



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48138 (13) U
(51) МПК (2009)
G10L 19/00
G10L 21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ СПРЯМОВАНОГО ПОШУКУ ВЕКТОРІВ ПРИ УЩІЛЬНЕННІ МОВНИХ СИГНАЛІВ

1

2

(21) u200909012

(22) 31.08.2009

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл.№ 5, 2010 р.

(72) ТКАЧЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
ГРІЙО ТУКАЛО ОКСАНА ФРАНСИСКІВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб спрямованого пошуку векторів для ущільнення мовних сигналів, який включає формування таблиць суміжності на основі діаграми Вороного, обчислення відстані від вхідного вектора до поточного, її порівняння з відстанями між вхідним вектором і списком сусідів поточного, у

разі, якщо відстань від вхідного вектора до одного з сусідніх менша, ніж до поточного вектора, одразу відбувається перехід і цей вектор стає поточним і т. ін., а якщо для кожного вектора з таблиці суміжності відстань не менша, ніж до поточного, пошук завершують і поточний вектор вважають найближчим до вхідного вектора, який **відрізняється** тим, що заздалегідь підготовлені таблиці суміжності попередньо впорядковують за рівнями мажоризації, при пошуку спочатку визначають рівень мажоризації, якому належить вхідний вектор та, починаючи з цього рівня, виконують пошук найближчого до нього вектора.

Корисна модель відноситься до галузі обчислювальної техніки, а саме: ущільнення мовних сигналів і може бути використана в засобах запису, відтворення та передачі мовних сигналів, ідентифікації диктора та при розпізнаванні мови.

Аналогом даного способу є «Спосіб ущільнення мовних сигналів» (патент України на корисну модель № 32410, опублікований 12.05.08), в якому для прискорення пошуку найближчого вектора було розроблено спосіб структуризації кодових книг на основі використання теорії мажоризації, який полягає у попередньому впорядкуванні векторів у кодовій книзі за рівнями мажоризації їх відстаней до заданих точок відліку; при пошуку визначають рівень мажоризації, до якого належить вектор та виконують пошук квантованого вектора, найближчого до вектора лінійних спектральних пар, на знайденому рівні та декількох сусідніх.

Недоліком даного способу є великі матеріальні витрати, пов'язані з неефективним пошуком найближчого вектора у кодовій книзі.

За прототип обрано спосіб спектрального кодування за допомогою швидкого векторного квантування (стаття Agrell E. Spectral coding by fast vector quantization / E. Agrell // Proc. IEEE Workshop on Speech Coding for Telecommunications, Sainte-Adele, Quebec, Canada. – 1993. – P. 61–62), в якому спосіб здійснюється таким чином: готуються

списки сусідніх векторів, в подальшому таблиці суміжності, на основі діаграми Вороного, при пошуку обчислюють відстань від вхідного вектора до поточного, яка в подальшому порівнюється з відстанями між вхідним вектором і сусідніми поточному вектору. У разі, якщо ця відстань менша ніж відстань від вхідного вектора до поточного, відбувається перехід до нього і розглядається вже його список сусідів і т.д. У випадку, якщо для кожного вектора з таблиці суміжності відстань не менше ніж для поточного, пошук завершують і поточний вектор вважають найближчим до вхідного вектора.

Недоліком наведеного способу є те, що високі результати (зменшення часу пошуку до 2 % від часу повного пошуку) було досягнуто при істотному збільшенні середнього спектрального спотворення (на 0.22 дБ), що є непридатним для практичного застосування.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу спрямованого пошуку векторів при ущільненні мовних сигналів, в якому за рахунок попереднього впорядкування таблиць суміжності досягається можливість при часовій пошуку 2 % отримати збільшення середнього спектрального спотворення на 0.003 дБ, що в кінцевому результаті приводить до підвищення якості синтезованого звуку.

(19) UA (11) 48138 (13) U

Поставлена задача досягається тим, що заздалегідь підготовлена таблиця суміжності для кожного класу (якому відповідає певний рівень мажоризації) надалі впорядковується за рівнями мажоризації. Спрямований пошук відбувається таким чином: спочатку визначають рівень мажоризації, до якого належить вхідний вектор та, починаючи з цього рівня, виконують пошук найближчого до нього вектора. Перехід відбувається, якщо відстань від вхідного вектора до цього вектора менше, ніж до поточного. Якщо такий вектор не знаходиться на даному рівні, пошук продовжують на сусідніх рівнях. У випадку, якщо для кожного вектора з таблиці суміжності відстань не менше, ніж від поточного, пошук завершують і поточний вектор вважається найближчим до вхідного вектора.

