



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 85547

(13) C2

(51) МПК (2009)

H04B 7/005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ЗВОРОТНОМУ КАНАЛУ В СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ

1

2

(21) а200507096

(22) 17.12.2003

(24) 10.02.2009

(86) PCT/US03/40412, 17.12.2003

(31) 10/324,241

(32) 19.12.2002

(33) US

(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.

(72) ЛОТТ КРИСТОФЕР ДЖЕРАРД, АЮ ЖАН ПУТ
ЛІНГ

(73) КВЕЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТЕД

(56) ХР 002206456, 12.09.2000

WO 0064373 A, 02.11.2000

EP 0969623 A, 05.01.2000

(57) 1. Спосіб передачі даних по зворотному каналу зв'язку від терміналу доступу до мережі доступу, спосіб включає в себе етапи, на яких: визначають першу швидкість передачі даних; передають дані по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних; і визначають другу швидкість передачі даних, яка обмежена до зменшення за допомогою обмеженої величини з першої швидкості передачі даних; і передають дані по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних; при цьому визначення другої швидкості передачі даних включає в себе визначення множини обмежувальних швидкостей і вибір мінімуму з обмежувальних швидкостей як другої швидкості передачі даних; при цьому обмежувальні швидкості включають в себе щонайменше швидкість, що визначається даними, яка відповідає кількості даних в черзі на передачу; при цьому швидкість, що визначається даними, обмежена бути не меншою, ніж фіктивна швидкість.

2. Спосіб за п. 1, за яким фіктивна швидкість зменшується на частку за один або більшу кількість кадрів передачі.

3. Спосіб за п. 1, за яким фіктивна швидкість зменшується на передбачене число рівнів індексу швидкості за один або більшу кількість кадрів передачі.

4. Спосіб за п. 1, за яким обмежувальні швидкості містять щонайменше швидкість виділення ресурсів в замкненому контурі.

5. Спосіб за п. 1, за яким обмежувальні швидкості містять щонайменше швидкість, обмежену по потужності.

6. Спосіб передачі даних по зворотному каналу зв'язку від терміналу доступу до мережі доступу, спосіб включає в себе етапи, на яких:

визначають першу швидкість передачі даних; передають дані по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних; і

визначають другу швидкість передачі даних, яка обмежена до зменшення за допомогою обмеженої величини з першої швидкості передачі даних; і передають дані по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних;

при цьому визначення другої швидкості передачі даних включає в себе визначення множини обмежувальних швидкостей і вибір мінімуму з обмежувальних швидкостей як другої швидкості передачі даних;

при цьому обмежувальні швидкості включають в себе щонайменше швидкість, що визначається даними, яка відповідає кількості даних в черзі на передачу;

при цьому швидкість, що визначається даними, обмежена бути не меншою, ніж передбачена величина, меншою, ніж швидкість, що визначається за даними, для попереднього кадру.

7. Спосіб за п. 6, за яким передбачена величина є передбачена частка швидкості, що визначається за даними, за один або більшу кількість кадрів передачі.

8. Спосіб за п. 6, в якому передбачена величина є передбачене число рівнів індексу швидкості за один або більшу кількість кадрів передачі.

9. Пристрій для передачі даних, який містить: підсистему передачі;

процесор, зв'язаний з підсистемою передачі і сконфігурований для керування швидкістю передачі даних в підсистемі передачі;

при цьому процесор сконфігурований для визначення нової швидкості передачі даних, яка обмежена до зменшення за допомогою обмеженої величини з поточної швидкості передачі даних;

при цьому процесор сконфігурований для визначення нової швидкості передачі даних за допомогою визначення множини обмежувальних швидкостей і вибору мінімуму з обмежувальних швидкостей як нової швидкості передачі даних; і

(13) C2

(11) 85547

(19) UA

черга передачі, в якій обмежувальні швидкості містять щонайменше швидкість, що визначається даними, яка відповідає кількості даних в черзі на передачу.

10. Пристрій за п. 9, в якому процесор сконфігурований для того, щоб швидкість, що визначається даними, була обмежена бути не меншою, ніж фіктивна швидкість.

11. Пристрій за п. 10, в якому фіктивна швидкість зменшується на частку за один або більшу кількість кадрів передачі.

12. Пристрій за п. 10, в якому фіктивна швидкість зменшується на передбачене число рівнів індексу швидкості за один або більшу кількість кадрів передачі.

13. Пристрій за п. 9, в якому обмежувальні швидкості містять щонайменше швидкість виділення ресурсів в замкненому контурі.

14. Пристрій за п. 9, в якому обмежувальні швидкості містять щонайменше швидкість, обмежену по потужності.

15. Пристрій за п. 9, в якому процесор сконфігурований з можливістю обмежувати нову швидкість передачі даних так, щоб вона була не меншою, ніж передбачена величина, меншою, ніж поточна швидкість передачі даних.

16. Пристрій за п. 15, в якому передбачена величина є передбачена частка поточної швидкості передачі даних за один або більшу кількість кадрів передачі.

17. Пристрій за п. 15, в якому передбачена величина є передбачена кількість рівнів індексу швидкості за один або більшу кількість кадрів передачі.

18. Спосіб передачі даних по зворотному каналу зв'язку від терміналу доступу до мережі доступу в безпроводній системі зв'язку, спосіб включає в себе етапи, на яких:

визначають першу швидкість передачі даних; передають дані по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних; і визначають другу швидкість передачі даних, і передають дані по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних;

при цьому, коли безпроводна система зв'язку знаходиться в незайнятому стані, визначення другої швидкості передачі даних містить вибір швидкості з множини обмежувальних швидкостей, що включає в себе обмежену по наростанню швидкість, де обмежена по наростанню швидкість встановлюється рівною більшій з першої швидкості передачі даних і швидкості, що повільно змінюється.

19. Спосіб за п. 18, який також містить етап, на якому визначають швидкість, що повільно змінюється, на основі раніше переданих даних.

20. Спосіб за п. 19, за яким швидкість, що повільно змінюється, містить максимальну швидкість, на якій термінал доступу останній раз передавав дані, під час зайнятого стану системи зв'язку.

21. Спосіб за п. 18, за яким, коли система зв'язку знаходиться в зайнятому стані, визначення другої швидкості передачі включає в себе вибір мінімальної швидкості з множини обмежувальних швидкостей, що включає в себе обмежену по наростанню швидкості.

22. Спосіб за п. 21, за яким обмежена по наростанню швидкість визначається на основі заданого набору імовірностей того, чи буде обмежена по наростанню швидкість збільшуватися або зменшуватися.

23. Спосіб за п. 18, який також містить етап скидання швидкості, що повільно змінюється, коли термінал доступу передає дані, протягом зайнятого стану безпроводної системи зв'язку.

24. Спосіб за п. 18, який також містить етап збільшення швидкості, що повільно змінюється, коли термінал доступу передає дані, протягом незайнятого стану безпроводної системи зв'язку на швидкості більшій, ніж швидкість, що повільно змінюється.

25. Пристрій для передачі даних, який містить: підсистему передачі; і

процесор, зв'язаний з підсистемою передачі і сконфігурований для визначення нової швидкості передачі даних підсистемою передачі за допомогою вибору нової з множини обмежувальних швидкостей, коли безпроводна система зв'язку знаходиться в незайнятому стані, де множина обмежувальних швидкостей включає в себе обмежену по наростанню швидкість, яка встановлюється рівною більшій з поточної швидкості передачі даних і швидкості, що повільно змінюється.

26. Пристрій за п. 25, в якому визначають швидкість, що повільно змінюється, на основі раніше переданих даних.

27. Пристрій за п. 26, в якому швидкість, що повільно змінюється, містить максимальну швидкість, на якій термінал доступу останній раз передавав дані, під час зайнятого стану системи зв'язку.

28. Пристрій за п. 25, в якому процесор також сконфігурований для виконання етапу скидання швидкості, що повільно змінюється, коли термінал доступу передає дані, протягом зайнятого стану безпроводної системи зв'язку.

29. Пристрій за п. 25, в якому процесор також сконфігурований для виконання етапу збільшення швидкості, що повільно змінюється, коли термінал доступу передає дані, протягом незайнятого стану безпроводної системи зв'язку на швидкості більшій, ніж швидкість, що повільно змінюється.

30. Пристрій за п. 25, в якому процесор сконфігурований для вибору нової швидкості як мінімуму з множини обмежувальних швидкостей, коли безпроводна система зв'язку знаходиться в зайнятому стані, де множина обмежувальних швидкостей включає в себе обмежену по наростанню швидкості, яка дорівнює швидкості, меншій, ніж поточна швидкість передачі даних.

