



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63648 (13) U
(51) МПК (2011.01)
H04J 13/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БАГАТОКАНАЛЬНИЙ СПОСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ТА ПРИЙМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

1

2

(21) u201105821

(22) 10.05.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) НИКОЛАЙЧУК ЯРОСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ,
ВОРОНИЧ АРТУР РОМАНОВИЧ

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

(57) Багатоканальний спосіб передавання та приймання інформації, в якому на передавальній стороні процесор обчислює контрольну суму коректуючого коду БЧХ, яку передають разом з інформаційним масивом у вигляді пакета даних по лінії зв'язку, далі на приймальній стороні обчислюють контрольну суму бітів переданого масиву даних і порівнюють з переданим кодом контрольної суми, причому, якщо контрольні суми, сформовані на передавальній та приймальній стороні лінії зв'язку, співпадають, то по зворотній лінії зв'язку передають код квитанції про те, що інформація передана

правильно, і починають передачу наступного інформаційного масиву даних, а якщо названі контрольні суми не співпадають, то на передавальну сторону лінії зв'язку по зворотному каналу передають код квитанції про наявність помилок в пакеті даних і повторюють його передачу, який **відрізняється** тим, що на передавальній стороні на фізичному рівні тільки інформаційні біти "одиниць" пакета даних модулюють бітами послідовності коду поля Галуа з використанням першої і другої сигнальних ознак, а інформаційні біти "нулів" пакета даних використовують для передавання наступного потоку даних, для чого модулюють його інформаційні біти "одиниць" третьою і четвертою сигнальними ознаками, причому для нулів наступного потоку даних використовують п'яту сигнальну ознаку, після цього на приймальній стороні на фізичному рівні виявляють та виправляють помилки в сигналах, маніпульованих кодами поля Галуа.

Корисна модель належить до способу, що забезпечує багатоканальне передавання та приймання інформації, і може бути використана в сучасних передавальних системах, де використовується контрольна сума для виявлення помилок в інформаційних масивах даних.

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 Filed: May 15, 1951]. Суть способу полягає в тому, що з основного повідомлення обчислюють код-поліном, який додають до основного повідомлення у вигляді контрольної суми, для передавання інформації. Приймання такого повідомлення здійснюють приймачем, який перевіряє відповідність контрольної суми прийнятого пакету даних з тією, що передана каналом зв'язку. Такий підхід дозволяє

виявити та виправити помилки в пакеті даних, який передають.

Проте такий спосіб не дозволяє виконувати виявлення та виправлення помилок на фізичному рівні в процесі приймання сигналів на приймальній стороні лінії зв'язку.

Відомий також 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 чотири 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 та виправляти помилки в сигналах на фізичному рівні, а також ефективно використовувати сигнальний

(13) U

(11) 63648

(19) UA

простір каналів зв'язку, який включає чотири сигнальні ознаки: фронт наростання та спаду, потенціали «+» та «-».

Найбільш близьким за технічною суттю до корисної моделі, що заявляється, є спосіб передавання інформації в комп'ютерних системах, суть якого полягає у тому, що з метою захисту від помилок, на передавальній стороні каналу зв'язку процесор обчислює контрольну суму коректуючого коду (KK_i) Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (БЧХ). [Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки - М.: Мир, 1986.-576, с], яку передають разом з інформаційним масивом даних (D_i) по лінії зв'язку, далі на приймальній стороні обчислюють контрольну суму бітів переданого масиву даних (KK'_i) і порівнюють з переданим кодом контрольної суми. Якщо контрольні суми сформовані на передавальній та приймальній сторонах лінії зв'язку ($KK_i = KK'_i$) співпадають, то по зворотній лінії зв'язку передають код квитанції KV^+ , що інформація передана правильно, і починають передачу наступного інформаційного масиву даних (D_{i+1}). Якщо названі контрольні суми не співпадають ($KK_i \neq KK'_i$), на передавальну сторону лінії зв'язку по зворотному каналу передають код квитанції KV^- про наявність помилок в інформаційному масиві або в коді контрольної суми, що його супроводжувала, і повторно по лінії зв'язку передають пакет даних (фіг. 1).

