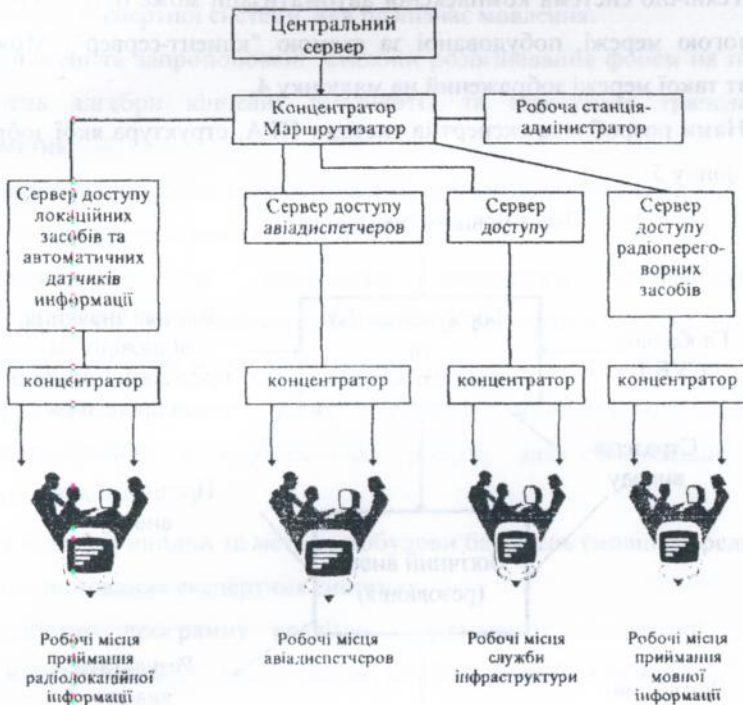


Малюнок 3. Загальна схема зв'язку інформаційних блоків у АРМ авіадиспетчера.

Розглянемо зараз принципи, які ми вкладаємо в реалізацію експертної системи прийняття рішень авіадиспетчером (ЕС ПРА). Перш за все підкреслимо, що ЕС ПРА має базу знань (БЗ) у вигляді предикатів. Для простоти уявимо, що БЗ складається з правил, які задають умови вірного прийняття рішень. Наприклад, авіадиспетчеру часто доводиться приймати рішення по переміщенню літальних засобів із однієї частини повітряного простору у іншу. Назвемо літальні засоби об'єктом 1, а частину простору, куди рухається літальний засіб - об'єктом 2.

Якщо треба переместити об'єкт 1 в середину об'єкта 2, то повинні бути виконані умови такого пересування. Уявимо, що умови переміщення вимагають :

- наявність об'єкта у списку приписаних до аеропорту;
- час його знаходження у зоні аеропорту ;
- простір, куди рухається об'єкт, повинен бути вільним .



Малюнок 4. Схема комплексної автоматизації

Умови переміщення об'єкта можна виразити предикатом

$$\text{НАЛ}(X_1) \wedge \text{ВР}(X_1) \wedge \text{СВОБ}(X_2) \supset \text{ПЕР}(X_1, X_2) \quad (8)$$

де НАЛ - наявність об'єкту у списку,

ВР - час з'явлення об'єкту,

СВОБ - простір вільний,

ПЕР - переміщення,

X_1 - об'єкт 1,

X_2 - об'єкт 2

с елементарні предикати, відповідної кількості аргументів, які сприймають істинні або ложні значення. Переміщення може бути здійснено, якщо предикат (8) при заданих посилках приймає істинне значення.

Технічно система комплексної автоматизації може бути здійснена за допомогою мережі, побудованої за схемою “клиент-сервер”. Можливий варіант такої мережі зображений на малюнку 4.

Нами розроблена експертна система ПРА, структура якої зображена на малюнку 5.



Малюнок 5. Структура експертної системи.

У **з а к л ю ч е н н і** сформульовані основні результати:

1. Досліджено стан питання автоматизованого розпізнавання мовлення у теперішній час та виявлено “вузькі” місця у системі перетворення “мовлення-текст”.

2. Розроблено загальну модель перетворювача "мовлення-текст" на базі експертної системи, яка розпізнає мовлення як експерт, що знає мову.
3. Розроблено та досліджено математичні моделі, положені у основу реалізації експертної системи, яка розпізнає мовлення.
4. Досліджені та запропоновані еталони розпізнавання фонем на підставі рівень алгебри кінцевих предикатів та атрибутних транслюючих граматик.
5. Розроблені принципи зображення змісту у вигляді семантичних функцій для простих речень російської мови.
6. Запропоновані та реалізовані алгоритми морфологічного, синтаксичного та семантичного аналізу в експертної системі, необхідні для функціонування експертної системи.
7. Розроблено загальну схему додатків математичних моделей, запропонованих у дисертаційній роботі, для створювання АРМ авіадиспетчера.
8. Розроблені принципи та методи побудови баз знань (мовної, предметної) у використаних експертних системах.
9. Розроблено програмну реалізацію фрагментів експертної системи (сегментація сигналу, аналіз фонем, морфологічний словник).