31. Мікропроцесор, який виконує команди для передачі даних по зворотному каналу зв'язку, при цьому команди містять:

визначення першої швидкості передачі даних; передачу даних по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних; і визначення другої швидкості передачі даних, яка обмежена до зменшення за допомогою обмеженої величини з першої швидкості передачі даних; і передачу даних по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних;

при цьому визначення другої швидкості передачі даних включає в себе визначення множини обмежувальних швидкостей і вибір мінімуму з обмежувальних швидкостей як другої швидкості передачі даних;

при цьому обмежувальні швидкості включають в себе щонайменше швидкість, що визначається даними, яка відповідає кількості даних в черзі на передачу; при цьому швидкість, що визначається даними, обмежена бути не меншою, ніж фіктивна швидкість.

Даний винахід відноситься, загалом, до галузі телекомунікацій, а зокрема до систем та способів для підвищення продуктивності передачі даних в безпроводних телекомунікаційних системах.

У характерній безпроводній системі зв'язку (комунікаційній системі) для передачі голосу/даних, базова станція зв'язана із зоною покриття. Ця зона називається сектором. Мобільні станції, які знаходяться в межах сектора, можуть передавати дані до базової станції та одержувати дані від базової станції. У контексті передачі даних, зокрема, базові станції можуть називатися мережами доступу, і мобільні станції можуть називатися терміналами доступу. Термінали доступу можуть зв'язуватися одночасно з більше ніж однією мережею доступу і, оскільки термінал доступу переміщається, набір мереж доступу, з якими він зв'язаний, може змінюватися.

Параметри з'єднань між визначеною мережею доступу і визначеним терміналом доступу частково базуються на основі їх відносного розташування і якості та сили сигналів, які відповідно передаються та приймаються ними. Наприклад, коли термінал доступу віддаляється від мережі доступу, рівень сигналу, що приймається від мережі доступу терміналом доступу, буде зменшуватися. Відповідно, частота появи помилок в даних, що приймаються, буде зростати. Мережа доступу буде, таким чином, як правило, компенсувати збільшення відстані за допомогою зменшення швидкості, на якій вона передає дані до терміналу доступу. Це дозволяє терміналу доступу приймати і декодувати сигнал мережі доступу з меншою кількістю помилок. Коли термінал доступу наближається до мережі доступу, рівень сигналу зростає, так що більш високі швидкості передачі даних можуть бути використані для передачі даних до терміналу доступу.

Аналогічно, коли термінал доступу віддаляється від мережі доступу, рівень сигналу, що приймається від терміналу доступу мережею доступу, буде зменшуватися, тим самим, потенційно приводячи до більш високої частоти появи помилок. Подібно мережі доступу, термінал доступу може, як правило, також компенсувати збільшення відстані за допомогою зменшення його швидкості передачі даних, для того щоб дозволити мережі доступу приймати сигнал з меншою кількістю помилок. Термінал доступу може також збільшити

32. Пристрій для передачі даних, який містить: підсистему передачі; і

засіб для визначення нової швидкості передачі даних підсистемою передачі за допомогою вибору нової швидкості з множини обмежувальних швидкостей, коли безпроводна система зв'язку знаходиться у незайнятому стані, при цьому множина обмежувальних швидкостей включає в себе обмежену по наростанню швидкість, яка встановлюється рівною більшій з поточної швидкості передачі даних і швидкості, що повільно змінюється.

його вихідну потужність для зменшення частоти появи помилок, за запитом від мережі доступу. І знову, коли термінал доступу наближається до мережі доступу, більш сильний сигнал буде забезпечувати більш високу швидкість передачі даних.

В одній системі, термінал доступу відповідає за визначення швидкості, з якою будуть передаватися дані від терміналу доступу до мережі доступу. Ця швидкість визначається на основі декількох факторів. Первинними факторами є абсолютна максимальна швидкість, на якій термінал доступу і мережа доступу можуть зв'язуватися, максимальна швидкість, основана на допустимій вихідній потужності терміналу доступу, максимальна швидкість, підтверджена кількістю даних, які термінал доступу має в черзі, і максимальна швидкість, допустима на основі обмежень по наростанню. У цій системі, кожна з цих швидкостей представляє жорстке обмеження, яке не може бути перевищено вибраною швидкістю передачі даних. Іншими словами, вибрана швидкість передачі даних не перевищує мінімальної з цих чотирьох швидкостей.

Перші дві з цих швидкостей (абсолютна та обмежена по потужності максимальні швидкості) витікають з фізичних обмежень системи і не контролюються терміналом доступу. Третя і четверта швидкості (швидкість, що підстроюється за даними, і швидкість, обмежена по наростанню) є змінними і динамічно визначаються на основі визначених переважаючих умов в терміналі доступу.

Швидкість, що підстроюється за даними, є по суті максимальною швидкістю, яка може бути підтверджена за кількістю даних, які знаходяться в черзі для передачі терміналом доступу. Наприклад, якщо термінал доступу має 1000 біт в його черзі на передачу, то швидкість передачі даних в 38,4 кілобайт в секунду (1024 біт/кадр) є підтвердженою, а швидкість передачі даних в 78,6 кілобайт в секунду (2048 біт/кадр) не є підтвердженою. Якщо в черзі на передачу терміналу доступу немає даних, то ніяка швидкість передачі не може бути підтверджена.

Швидкість, обмежена по наростанню, є максимальною швидкістю, яка дозволена, беручи до уваги той факт, що швидке наростання швидкості буде раптово збільшувати інтерференцію, що сприймається іншими терміналами доступу, і буде погіршувати їх продуктивність. Якщо наростання для кожного терміналу доступу обмежене, то рівень

інтерференції, який вони викликають, буде змінюватися більш повільно і інші термінали доступу зможуть більш просто підстроїти їх робочі швидкості передачі даних і потужності передачі, щоб пристосуватися до наростаючої інтерференції. Необхідно зазначити, що швидкість, обмежена по наростанню, також обчислюється для керування зменшенням швидкостями передачі даних. Загальний ефект полягає в тому щоб мінімізувати широкі і/або швидкі флуктуації в швидкостях передачі даних і, тим самим стабілізувати спільну роботу мережі доступу та терміналів доступу в системі.

У той час як зміни в швидкості, обмеженій по наростанню, контролюються (у відношенні обох збільшуваної та зменшуваної швидкості передачі даних), швидкість, що підстроюється за даними, ні. Якщо термінал доступу раптово має достатньо даних для підтвердження дуже високої швидкості передачі даних, швидкість, що підстроюється за даними, раптово збільшується. Якщо дані на терміналі доступу закінчуються, то швидкість, що підстроюється за даними, раптово зменшується до нуля. Раптове збільшення швидкості, що підстроюється за даними, як правило, не представляє проблем, оскільки контролюється швидкість, обмежена по наростанню. Оскільки мінімум з чотирьох швидкостей, згаданих вище, встановлює максимум для вибраної швидкості передачі даних, швидкість, обмежена по наростанню, буде керувати в цій ситуації. Раптове зменшення швидкості, що підстроюється за даними, буде, проте, викликати падіння реальної швидкості передачі даних, оскільки швидкість, що підстроюється за даними, менше ніж інші швидкості і буде, тим самим, здійснювати керування (беручи до уваги, що швидкість передачі даних, вибрана для передачі даних в наступному кадрі є мінімум з чотирьох швидкостей).

У системах попереднього рівня техніки, якщо термінал доступу не мав даних для передачі, то ніяких даних не передавалося. Це інтуїтивно зрозуміло, і традиційний досвід говорить, що корисна смуга пропускання не повинна засмічуватися передачею некорисних даних. Одна з проблем, які виникають з дозволу швидкості передачі даних стрімко падати (наприклад, до нуля), полягає в тому, що потрібна деяка кількість часу на збільшення швидкості передачі даних до попереднього значення, як було пояснено вище. Затримки в передачі деяких даних можуть призводити до падіння і до подальшого збільшення швидкості передачі даних. Ці затримки, як правило, вірогідні у випадку пульсуючих даних або даних, які мають дискретні процеси прибуття. Одним з таких типів даних є відео в реальному часі, яке може містити пакети в 500-1000 байт, які прибувають в чергу на передачу з дискретними інтервалами в 60-70 мілісекунд. Відео в реальному часі так само є характерним прикладом типу даних, для якого затримки в передачі сильно помітні і таким чином неприйнятні.

Потрібно зазначити що, хоча швидкість, обмежена по наростанню, спроектована для запобігання збільшенню швидкості передачі даних терміналами доступу, способом, який виробляє дуже багато інтерференції з іншими терміналами досту-

пу, існують випадки, коли додаткова інтерференція не така руйнівна. Якщо є невелика кількість активних терміналів доступу в секторі, може бути прийнятним для визначеного терміналу доступу збільшити його швидкість передачі даних швидше, ніж дозволено швидкістю, обмеженою по наростанню. У таких ситуаціях, межа, що накладається швидкістю, обмеженою по наростанню, може зменшити загальну продуктивність системи.