Недоліком відомого способу є можлива велика кількість повторних передавань інформаційних пакетів при зростанні інтенсивності помилок внаслідок завад в лініях зв'язку, що знижує швидкість передавання даних в комп'ютерних мережах і можливість виникнення помилок в самих контрольних сумах.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення швидкості передавання пакетів даних шляхом мультіканальної маніпуляції біт-орієнтованих потоків даних на фізичному рівні на основі рекурентних властивостей кодів поля Галуа. Винахід може бути використаний для захисту та корекції від помилок сигналів на фізичному рівні комп'ютерних систем.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у спосіб, в якому процесором обчислюють контрольну суму коректуючого коду БЧХ, яку передають разом з інформаційним масивом по лінії зв'язку у вигляді пакету даних, додатково на передавальній стороні на фізичному рівні тільки інформаційні біти "одиниць" пакету даних модулюють бітами послідовності коду поля Галуа з використанням першої і другої сигнальної ознаки, а інформаційні біти "нулів" пакету даних використовуються для передавання наступного потоку даних для чого модулюють його інформаційні біти "одиниць" третьою і четвертою сигнальними ознаками, причому для нулів наступного потоку даних використовують п'яту сигнальну ознаку. На приймальній стороні на фізичному рівні виявляють та виправляють помилки в сигналах маніпульованих кодами поля Галуа. В результаті на приймальній стороні лінії в пакеті даних зменшують число мож-

ливих помилок і тим самим зменшують число повторних передач, а також підвищують швидкість передавання інформації більше ніж в півтора рази за рахунок багатоканальності (фіг. 2).

Суть корисної моделі пояснюється тим, що біти одиниць першого потоку в пакеті даних $D_1 + KK_1$ на передавальній стороні модулюють рекурентним кодом Галуа G_2^k . Причому одиниці в пакеті даних біт Галуа "1" передають фронтом наростання (\wedge), а біт Галуа "0" передають фронтом спаду (\vee). На місці нулів першого потоку в пакеті даних вставляють другий потік в пакеті даних $D_2 + KK_2$, одиниці якого також нумерують рекурентним кодом Галуа G_2^k . Причому в другому потоці пакету даних біт Галуа "1" передають потенціалом «+», а біт Галуа "0" передають потенціалом «-». Нулі другого пакету даних маніпулюють 5-ою ознакою - паузою сигналу "0»

Корисна модель ілюструється кресленнями, де на фіг. 1 показано послідовність виконання операцій, який реалізує відомий спосіб передавання інформації: D_i - масив даних i -го потоку, KK_i, KK'_i - контрольна сума обчислена на передавальній і приймальній сторонах i -го потоку відповідно, KV^+ , KV^- - код квитанції про відсутність чи наявність помилок в повідомленні, відповідно. На фіг. 2 показано алгоритм виконання операцій, який реалізує запропонований багатоканальний спосіб передавання інформації. На фіг. 3 показано приклад промодульованого повідомлення для масиву даних і контрольної суми, де D - масив даних, KK - контрольна сума, $D(1)$, $D(2)$ - інформаційні біти даних, що передаються першого і другого потоку (відповідно); $G_2^4(1)$, $G_2^4(2)$ - біти Галуа для інформаційних бітів першого і другого потоку (відповідно); $СгК$ - сигнальний код маніпуляції, \sim - ознака паузи сигналу "0". На фіг. 4 показано приклад промодульованого повідомлення для масиву даних, коли в першому або другому потоці даних одні одиниці. На фіг. 5 показано приклад потоку даних маніпульованих за допомогою сигнальних коректуючих кодів, з виявленням помилок на сигнальному рівні, де N - номер позиції бітів в інформаційному повідомленні; $D(1)$, $D(2)$ - інформаційні біти даних, що передаються першого і другого потоку (відповідно); $G_2^4(1)$, $G_2^4(2)$ - біти Галуа для інформаційних бітів першого і другого потоку (відповідно), $СгК$ - сигнальний код маніпуляції; * - помилка, яка вводиться; $СмК^*$ - символний код з помилкою, яка виявляється та виправляється за рахунок рекурентних властивостей кодів поля Галуа. На фіг. 6 показано послідовність виконання операцій при передаванні k потоків даних.

