



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93955 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
H04L 1/20 (2011.01)
H04L 1/00
H04L 25/03 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСОБИ І ПРИСТРІЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНДИКАТОРА ЯКОСТІ КАНАЛУ В СИСТЕМІ ЗВ'ЯЗКУ

1

(21) a200912244
(22) 30.04.2008
(24) 25.03.2011
(86) PCT/US2008/062012, 30.04.2008
(31) 60/915,004
(32) 30.04.2007
(33) US
(31) 12/109,436
(32) 25.04.2008
(33) US
(46) 25.03.2011, Бюл.№ 6, 2011 р.
(72) МЕРГЕН ГОКХАН, US, ШАХ МАНІНІ С., US, ГРОССМАН НАТАНІЕЛ ЛЕВ, US, КАСТУРІ НІТІН, US, ЛІ ЯН, US
(73) КВЕЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТЕД, US
(56) US 2006/171478 A1; 03.08.2006
US 2006/105719 A1; 18.05.2006
US 2004/240531 A1; 02.12.2004
(57) 1. Спосіб визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку, який включає етапи, на яких:
визначають щонайменше один перший індикатор якості каналу від першого приймача;
визначають щонайменше один другий індикатор якості каналу від другого приймача; і
обчислюють прогнольний індикатор якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу.
2. Спосіб за п. 1, в якому визначається множина перших індикаторів якості каналу, і кожний з множини індикаторів виникає у відповідні різні моменти часу.
3. Спосіб за п. 1, в якому перший приймач є приймачем без затримки.
4. Спосіб за п. 3, в якому приймач без затримки є багатовідвідним приймачем.
5. Спосіб за п. 1, в якому другий приймач є приймачем із затримкою.
6. Спосіб за п. 5, в якому приймач із затримкою є еквалайзером.
7. Спосіб за п. 1, в якому перший приймач є багатовідвідним приймачем, а другий приймач є еквалайзером.
8. Спосіб за п. 1, в якому функція містить:

2

$D_CQI(t+\Delta t)=a \quad D_CQI(t)+b \quad ND_CQI(t+\Delta t)+c$
 $ND_CQI(t)$,
де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнольний CQI в момент $t+\Delta t$,
 $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і a , b і c містять попередньо встановлені сталі значення.
9. Спосіб за п. 1, в якому функція містить:
 $D_CQI(t+\Delta t)=D_CQI(t)+c(ND_CQI(t)-ND_CQI(t+\Delta t))$,
де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнольний CQI в момент $t+\Delta t$,
 $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і c містить попередньо встановлене стале значення.
10. Пристрій визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку, який містить:
щонайменше один процесор:
засіб для визначення щонайменше одного першого індикатора якості каналу від першого приймача;
засіб для визначення щонайменше одного другого індикатора якості каналу від другого приймача; і
засіб для обчислення прогнозного індикатора якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу, запам'ятовуючий пристрій, сполучений щонайменше з одним процесором.
11. Пристрій за п. 10, в якому визначається множина перших індикаторів якості каналу, і кожний з множини індикаторів виникає у відповідні різні моменти часу.
12. Пристрій за п. 10, в якому перший приймач є приймачем без затримки.
13. Пристрій за п. 12, в якому приймач без затримки є багатовідвідним приймачем.

(19) UA (11) 93955 (13) C2

14. Пристрій за п. 10, в якому другий приймач є приймачем із затримкою.

15. Пристрій за п. 14, в якому приймач із затримкою є еквалайзером.

16. Пристрій за п. 10, в якому перший приймач є багатовідвідним приймачем, а другий приймач є еквалайзером.

17. Пристрій за п. 10, в якому функція містить:

$$D_CQI(t+\Delta t)=a \quad D_CQI(t)+b \quad ND_CQI(t+\Delta t)+c \quad ND_CQI(t),$$

де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнозний CQI в момент $t+\Delta t$, $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і a , b і c містять попередньо встановлені сталі значення.

18. Пристрій за п. 10, в якому функція містить:

$$D_CQI(t+\Delta t)=D_CQI(t)+c(ND_CQI(t)-ND_CQI(t+\Delta t)),$$

де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнозний CQI в момент $t+\Delta t$, $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і c містить попередньо встановлене сталі значення.

19. Пристрій визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку, який містить:

засіб визначення щонайменше одного першого індикатора якості каналу від першого приймача;

засіб визначення щонайменше одного другого індикатора якості каналу від другого приймача; і

засіб обчислення прогнозного індикатора якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу.

20. Пристрій за п. 19, в якому визначається множина перших індикаторів якості каналу, і кожний з множини індикаторів виникає у відповідні різні моменти часу.

21. Пристрій за п. 19, в якому перший приймач є приймачем без затримки.

22. Пристрій за п. 21, в якому приймач без затримки є багатовідвідним приймачем.

23. Пристрій за п. 19, в якому другий приймач є приймачем із затримкою.

24. Пристрій за п. 23, в якому приймач із затримкою є еквалайзером.

25. Пристрій за п. 19, в якому перший приймач є багатовідвідним приймачем, а другий приймач є еквалайзером.

