



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50279 (13) U  
(51) МПК (2009)  
H03M 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

1

2

(21) u201000359

(22) 15.01.2010

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл.№ 10, 2010 р.

(72) КУЛИК АНАТОЛІЙ ЯРОСЛАВОВИЧ, КРИВОГУБЧЕНКО СЕРГІЙ ГРИГОРОВИЧ, КРИВОГУБЧЕНКО ДЕНИС СЕРГІЙОВИЧ, КУЛИК ЯРОСЛАВ АНАТОЛІЙОВИЧ, КУЛИК ОЛЕКСАНДРА АНАТОЛІЙВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб передавання інформації, який полягає в зчитуванні з носія інформації у вигляді стандартного блока, довжина якого встановлюється в діалоговому режимі, передаванні по каналу зв'язку і обробці цих даних на приймальному боці, який **відрізняється** тим, що після прийому даних на приймальному боці виконують цифрову

фільтрацію прийнятого сигналу: прийняту інформацію демодулюють і подають на аналогово-цифровий перетворювач окремими бітами; перший біт, який подають на аналогово-цифровий перетворювач, після отримання сигналу "старт", дискретизують на  $N$  значень, де  $N$  - апертура фільтра, і на основі цих значень формують різницеву матрицю  $F_0$ ; цю матрицю сортують, вибирають медіанне значення і центральний елемент замінюють медіанним; для формування наступної матриці  $F_n$  беруть попередню матрицю  $F_{(n-1)}$ , вилучають з неї значення

$F_{(n-1)(n+j)}$  та  $F_{(n+j)(n-1)}$ , де  $0 \leq j < N$ , формують для неї значення  $F_{(n+j)(n+N-1)}$  та  $F_{(n+N-1)(n+j)}$  на основі прийнятого з аналогово-цифрового перетворювача значення, можливість зчитування якого перевіряють наявністю сигналу "кінець перетворення" на виході аналогово-цифрового перетворювача.

Корисна модель відноситься до техніки передавання інформації і може використовуватися в інформаційно-вимірювальних системах, комп'ютерних мережах та системах обміну інформацією.

Відомий спосіб кодування та передавання інформації (Авторське свідоцтво СРСР №1432788, МКІ H03M13/00, бюлетень "Открытия. Изобретения", 1988, №39).

Спосіб базується на кодуванні інформаційної послідовності елементарних бінарних сигналів за допомогою частотної маніпуляції з неперервною фазою і наступне передавання модульованого сигналу каналом зв'язку. Завдяки передаванню кожних  $n$  ( $n \geq 1$ ), кодованих згортковим кодом елементарних двійкових сигналів інформаційної послідовності з некодованим елементарним двійковим сигналом цієї самої послідовності, здійснюють частотну модуляцію з неперервною фазою. При цьому забезпечується підвищення швидкості передавання. Кодова відстань лишається незмінною.

Вказаний спосіб має той недолік, що у ньому не виконуються фільтрація прийнятого сигналу.

Відомий також спосіб кодування і передавання інформації із захистом та пристрій для його реалізації (Патент України на винахід №23491A, МПК6 H03M13/00, бюлетень "Промислова власність", 1998, №4).

Спосіб полягає в моделюванні послідовності елементарних двійкових сигналів і передавання їх каналом зв'язку у вигляді стандартного блока даних. На передавальному боці чисельними методами розраховують коефіцієнти ряду Фур'є, отримані гармоніки по черзі відкидають, починаючи з кінця, до тих пір, поки похибка відновлення не буде в межах 0,5, досягаючи мінімального складу ряду Фур'є. Отримані коефіцієнти розбивають на байти за правилами комп'ютерного адресування, перетворюють на послідовний код і передають до каналу зв'язку. На приймальному боці елементарні двійкові сигнали зчитують з каналу зв'язку, демодулюють, перетворюють на

(13) U

(11) 50279

(19) UA

паралельний код по байтах, вводять до персонального комп'ютера, де за правилами комп'ютерного адресування з них формують коефіцієнти ряду Фур'є довжиною у стандартне машинне слово, розраховують значення функції для аргументу, що дорівнює 1, 2, ..., n, де n - довжина стандартного блока інформації, а отримані значення округлюють до найближчого цілого числа.

Вказаний спосіб має недостатню надійність тому, що у ньому не виконується фільтрація прийнятого сигналу.

За прототип обрано спосіб кодування і передавання інформації із захистом (Патент України на винахід №48866 А, МПК6 Н03М13/00, бюлетень "Промислова власність", 2002, №8), що містить зчитування стандартного блока даних з носія і передавання цього блоку по каналу зв'язку, причому на передавальному боці чисельними методами розраховують функції Уолша, програмним шляхом розраховують номери відповідних функцій Уолша, які апроксимують зчитаний стандартний блок, вибирають таку послідовність номерів функцій Уолша, яка є мінімальною, отримані номери функцій Уолша передають через модем до каналу зв'язку; на приймальному боці приймають розмір стандартного блока, виконують приймання номерів функцій Уолша та відновлення самих функцій Уолша, їх двійкове складання та відновлення інформації.

