



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96853 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
H03M 13/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ТА ПРИЙМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

1

2

(21) a201005665

(22) 11.05.2010

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) НИКОЛАЙЧУК ЯРОСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ,
ГРИНЧИШИН ТАРАС МИХАЙЛОВИЧ, ВОРОНИЧ
АРТУР РОМАНОВИЧ

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) US 4376958 A; 15.03.1983

US 6189124 B1; 13.02.2001

SU 1580552 A1; 23.07.1990

RU 2344544 C2; 20.01.2009

SU 1552381 A1; 23.03.1990

RU 2007042 C1; 30.01.1994

JP 60126741 A; 06.07.1985

US 4473887 A; 25.09.1984

(57) Спосіб передавання та приймання інформації, при якому маніпульовані сигнали формують на основі чотирьох сигнальних ознак, які поставлені у відповідність до елементів інформаційного повідомлення, який **відрізняється** тим, що сигнальні ознаки інформаційних бітів "1" і "0" модулюють бітовими послідовностями кодів Галуа, а приймання інформаційного повідомлення здійснюють шляхом демодуляції, виявлення та виправлення помилок в переданих даних.

Винахід належить до систем передачі інформації, які можуть бути використані для передавання та приймання дискретних інформаційних повідомлень.

Відомий спосіб передавання та приймання інформації, що ґрунтується на використанні коректуючих кодів Хемінга [US Pat. 2552629 Error-detecting and Correcting/ Richard W. Hamming, Morristown, and Bernard D. Holbrook, Madison, N. J (New York, US)/ Bell Telephone Laboratories (New York, US). Serial No. 138,016 20 Field: May 15, 1951]. Суть способу полягає в тому, що з основного повідомлення обчислюється код-поліном, який додається до основного повідомлення у вигляді контрольної суми, для передавання інформації. Приймання такого повідомлення здійснюється приймачем, який перевіряє відповідність контрольної суми прийнятого пакета даних з тією, що передана каналом зв'язку. Такий підхід дозволяє виявити та виправити помилки в пакеті даних, який передається.

Проте такий спосіб передбачає збільшення об'єму даних, які передаються. Крім того, помилки можуть виникати в контрольній сумі. Такий спосіб особливо неефективний на низових рівнях розподілених комп'ютерних систем, в яких використовуються короткі інформаційні пакети даних.

Відомий також є спосіб передавання та приймання інформаційних повідомлень за допомогою коректуючих кодів Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (БЧХ), в яких контрольна сума дублюється. [Блей-

хут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки - М.: Мир, 1986.-576, с].

Основним недоліком такого способу є необхідність додатково до інформаційних даних передавати значну кількість службових даних.

Найбільш близьким за технічною суттю до винаходу, що заявляється, є спосіб передавання та приймання інформації на основі модифікованої частотної модуляції (MFM) [US Pat. 4376958 G11B5/09. Modified Frequency Modulation/ Archibald M. Pettigrew (Glenrothes, GB6)/ Elcomatic Limited (Glasgow, GB6). Appl. No.:06/166,777. Filed: Jul 8, 1980]. В модифікованій частотній модуляції використовуються 4 сигнальні ознаки: фронт наростання (\wedge), фронт спаду (\vee), які відповідають символу "1", і потенціал «+», потенціал «-», які відповідають символу "0". При повторенні символу "0" для бітової синхронізації також використовують фронт наростання (\wedge) чи спаду (\vee).

Проте такий спосіб не дозволяє виявляти і виправляти помилки.

В основу винаходу поставлена задача розробки нового способу передавання інформації шляхом маніпуляції символів "0" та "1" ознаками послідовностей коду поля Галуа, що дозволяє виявити та виправити помилки при прийманні біторієнтованих даних за рахунок коректуючих властивостей кодів Галуа без додаткового передавання контрольних сум. Це приводить до збільшення швидкості передавання та виключення повторних

(19) UA (11) 96853 (13) C2

передач при виявленні однієї чи багатьох однократних помилок.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що спосіб передавання та приймання інформації, при якому сигнали маніпулюють чотирма сигнальними ознаками, причому сигнальні ознаки інформаційних бітів "1" і "0" модулюються бітовими послідовностями кодів Галуа, а приймання здійснюють шляхом демодуляції, виявлення та виправлення помилок в переданих даних.