26. Пристрій за п. 19, в якому функція містить:

$$D_CQI(t+\Delta t)=a \quad D_CQI(t)+b \quad ND_CQI(t+\Delta t)+c \quad ND_CQI(t),$$

де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнозний CQI в момент $t+\Delta t$, $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і a , b і c містять попередньо встановлені сталі значення.

27. Пристрій за п. 19, в якому функція містить:

$$D_CQI(t+\Delta t)=D_CQI(t)+c(ND_CQI(t)-ND_CQI(t+\Delta t)),$$

де $D_CQI(t+\Delta t)$ - прогнозний CQI в момент $t+\Delta t$, $D_CQI(t)$ - щонайменше один другий індикатор якості каналу, що містить попередній CQI із затримкою в момент t , $ND_CQI(t+\Delta t)$ - один з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент $t+\Delta t$, $ND_CQI(t)$ - інший з множини перших індикаторів якості каналу, що містить CQI без затримки в момент t , і c містить попередньо встановлене сталі значення.

28. Комп'ютерочитаний носій для зберігання кодів, що містять інструкції для виконання способу за будь-яким з пунктів 1-9.

Дана заявка на патент вимагає пріоритет попередньої заявки №60/915004, озаглавленої "CHANNEL QUALITY INDICATOR (CQI) PREDICTION IN A COMMUNICATION SYSTEM", поданої 30 квітня 2007 року і переуступленої правонаступнику даної заявки, і, таким чином, в явній формі включеної в цей документ за допомогою посилання.

Дане розкриття винаходу загалом стосується способів і пристрою прогнозування індикатора якості каналу (CQI) в системі зв'язку, а більш конкретно - прогнозування CQI для приймача на основі функції різних значень CQI.

Оцінка стану каналу і передача по зворотному зв'язку оцінки стану каналу є невід'ємними складовими сучасних і майбутніх бездротових систем, таких як високошвидкісний пакетний доступ по низхідній лінії зв'язку (HSDPA), розвиток (оптимі-

зованої) передачі даних (EVDO), надширокополосний мобільний зв'язок (UMB) і інші аналогічні системи. У таких системах приймач в пристрої оцінює індикатор якості каналу (CQI), наприклад, відношення сигнал-шум (SNR) каналу, і передає його по зворотному зв'язку передавачу пристрою для належного планування.

Новий напрям в бездротових приймачах, однак, полягає у використанні вдосконалених автономних приймачів або приймачів із затримкою, які зберігають вибірки протягом деякого періоду часу і потім обробляють ці збережені вибірки партіями, використовуючи еквалайзер, приймач з заглушенням перешкод або інший аналогічний приймач. Цей підхід, однак, вносить значну затримку через очікування, яке відбувається для надходження пакетних даних, і через параметри обчислення приймача. До того ж затримка вводиться через

конкретне застосування приймача (тобто фільтрації еквайзера або заглушення перешкод).

Основна проблема, яка виникає, полягає в тому, що така затримка в обробці викликає застарівання CQI в приймачі із затримкою, переданого по зворотному зв'язку передавачу (тобто він стає не поточним). Наприклад, якщо ланцюг приймача вводить часову затримку Δt , то повідомлений CQI в поточний момент $t + \Delta t$ ґрунтувався б на умовах каналу в попередній момент t . Повідомлення застарілого CQI погіршує роботу оснований на CQI планування і робить проблематичним проходження перевірок на сумісність.

Відповідно до одного аспекту розкритий спосіб визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку. Спосіб включає в себе визначення щонайменше одного першого індикатора якості каналу від першого приймача і визначення щонайменше одного другого індикатора якості каналу від другого приймача. Спосіб додатково включає в себе обчислення прогнозного індикатора якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу.

Відповідно до іншого аспекту розкритий пристрій визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку. Пристрій має щонайменше один процесор, сконфігурований для визначення щонайменше одного першого індикатора якості каналу від першого приймача і щонайменше одного другого індикатора якості каналу від другого приймача. Процесор додатково конфігурується для обчислення прогнозного індикатора якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу. Пристрій також включає в себе запам'ятовуючий пристрій, сполучений щонайменше з одним процесором.

Відповідно до ще одного аспекту розкритий пристрій визначення прогнозного індикатора якості каналу для приймача в системі зв'язку. Пристрій включає в себе засіб визначення щонайменше одного першого індикатора якості каналу від першого приймача і засіб визначення щонайменше одного другого індикатора якості каналу від другого приймача. Пристрій також включає в себе засіб обчислення прогнозного індикатора якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу.

У ще одному аспекті дане розкриття винаходу описує комп'ютерний програмний продукт, який включає машиночитаний носій. Носій включає в себе код, щоб спонукати комп'ютер визначити щонайменше один перший індикатор якості каналу від першого приймача, код, щоб спонукати комп'ютер визначити щонайменше один другий індикатор якості каналу від другого приймача, і код, щоб спонукати комп'ютер обчислити прогнозний індикатор якості каналу за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу.

Короткий опис креслень

Фіг.1 - блок-схема пристрою, використовуваного в системі зв'язку для прогнозування індикатора якості каналу.

Фіг.2 - графік значень індикатора якості каналу у часі як від приймачів із затримкою, так і від приймачів без затримки.

Фіг.3 - блок-схема алгоритму способу прогнозування індикатора якості каналу.