Розкриття винаходу

Одна або більша кількість проблем, зазначених вище, можуть бути вирішені за допомогою різних реалізацій даного винаходу. Загалом кажучи, винахід містить системи та методи для поліпшення продуктивності передачі даних в безпроводних телекомунікаційних системах за допомогою обчислення швидкості передачі даних по зворотному каналу зв'язку, що зменшує затримки в передачі пульсуючих даних.

В одній реалізації даного винаходу пропонується спосіб для поліпшення продуктивності в передачі даних по зворотному каналу зв'язку від терміналу доступу до мережі доступу, де спосіб включає в себе етапи, на яких обчислюють першу швидкість передачі даних, передають дані по зворотному каналу зв'язку першою швидкістю передачі даних, обчислюють другу швидкість передачі даних, яка обмежена до зменшення на обмежену величину від першої швидкості передачі даних, і передають дані по зворотному каналу зв'язку з першою швидкістю передачі даних. В одній реалізації, друга швидкість передачі даних вибирається як мінімум з абсолютної максимальної швидкості, швидкості, обмеженої по потужності, швидкості, що підстроюється за даними, і швидкості виділення ресурсів в замкненому контурі. Оскільки перші дві з цих швидкостей є статичними і четверта вже обмежена до зменшення керованим чином, зменшення у другій швидкості передачі даних обмежується керуванням зменшень в швидкості, що підстроюється за даними. Це виконується в одній реалізації за допомогою підтримки фіктивної швидкості, якій дозволено затухати передбаченим чином. Швидкість, що підстроюється за даними, яка обчислюється традиційним способом, порівнюється з фіктивною швидкістю, і їй не дозволяється падати нижче фіктивної швидкості.

В іншій реалізації даного винаходу пропонується безпроводна комунікаційна система, в якій термінал доступу сконфігурований для визначення швидкості, на якій він буде передавати дані по зворотному каналу зв'язку до мережі доступу. Термінал доступу включає в себе підсистему передачі для передачі даних і процесор, який зв'язаний з підсистемою передачі і сконфігурований для надання їй керуючої інформації. Зокрема, процесор сконфігурований для визначення швидкості даних, на якій підсистема передачі буде посылати дані по зворотному каналу зв'язку. В одній реалізації, процесор сконфігурований для обчислення швидкості, що підстроюється за даними, і швидкості виділення ресурсів в замкненому контурі. Потім, процесор вибирає мінімум із швидкості, що підстроюється за даними, швидкості виділення ресурсів в замкненому контурі, абсолютній максимальній швидкості і

швидкості, обмеженої по потужності, як швидкості передачі даних для наступного кадру передачі. Процесор керує зменшеннями в швидкості, що підстроюється за даними, для того, щоб запобігти раптовим падінням в швидкості передачі даних від одного кадру до наступного. Це виконується в одній реалізації за допомогою підтримки фіктивної швидкості, яку примушують затухати передбаченим чином. Швидкість, що підстроюється за даними, обчислюється за допомогою обчислення традиційним способом швидкості, що підстроюється за даними, порівняння традиційно обчисленої швидкості з фіктивною швидкістю і, потім, встановлення швидкості, що підстроюється за даними, в більше з традиційно обчисленої швидкості з фіктивної швидкості. Коли фіктивна швидкість більша, ніж швидкість, що підстроюється за даними, може бути необхідна передача фіктивних даних для підтримки бажаної швидкості передачі даних.

Інша реалізація даного винаходу відноситься до способу для поліпшення продуктивності в передачі даних по зворотному каналу зв'язку від терміналу доступу до мережі доступу, де спосіб включає в себе етапи, на яких обчислюють першу швидкість передачі даних, передають дані по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних, обчислюють другу швидкість передачі даних, і передають дані по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних, де, коли безпроводна комунікаційна система знаходиться в незайнятому стані, обчислення другої швидкості передачі даних, включає в себе етап, на якому вибирають другу швидкість передачі даних з множини обмежувальних швидкостей, включаючи швидкість, обмежену по наростанню, де швидкості, обмеженій по наростанню, дозволено наростати швидше, аж до «небезпечної» швидкості. В одній реалізації, «небезпечна» швидкість містить максимальну швидкість, на якій термінал доступу передавав дані з моменту, коли термінал доступу останній раз передавав дані під час стану зайнятості комунікаційної системи. Ця «небезпечна» швидкість збільшується, коли термінал доступу передає дані в незайнятому стані на швидкості більшій, ніж «небезпечна» швидкість, і скидається, коли термінал доступу передає дані протягом зайнятого стану безпроводної телекомунікаційної системи.

Інша реалізація даного винаходу відноситься до безпроводної комунікаційної системи, в якій термінал доступу сконфігурований для визначення швидкості, на якій він буде передавати дані по зворотному каналу зв'язку до мережі доступу. Термінал доступу включає в себе підсистему передачі для передачі даних і процесор, який зв'язаний з підсистемою передачі і сконфігурований для надання їй керуючої інформації. Зокрема, процесор сконфігурований для визначення першої швидкості передачі даних, передачі даних по зворотному каналу зв'язку на першій швидкості передачі даних, обчислення другої швидкості передачі даних, і передачі даних по зворотному каналу зв'язку на другій швидкості передачі даних, де, коли безпроводна комунікаційна система знаходиться в незайнятому стані, процесор сконфігурований для

обчислення другої швидкості передачі даних за допомогою вибору другої швидкості з множини обмежувальних швидкостей, що включає в себе швидкість, обмежену по наростанню, де швидкості, обмеженій по наростанню, дозволено наростати швидше, аж до «небезпечної» швидкості. В одній реалізації, «небезпечна» швидкість містить максимальну швидкість, на якій термінал доступу передавав дані з моменту, коли термінал доступу останній раз передавав дані під час стану зайнятості комунікаційної системи. Ця «небезпечна» швидкість збільшується, коли термінал доступу передає дані в незайнятому стані на швидкості більшій ніж «небезпечна» швидкість, і скидається, коли термінал доступу передає дані протягом зайнятого стану безпроводної телекомунікаційної системи.

Інша реалізація даного винаходу відноситься до програмного додатку. Програмне додаток реалізований на носії, що зчитується комп'ютером або іншим процесором даних, реалізованим в терміналі доступу. Носій може включати в себе гнучкий магнітний диск, накопичувач на жорстких дисках, CD-ROM, DVD-ROM, RAM, ROM і тому подібне. Носій містить інструкції, які сконфігуровані, щоб викликати виконання способу, який був, загалом, описаний вище, комп'ютером або процесором даних. Потрібно зазначити, що машинозчитуваний носій може включати в себе RAM або іншу пам'ять, яка утворює частину терміналу доступу. Процесор терміналу доступу повинен, тим самим, бути здатним виконувати спосіб відповідно до даного розкриття винаходу.

Численні додаткові реалізації також можливі.

Короткий опис креслень

Інші цілі та переваги даного винаходу стануть очевидними після прочитування нижченаведеного опису з посиланням на супровідні креслення.

Фіг. 1 - діаграма, що ілюструє частину безпроводної комунікаційної системи відповідно до даного винаходу.

Фіг. 2 - більш докладна діаграма, що ілюструє мережі доступу і термінали доступу в двох сусідніх секторах безпроводної комунікаційної системи в одній реалізації.

Фіг. 3 - функціональна блок-схема, що ілюструє структуру терміналу доступу в одній реалізації.

Фіг. 4 - схема послідовності операцій, що ілюструє спосіб, за допомогою якого визначається швидкість виділення ресурсів в замкнутому контурі.

Фіг. 5 - схема послідовності операцій, що ілюструє основний спосіб, за допомогою якого визначається швидкість, що підстроюється за даними, в одній реалізації.

Фіг. 6 - схема послідовності операцій, що ілюструє більш докладний спосіб, за допомогою якого визначається швидкість, що підстроюється за даними, в одній реалізації.

Фіг. 7 - схема послідовності операцій, що ілюструє спосіб для відстеження «небезпечної» швидкості в одній реалізації.

Фіг. 8 - схема послідовності операцій, що ілюструє спосіб, за допомогою якого обчислюється швидкість виділення ресурсів в замкнутому контурі.

рі в одній реалізації з використанням небезпечної швидкості.

Хоча винахід є предметом різних модифікацій та альтернативних форм, конкретні його реалізації показані як приклад на кресленнях і в супровідному детальному описі. Проте, повинно бути зрозуміло, що креслення і детальний опис не призначені для обмеження винаходу до конкретної реалізації, описаної тут. Навпаки, це розкриття винаходу призначене для охоплення всіх модифікацій, еквівалентів та альтернатив, що попадають в межі обсягу даного винаходу, який визначений нижченаведеною формулою.