Суть винаходу пояснюється тим, що при передаванні та прийманні інформації використовуються маніпульовані сигнали, сформовані на основі чотирьох ознак, які поставлені у відповідність до елементів інформаційного повідомлення згідно з винаходом, відповідно до кодів поля Галуа. Такий принцип формування сигнального коду полягає в тому, що біти одиниць в пакеті даних нумеруються рекурентним кодом Галуа G_2^k . При цьому для одиниць в пакеті даних біт Галуа "1" передається фронтом наростання (\wedge), а біт Галуа "0" передається фронтом спаду (\vee). Біти нулів в пакеті даних також нумеруються рекурентним кодом Галуа G_2^k . Причому для нулів в пакеті даних біт Галуа "1" передається потенціалом «+», а біт Галуа "0" передається потенціалом «-». Як чотири ознаки маніпуляції на сигнальному рівні може бути відповідно використані набори з чотирьох фаз, частот, шумоподібних сигналів та їх комбінацій.

Винахід ілюструється кресленням, де на фіг. 1 зображено блок-схема реалізації способу: 1 - джерело інформації; 2 - каналний кодер; 3 - формувач бітів Галуа для інформаційних бітів "1"; 4 - формувач бітів Галуа для інформаційних бітів "0"; 5 - формувач фронту наростання (\wedge); 6 - формувач фронту спаду (\vee); 7 - формувач потенціалу «+»; 8 - формувач потенціалу «-»; 9 - мультиплексор; 10 - пристрій узгодження; 11 - канал обміну даними; 12 - пристрій узгодження; 13 - пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів "1"; 14 - пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів "0"; 15 - пристрій перевірки і виправлення коду Галуа для інформаційних бітів "1"; 16 - пристрій перевірки і виправлення коду Галуа для інформаційних бітів "0"; 17 - демодулятор. На фіг. 2 зображено приклад сигналу для інформаційного повідомлення розміром 2 байти, де d_1, d_2, \dots, d_{16} - позиції бітів в інформаційному повідомленні; Д - інформаційні біти даних, що передаються; $G_2^4(1)$ - біти Галуа G_2^4 для інформаційних бітів "1"; $G_2^4(0)$ - біти Галуа G_2^4 для інформаційних бітів "0"; СМК - символний код; СгК - сигнальний код маніпуляції. На фіг. 3 зображена реалізація потоку даних, маніпульованих за допомогою сигнальних коректуючих кодів, з виявленням помилок на сигнальному рівні, де N - номер позиції бітів в інформаційному повідомленні; Д - інформаційні біти даних, що передаються; $G_2^4(1)$ - біти Галуа G_2^4 для інформаційних бітів "1"; $G_2^4(0)$ - біти Галуа G_2^4 для інформаційних бітів "0"; СгК - сигнальний код маніпуляції, * - помилка, яка вводиться; СМК* - символний код з помилкою.

Спосіб здійснюють таким чином.

Для передавання інформації від джерела 1 використовується каналний кодер 2, який здійс-

нює завадостійке кодування, після чого сигнал подається на модулятори чотирьох ознак маніпуляції (фіг. 1). При цьому для маніпуляції інформаційних бітів "1" використовується формувач 3 бітів Галуа, а для інформаційних бітів "0" формувач 4 бітів Галуа. Далі для формування сигнального коду використовуються формувач 5 фронту наростання (\wedge), за допомогою якого кодуються біти одиниць коду Галуа для інформаційних бітів "1", формувач 6 фронту спаду (\vee), за допомогою якого кодуються біти нулів коду Галуа для інформаційних бітів "1", формувач 7 потенціалу «+», за допомогою якого кодуються біти одиниць коду Галуа для інформаційних бітів "0", формувач 8 потенціалу «-» та за допомогою якого кодуються біти нулів коду Галуа для інформаційних бітів "0". Вихідний сигнал мультиплексора 9 через пристрій узгодження 10 подається в канал обміну даними 11.