Фіг.4 - блок-схема іншого пристрою, використовуюваного в системі зв'язку для прогнозування індикатора якості каналу.

Дана заявка розкриває способи і пристрій прогнозування індикатора якості каналу (CQI) для приймача (або, конкретніше, приймача із затримкою) в системі зв'язку, щоб зменшити проблеми через затримку в обробці. Зокрема, розкриті способи і пристрій не тільки використовують доступний в даний час CQI від приймача із затримкою, але також використовують інший набір CQI, одержаний від приймача без затримки. Два типи або групи CQI, одержані від відповідних приймачів, оптимально об'єднуються відповідно до визначеної функції CQI, щоб більш оптимально прогнозувати CQI для приймача (тобто приймача із затримкою) для передачі по зворотному зв'язку передавачу.

Звертаючись до фіг.1, ілюструється пристрій 100, наприклад, користувацьке обладнання (UE), яке може використовуватися для прогнозування CQI для приймача. Пристрій 100 включає в себе приймач 102, який приймає сигнали бездротового зв'язку. Відповідно до одного аспекту приймач 102 включає в себе блок або модуль 104 приймача із затримкою, який приймає вхідні сигнали і виконує обробку, яка описана раніше; тобто пакетну обробку з використанням приймача з еквайзером або заглушенням перешкод, який додає затримки в обробці. Блок або модуль 104 приймача конфігурується, щонайменше частково, для обчислення або визначення значення CQI (надалі позначеного CQI приймача із затримкою, або D_CQI).

Приймач 102 також включає в себе блок або модуль 106 приймача без затримки, який може бути сконфігурований для одночасної обробки (тобто для блока 104 приймача із затримкою) прийнятих сигналів зв'язку і обчислення CQI без затримки (надалі позначеного CQI приймача без затримки або ND_CQI). В одному аспекті блок або модуль 106 приймача без затримки може бути реалізований за допомогою своєчасного приймача (OTR) або оперативного приймача. Взагалі, однак, блок 106 приймача без затримки може бути реалізований за допомогою будь-якого приймача, часова шкала якого не запізнюється або, як мінімум, запізнюється менше, ніж у блока 104 приймача із затримкою. Крім того, приймач 106 без затримки може бути реалізований традиційним RAKE (багатовідвідним)-приймачем, наприклад, відомими модами множинного доступу з кодовим розділенням (CDMA).

У одному аспекті вузол 106 приймача без затримки конфігурується для обчислення значень CQI періодично, практично в кожний поточний період (тобто без значної затримки), і зберігання або

буферизації цих значень протягом заданої кількості часу. Таким чином, в одному аспекті щонайменше значення CQI, визначені в найпізніший момент (позначений $t+\Delta t$) і в останньому попередньому періоді (позначеному t), можуть виходити з блока 106 приймача без затримки. Зазначимо, що час t є загальним і не обмежується конкретною одиницею часу. Більше того, Δt є загальною зміною або проходженням часу, що також необов'язково обмежене конкретною кількісною величиною.

Значення 108 CQI виводиться блоком 104 приймача із затримкою в блок 110 прогнозного CQI. CQI, відповідно до одного прикладу, є CQI, визначеним за час t (тобто $D_CQI(t)$). Два або більше за значення 112 CQI без затримки також виводяться в блок 110 прогнозного CQI за допомогою блока 106 приймача без затримки. Значення 112 можуть включати в себе значення CQI без затримки, раніше визначене в момент t (тобто $ND_CQI(t)$), і визначене в даний час значення CQI без затримки в момент $t+\Delta t$ (тобто $ND_CQI(t+\Delta t)$).

Блок 110 прогнозного CQI приймає вхідні CQI 108, 112 і обчислює будь-яку з різних передбачуваних функцій прогнозування з використанням цих значень. Функція прогнозування видає прогнозований CQI для приймача із затримкою в даний момент (тобто $DR_CQI(t+\Delta t)$). Різні приклади функцій прогнозування пізніше будуть обговорюватися детальніше.

Як додатково проілюстровано на фіг.1, блок 110 прогнозного CQI виводить визначений прогнозований CQI для приймача із затримкою (тобто $DR_CQI(t+\Delta t)$) по лінії 114 зв'язку (наприклад, бездротовій висхідній лінії зв'язку), щоб надати зворотний зв'язок передавачу 116, який може бути передавачем вузла Б, що обслуговує пристрій 100 в системі зв'язку. Передавач 116 включає в себе або знаходиться у взаємодії з планувальником 118, який виконує планування ресурсів системи для передавача 116. За допомогою надання прогнозованого CQI для даного моменту передавач 116 буде, швидше усього, приймати рішення по плануванню на основі менш застарілого CQI, в порівнянні з рішеннями по плануванню на основі тільки $D_CQI(t)$.