Здійснення винаходу

Переважні варіанти реалізації даного винаходу будуть описані нижче. Потрібно зазначити, що ці і будь-які інші варіанти реалізації, описані нижче, є зразковими і призначені для ілюстрації винаходу, а не для його обмеження.

Загалом кажучи, винахід складається з систем та методів для систем та методів з поліпшення продуктивності передачі даних в безпроводних телекомунікаційних системах за допомогою керування зменшеннями в швидкості передачі даних по зворотному каналу зв'язку.

На Фіг. 1 представлена діаграма, що ілюструє частину безпроводної комунікаційної системи відповідно до однієї реалізації. У цій реалізації система складається з множини мереж 12 доступу і множини терміналів 14 доступу. Кожна мережа 12 доступу зв'язується з терміналами 14 доступу в ближній області. Термінали доступу можуть розміщатися в межах сектора, або вони можуть розміщатися з сектора, зв'язаного з однією мережею доступу, в інший сектор, зв'язаний з іншою мережею доступу. Зона покриття є сектор 16. Хоча, насправді сектори можуть бути в чомусь нерегулярні, і можуть перекриватися з іншими секторами, вони позначені на кресленні як розділені пунктирними та штриховими лініями. Потрібно зазначити, що для простоти, тільки одна з всіх мереж доступу, терміналів доступу і секторів позначені посилальним номером.

На Фіг. 2 представлена більш докладна діаграма, що ілюструє мережі доступу і термінали доступу в двох сусідніх секторах безпроводної комунікаційної системи в одній реалізації. У цій системі сектор 20 включає в себе мережу 22 доступу і декілька терміналів 24 доступу. Сектор 30 включає в себе мережу 32 доступу і єдиний термінал 34 доступу. Мережі 22 та 32 доступу передають дані терміналам 24 та 34 доступу через те, що тут називається прямим каналом зв'язку (FL). Термінали 2 та 34 доступу передають дані назад до мереж 22

та 32 через те, що тут називається зворотним каналом зв'язку (RL).

На Фіг. 3 показана функціональна блок-схема, що ілюструє структуру терміналу доступу в одній реалізації. У цій реалізації, термінал доступу містить процесор 42, зв'язаний з підсистемою 44 передачі, і підсистемою 46 прийому. Підсистема 44 передачі та підсистема 46 прийому зв'язані з антеною 48, що розділяється. Процесор 42 одержує дані від підсистеми 46 прийому, обробляє дані, і виводить оброблені дані через пристрій 50 виводу. Процесор 42 також одержує дані від джерела 52 даних та обробляє дані для передачі. Потім, оброблені дані передаються підсистемі 44 передачі для передачі по зворотному каналу зв'язку. В доповнення до обробки даних від підсистеми 46 прийому та джерела 52 даних, процесор 42 сконфігурований для керування різними підсистемами терміналу доступу. Зокрема, процесор 42 керує підсистемою 44 передачі. Функціональність, що відноситься до терміналу доступу, описана нижче, реалізована в процесорі 42. Пам'ять 54 з'єднана з процесором 42 для зберігання даних, що використовуються процесором.

В одному варіанті реалізації, система є системою cdma2000 1xEV-DO. Основні характеристики цієї системи визначені в стандарті з передачі даних IS-656. Цей стандарт ґрунтується на родині 13-95 стандартів множинного доступу з кодовим розділенням каналів (CDMA). Назва «1xEV-DO» відображає зв'язок з родинною CDMA2000 («1x») і розвиток стандарту («EV») для операцій, оптимізованих за даними («DO»). Система 1xEV-DO, в основному, оптимізована для безпроводного доступу до Інтернет, для чого бажана висока пропускна здатність прямого каналу зв'язку.

Система 1xEV-DO спроектована для передачі даних по прямому каналу зв'язку з однією з 12 різних передбачених швидкостей, які лежать в діапазоні від 38,4 kbps до 2,4 Mbps (в доповнення до нульової швидкості). Відповідні структури пакетів даних визначені (визначаючи такі параметри як тривалість пакету, тип модуляції, і тому подібне) для кожної з цих передбачених швидкостей передачі даних. Зв'язок по зворотному каналу зв'язку має місце на одній з п'яти різних швидкостей передачі даних, які лежать в діапазоні від 9,6 kbps до 153,6 kbps (плюс нульова швидкість). Знову, структури пакетів даних визначені для кожної з цих швидкостей.

Даний винахід в основному відноситься до зворотного каналу зв'язку. Відповідно, швидкості передачі даних для зворотного каналу визначені нижче:

Індекс швидкості	Швидкість передачі даних	
	Kbps	Bits/frame
0	0	0
1	9,6	256
2	19,2	512
3	38,4	1024
4	76,8	2048
5	153,6	4096

Для простоти, в подальшому описі, швидкості передачі даних по зворотному каналу зв'язку будуть позначатися в термінах індексу швидкості, а не кількості біт в секунду або за кадр.

Як зазначено вище, дана система, основана на 1xEV-DO, побудована на CDMA стандартах. Відповідно, дані, що передаються по зворотному каналу зв'язку, є ущільненими з кодовим розділенням каналів. Тобто, дані, які відповідають кожному терміналу доступу, ідентифікуються за допомогою відповідного коду. Кожний код визначає комунікаційний канал. Таким чином, дані від будь-якого або від усіх терміналів доступу можуть передаватися одночасно, і мережа доступу може розрізняти різні джерела даних за допомогою кодів.

Передачі з кодовим розділенням каналів обмежені інтерференцією. Іншими словами, кількість даних, яка може бути передана, обмежена величиною інтерференції, яка присутня в оточуючому середовищі. Хоча, існує деяка кількість інтерференції, викликані фоновим або термальним шумом, основним джерелом інтерференції з передачами терміналів доступу є інші термінали доступу в цій зоні. Якщо є небагато інших терміналів доступу, і вони передають невелику кількість даних, буде мати місце невелика інтерференція, таким чином, буде можливо передавати дані на високих швидкостях передачі даних. З іншого боку, якщо є багато терміналів доступу, які передають велику загальну кількість даних, рівень інтерференції буде вищим, і можливо можна буде використати тільки дуже низькі швидкості передачі даних для передачі по зворотному каналу зв'язку.

Таким чином, повинен бути забезпечений механізм для визначення відповідних швидкостей передачі даних для кожного з терміналів доступу. Типова безпроводна комунікаційна система CDMA використовує єдину швидкість передачі даних для всіх терміналів доступу. Керування швидкістю передачі даних централізоване в мережі доступу. Проте, такий тип керування швидкістю передачі даних має декілька недоліків. Наприклад, оскільки всі термінали доступу використовують однакову швидкість передачі даних, продуктивність кожного індивідуального терміналу доступу не може бути оптимізована. У той час як деякі можуть функціонувати на оптимальній швидкості, інші не можуть. Якщо мережа доступу спроектована для обчислення оптимальних швидкостей передачі даних для кожного з терміналів доступу, система не легко масштабована, тому що, чим більше терміналів доступу в системі, тим більше ресурсів буде потрібно для обчислення швидкостей для кожного з терміналів доступу. Також, більше комунікаційних ресурсів буде використовуватися для передачі сигналів керування виділенням швидкості.

Одним аспектом, в якому дана система відрізняється від типових систем, є те, що обчислення швидкостей передачі даних для терміналів доступу є обов'язком кожного індивідуального терміналу. Іншими словами, воно розподілене, а не централізоване. Відповідна швидкість передачі даних для визначеного терміналу доступу визначається самим цим терміналом доступу за допомогою алго-

ритму Мас для зворотного каналу зв'язку («Мас» - промисловий термін для комунікацій з множинним доступом). На алгоритмі Мас для зворотного каналу зв'язку сфокусоване розкриття даного винаходу.

Коли визначений термінал доступу обчислює швидкість передачі даних для його зворотного каналу зв'язку, очевидно, що він захоче вибрати максимальну можливу швидкість. Однак, в секторі можуть бути інші термінали доступу. Ці інші термінали доступу також будуть намагатися передавати їх дані з максимальною можливою швидкістю. Оскільки потужність, необхідна для передачі даних, приблизно пропорційна швидкості передачі даних, збільшення швидкостей передачі даних на кожному з терміналів доступу також збільшить потужність їх передач. Передачі кожного терміналу доступу будуть потім представляти збільшення кількості інтерференції для інших терміналів доступу. У цей самий час, тут може бути настільки багато інтерференції, що жоден з терміналів доступу не зможе передавати його дані з прийнятною частотою виникнення помилок.