Отриманий з каналу обміну даними сигнал після проходження через пристрій узгодження 12, надходить на 13 - пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів "1" і 14 - пристрій демодуляції бітів Галуа для інформаційних бітів "0". Крім цього, за допомогою пристроїв 15, 16 перевірки і виправлення помилок, які використовуючи рекурентні властивості коду поля Галуа виявляють та виправляють помилки для інформаційних бітів "1" і "0" відповідно. Після каналного декодування в демодуляторі 17 отримується сигнал інформаційного повідомлення.

Приклад сигналу маніпульованого за допомогою сигнальних коректуючих кодів, при якому об'єм коду Галуа відповідає об'єму даних наведено на фіг. 2. З таблиці, зображеної на фіг. 2 видно, що в блоці об'ємом $N=2^4$ завершення послідовності нулів відповідає коду Галуа 1101 і завершується символами ++-+vvvv, тобто $N=6$, згідно з G_2^4 . А завершення послідовності одиниць в коді Галуа відповідає символам vvvv, тобто коду Галуа 0110, $N=10$.

Таким чином забезпечується ефективне симетричне кодування у вигляді кодів Галуа послідовності нулів і одиниць блока даних з однозначним визначенням їх числа $N_0+N_1=N$, яке використовується для виявлення та виправлення помилок після передавання даних у пристроях демодуляції 13 і 14.

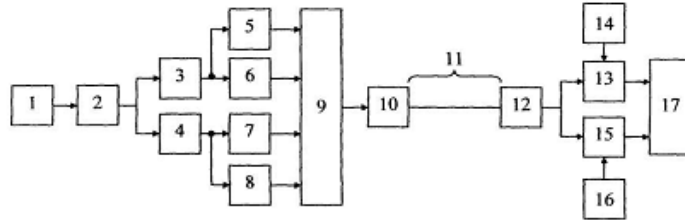
На фіг. 3 зображена реалізація потоку даних, маніпульованих за допомогою сигнальних коректуючих кодів, з виявленням помилок на сигнальному рівні. В таблиці приведено приклад виникнення помилок на сигнальному рівні в 7-й та 17-й позиції нулів, а також 10-й та 21-й позиції одиниць.

Як показано в даній таблиці, при виникненні помилок на сигнальному рівні в одиницях потоку даних, можливі два випадки: інвертування Галуа ознаки одиничного біта, що однозначно виявляється рекурентним декодером потоку Галуа-одиниць та заміна сигнальної ознаки одиниць, які є фронтом наростання та спаду і перетворення їх в сигнальні ознаки нулів, які є потенціалами «+» та «-». Що в свою чергу призводить до стирання одиниці в даній позиції, що виявляється рекурентним декодером.

Аналогічні сигнальні переходи з однозначним виявленням та виправленням одиничних помилок, ідентифікуються на сигнальному рівні, при появі помилок в нульових бітах потоку даних.

Виявлення помилок ґрунтується на біт-орієнтованій нумерації послідовності нулів і оди-

ниць, які передаються за допомогою кодових послідовностей Галуа. Якщо помилка виявлена, використовується формула, де рекурентним шляхом перевіряється, в якій саме позиції відбулася заміна символу нуля (одиниці), в процесі передавання даних і даний символ замінюється на правильний.



Фіг. 1

	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16
Д	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$G_4^2(1)$	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
СМК	∧	∧	∧	∧	∨	∧	∨	∧	∧	∨	∨	∧	∨	∨	∨	∨
СгК	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓
Д	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$G_4^2(0)$	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
СМК	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
СгК	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓
Д	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
$G_4^2(1)$	1	1		1	1		0	1	0				1	1		0
$G_4^2(0)$			1			1				1	1	0			1	
СМК	∧	∧	+	∧	∧	+	∨	∧	∨	+	+	-	∧	∧	+	∨
СгК	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↓

Фіг. 2

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...			
Д	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	...			
$G_4^2(1)$	1			1		1		1	0	1		0	1		1	0		1	0	0	0		0		...			
$G_4^2(0)$	1	1		1		1					0			1		0						1		1	...			
СгК	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	...			
*						*		*		*		*		*		*		*		*		*		*	...			
СМК*	∧	+	+	∧	+	∧	∨	∧	∨	±	∨	-	∨	∧	+	∧	∨	∧	∨	∨	∧	∨	∨	∧	+	∧	+	...

Фіг. 3