Як ілюструється на фіг.2, D_CQI приблизно є однією одиницею часу (наприклад, Δt), затриманою відносно поточного часу ($t+\Delta t$). Тому мету прогнозування D_CQI - прогнозувати D_CQI , що наближається, на одну одиницю часу пізніше (тобто за $D_CQI(t+\Delta t)$, вказаний точкою 200 на фіг.2), використовуючи доступний в даний час D_CQI (тобто $D_CQI(t)$) або приблизно значення CQI в точці 202 на фіг.2) і інші поточні і минулі дані ND_CQI від приймача без затримки (наприклад, приблизно значення CQI в точках 204 і 206 кривої ND_CQI на фіг.2). Передбачаючи, що $D_CQI(t)$ доступний в момент $t+\Delta t$ від приймача із затримкою, і що $ND_CQI(t+\Delta t)$ і $ND_CQI(t)$ доступні від приймача без затримки, загальна форма функції прогнозування може виражатися наступним рівнянням (1):

$$\begin{aligned} D_CQI_{\text{прогнозований}}(t+\Delta t) &= a D_CQI(t) + b \\ ND_CQI(t+\Delta t) &+ c ND_CQI(t). \end{aligned} \quad (1)$$

Вищенаведене рівняння вказує, що прогнозований $D_CQI_{\text{прогнозований}}$, що наближається (тобто $D_CQI(t+\Delta t)$), прогнозується як лінійне сполучення попереднього D_CQI (тобто $D_CQI(t)$), поточного ND_CQI (тобто $ND_CQI(t+\Delta t)$) і попереднього ND_CQI (тобто $ND_CQI(t)$). Параметри a , b і c є коефіцієнтами лінійного комбінування, які в ідеалі оптимізуються адаптивним способом (залежно від мобільності, геометрії і т. д.). Однак зазначимо, що відповідно до аспекту, де реалізація може бути спрощена, також передбачається постійне або попередньо встановлене наближення до оптимальних адаптивних параметрів a , b , c . Додатково зазначимо, що відповідно до одного аспекту оптимальні значення для параметрів b або c могли б бути нулем, відповідно залишаючи тільки одне значення CQI без затримки (тобто або $ND_CQI(t+\Delta t)$, або $ND_CQI(t)$), використовуване у визначенні $D_CQI_{\text{прогнозований}}$. Відповідно, в такому аспекті може бути необхідно визначати тільки одне значення ND_CQI .

У іншому прикладі передбачається додаткова функція або спосіб прогнозування. У цьому прикладі знов допускається, що $D_CQI(t)$ доступний в момент $t+\Delta t$ від приймача із затримкою, і що $ND_CQI(t+\Delta t)$ і $ND_CQI(t)$ доступні від приймача без затримки. Допускаючи ці відомі CQI, передбачається, що прогнозна оцінка D_CQI може бути сформована за допомогою операції в рівнянні (2) нижче:

$$\begin{aligned} D_CQI_{\text{прогнозований}}(t+\Delta t) &= D_CQI(t) + c \\ (ND_CQI(t) - ND_CQI(t+\Delta t)). \end{aligned} \quad (2)$$

Таким чином, прогнозований $D_CQI_{\text{прогнозований}}$ в момент $t+\Delta t$, одержаний за допомогою рівняння (2), є більш раннім значенням CQI приймача із затримкою (тобто $D_CQI(t)$) плюс поправковий коефіцієнт, який залежить від того, як мінявся своєчасний CQI або CQI без затримки в останньому періоді Δt (тобто різниця між $ND_CQI(t)$ і $ND_CQI(t+\Delta t)$). Значення c є попередньо встановленою сталою, використовуваною для оптимальної підгонки поправкового коефіцієнта до конкретних особливостей системи. Зазначимо, що спосіб з рівняння (2) є вигідним в тому, що він простий і об'єктивний. Зокрема, рівняння (2) є простим в тому значенні, що цей вид передбачувача (предиктора) може викликати менше проблем, тому що він не "змішує" повністю CQI без затримки і із затримкою, а просто використовує зміну CQI без затримки для настроювання CQI із затримкою.

Також зазначимо, що постійні значення a , b або c , розглянуті вище застосовно до вищезазначених типових рівнянь (1) або (2), можуть вибиратися відповідно до різних адаптивних алгоритмів, наприклад, рекурсивним методом найменших квадратів (RLS) або алгоритмом мінімальної середньоквадратичної помилки (LMS).

Відповідно до одного аспекту параметри a , b і c можуть вибиратися відповідно до критерію середньоквадратичної помилки (MSE), щоб мінімізувати помилку прогнозування. Зокрема, MSE може обчислюватися відповідно до наступного рівняння:

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \text{Середнє}(D_CQI(t+\Delta t) - \\ &D_CQI_{\text{прогнозований}}(t+\Delta t))^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Іншими словами, середньоквадратична помилка дорівнює середньому квадрата різниці між передбачуваним прогнозованим CQI (тобто $D_CQI_{\text{прогнозований}}(t+\Delta t)$) і фактичним CQI (тобто $D_CQI(t+\Delta t)$). Як зрозуміють фахівці в даній галузі техніки, це приводить до простої проблеми оптимізації, яка може бути вирішена з використанням способу найменших квадратів.