Спосіб здійснюють таким чином

У пам'ять процесора передавальної сторони заносять масив даних D_i . Далі обчислюють контрольну суму коду БЧХ - KK_i . На передавальній стороні модулюють одиниці першого пакету даних $D_1 + KK_1$ за допомогою бітів сигнального коректуючого коду Галуа a , при чому, біт Галуа "1" передають фронтом наростання (\wedge), а біт Галуа "0" передають фронтом спаду (\vee), на місці нулів вставляють інформаційні сигнали другого пакету

даних D_2+KK_2 , одиниці якого модулюють за допомогою бітів сигнального коректующого коду Галуа, причому біт Галуа "1" передають потенціалом «+», а біт Галуа "0" передають потенціалом «-». Нулі пакету даних D_2+KK_2 модулюють іншою ознакою - паузою сигналу. Приклад промодульованого повідомлення зображено на фіг. 2.

Приклад сигналу маніпульованого за допомогою сигнальних коректующих кодів, при якому об'єм коду Галуа відповідає об'єму даних наведено на фіг. 3. Таким чином забезпечується ефективне симетричне кодування потоку даних у вигляді кодів Галуа.

На приймальній стороні відбувається демодуляція біт-орієнтованого потоку даних з корекцією помилок завдяки рекурентним властивостям кодів поля Галуа.

На фіг. 4 показано випадки коли в першому потоці даних присутні тільки одиниці, тоді відбувається модуляція рекурентним кодом Галуа (де сигнальною ознакою є фронт наростання або фронт спаду). Або тільки нулі в першому і одиниці в другому, тоді відбувається модуляція рекурент-

ним кодом Галуа (де сигнальною ознакою є рівень потенціалу «+» або «-»), причому в цьому випадку другий потік даних передається з максимальною швидкістю лінії зв'язку, тобто наявний ефект адаптивного завантаження лінії зв'язку.

Для сигнальних коректующих кодів Галуа, які володіють рекурентними властивостями можливе виправлення помилок на фізичному рівні. Реалізація потоку даних маніпульованих за допомогою сигнальних коректующих кодів з виявленням та виправленням помилок зображена на фіг. 5. В таблиці приведено приклад виникнення помилок на сигнальному рівні в 7-ій та 21-ій позиції нулів, а також 10-ій та 19-ій позиції одиниць.

В запропонованому способі використано по дві ознаки маніпуляції для кодування двох різних потоків даних. При використанні 2^k+1 ознак маніпуляції на сигнальному рівні, наприклад набори з різних фаз, частот, шумоподібних сигналів та їх комбінацій та ін., по лінії зв'язку може одночасно передаватися k інформаційних потоків даних з пропускною здатністю $1+0.5+0.25+0.125+\dots$ біт/с, відповідно (фіг. 6).



Фіг. 1



Фіг. 2

N	D										KK																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...	2 ⁿ	1	2	3	4	5	6	...	16	
D1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	...	1	1	0	0	0	0	1	0	...	1
G _e ² (1)	1			1		1		1	0	1						1	0	...	1	0				0		...	1	
D2		0	1		1		1				0	1	1	0	1			...			1	1	0		1	...		
G _e ² (2)		~	1		1		1				~	1	0	~	1			...			0	1	~		1	...		
CrK																												

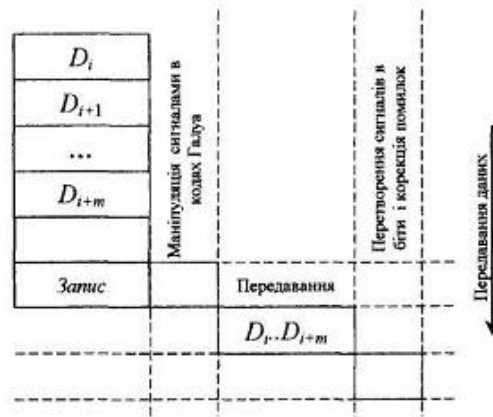
Фиг. 3

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
D(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
G _e ² (1)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	...
CrK(1)																	
D(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
G _e ² (2)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	...
CrK(2)																	

Фиг. 4

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	...
D1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	...
G _e ²	1			1		1		1	0	1		0	1		1	0		1	0	0			0		...
D2		1	1		0		1				0			0			1				1	1		1	...
G _e ²		1	1		~		1				~			~			1				0	1		0	...
CrK																									
*					*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		...
СМК*	^	+	+	^	~	^	∇ ⁻	^	∇	∇ ⁺	~	∇	^	~	^	∇		^	∇ ⁺	∇ ⁻	∇ ⁺	+	∇	-	...

Фиг. 5



Фиг. 6