У додатках подані акти про застосування результатів роботи та лістинги програм реалізації фрагментів експертної системи.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бондаренко М.Ф., Штанько І.А., Піжурін А.В. Система обробки мовних повідомлень. Праці другої всеукраїнської міжнародної конференції УкрОБРАЗ'94 "Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів", 20-24 грудня 1994 р. - Київ, 1994, с.142-146
2. Пижурин А.В., Зверев А.Н. Система генерации тестовых периодических сигналов. Деп. В ГНТБ Украины 03.10.94 №1970-Ук 94.

3. Дюбко Г.Ф., Пижурин А.В. Разработка экспертной системы распознавания речи. Деп. В ГНТБ Украины 02.06.95, №1425-Ук 95
4. Зверев А.Н., Пижурин А.В. Система интерактивной обработки синтезированного и реального речевых сигналов на основе спектрального анализа. Деп. В ГНТБ Украины
5. Пижурин А.В. Экспертная система распознавания речи. // Тез. докл 2-й международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации" 17-19 сентября 1996г. - Харьков-Туапсе, 1996г., часть II, с.183.

А.В. Пижурин

"Разработка экспертной системы и математических моделей преобразователя 'речевой сигнал-текст' русского языка", рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.02 - Математическое моделирование в научных исследованиях. - Харьковский государственный технический университет радиозлектроники, Харьков, 1996г.

В диссертационной работе исследуется наиболее трудная проблема в области распознавания звучащей речи - преобразование "речевой сигнал - текст".

Задача формирования текста по речевому сигналу решается путем использования экспертной ситемы (ЭС). Ядром любой ЭС является ее база знаний и математические модели. В нашем случае существует несколько баз знаний: морфологическая, синтаксическая, "внутренний мир" - толковый словарь и правила принятия решений.

На первом этапе происходит частотно-фазовый анализ сигнала на основе фонемного подхода. Качественная оценка-распознавание происходит при помощи формальных грамматик и АКП. Второй этап

состоит в поиске слов, соответствующих различным комбинациям воспринятых символов, в словаре - морфологической базе знаний, реализованной на принципе конечного автомата. Третий уровень распознавания состоит в распознавании синтаксической структуры воспринятого речевого сообщения и выделения грамматических единиц сообщения. Этот этап реализован на основе атрибутивных транслирующих грамматик. Изложенный нами подход ближе к распознаванию речи человеком, чем объективное распознавание.

A.V. Pizhurin

"Elaboration of the expert system and mathematical models for reformer 'speech signal-text' russian language", manuscript. The thesis nominated for the science degree of the candidate of technological sciences on speciality 05.13.02 - 'Mathematic modelling in scientific investigations'. Kharkov State Technological University of Radioelectronics, Kharkov, 1996.

In this thesis the most difficult problem in the field of sounding speech recognition is investigated - transformation "speech signal - text".

The task of the text formation according speech signal is solved by utilization of expert system (ES). The kernel of any ES is its base of knowledge and mathematic models. In our case some bases of knowledge are existed: morphological, syntactical, "inner life"-explanatory dictionary and the rules of adoption of decisions.

On the first stage there is frequency-phase analysis of the signal on the basis of phonetic approach. Quality estimation-recognition is going on with the help of formal grammars and AEP (algebra ending predicates). The second stage is in search of words corresponding to different combinations of grasped symbols, in the dictionary "morphological base of knowledge, realized on the principle of the ending automat. The third stage of recognition is in recognizing of syntactical structure of perceived speech information and isolation of grammar

units of the information. This stage is realized on the base of attributive transmitted grammars. Our approach described here is closer to recognition of speech by human being than objective recognition.

Ключові слова: експертна система, морфологічна база, синтаксис, семантика, розпізнавання, мовлення, кінцевий предикат, атрібутна транслуюча граматики, змістова функція.

ПІЖУРІН АРТУР ВОЛОДИМИРОВИЧ

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ТА МАТЕМАТИЧНИХ
МОДЕЛЕЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧА “МОВНИЙ СИГНАЛ-ТЕКСТ”
РОСІЙСЬКОЇ МОВИ

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск Бондаренко М.Ф.

Ав 36.777
AB 36.777