У ще одному додатковому аспекті запропонована функція оцінки CQI може бути зроблена об'єктивною за допомогою фільтрації з нескінченною імпульсною характеристикою (IIR) різниці D_CQI (наприклад, $D_CQI(t)$) і прогнозованого D_CQI (наприклад, $D_CQI_{\text{прогнозований}}$) відповідно до наступного відношення:

$$\begin{aligned} \text{об'єктивний } D_CQI_{\text{прогнозований}}(t+\Delta t) = \\ D_CQI(t+\Delta t) + \text{Фільтр}[D_CQI(t) - \\ D_CQI(t+\Delta t)]. \end{aligned} \quad (4)$$

Фіг.3 ілюструє блок-схему алгоритму основного способу, який використовується для визначення прогнозного CQI для приймача із затримкою. Після ініціалізації спосіб 300 включає в себе етап 302, де визначається щонайменше один перший індикатор якості каналу від першого приймача. Приклад цього процесу може включати в себе блок 106 з фіг.1, що визначає щонайменше один CQI без затримки і відправляє CQI прогнозного блоку 110 (тобто в прикладі один з параметрів b або c в рівнянні (1) встановлюється в нуль). Інший приклад є блоком 106, що визначає множину CQI без затримки щонайменше для двох різних моментів (наприклад, t і $t+\Delta t$) і відправляє CQI прогнозного блоку 110.

Паралельно або одночасно з визначенням на етапі 302 визначається щонайменше один другий індикатор якості каналу від другого приймача, як проілюстровано етапом 304. Приклад процесу на етапі 304 може включати в себе блок 104 з фіг.1, що визначає щонайменше один CQI із затримкою і відправляє CQI прогнозного блоку 110.

Після того, як визначається множина перших індикаторів якості каналу і щонайменше один другий індикатор якості каналу на етапах 302 і 304 відповідно, прогнозний індикатор якості каналу обчислюється, як показано етапом 306. Зокрема, прогнозний CQI ($D_CQI_{\text{прогнозований}}$) обчислюється за допомогою функції щонайменше одного першого індикатора якості каналу і щонайменше одного другого індикатора якості каналу. Процес етапу 306 як приклад може здійснюватися блоком 110 прогнозного CQI, проілюстрованим на фіг.1. Крім того, приклади конкретної використовуваної функції можуть включати в себе будь-який з розглянутих вище прикладів.

Після того як обчислюється прогнозний CQI на етапі 306, спосіб визначення цього значення (тобто 300) завершений для конкретного моменту $t+\Delta t$. Відповідно, включається інший етап 308, щоб показати, що прогнозний CQI ($D_CQI_{\text{прогнозований}}$) звичайно використовується як зворотний зв'язок для передавача Tx, наприклад, передавача 116 в прикладі з фіг.1. Цей процес на етапі 308, однак, не є необхідним для застосування на практиці способу 300 визначення прогнозного CQI, і, відповідно, етап 308 показаний пунктирним. Також фахівцям в даній галузі техніки стане зрозуміло, що

процес 300 може повторюватися для кожного збільшеного періоду Δt часу для безперервного зворотного зв'язку з передавачем.

Фіг.4 ілюструє інший пристрій 400, який може визначати і використовувати прогнозний індикатор якості каналу відповідно до даного розкриття винаходу. Зазначимо, що пристрій 400 може являти собою користувацький пристрій, базову станцію, один або декілька процесорів або інші придатні апаратні засоби/програмне забезпечення/мікропрограмне забезпечення для використання в системі зв'язку. Як проілюстровано, пристрій 400 включає в себе центральну шину 402 даних або аналогічний пристрій сполучання декількох схем разом. Схеми включають в себе CPU (центральний процесор) або контролер 404, схеми 406 приймача і запам'ятовуючий пристрій 408, які всі можуть взаємодіяти через шину 402.

Схеми 406 приймача додатково включають в себе модуль 412 CQI без затримки, який використовується для одержання значень CQI без затримки (наприклад, ND_CQI), які обговорювалися раніше, наприклад, від приймача без затримки (явно не показаний), який також є частиною схем 406 приймача. Схеми 406 приймача також включають в себе модуль 414 CQI із затримкою, який одержує значення CQI із затримкою (наприклад, D_CQI) від приймача із затримкою (також не показаний явно), який є частиною схем 406 приймача. Значення CQI, одержані модулями 412 і 414, можуть передаватися через шину 402 запам'ятовуючому пристрою 408. Зокрема, запам'ятовуючий пристрій 408 може включати в себе функцію/модуль 416 прогнозного CQI у вигляді програмного забезпечення (але не обмежуючись цим, і воно також могло б бути мікропрограмним забезпеченням). Модуль 416 застосовує функцію прогнозного CQI, наприклад, будь-який з раніше розкритих в цьому документі алгоритмів і способів, щоб обчислити прогнозний CQI приймача із затримкою (тобто $D_CQI_{\text{прогнозований}}$).

Пристрій 400 може повідомляти значення $D_CQI_{\text{прогнозований}}$ передавачу 418 по бездротовій лінії 420 зв'язку. Передавач 418, в свою чергу, може використовувати $D_CQI_{\text{прогнозований}}$ як зворотний зв'язок, корисний для планування ресурсів системи.

CPU/контролер 404 виконує функцію керування даними шини 402 даних і додатково функцію загальної обробки даних, включаючи виконання керуючого вмісту в запам'ятовуючому пристрої 408. Тут зазначимо, що замість окремо реалізованих, як показано на фіг.4, як альтернатива, будь-яка кількість схем або модулів може об'єднуватися у вигляді компонентів процесора/CPU/контролера 404. Ще, як альтернатива, весь пристрій 400 може бути реалізований у вигляді спеціалізованої інтегральної схеми (ASIC) або аналогічного пристрою.