Недоліком цього способу є недостатня надійність передавання інформації, тому що не виконується фільтрація прийнятих сигналів від шумів, наявних в каналі. Шуми призводять до зміни форми сигналу, внаслідок чого сигнал може бути неправильно розпізнаний.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу передавання інформації, в якому б за рахунок введення нових операцій підвищилась би надійність передавання інформації.

Поставлена задача досягається тим, що в способі передавання інформації, який полягає в зчитуванні з носія інформації у вигляді стандартного блока, довжина якого встановлюється в діалоговому режимі, передаванні по каналу зв'язку і обробку цих даних на приймальному боці, а також виконанням цифрової фільтрації прийнятого сигналу після прийому даних на приймальному боці: прийнята інформація демодулюється і подається на аналогово-цифровий перетворювач окремими бітами; перший біт, який подають на аналогово-цифровий перетворювач, після отримання сигналу „старт“, дискретизують на N значень, де N-апертура фільтра, і на основі цих значень формують різницеву матрицю  $F_0$ ; цю матрицю сортують, з неї вибирають медіанне значення, і центральний елемент замінюють медіанним; для формування наступної матриці  $F_n$  беруть попередню матрицю  $F_{(n-1)}$ , вилучають з неї значення  $P_{(n-1)(n+i)}$  та  $F_{(n+i)(n-1)}$ , де  $0 \leq j < N$ , формують для неї значення  $F_{(n+i)(n+N-1)}$  та  $F_{(n+N-1)(n+i)}$  на основі прийнятого з аналогово-цифрового перетворювача значення, можливість зчитування якого перевіряється наявністю сигналу "кінець перетво-

рення" на виході аналогово-цифрового перетворювача.

На кресленні представлена схема способу передавання інформації (медіанна фільтрація).

При використанні операції медіанної фільтрації протягом часу  $[0, T]$  на вхід медіанного фільтра поступає сукупність сигналів  $\hat{x}(t)$ . Інформативний сигнал  $x(t-\tau)$  має невідоме часове розташування  $\tau \in [0, T]$ , причому на цей інтервал припадає багато елементів розподілу за затримкою. Потік імпульсів  $\chi(t)$  має вигляд:

$$\chi(t) = \sum_{j=0}^{L-1} \kappa_{\chi,j} \cdot U_{\chi,j} \cdot f(t - \tau_{\chi,j}) \quad (1)$$

де  $U_{\chi,j}$  - амплітуда імпульсу в потоці  $\chi(t)$ ;

$\tau_{\chi,j}$  - його часове розташування;

$\kappa_{\chi,j}$  - коефіцієнт наявності імпульсної завади,

який дорівнює одиниці з імовірністю  $p_\chi$  та нулю - з імовірністю  $(1-p_\chi)$ .

Таке задання завади відповідає потоку Бернуллі, для якого на інтервалі  $[0, T]$  існує не більше L точок. Статистика кожної точки характеризується частковою щільністю:

$$s_j(\tau_\chi) = p_{\chi,j} \cdot w_j(\tau_\chi) \quad (2)$$

де  $p_{\chi,j}$  - імовірність появи j-того імпульсу;

$w_j(\tau_\chi)$  - розподіл моментів їх появи.

За умови виконання умови нормування

$$\int_0^T w_j(\tau_\chi) d\tau_\chi = 1, \text{ при } p_\chi = 1 \text{ (на інтервалі часу } [0, T]$$

наявні всі L імпульсів) та  $w_j(\tau_\chi) = \delta(\tau - \tau_j)$ , потік  $\chi(t)$  визначається як детермінована імпульсна завада.

Якщо комбінований сигнал  $\hat{x}(t)$  дискретизується за часом з інтервалом  $\Delta T$  і ці відрхунки піддаються ковзній рекурсивній медіанній фільтрації з апертурою N, то з урахуванням утворювальної функції  $\Theta(z)$  потоку Бернуллі:

$$\Theta(z) = \prod_{i=0}^{N-1} (1 + p_{\chi,i} \cdot z^{-i}) \quad (3)$$

$$\text{де } p_{\chi,i} = \frac{1}{i!} \cdot \left. \frac{\partial \Theta(z)}{\partial z^i} \right|_{z=0}$$

Можна записати імовірність вилучення імпульсної завади як:

$$P_{np} = \sum_{i=0}^{N-1} p_i \quad (4)$$

або у випадку рівності всіх  $p_i$ , для потоку Бернуллі:

$$P_{np} = \sum_{i=0}^{N-1} C_{N-1}^i \cdot p_\chi^i \cdot (1-p_\chi)^{N-i} \quad (5)$$

Якщо  $\frac{p_j}{\sum_{j=0}^{L-1} p_j} \ll 1$ , то потік за своїми вла-

стивостями наближається до потоку Пуассона, і:

$$\Theta(z) \approx e^{\Lambda \cdot z^{-1}} \quad (6)$$

$$\text{де } \Lambda = \sum_{j=0}^{N-1} p_j \int_0^T w_j(\tau_\chi) d\tau_\chi = \sum_{j=0}^{N-1} p_j = \lambda \cdot N;$$

$$\lambda = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} p_j - \text{середня інтенсивність пуасонів-}$$

ського потоку в межах апертури ковзного рекурсивного медіанного фільтра.