Таким чином, для терміналів доступу корисно мати інформацію про рівень інтерференції, що є в системі. Якщо рівень інтерференції відносно низький, термінали доступу можуть збільшити їх швидкості передачі даних на деяку величину, не спричиняючи значного несприятливого впливу на загальну продуктивність системи. Проте, якщо рівень інтерференції дуже високий, збільшення в швидкостях передачі даних терміналів доступу буде мати значний несприятливий ефект.

Таким чином, загальний рівень інтерференції відстежується в одній реалізації мережею доступу. Мережа доступу сконфігурована для простого визначення більше або ні загальний рівень інтерференції порогового значення. Якщо рівень інтерференції менше порогового значення, то мережа доступу встановлює біт зворотної активності (RAB) рівним 0 (біт зворотної активності також іноді називають «біт зайнятості»). Якщо рівень інтерференції більше порогового значення, то мережа доступу встановлює біт зворотної активності (RAB) рівним 1. Біт зворотної активності, потім передається кожному з терміналів доступу для того, щоб інформувати їх про рівень активності/інтерференції в системі.

В одному варіанті реалізації, загальний рівень інтерференції обчислюється за допомогою підсумовування потужностей передач по зворотному каналу зв'язку кожного терміналу доступу і поділу на рівень теплового або фонового шуму в оточуючому середовищі. Потім сума порівнюється з пороговим значенням. Якщо сума більша, ніж порогове значення, то рівень інтерференції вважається високим, і біт зворотної активності (RAB) встановлюється рівним 1. Якщо сума менша, ніж порогове значення, то рівень інтерференції вважається низьким, і біт зворотної активності (RAB) встановлюється рівним 0.

Через те, що продуктивність передачі даних по зворотному каналу зв'язку залежить від швидкості передачі даних і рівня інтерференції в систе-

мі, необхідно брати до уваги рівень інтерференції при розрахунку відповідної швидкості передачі даних. Тому, обчислення швидкості передачі даних за допомогою алгоритму Мас для зворотного каналу зв'язку враховує рівень інтерференції, який наданий терміналам доступу в формі біта зворотної активності (RAB). Алгоритм Мас для зворотного каналу зв'язку також враховує фактори, такі як потреби терміналу доступу і фізичні обмеження в системі. На основі цих факторів, швидкість передачі даних для кожного терміналу доступу в системі обчислюється один раз за кадр.

По суті, алгоритм Мас для зворотного каналу зв'язку обчислює наступне:

$$R_{\text{new}} = \min(R_1, R_2, R_3, R_4),$$

де

R_1 є максимальна швидкість передачі даних в системі,

R_2 є максимальна швидкість передачі даних для терміналу доступу, на основі розгляду з точки зору потужності,

R_3 є швидкість передачі даних, що визначається за даними в черзі для передачі, і

R_4 є швидкість виділення ресурсів в замкненому контурі.

Кожна з швидкостей R_1 - R_4 встановлює жорстку межу для R_{new} . Іншими словами, швидкість R_{new} , вибрана алгоритмом Мас для зворотного каналу зв'язку не повинна перевищувати будь-яку із швидкостей R_1 - R_4 .

Максимальна швидкість передачі даних в системі, R_1 , базується на дизайні системи, включаючи мережу доступу і термінал доступу. Максимальна швидкість передачі даних в системі вважається статичною (R_1 встановлюється мережею доступу, але рідко змінюється, і може розглядатися як статична), і, таким чином, просто збережена в терміналі доступу для використання при обчисленні R_{new} .

Як було зазначено вище, потужність передачі даних по зворотному каналу зв'язку приблизно пропорційна швидкості, з якою передаються дані, так що є максимальна швидкість, яка відповідає максимальному рівню потужності і поточному стану каналу. Основана на потужності максимальна швидкість передачі даних R_2 , ґрунтується на максимальній потужності передач по зворотному каналу зв'язку терміналу доступу, яка є функцією дизайну терміналу доступу. Хоча реальна максимальна потужність передачі P_{max} є статичною, R_2 змінюється як функція P_{max} і поточного стану каналу. R_2 пов'язана з відношенням сигнал до шуму і інтерференції (SINR) для сигналу терміналу доступу, як видно в мережі доступу, яке варіюється через коефіцієнт посилення каналу і поточного ROT (перевищення над тепловим).

Швидкість R_3 є швидкість передачі даних, що визначається даними, які знаходяться в черзі терміналу доступу, очікуючи передачі. R_3 є змінна величина і обчислюється кадр. Мета R_3 полягає в зменшенні швидкості передачі даних по зворотному каналу терміналів доступу, коли вони мають невелику кількість даних або не мають даних для передачі, для того щоб зменшити їх інтерференцію з іншими терміналами. Традиційно, R_3 є прос-

то швидкість, яка необхідна для передачі всіх даних в черзі за один кадр. Таким чином, якщо є 2048 біт даних в черзі, то буде вибрана швидкість 76,8 kbps (Звертаючись до наведеної вище таблиці, при індексі швидкості 4, дані передаються з швидкістю 76,8 kbps, 2048 біт можуть бути передані в одному сегменті). З іншого боку, якщо є 2049 біт даних в черзі, то буде необхідно вибрати швидкість 153,6 kbps (4096 bits/slot), для того щоб передати всі дані в одному сегменті. Якщо в черзі немає даних, то підтверджена швидкість дорівнює нулю. Використовуючи цей традиційний спосіб для обчислення R_3 , швидкість відповідна R_3 може варіюватися від індексу швидкості 0 до індексу швидкості 5, незалежно від попереднього значення R_3 . В одній реалізації даного винаходу R_3 контролюється так, щоб вона не падала дуже швидко. Це буде пояснене детально нижче.

Швидкість виділення ресурсів в замкненому контурі (CLRA) R_4 також обчислюється один раз за кожний кадр. Мета R_4 полягає в тому, щоб захистити швидкість передачі даних на кожному терміналі доступу від дуже швидкого збільшення, і, тим самим створення більшої інтерференції, яку можуть відчувати інші термінали доступу. Швидкість CLRA базується на поточній швидкості і наборі передбачених імовірностей зміни швидкості у більшу або меншу сторону. Імовірності, що використовуються при обчисленні швидкості CLRA, істотним чином керують швидкістю, для того щоб запобігти її дуже швидкій зміні.

Швидкість CLRA R_4 , обчислюється таким чином. Відповідна послідовність операцій представлена на Фіг. 4.

(1) Вибрати випадкове число V , де $0 \leq V \leq 1$,

(2) потім,

(i) якщо $RAB = 0$,

якщо $V < P_i$, $R_4 = R_{\text{old}} + 1$

інакше $R_4 = R_{\text{old}}$

(ii) якщо $RAB = 1$,

якщо $V < P_i$, $R_4 = R_{\text{old}} - 1$

інакше $R_4 = R_{\text{old}}$

де

P_i є імовірність, яка відповідає поточній швидкості і RAB (дивись таблицю нижче),

R_{old} є поточна швидкість,

$R_{\text{old}} + 1$ є наступна більш висока швидкість від поточної швидкості,

$R_{\text{old}} - 1$ є наступна більш низька швидкість від поточної швидкості.

Імовірності, P_i , які відповідають різним індексам швидкості і значенням RAB представлені в наступній таблиці. Коли термінал доступу починає обчислення нової швидкості передачі даних, він буде передавати на поточній швидкості. Термінал доступу буде також одержувати поточний RAB від мережі (мереж) доступу, з якими він зв'язується. Поточна швидкість визначає з якого рядка береться імовірність P_i . Поточний RAB визначає з якої колонки береться імовірність P_i .

В одному варіанті реалізації, імовірності фіксовані і заздалегідь запрограмовані в терміналі доступу. В інших реалізаціях, значення імовірностей можуть обчислюватися мережею доступу і потім завантажуватися в термінали доступу.

Таблиця 1

Індекс швидкості	Імовірність	
	RAB=0	RAB = 1
0	1	0
1	P_1	0
2	P_2	P_5
3	P_3	P_6
4	P_4	P_7
5	0	P_8

Кожне з наведених в таблиці значень являє собою імовірність того, що термінал доступу, який має відповідний індекс швидкості і значення RAB, зміниться до наступного індексу швидкості. Значення в колонці «RAB=0» являють собою імовірності того, що термінал доступу збільшиться до наступного більш високого індексу швидкості. Значення, що відповідає індексу швидкості 0 і RAB=0, дорівнює одиниці, тому що терміналу доступу завжди дозволено переміщатися від індексу швидкості 0 до індексу швидкості 1. Значення, яке відповідає індексу швидкості 5 і RAB=0, дорівнює нулю, тому що термінал доступу не може переміститися вище від індексу швидкості 5. Значення імовірностей P_1 - P_4 лежать в діапазоні від 0 до 1.