У прикладі з фіг.4 запам'ятовуючий пристрій 408 може бути схемою RAM (оперативний запам'ятовуючий пристрій). Типові частини, наприклад, функція 416, є програмними процедурами, модулями і/або наборами даних. Запам'ятовуючий пристрій 408 може бути сполучений з іншою запам'ятовуючою схемою (не показана), яка може бути

або енергозалежного, або енергонезалежного типу. Як альтернатива, запам'ятовуючий пристрій 408 може бути виконаний з інших типів схем, наприклад, EEPROM (електрично стираний програмований постійний запам'ятовуючий пристрій), EPROM (електричний програмований постійний запам'ятовуючий пристрій), ROM (постійний запам'ятовуючий пристрій), ASIC (спеціалізована інтегральна схема), магнітний диск, оптичний диск, і інших машиночитаних носіїв, відомих в даній галузі.

Мається на увазі, що визначений порядок або ієрархія етапів в розкритих процесах є прикладом типових підходів. На основі переваг проектування мається на увазі, що визначений порядок або ієрархія етапів в процесах можуть бути переупорядковані, залишаючись в рамках обсягу даного розкриття винаходу. Прикладена формула винаходу представляє елементи різних етапів в зразковому порядку і не призначається для обмеження представленими визначеним порядком або ієрархією.

Фахівці в даній галузі техніки розуміють, що інформація і сигнали можуть бути представлені з використанням будь-чого з ряду різних технологій і способів. Наприклад, дані, інструкції, команди, інформація, сигнали, розряди, символи і елементарні посилки, на які можуть посилатися по всьому вищенаведеному опису, можуть бути представлені напругами, струмами, електромагнітними хвилями, магнітними полями або частинками, оптичними полями або частинками, або будь-яким їх поєднанням.

Фахівці в даній галузі техніки додатково визнають, що різні пояснювальні логічні блоки, модулі, схеми і етапи алгоритмів, описані застосовно до варіантів здійснення, розкритих в цьому документі, можуть бути реалізовані у вигляді електронних апаратних засобів, комп'ютерного програмного забезпечення або їх поєднань. Щоб ясно проілюструвати цю взаємозамінність апаратних засобів і програмного забезпечення, різні пояснювальні компоненти, блоки, модулі, схеми, засоби і етапи описані вище, як правило, на основі їх функціональних можливостей. Реалізовані такі функціональні можливості як апаратні засоби або як програмне забезпечення, залежить від конкретного застосування і конструктивних обмежень, що накладаються на всю систему. Фахівці в даній галузі техніки можуть реалізувати описані функціональні можливості різними шляхами для кожного окремого застосування, але такі рішення по реалізації не повинні інтерпретуватися як такі, що викликають відхилення від обсягу даного розкриття винаходу.

Різні пояснювальні логічні блоки, модулі і схеми, описані застосовно до варіантів здійснення, розкритих в цьому документі, можуть бути реалізовані або виконані за допомогою універсального процесора, цифрового процесора сигналів (DSP), спеціалізованої інтегральної схеми (ASIC), програмованої користувачем вентиляційної матриці (FPGA) або іншого програмованого логічного пристрою, схеми на дискретних компонентах або транзисторної логіки, дискретних апаратних компонентів або будь-якого їх поєднання, спроектованого

для виконання описаних в цьому документі функцій. Універсальний процесор може бути мікропроцесором, але, в альтернативному варіанті, процесор може бути будь-яким традиційним процесором, контролером, мікроконтролером або кінцевим автоматом. Процесор також може бути реалізований у вигляді поєднання обчислювальних пристроїв, наприклад, поєднання DSP і мікропроцесора, множини мікропроцесорів, одного або декількох мікропроцесорів спільно з ядром DSP, або будь-якої іншої подібної конфігурації.