Значення  $N \cdot \Delta T$  характеризує часовий інтервал, на якому беруться  $N$  відрахунків. Тоді:

$$p_{np} = \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\Lambda^i}{i!} \cdot e^{-\Lambda} \quad (7)$$

Різницева матриця  $F_0$  формується за допомогою порогової функції насичення  $F_{ij} = f(x_i - x_j)$ , в якій  $x_j$  та  $x_i$  - значення, що подаються з АЦП, а

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \Delta x \geq 0; \\ 0, & \Delta x < 0. \end{cases} \quad (8)$$

В узагальненому вигляді матриця  $F_0$  матиме вигляд:

$$F_0 = \begin{pmatrix} F_{00} & F_{10} & F_{20} & \dots & F_{N0} \\ F_{01} & F_{11} & F_{21} & \dots & F_{N1} \\ F_{02} & F_{12} & F_{22} & \dots & F_{N2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{0N} & F_{1N} & F_{2N} & \dots & F_{NN} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Зсув на одну позицію вздовж ряду значень дає матрицю  $F_1$ :

$$F_1 = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{21} & F_{31} & F_{41} & \dots & F_{N+1,1} \\ F_{12} & F_{22} & F_{32} & F_{42} & \dots & F_{N+1,2} \\ F_{13} & F_{23} & F_{33} & F_{43} & \dots & F_{N+1,3} \\ F_{14} & F_{24} & F_{34} & F_{44} & \dots & F_{N+1,4} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{1,N+1} & F_{2,N+1} & F_{3,N+1} & F_{4,N+1} & \dots & F_{N+1,N+1} \end{pmatrix} \quad (10)$$

Сума різниць значень  $F_{ij}$  за стовпчиками:

$$F_j = \sum_{i=0}^N F_{ij} = \sum_{i=0}^N f(x_i - x_j) \quad (11)$$

показує номер значення по величині  $i$  дає можливість сортувати зареєстровані значення  $x_i$  за величиною: 1 відповідає мінімальному,  $N$  - максимальному, а  $\lfloor \frac{N+1}{2} \rfloor$  - медіанному значенню.

Таким чином, для реалізації швидкого оброблення значень медіанним фільтром, виконують наступну послідовність дій:

- формують матрицю  $F_0$  для перших  $N$  зареєстрованих значень згідно з вибраною апертурою фільтра;
- розраховують значення  $F_{0,j}$  для кожного зі стовпчиків матриці  $F_0$ ;
- вибирають необхідне значення з перших  $N$  зареєстрованих;

- для матриці  $F_n$  визначають значення  $F_{(n+j)(n+N-1)}$  та  $F_{(n+N-1)(n+j)}$  при  $0 \leq j < N$ ;

- з попередньо розрахованих значень  $F_{n,j \pm 1}$  вилучають значення  $F_{(n-1)(n+j)}$  та  $F_{(n+j)(n-1)}$ ;

- до стовпчика  $F_{(n+j)}$  матриці  $F_n$  додають значення  $F_{(n+j)(n+N-1)}$ ;

- розраховують матрицю  $F_{(n+1)}$ .

Дії продовжують до тих пір, поки всі значення не будуть оброблені. Дії на передавальному боці виконують в такій послідовності:

- зчитують масив дискретної інформації у розмірі стандартного блока з носія інформації;

- подають зчитану інформацію до каналу зв'язку через модем;

- передають інформацію каналом зв'язку.

Дії на приймальному боці виконують в такій послідовності:

- приймають інформацію з каналу зв'язку;

- подають прийнятну з каналу зв'язку інформацію на модем і демодулюють прийнятий сигнал;

- подають демодульований сигнал на аналого-цифровий перетворювач;

- подають сигнал "старт" з паралельного порту на аналого-цифровий перетворювач;

- виконують фільтрацію прийнятого сигналу центральним процесором: формують різницеву матрицю після кожного отриманого з аналого-цифрового перетворювача через паралельний порт сигналу „кінець перетворення" та обробляють її;

- зберігають дані на носіїв інформації.

Розрахунки за формулою (7), проведені з використання пакету MatCAD показують, що при імовірності спотворення елементарного сигналу  $p_x = 0.1$  для фільтра з апертурою  $N=5$ , імовірність вилучення імпульсної завади  $p_{np} = 0.998$ . Якщо

імовірність спотворення біта інформації, у якій виникла імпульсна завада, складає 0.7, то без використання фільтра повна імовірність спотворення біта інформації складатиме  $0.7 \cdot 0.1 = 0.07$ . З використанням фільтра:  $0.1 \cdot 0.7 \cdot (1 - 0.998) = 0.00014$ . Тобто імовірність спотворення біта інформації зменшується приблизно в 500 разів. Отримані результати показують високу ефективність використання фільтрів такого типу.

Використання медіанного фільтра підвищує вірогідність приймання інформації. Швидкий медіанний фільтр має більшу швидкодію порівняно іншими цифровими фільтрами і при цьому дає кращі результати при імпульсному характері завад.