Значення в колонці «RAB=1» є імовірності того, що термінал доступу буде зменшуватися до наступного більш низького індексу швидкості. Значення, яке відповідає індексу швидкості 0 і RAB=1, дорівнює нулю, тому що термінал доступу не може переміститися нижче від індексу швидкості 0. Значення, яке відповідає індексу швидкості 1 і RAB=1, дорівнює нулю, тому що термінал доступу ніколи не примушують переміститися нижче з нижчої ненульової швидкості. Значення імовірностей P_5 - P_8 лежать в діапазоні від 0 до 1.

Ефект обчислення R_4 таким способом Полягає в тому щоб, дозволити R_4 збільшуватися керованим способом, коли система не зайнята (RAB=0) і спричинити її зменшення, також керованим чином, коли система зайнята (RAB=1). Іншими словами, це спричиняє лінійне наростання R_4 , а не прості стрибки, і лінійне зниження R_4 , а не стрімке падіння. Лінійне наростання/спадання керується імовірностями, наведеними в Таблиці 1.

Як було зазначено вище, R_1 - R_4 визначають кожний кадр, і потім швидкість передачі даних R_{new} для наступного кадру встановлюється рівною мінімальній з цих швидкостей. Проблема з цим, полягає в тому, що хоча R_4 служить для обмеження швидкості, з якою R_{new} може збільшуватися над поточною швидкістю, R_4 не запобігає раптовому падінню швидкості R_{new} . Хоча R_4 може зменшуватися тільки настільки швидко, наскільки дозволено імовірностями RAB=1, R_3 може падати з індексу швидкості 5 до 0 в подальших кадрах, якщо черга даних терміналу доступу стає пустою, і оскільки R_{new} є мінімум з обчислених швидкостей R_1 - R_4 , R_3 керує і R_{new} може швидко падати.

Хоча швидке падіння в швидкості передачі даних не викликає проблем з інтерференцією (це буде зменшувати інтерференцію), це може викликати затримки в передачі даних. Це є результатом того факту, що після падіння швидкості передачі даних, яке відбувається раптово, потрібна деяка кількість часу для наростання швидкості передачі даних через обмежувальний ефект R_4 .

Це можна проілюструвати наступним прикладом. Розглянемо додаток для відеоконференцій, що генерує в середньому 60 kbps даних. Дані містять пакети розміром в 500-1000 байт, які прибувають в чергу на передачу з інтервалами 70-80 мілісекунд. Якщо спочатку даних в черзі не було (і швидкість передачі даних дорівнює 0), потрібно до одного кадру (приблизно 27 мілісекунд в одній реалізації) для просування від індексу швидкості 0 (0 kbps) до 1 (9,6 kbps). Залежно від визначених імовірностей, що застосовуються терміналом доступу, може бути потрібно трохи більше кадрів для просування від індексу швидкості 1 до 2 (19,2 kbps), і так далі. Доти, доки швидкість передачі даних не перевищить швидкість прибуття в 60 kbps, дані будуть продовжувати накопичуватися в черзі.

Передбачаючи, що імовірності, які використовуються для обчислення R_4 , дозволяють індексу швидкості збільшуватися кожні два кадри, потрібно, щонайменше, шість кадрів (160 мілісекунд) для передачі першого пакету в 500 байт. Тим часом, дані, які були накопичені після цього пакету, продовжать затримуватися. Хоча, згодом швидкість передачі даних порівнюється із швидкістю прибуття даних, буде мати місце значна затримка в передачі, щонайменше, частини даних. У додатках, таких як відеоконференції, такі затримки неприйнятні. Потрібно зазначити, що в цьому прикладі, швидкість передачі даних згодом перевищить швидкість прибуття, і кількість даних в черзі почне падати. Якщо довжина черги впаде до нуля, R_3 також впаде до нуля, і процес наростання буде стартувати наново, ще раз викликаючи затримки в передачах.

Для того щоб уникнути затримок, викликаних раптовими падіннями в швидкості передачі даних і подальшою необхідністю нарощування швидкості передачі даних назад, одна реалізація даного винаходу застосовує те, що називається «інерцією швидкості». Замість того, щоб дозволяти швидкості передачі даних падати до рівня, підтверджено-

го миттєвим рівнем даних в черзі на передачу, швидкість передачі даних обмежена до падіння керованим чином. Одна з причин для цього це - цілі стабільності. У завантаженому секторі, швидкість, з якою збільшується швидкість передачі даних на терміналі доступу, повинна бути обмежена, навіть якщо термінал доступу недавно передавав і в даний момент простоює. Форсуючи зменшення швидкості терміналу нормальним чином, як керується R_4 , коли $RAB=1$, кількість непотрібних даних, відправлених коли додаткова інтерференція дійсно шкідлива для інших терміналів доступу, обмежена. Існує компроміс між продуктивністю затримки поточного терміналу доступу і інтерференцією на інші термінали доступу. Дотримуючись R_4 коли $RAB=1$ і встановлюючи R_d (визначена нижче) в дійсну передану швидкість, коли вона нижча, ми гарантуємо що, термінал доступу посилає здебільшого фіктивні дані, коли це не має значення, тим самим, заповнюючи пропуски в ємності, і поліпшуючи затримки без великого ефекту на виміряну пропускну здатність.

Керування падінням в R_3 може бути здійснене різними способами. Наприклад, в одній реалізації, фіктивна швидкість підтримується терміналом доступу. Фіктивна швидкість змінюється, для того щоб моделювати бажану поведінку падіння в R_3 . Коефіцієнт загасання використовується в цій реалізації для зменшення величини фіктивної швидкості. Коли ж необхідно обчислити нову швидкість передачі даних, пробна швидкість обчислюється нормальним чином, потім вона порівнюється з фіктивною швидкістю. R_3 встановлюється рівною більшій з пробної швидкості передачі даних (наприклад, величина, що визначається за даними, яка обговорюється вище) або фіктивній швидкості. Якщо вибрана швидкість передачі даних більша, ніж швидкість, що визначається за даними, то передаються фіктивні дані. Спосіб даного винаходу визначений нижче, і проілюстрований на схемі послідовності операцій на Фіг. 5.

(1) обчислити R_t (як R_3 , що традиційно обчислюється вище)

(2) обчислити $R_d = R_d + \log_2$ (коефіцієнт загасання)

(3) встановити $R_3 = \max(g(R_d), R_t)$

(4) встановити $R_{new} = \min(R_1, R_2, R_3, R_4)$

(5) встановити $R_d = R_{new}$

R_t є пробна швидкість, що визначається за даними, як традиційно розраховується

R_d є фіктивна швидкість (яка або має значення за умовчанням, або була раніше розрахована)

$g(\)$ відображає R_d в нижчий життєздатний індекс швидкості, більший або рівний R_d

Потрібно зазначити, що якщо $RAB=1$, то дійсна передавальна швидкість може зменшуватися швидше, ніж швидкість інерційного загасання. Це означає, що швидкість інерції зменшена в сильно завантажених секторах, в порівнянні з легко завантаженими секторами, які є бажаними. В іншій реалізації, проте, R_d повинна бути встановлена в R_3 або в деяку іншу величину на етапі (5).

Потрібно зазначити, що цей спосіб, який керує зменшеннями в R_3 , не треба використовувати, якщо швидкість (розрахована традиційно), що ви-

значається даними, залишається такою самою або зростає, спосіб може включати в себе етапи для скидання фіктивної швидкості, з тим щоб вона не затухала передчасно (наприклад, загасання, коли швидкість, що визначається даними, зростає), тим самим ненавмисно допускаючи раптове падіння в R_3 . Одна така реалізація проілюстрована на діаграмі, показаній на Фіг. 6.

В одному варіанті реалізації коефіцієнт загасання встановлений рівним 0,5. Іншими словами, швидкості дозволено зменшуватися наполовину кожний раз, коли вона обчислюється. Це еквівалентно спаду на один індекс швидкості в поточній версії стандарту IS-856. Терміналу доступу, що передає з індексом швидкості 5, таким чином, будуть потрібні п'ять кадрів на спад до індексу швидкості 0. Інша реалізація може, наприклад, використати коефіцієнт загасання 0,707 (квадратний корінь з 0,5), що призведе до падіння фіктивної швидкості на один індекс швидкості кожні два кадри. Краще значення для використання як коефіцієнта загасання буде варіюватися залежно від статистики джерел даних, і може встановлюватися на рівні додатків.

Керування падінням швидкості, що визначається даними може бути реалізоване і іншими способами. Наприклад, замість того щоб встановлювати R_3 рівною фіктивній швидкості, фіктивна швидкість може підтримуватися незалежно, і дійсна швидкість передачі даних (яка є мінімумом з R_1 - R_4) може бути встановлена рівною фіктивній швидкості.