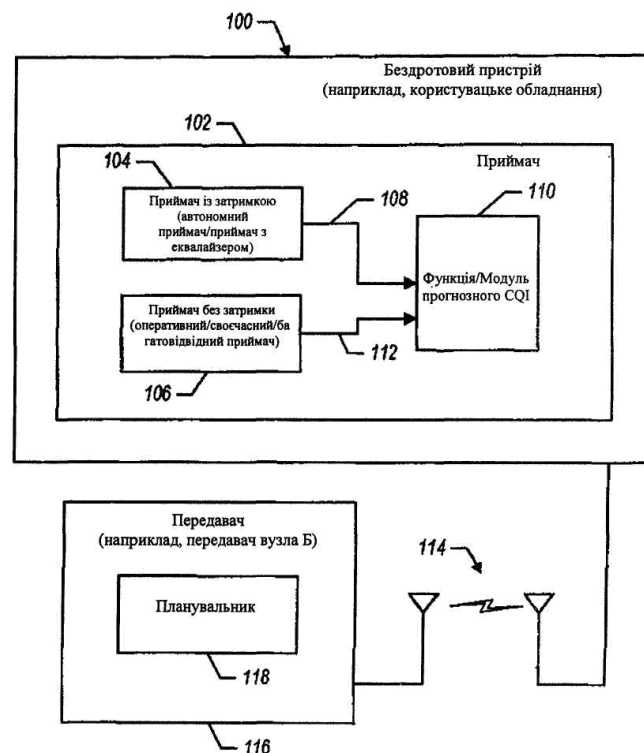
Етапи способу або алгоритму, описані застосовно до варіантів здійснення, розкритих в цьому документі, можуть бути реалізовані безпосередньо в апаратних засобах, в програмному модулі, виконуваному процесором, або в поєднанні цих двох елементів. Програмний модуль може знаходитися в пам'яті RAM, флеш-пам'яті, пам'яті ROM, пам'яті EPROM, пам'яті EEPROM, регістрах, на жорсткому диску, знімному диску, компакт-диску або будь-якому іншому виді носія інформації, відомому в даній галузі техніки. Типовий носій інформації (не показаний) може сполучатися з процесором так, що процесор може зчитувати інформацію і записувати інформацію на носій інформації. У альтернативному варіанті носій інформації може складати єдине ціле з процесором. Процесор і носій інформації можуть постійно знаходитися в ASIC. ASIC може постійно знаходитися в користувацькому терміналі. В альтернативному варіанті процесор і носій інформації можуть постійно знаходитися у вигляді дискретних компонентів в користувацькому терміналі.

У одному або декількох типових варіантах здійснення описувані функції можуть бути реалізовані в апаратних засобах, програмному забезпеченні, мікропрограмному забезпеченні або будь-якому їх поєднанні. При реалізації в програмному забезпеченні функції можуть зберігатися або передаватися у вигляді однієї або декількох команд або коду на машиночитаному носії. Машиночитаний носій включає в себе як комп'ютерні носії інформації, так і засоби зв'язку, включаючи будь-який носій, який сприяє передачі комп'ютерної програми з одного місця в інше. Носії інформації можуть бути будь-якими доступними носіями, до яких можна звертатися за допомогою універсального або спеціалізованого комп'ютера. Як приклад, а не обмеження, такі машиночитані носії можуть містити RAM, ROM, EEPROM, компакт-диск або інший накопичувач на оптичних дисках, накопичувач на магнітних дисках або інші магнітні запам'ятовуючі пристрої, або будь-який інший носій, який може використовуватися для переміщення або зберігання необхідного програмного коду у вигляді команд або структур даних, і до якого може бути здійснений доступ за допомогою універсального або спеціалізованого комп'ютера, або універсального або спеціалізованого процесора. Також будь-яке з'єднання коректно називати машиночитаним носієм. Наприклад, якщо програмне забезпечення передається з веб-сайта, сервера або іншого віддаленого джерела з використанням коаксіального кабелю, оптоволоконного кабелю, виті пари, цифрової абонентської лінії (DSL) або бездротових

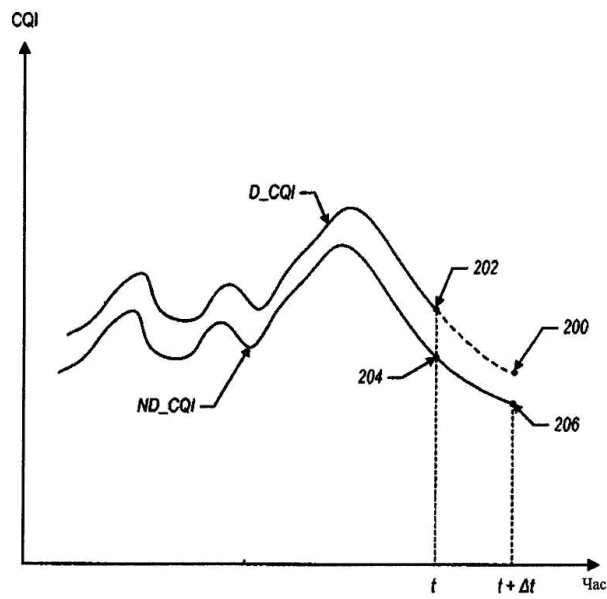
технологій, наприклад, ІЧ-зв'язку, радіочастотного зв'язку і НВЧ-зв'язку, то коаксіальний кабель, оптоволоконний кабель, вита пара, DSL або бездротові технології, наприклад, ІЧ-зв'язок, радіочастотний зв'язок і НВЧ-зв'язок, включаються у визначення носія. Диск (disk) і диск (disc), при використанні в даному документі, включають в себе компакт-диск (CD), лазерний диск, оптичний диск, цифровий універсальний диск (DVD), гнучкий диск і диск Blu-ray, де диски (disks) звичайно відтворюють дані магнітним способом, тоді як диски (discs) відтворюють дані оптично за допомогою лазерів. Поєднання вищепереліченого також потрібно включити в перелік машиночитаних носіїв.