Спосіб здійснюється наступним чином: наприклад, кодова книга містить кінцеву множину векторів $Q = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_N\}$, $Y_i = \{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im}\}$. Таким чином, з кожним вектором Y_j у кодовій книзі пов'язаний індекс, або кодове слово j , що може бути записано як N - розрядне ціле число. На вхід квантизатора поступає вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. В результаті кодування необхідно вибрати таке кодове слово j , що мінімізує спотворення $d(X, Y_j)$ (правило вибору найближчого сусіднього вектора). У даній роботі для вимірювання спотворення використовувалася Евклідова відстань:

$$d^2(X, Y_j) = \sum_{k=1}^M (x_k - y_{jk})^2. \quad (1)$$

Множина вхідних векторів X , що кодуються одним і тим самим індексом j , утворюють регіон Вороного:

$$v_j = \{X: d(X, Y_j) \leq d(X, Y_i) \forall i \in I\}, \quad (2)$$

де $I = \{1, 2, \dots, N\}$ - множина індексів. Альтернативним варіантом завдання регіону Вороного є

$$v_j = \{X: d(X, Y_j) \leq d(X, Y_i) \forall i \in A_j\}, \quad (3)$$

де $A_j = \{i: v_i \cap v_j \neq \emptyset\}$ - множина кодових слів, у яких регіони Вороного є суміжними (adjacent) з даним регіоном.

На основі таблиць суміжності A_j , підготовлених заздалегідь для кожного регіону відбувається перехід від кодового слова j до кодового слова l за умови

$$d(X, Y_l) \leq d(X, Y_j) \forall l \in A_j. \quad (4)$$

Для прискорення пошуку найближчого вектора було здійснено впорядкування кодових книг на основі використання теорії мажоризації. Наприклад, задано вектори $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ та $Y' = \{y'_1, y'_2, \dots, y'_n\}$, $Y, Y' \in Q$, компоненти яких впо-

рядковано за незростанням. Говорять, що Y мажорується Y' або Y' мажорує Y (позначають $Y \prec Y'$), якщо виконується:

$$\sum_{i=1}^k y_i \leq \sum_{i=1}^k y'_i, \quad k = 1, 2, \dots, M-1, \\ \sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n y'_i. \quad (5)$$

Якщо виконується нерівність

$$\sum_{i=1}^k y_i = \sum_{i=1}^k y'_i, \quad k = 1, 2, \dots, M, \quad (6)$$

говорять, що Y слабо мажорується Y' або Y' слабо мажорує Y (позначають $Y \prec_w Y'$)

Для впорядкування сусідів кожного кодового слова j було використано формулу (7). При цьому таблицю суміжності A_j було розбито на окремі класи, що формуються відповідно до рівнів мажоризації. Рівні мажоризації формуються за таким правилом: рівень мажоризації L_i мажорується рівнем мажоризації L_k , якщо для кожного вектора Y , що належить L_i , на рівні L_k знайдеться вектор Y' , що слабо мажорує Y , або формально

$$\forall Y, Y' \in L_i, \exists Y'' \in L_k, Y \prec_w Y'' \Rightarrow L_i \prec L_k; \quad i, k \in A_j \quad (7)$$

Спрямований пошук у рамках запропонованого способу буде відбуватися таким чином.

1. Спочатку визначають, на який рівень мажоризації потрапляє вхідний вектор X .

2. Після цього, починаючи з цього рівня L_k , відбувається пошук вектора Y_l для переходу до кодового слова l згідно формули (4).

3. Якщо такий вектор не знаходиться на рівні L_k , пошук продовжують на сусідніх рівнях $L_{k-1}, L_{k+1}, L_{k-2}, L_{k+2}, \dots$

4. Якщо для жодного вектора Y_i , $i \in A_j$ (4) не виконується, пошук завершують і вектор Y_j вважають найближчим до вхідного вектора X . Інакше відбувається перехід, і пункти 1-4 повторюються для

кодового слова l .

Зазначимо, що пошук рівня мажоризації для вхідного вектора X не потребує значних витрат часу і зводиться до простої процедури перевірки виконання формули (6).