В іншому прикладі, R_3 може бути просто обмежена в падінні не більше ніж на один рівень індексу швидкості за n кадрів. За допомогою цього буде досягатися по суті такий самий результат як і в наведеному вище алгоритмі, де традиційно обчислена швидкість, що визначається даними, раптово падає. Як було зазначено вище, коефіцієнт загасання 0,5 еквівалентний падінню не більше ніж на один рівень індексу швидкості за кадр, а коефіцієнт загасання 0,707 буде еквівалентний падінню не більше ніж на один рівень індексу швидкості за два кадри.

В іншому прикладі, може бути використаний алгоритм аналогічний алгоритму, використаному для обмеження R_4 . У такій реалізації, множина значень імовірностей, які відповідають різним значенням індексу швидкості, може бути використана для керування імовірністю того, що R_3 буде раптово падати. Швидкість, на якій швидкості передачі даних дозволено затухати може контролюватися і іншими способами. Загасання може, наприклад, керуватися за допомогою способу мультиплікативних коефіцієнтів, описаного вище, це може бути функція статистики джерела, або це може бути недетерміновано. Перевага кожного типу залежить від статистики джерела, і може бути визначене індивідуально.

У ще одному прикладі, алгоритм, подібний до будь-якого з тих, що були описані вище, може бути застосований до повної швидкості передачі даних (тобто мінімуму з R_1 - R_4). Наприклад, дійсна швидкість передачі даних може бути встановлена рівною фіктивній швидкості, так що зменшення в дій-

сній швидкості від одного кадру до наступного обмежене коефіцієнтом загасання.

Реалізація інерції швидкості, як описано вище, запобігає раптовому падінню до нуля швидкості, що визначається даними, коли у терміналу доступу закінчуються дані в черзі на передачу. Реалізація швидкості, що повільно змінюється, з іншого боку, робить можливою швидке повернення швидкості R_4 , обмеженої по наростанню, до більш високих швидкостей, якщо система не зайнята, що повинне бути нормально дозволено.

Як було зазначено вище, обмежена по наростанню швидкість R_4 спроектована для керування збільшеннями в швидкостях передачі даних терміналів доступу для того щоб запобігти раптовому створенню некерованої кількості інтерференції. Проте, це стосується тільки випадку, коли є досить активних терміналів доступу в секторі, для генерації некерованої кількості інтерференції якщо активність терміналів доступу в секторі досить низька, швидке збільшення в швидкості передачі даних даного терміналу доступу не буде мати суттєвого небажаного впливу на систему. Розділова лінія між цими двома рівнями активності визначається в одній реалізації RAB. Якщо RAB=0, то рівень активності вважається досить низьким, для того щоб дозволити терміналу доступу швидко повернутися до більш високої швидкості (тобто він в незайнятому стані). Ця більш висока швидкість базується на найвищій швидкості, що використовується терміналом під впливом певних умов і називається тут «швидкістю, що повільно змінюється». Проте, якщо RAB=1, то рівень активності вважається дуже високим для дозволу швидкості передачі даних збільшуватися (тобто він в зайнятому стані), і швидкість передачі даних буде обмежена в зниженні відповідно до алгоритму, описаного вище в зв'язку з R_4 (швидкість передачі даних не може наростати, коли RAB=1).

Швидкість, до якої терміналу доступу дозволено рухатися швидко, під дією відповідних умов, є найвищою швидкістю передачі даних, яку термінал доступу може використати, оскільки RAB був останній раз встановлений у в процесі передачі терміналом доступу. Ця швидкість («швидкість, що повільно змінюється») відстежується терміналом доступу. Якщо термінал доступу не передає дані, підтримується поточне значення швидкості, що повільно змінюється, незалежно від того встановлений RAB в 0 або 1. Якщо термінал доступу передає дані, швидкість, що повільно змінюється, може бути змінена. Більш детально, якщо RAB=1, швидкість, що повільно змінюється, скидається до швидкості передачі в попередньому кадрі, R_{old} . Якщо RAB=0, швидкість, що повільно змінюється, зберігає своє поточне значення (якщо поточна швидкість передачі даних терміналу доступу менше або дорівнює швидкості, що повільно змінюється), або вона встановлюється рівною поточній швидкості передачі даних (якщо поточна швидкість передачі даних терміналу доступу більше швидкості, що повільно змінюється).

В одному варіанті реалізації, алгоритм для відстеження швидкості, що повільно змінюється,

проілюстрований діаграмою на Фіг. 7. Діаграма може бути стисло описана таким чином.

(1) визначити чи передає термінал доступу дані

(i) якщо термінал доступу не передає, зберегти поточне значення R_s

(ii) якщо термінал доступу передає, то визначити чи встановлений RAB рівним 0

(a) якщо RAB = 1, встановити $R_s = R_{old}$

(b) якщо RAB = 0, визначити чи більша попередня швидкість R_{old} , ніж R_s

(A) якщо R_{old} , більше, ніж R_s , встановити R_s рівним R_{old}

(B) якщо R_{old} , більше, ніж R_s , зберегти поточне значення R_s

де

R_{old} є попередня швидкість передачі даних

R_s є швидкість, що повільно змінюється

В одному варіанті реалізації, процес обчислення швидкості R_s , що повільно змінюється, виконується паралельно з обчисленням обмеженої по наростанню швидкості R_4 . Алгоритм для обчислення R_4 , в цьому випадку, трохи модифікований, в порівнянні з описаним вище. У цій реалізації, обчислення R_4 , коли RAB = 0, обчислює швидкість відповідно до описаного вище алгоритму. Модифікований алгоритм ілюструється діаграмою на Фіг. 9, яка стисло описана нижче.

Для того, щоб визначити швидкість, обмежену по наростанню, R_4 , використовуючи швидкість, що повільно змінюється, в одній реалізації використовується наступний процес.

(1) Вибрати випадкове число V, де $0 \leq V \leq 1$,

(2) потім,

(i) якщо RAB = 0,

(a) якщо $V < P_i$, $R_4 = R_{old} + 1$,

інакше $R_4 = R_{old}$

(b) $R_4 = F(R_t, R_s, R_{old})$

(ii) якщо RAB = 1,

якщо $V < P_i$, $R_4 = R_{old} - 1$,

інакше $R_4 = R_{old}$

де

R_t є пробна швидкість

P_i є імовірність, відповідна поточній швидкості i RAB (дивись таблицю вище),

R_{old} є поточна швидкість,

$R_{old} + 1$ є наступна більш висока швидкість від поточної швидкості,

$R_{old} - 1$ є наступна більш низька швидкість від поточної швидкості.

$F()$ є функція, яка визначає R_4 з R_t , R_s та R_{old} (як правило, функцією може бути $F(.) = \max(R_t, \min(R_{old} + 1, R_s))$ (тобто збільшення 1 швидкості кожний раз) або $F(.) = \max(R_t, R_s)$ (перейти до швидкості, що повільно змінюється)).

Потрібно зазначити, що R_t , що використовується в описаному тут алгоритмі, є локальною змінною. Іншими словами, R_t , обчислена в одному алгоритмі, не залежить від R_t , обчисленої в іншому алгоритмі. Ці змінні зберігають часові значення, які можуть або не можуть бути вибрані як швидкість передачі даних для наступного кадру.

Варіанти реалізацій, які використовують швидкість, що повільно змінюється, призначені для вимірювання часу, який пройшов з останнього онов-

лення (збільшення або скидання) швидкості, що повільно змінюється. Якщо цей час більший, ніж задана величина, то швидкість, що повільно змінюється, буде зменшуватися на заздалегідь задану величину. Основна причина для виконання цієї дії полягає в тому, щоб уникнути дуже агресивного нарощування швидкості передачі даних терміналом доступу, який був у стані простою дуже довго.

Потрібно зазначити, що реалізація швидкості, що повільно змінюється, є один з найпростіших способів, щоб дозволити терміналу доступу швидко збільшити його швидкість передачі даних, якщо система не зайнята. Інші реалізації можуть використовувати альтернативні засоби для реалізації цієї функціональності. Наприклад, швидкість, що повільно змінюється, може бути застосована до загальної швидкості передачі даних, а не до швидкості, обмеженої по наростанню. Іншими словами, швидкість, що повільно змінюється, може бути використана для перевизначення швидкості, що підстроюється за даними, R_3 , а також обмеженої по наростанню швидкості R_4 . Також можливі інші варіанти.

Хоча попередній опис направлений в основному на варіанти реалізації даного винаходу, які містять способи, потрібно зазначити, що можливі інші варіанти реалізації. Наприклад, один варіант реалізації може відноситися до терміналу доступу, сконфігурованого для обмежених спадів в швидкості, що підстроюється за даними, як описано вище. Цей варіант реалізації може містити процесор, зв'язаний з підсистемою передачі. Процесор, в одній такій реалізації, сконфігурований для обчислення швидкості передачі даних по зворотному каналу зв'язку на основі кадр-за-кадром базису, з використанням порогових даних, імовірнісних даних, даних про коефіцієнт загасання і тому подібного, які збережені в з'єднанні з ним пам'яті. Потім процесор надає керуючу інформацію, що включає в себе обчислену швидкість передачі даних, підсистемі передачі, яка передає дані з черги до мережі доступу. Потрібно зазначити, що компоненти терміналу доступу можуть відрізнятися залежно від реалізації.