Описані вище приклади є усього лише типовими, і фахівці в даній галузі техніки можуть тепер створити численні застосування і відхилення від вищеописаних прикладів без відхилення від патентоздатних ідей, розкритих в цьому документі. Різні модифікації цих прикладів можуть бути повністю очевидні фахівцям в даній галузі техніки, а

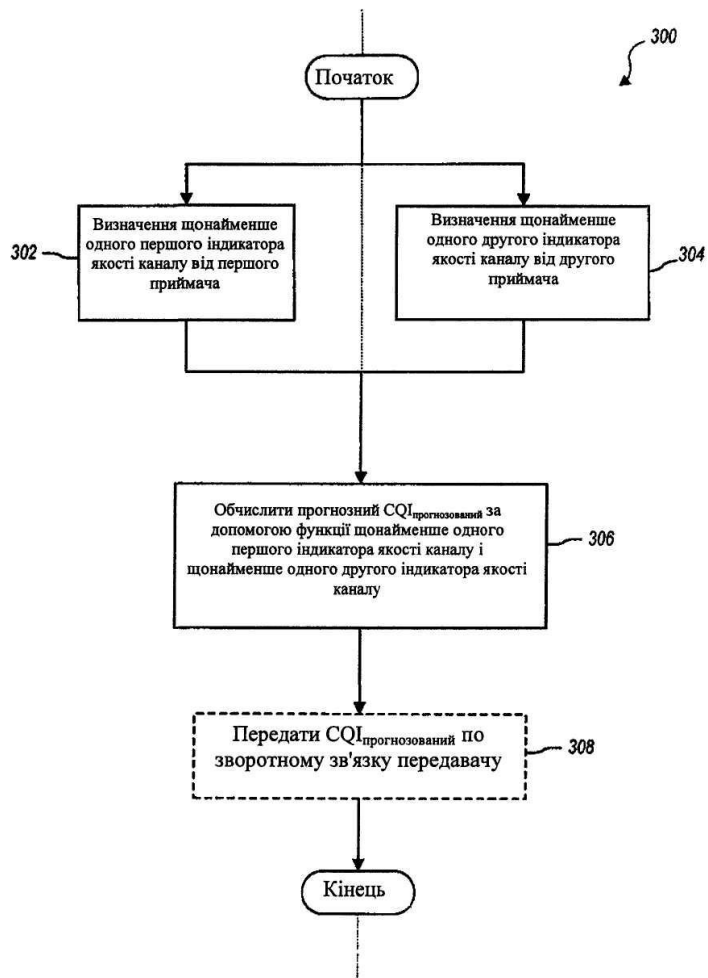
загальні принципи, визначені в цьому документі, можуть бути застосовані до інших прикладів, наприклад, в службі миттєвого обміну повідомленнями або будь-яких звичайних додатках бездротової передачі даних, без відхилення від суті або обсягу нових аспектів, описаних в цьому документі. Таким чином, обсяг розкриття винаходу не призначений, щоб обмежуватися показаними в цьому документі прикладами, а повинен відповідати найширшому обсягу, що узгоджується з принципами і новими ознаками, розкритими в цьому документі. Зазначимо, що слово "типовий" використовується в цьому документі виключно для позначення "слугує як приклад, окремий випадок або ілюстрація". Будь-який приклад, описаний в цьому документі як "типовий", не обов'язково повинен бути витлумачений як переважний або переважний над іншими прикладами. Відповідно, описані в цьому документі нові аспекти повинні визначатися виключно обсягом нижченаведеної формули винаходу.



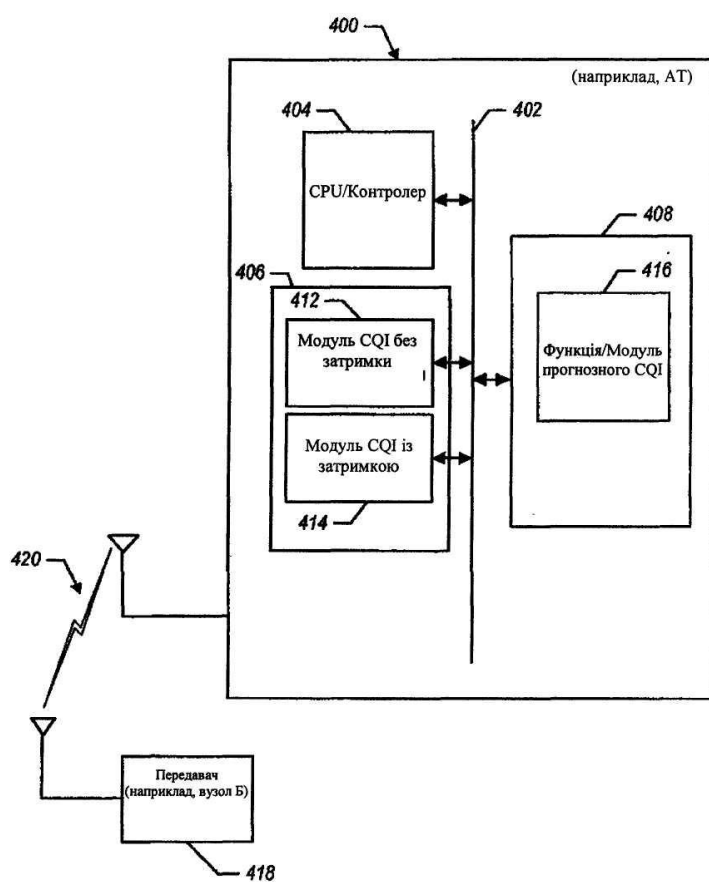
Фиг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4