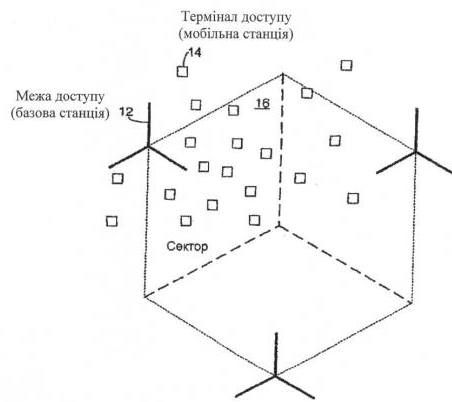
Інший варіант реалізації може відноситися до терміналу доступу, сконфігурованого для дозволу швидких збільшень в швидкості, обмеженої по наростанню, як було описано вище. Цей варіант може містити процесор, зв'язаний з підсистемою передачі. Процесор, в одній такій реалізації, сконфігурований для обчислення швидкості передачі даних по зворотному каналу зв'язку на основі кадр-за-кадром базису, з використанням порогових даних, імовірнісних даних, інформації про історію швидкості передачі даних і тому подібного, які збережені в з'єднанні з ним пам'яті. Потім про-

цесор надає керуючу інформацію, що включає в себе обчислену швидкість передачі даних, підсистемі передачі, яка передає дані з черги до мережі доступу. І знову компоненти терміналу доступу можуть відрізнятися залежно від реалізації.

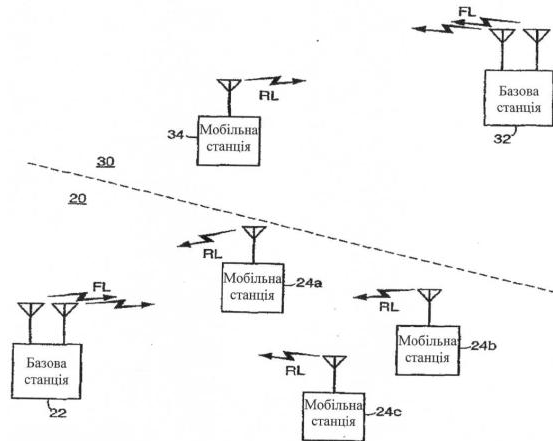
Ще одним варіантом реалізації може бути програмний додаток. Програмний додаток в цьому варіанті може бути сконфігурований для одержання інформації, що відноситься до кількості даних, вміщених в чергу для відправки, рівня інтерференції в системі (наприклад, за допомогою RAB), порогових даних, імовірнісних даних, даних про коефіцієнт загасання та інших різних даних, і для обчислення обмеженої по зменшенню швидкості передачі даних, на якій будуть передаватися дані від терміналу доступу. В іншій реалізації, програмний додаток може бути сконфігурований для одержання інформації, що відноситься до того зайнята чи ні система зв'язку, імовірностей того, що швидкість передачі даних буде зменшуватися або збільшуватися, даних про історію інформації про швидкість і того подібного, і для обчислення швидко зростаючої швидкості передачі даних, на якій будуть передаватися дані від терміналу доступу до мережі доступу. Програмний додаток може бути реалізований на множині носіїв, що зчитуються комп'ютером або іншим процесором даних, таких як гнучкий магнітний диск, накопичувач на жорстких дисках, CD-ROM, DVD-ROM, RAM, ROM, для прикладу.

Вигоди та переваги, які можуть бути забезпечені даним винаходом, були описані вище відносно визначених варіантів реалізації. Ці вигоди та переваги, і будь-які елементи або обмеження, які можуть спричинити їх появу або зробити їх більш вираженими, не повинні тлумачитися як критичні, необхідні або істотні особливості будь-якого або всіх пунктів формули. Як вживається в цьому описі, термін «містить», «що містить» або будь-які інші його варіації, призначені для інтерпретації як невиняткове включення елементів або обмежень, які йдуть за цими термінами. Відповідно, система, спосіб або інший варіант реалізації, що містить набір елементів, не обмежений тільки цими елементами, і може включати в себе інші елементи, не наведені явно або властиві заявленому варіанту реалізації.

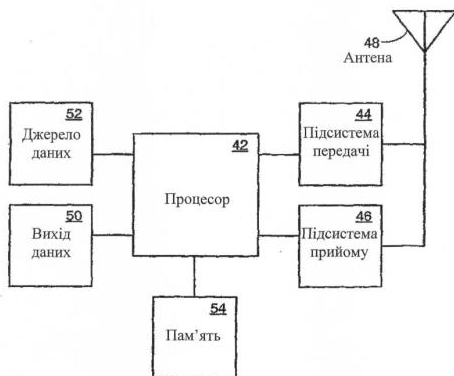
Хоча даний винахід був описаний з посиланням на конкретні варіанти реалізації, повинно бути зрозуміло, що ці варіанти реалізації є ілюстративними і що обсяг винаходу не обмежений цими варіантами. Можлива множина варіацій, модифікацій, додатків і поліпшень до варіантів, описаних вище. Передбачається, що ці варіації, модифікації, додання і поліпшення попадають в обсяг формули винаходу, яка представлена нижче.



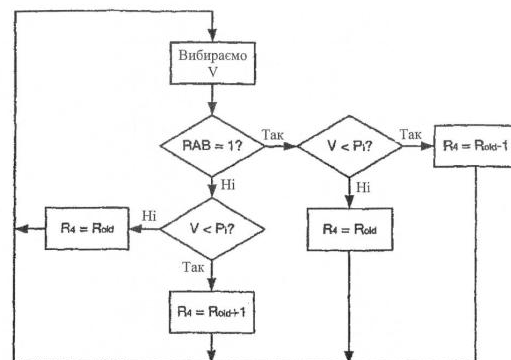
Фіг. 1



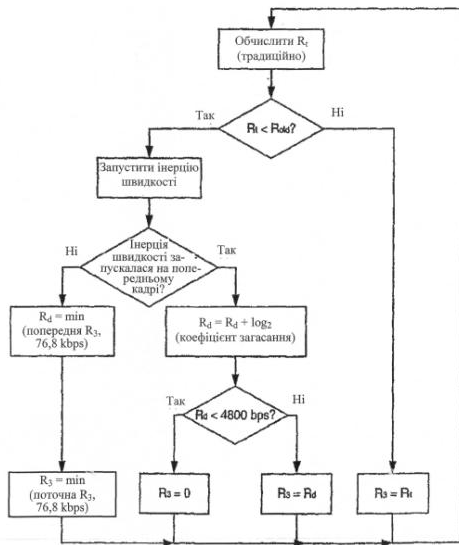
Фіг. 2



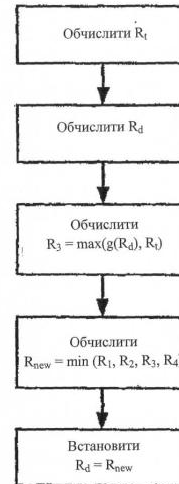
Фіг. 3



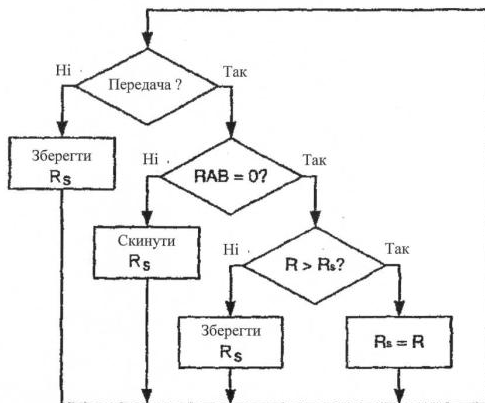
Фіг. 4



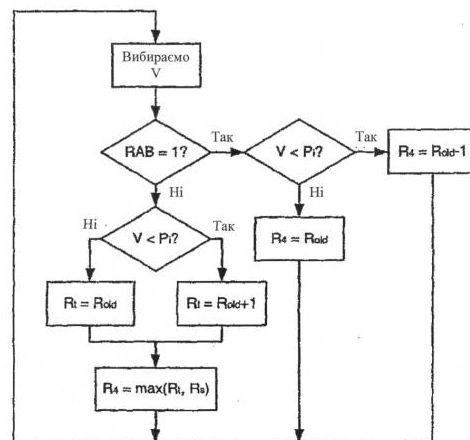
Фіг. 6



Фіг. 5



Фіг. 7



Фіг. 8